

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TEMA:

**Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de
vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la
UCSG.**

AUTOR:

Avellaneda Márquez, Pedro Fernando

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

TUTOR:

Ing. González Soriano Franklin Javier, Mgs

Guayaquil, Ecuador

4 de marzo de 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Avellaneda Márquez, Pedro Fernando**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**.

TUTOR



FRANKLIN JAVIER
GONZALEZ SORIANO

f. Ph.D. Franklin González Soriano

Ing. González Soriano, Franklin Javier, Mgs

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Avellaneda Márquez, Pedro Fernando

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, 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.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR

f. Pedro Avellaneda
Avellaneda Márquez, Pedro Fernando



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Avellaneda Márquez, Pedro Fernando**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2022

EL AUTOR:

f. *Pedro Avellaneda*

Avellaneda Márquez, Pedro Fernando



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

REPORTE URKUND

The screenshot shows the Urkund report interface. On the left, a sidebar contains the following information:

- Documento:** [Documento Final Trabajo de Titulación Pedro Avellaneda.docx](#) (D127796362)
- Presentado:** 2022-02-13 17:57 (-05:00)
- Presentado por:** franklin.gonzalez@cu.ucsg.edu.ec
- Recibido:** franklin.gonzalez.ucsg@analysis.orkund.com
- Mensaje:** Tesis Pedro AVellaneda [Mostrar el mensaje completo](#)

The main content area displays a summary: "3% de estas 41 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes." Below this is a list of sources with checkboxes:

- <https://www.mayoclinic.org/es-...>
- <https://doi.org/10.1001/jama.20...>
- <https://repositorio.cepal.org/bit...>
- <https://www.who.int/es/news-r...>
- <https://vlex.ec/source/registro-...>

Below the sources is a section titled "Fuentes alternativas" with two entries:

- [tesis Romero-Wong 1 al 4 manu...](#)
- MERCHÁN-AGUILAR-RONAL-NIX...

At the bottom of the interface, there are navigation buttons: "Reiniciar" and "Compartir", and a notification "0 Advertencias." The taskbar at the very bottom shows several open documents: "LISTADO DE ESTU...xlsx", "leccion.docx", "INFORME FINAL...docx", and "URKUND format...docx".

Fecha de elaboración: 13 DE FEBRERO DEL 2022



firmado digitalmente por:
FRANKLIN JAVIER
GONZALEZ SORIANO

Ph.D. Franklin González Soriano

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a la Facultad de Ingeniería, a la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, a los docentes y a todos quienes, de una u otra forma, fueron testigos de mi paso por las aulas para mi formación académica.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA

A mi familia.

ÍNDICE

RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I EL PROBLEMA	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
○ Ubicación del Problema en un Contexto	4
○ Causas y Consecuencias del Problema	5
○ Delimitación del Problema	6
○ Formulación del Problema	6
○ Evaluación del Problema	6
○ Objetivos	7
▪ Objetivo general	7
▪ Objetivos específicos	7
○ Alcance del problema	8
○ Justificación e importancia	9
○ Preguntas de investigación	9
○ Variables de la investigación	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
Aplicaciones web	10
○ Conceptos	11
○ Características	13

○ Tipos de aplicaciones web	13
○ Arquitectura de una aplicación web	14
○ Descripción del tipo específico de aplicación web a implementar en el proyecto	14
Aplicaciones móviles	14
○ Conceptos	15
○ Características	15
○ Tipos de aplicaciones móviles	16
○ Arquitectura de aplicación móvil	18
○ Descripción del tipo de aplicación móvil a implementar	20
Política de vacunación	20
○ Covid-19	20
○ Inicios de la enfermedad	21
○ Tratamiento y vacunas	26
○ Carnet de vacunación y certificado de vacunación	31
○ Evolución y avance de la vacunación en el Ecuador	31
○ Api de conexión al Ministerio de Salud Pública	34
Marco legal	35
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	38
Enfoque de investigación	38
Tipo de investigación	38
Población y muestra	39

Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Análisis de resultados	40
CAPÍTULO IV PROPUESTA TECNOLÓGICA	42
Análisis de requerimientos	42
○ Involucrados en el sistema	42
○ Perspectiva del producto	43
○ Funcionalidad del producto	43
○ Características de los usuarios	45
○ Requisitos específicos	46
Diagrama de casos de uso	48
Base de datos	53
Arquitectura del sistema	55
Estructura del sistema de información	55
Tecnologías usadas en el desarrollo del sistema	56
○ Herramientas para aplicaciones web	56
○ Herramientas para aplicaciones móviles	58
▪ Kotlin	58
▪ Android Studio	59
▪ SQLite	59
○ Tecnologías adicionales	59
Seguridades	60
Proceso de instalación del software	60

Análisis económico	61
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Aplicaciones web.	12
Tabla 2	Comparativa de los tipos de aplicaciones móviles.	18
Tabla 3	Medidas de bioseguridad para control de brotes infecciosos.	27
Tabla 4	Panel de control de coronavirus (COVID-19) de la OMS. Consultado a 02/01/2022.....	31
Tabla 5	Fases del plan de vacunación.....	32
Tabla 6	Acciones de la API gubernamental.	35
Tabla 7	Involucrado 1.	42
Tabla 8	Involucrado 2.	42
Tabla 9	Involucrado 3.	43
Tabla 10	Involucrado 4.	43
Tabla 11	Funcionalidad del Aplicativo web.	44
Tabla 12	Funcionalidad del aplicativo móvil.....	44
Tabla 13	Usuario 1: Sin rol.	45
Tabla 14	Usuario 2: Administrador.....	45
Tabla 15	Usuario 3: Estudiante.....	45
Tabla 16	Usuario 4: Docente.	46
Tabla 17	Requisito funcional 1 del sistema.....	46
Tabla 18	Requisito funcional 2 del sistema.....	46
Tabla 19	Requisito funcional 3 del sistema.....	47
Tabla 20	Requisito funcional 4 del sistema.....	47
Tabla 21	Requisito funcional 5 del sistema.....	47

Tabla 22 Requisito funcional 6 del sistema.....	47
Tabla 23 Requisito funcional 7 del sistema.....	47
Tabla 24 Caso de uso 1.....	49
Tabla 25 Caso de uso 2.....	49
Tabla 26 Caso de uso 3.....	50
Tabla 27 Caso de uso 4.....	50
Tabla 28 Caso de uso 5.....	51
Tabla 29 Caso de uso 6.....	51
Tabla 30 Caso de uso 7.....	52
Tabla 31 Caso de uso 8.....	52
Tabla 32 Caso de uso 9.....	53
Tabla 33 Comparativa de lenguajes.	56
Tabla 34 Comparativa de bases de datos.....	57
Tabla 35 Comparativa frameworks.	58
Tabla 36 Costos de implementación.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura móvil híbrida.	19
Figura 2 Arquitectura móvil web.....	19
Figura 3 Grandes pandemias de la historia.....	23
Figura 4 Línea de tiempo de la Covid-19.	25
Figura 5 Casos confirmados. Américas.	26
Figura 6 Situación de la Región de las Américas por el brote de COVID-19.	30
Figura 7 Plan de vacunación Ecuador. Actualizado a 21/12/2021.....	34
Figura 8 Casos de uso del sistema.	48
Figura 9 Diseño de la arquitectura.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Manual de usuario 74

RESUMEN

La emergencia sanitaria mundial de la Covid-19 obligó a los gobiernos a tomar medidas urgentes para tratar de reducir la incidencia de los contagios. Esto motivó al cierre de empresas y establecimientos educativos, pasando tanto trabajadores como estudiantes a realizar sus labores desde plataformas virtuales desde sus casas. Con las políticas de vacunación implementadas y la adaptación de los individuos a las nuevas condiciones de realización de actividades, el gobierno prevé un retorno progresivo a clases presenciales, por lo que, para la UCSG, es conveniente disponer de una herramienta para monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación de los estudiantes. Para esto se pretende desarrollar e implementar un sistema informático web y móvil para el registro de los estudiantes vacunados mediante código QR. Se utilizó la investigación descriptiva, el enfoque metodológico cualitativo y la entrevista a funcionarios de la UCSG como técnica de recolección de información. Los resultados de la entrevista determinaron que la herramienta se puede convertir en un instrumento de mucha utilidad para determinar la cantidad de estudiantes vacunados para considerar el retorno progresivo a clases en las distintas facultades. Se recomienda extender el ámbito del monitoreo a toda la población universitaria para un mejor control del proceso de vacunación.

Palabras Clave: Covid-19, vacunación, sistema web, sistema móvil, arquitectura de aplicaciones.

ABSTRACT

The global health emergency of Covid-19 forced governments to take urgent measures to try to reduce the incidence of contagion. This led to the closure of companies and educational establishments, leaving both workers and students to carry out their work from virtual platforms from their homes. With the vaccination policies implemented and the adaptation of individuals to the new conditions for carrying out activities, the government foresees a progressive return to face-to-face classes, which is why, for the UCSG, it is convenient to have a tool for monitoring and traceability of the student vaccination process. For this, it is intended to develop and implement a web and mobile computer system for the registration of vaccinated students through QR code. Descriptive research, the qualitative methodological approach and the interview with UCSG officials were used as a data collection technique. The results of the interview determined that the tool can become a very useful instrument to determine the number of vaccinated students to consider the progressive return to classes in the different faculties. It is recommended to extend the scope of monitoring to the entire university population for better control of the vaccination process.

Keywords: *Covid-19, vaccination, web system, mobile system, application architecture.*

INTRODUCCIÓN

La crisis sanitaria mundial debido al nuevo coronavirus Covid-19, es el problema mundial que ha definido el tiempo actual, siendo uno de los desafíos más grandes que ha tocado enfrentar a todo el planeta desde el estallido de la Segunda Guerra Mundial. A partir de su inicio en Asia, a finales de 2019, este virus ha traspasado fronteras y llegado a cada parte del mundo, exceptuando la Antártida. Los contagios se propagaron a diario por miles en cada rincón, según lo manifestado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD (2020).

El mundo entero se vio envuelto en una carrera contra el tiempo, para evitar la propagación del virus, a través de las distintas investigaciones, pruebas de laboratorio, tratamientos experimentales, rastreo de personas portadoras y los contactos que tuvieron con otras, limitación de viajes (cierre de aeropuertos), cancelación de eventos, cuarentena obligatoria, cierre de escuelas y demás medidas necesarias de ayuda para detener, de cierta forma, los contagios y por consiguiente, los fallecimientos (PNUD, 2020).

La Covid-19, desde sus inicios, provocó la paralización total de muchas actividades que se realizaban normalmente, para evitar la ola de contagios. Empresas de todo tipo, estatales o privadas, tuvieron que hacer un alto y someterse al confinamiento, lo que obligó al trabajo desde casa, trayendo consigo una serie de consecuencias.

En cuanto a la educación, la emergencia sanitaria mundial ocasionó, de acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2020) el “cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países con el fin de evitar la propagación del virus y mitigar su impacto” (NU. CEPAL, 2020, p. 2).

En el mundo tanto niños, como jóvenes y adultos dejaron de asistir a escuelas, colegios, instituciones de educación superior y otro tipo de centros de enseñanza por la Covid-19. “En América Latina y el Caribe casi todos los países han decretado cuarentena educativa y toman medidas para que la educación continúe fuera de las aulas o dentro de ellas, pero con medidas de prevención” (UNESCO, 2021, párr. 1). Frente a las nuevas formas de enseñanza, como lo es la virtual en el caso ecuatoriano, tanto docentes como

estudiantes han tenido que pasar por un proceso de adaptación y la educación se ha prolongado hasta el presente año en que, poco a poco, algunas instituciones han decidido retomar las clases presenciales con el aforo permitido con base en las decisiones tomadas por el gobierno y los propios establecimientos educativos.

Los esfuerzos realizados por los científicos para detener la enfermedad se tradujeron en tratamientos más precisos para contrarrestar los efectos del virus en el organismo. Asimismo, la creación de las vacunas para disminuir los síntomas en caso de contagio, fueron y siguen siendo distribuidas a nivel mundial para inmunizar a la población, lo que permitiría el retorno al 100% de las personas a sus actividades laborales y educativas, siempre considerando las medidas de bioseguridad para disminuir la incidencia de rebrotes. La educación se ha visto bastante afectada por la presencia de la Covid-19, puesto que la aglomeración de estudiantes en un solo salón de clases puede ser foco de infección. Por lo tanto, se necesitan tomar las medidas correspondientes que permitan el retorno a clases presenciales, pudiendo ser uno de los requisitos exigir el carnet de vacunación.

Con base en todo lo antes mencionado y para una mejor comprensión de este proyecto, se lo ha dividido en cuatro capítulos. En el capítulo 1 se hace referencia al problema de investigación, su planteamiento, su ubicación en un contexto, sus causas y consecuencias, la delimitación, los objetivos, general y específicos, y la justificación y alcance. En el capítulo 2 se analiza el marco teórico, donde se tratan temas que dan sustento al problema de investigación, algunas definiciones, teorías y principios, incluyéndose la fundamentación legal que soportan la investigación. En el tercer capítulo se define la metodología de la investigación, la población y muestra, y en el cuarto capítulo se expone la propuesta que dará solución al problema, con todos los procedimientos, técnicas que permitirán la implementación de la herramienta informática. Al final del proyecto, se presentan las conclusiones a las que se llegó luego de terminado el proyecto, y las recomendaciones o sugerencias que se plantean para posibles trabajos futuros.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

○ Ubicación del Problema en un Contexto

La educación, cualquiera que sea la circunstancia por la que se encuentre atravesando, es un derecho de las personas y una prioridad del estado, y no debe pararse, aunque esté en medio de una crisis sanitaria como lo es la Covid-19. Solamente garantizando el derecho a la educación se puede conseguir que los estudiantes, de todo tipo de nivel de enseñanza, desarrollen sus capacidades y potencialidades para que, a largo plazo, el acceso a la educación pueda prevenir afectaciones a los ingresos de las familias y sea un aporte en la reparación de la economía de un país (UNICEF, 2021).

Según informa la UNICEF (2021, párr. 7) “el 78% de estudiantes matriculados en instituciones públicas acceden de alguna forma a internet. Las familias se han esforzado en tener herramientas que ayuden a sus hijos e hijas a continuar con sus estudios”. No obstante, se hace necesario el retorno a las clases presenciales para dar continuidad a la educación y tratar de recuperar, en parte, lo que perdió durante la suspensión de las actividades.

El retorno a las clases presenciales en los distintos establecimientos educativos aún no se hace realidad en su totalidad, por cuanto el temor a los contagios por el virus de la Covid-19 se encuentra aún latente. Espacios cerrados y aglomeración de estudiantes y profesores en las aulas de clases pueden considerarse focos de infección para que el virus vuelva a expandirse, por lo que se necesita de la adopción de algunas medidas adicionales a las determinadas por el gobierno y las propias instituciones educativas, como lo que podría ser la exigencia del carnet de vacunación de la persona que va a reintegrarse a continuar sus estudios presenciales.

Para complementar las medidas de bioseguridad y distanciamiento social en un posible retorno a clases, en las instituciones educativas se han implementado algunas reglas y protocolos que evitan las posibles aglomeraciones y que determinará el aforo de estudiantes que podrían asistir a clases presenciales; los demás estudiantes recibirán sus clases virtuales.

Dentro de esos lineamientos no se especifica que, como requisito para retornar a las aulas de clases, se exija el carnet de vacunación.

La Universidad Católica de Santiago de Guayaquil UCSG se encuentra evaluando un posible retorno a clases en algunas carreras, como Medicina e Ingeniería, que son carreras en las cuales la práctica de los conocimientos es fundamental para el aprendizaje. Cabe mencionarse que, con el auge de todo tipo de actividades a través de plataformas informáticas por la necesidad impuesta por la Covid-19, se considera pertinente la existencia de alguna herramienta tecnológica que realice el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación de los estudiantes que regresarían a clases, permitiendo además la conexión con la base de vacunados del Ministerio de Salud Pública para dar validez a la información.

El propósito de la aplicación sería comprobar la vacuna o vacunas que se le han administrado al estudiante que va a asistir a clases presenciales. De esta forma se podría determinar la cantidad de estudiantes que asistirán a clases (vacunados) y los que recibirán clases virtuales (con una sola dosis o ninguna).

○ **Causas y Consecuencias del Problema**

La no asistencia a los centros educativos se tradujo en la necesidad de continuar con el aprendizaje a través de diferentes alternativas, siendo una de ellas la de la virtualidad. Este desafío ha tratado de ser afrontado por las autoridades competentes, a través de diferentes planteamientos y soluciones tecnológicas y soluciones tecnológicas, de acuerdo a los períodos de clases y los contenidos de los currículos, con herramientas no presenciales, que se adapten, prioricen y ajusten a cada necesidad. En la gran mayoría de los países se disponen de “recursos y plataformas digitales para la conexión remota, que han sido reforzados a una velocidad sin precedentes por los Ministerios de Educación con recursos en línea y la implementación de programación en televisión abierta o radio” (NU. CEPAL, 2020, p. 3).

El retorno progresivo a clases presenciales es un tema que deberá ser evaluado paulatinamente mientras se lleva a cabo. Las medidas de bioseguridad y otros lineamientos para evitar posibles contagios de la Covid-19, indicados por las autoridades competentes y las propias instituciones

educativa, ya están listos para ser aplicados, pero lo que no existe es una herramienta tecnológica o un código de verificación de carnets de vacunación de los estudiantes que tienen previsto asistir a clases presenciales. La falta de un control de vacunas antes del ingreso a las aulas de clase de los estudiantes, pueden causar graves problemas, puesto que personas no vacunadas tienen mayores probabilidades de experimentar, con mayor dureza los síntomas que causa la enfermedad del virus, y además se menciona el riesgo de contagiar más fácilmente a otras personas poniendo en riesgo la salud de las mismas.

Aunque la vacuna no es garantía de inmunidad, está comprobado científicamente que los estragos que causa la enfermedad de la COVID-19 se hacen más tolerables y menos intensos, con reducción en el porcentaje de fallecimientos. Por lo que la implementación de una herramienta tecnológica que ayude en el control y trazabilidad de la vacunación de los estudiantes, será de ayuda a la universidad.

- **Delimitación del Problema**

Campo: Aplicaciones Web y Móvil.

Área: Salud

Aspecto: Verificación de la vacunación de los estudiantes de la UCSG.

Tema: Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG

- **Formulación del Problema**

¿La implementación de un aplicativo para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG, permitirá tener un control de los estudiantes vacunados como requisito para asistir a clases presenciales?

- **Evaluación del Problema**

Este proyecto es **delimitado**, puesto que el desarrollo informático se orienta hacia todos los estudiantes de la UCSG que pretenden asistir a clases presenciales de algunas carreras, así como también para los que recién van a iniciar sus estudios en este centro de educación superior. La ubicación

geográfica es la ciudad de Guayaquil, que puede albergar a estudiantes de cualquier lugar del país.

Es **claro**, porque la redacción del problema se concentra en un tema de conocimiento público, como lo es el retorno a clases presenciales en los establecimientos educativos, de cualquier nivel de enseñanza, para continuar con el aprendizaje, de la mano de un sistema informático para la gestión y trazabilidad de los estudiantes vacunados que retornan a clases presenciales.

Es **evidente**, puesto que se comprueba que para el retorno a clases presenciales se requiere adicionar, a las medidas de bioseguridad, otras que aporten a la comunidad universitaria nuevos lineamientos para tratar de evitar la aglomeración de estudiantes en las aulas de clases y, por consiguiente, la propagación del virus.

Es **relevante**, ya que esta implementación ayudará en la solución de un problema para la UCSG, en donde se aplicarán los conocimientos adquiridos en las aulas de clases, y su solución se realizará científicamente.

Es **contextual**, ya que la implementación de este sistema es un aporte colaborativo para la comunidad universitaria de la UCSG.

Es **factible**, puesto que se lo realizará en el período B-2021 de la UCSG y cuenta con las herramientas necesarias para su desarrollo.

○ **Objetivos**

▪ **Objetivo general**

Desarrollar e implementar un sistema informático web y móvil para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes UCSG.

▪ **Objetivos específicos**

- Describir la situación actual respecto al avance de la vacunación en el segmento de edades de los estudiantes universitarios en el Ecuador.
- Describir los principales conceptos y teorías respecto al desarrollo y uso de las aplicaciones web y móviles.
- Diseñar módulos integrados para registro de vacunas, seguimiento de estudiante validación, monitoreo y analítica.

- Desarrollar e implementar el sistema web y móvil de monitoreo del proceso de vacunación y realizar las pruebas de funcionamiento.

- **Alcance del problema**

Este proyecto se lo realizará en la ciudad de Guayaquil durante el periodo del semestre B-2021 en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Se pretende que este sistema sea aplicado en la universidad para promover el retorno paulatino a clases presenciales de algunas carreras como Ingeniería y/o Medicina, de manera que sirva como requisito para su ingreso a las aulas.

El aplicativo tendrá las siguientes funcionalidades:

- Comunicación con la única API que verifica la validación de los certificados de vacunación del MSP para obtener la información de la o las vacunas que se ha aplicado el estudiante que va a asistir a clases.
- El aplicativo se encontrará alojado en un servidor web con su respectiva base de datos.
- El estudiante registrará su información personal en el aplicativo, se generará un código QR con sus datos para ser verificado por la persona encargada y/o dispositivo que se encuentre en el aula antes de su ingreso a las clases presenciales.
- El sistema contará con roles de administración para poder gestionar los certificados de vacunas de los estudiantes. El estudiante podrá ingresar sus datos personales en el aplicativo y podrá ver su certificado de vacunación en caso de tenerlo; en ese momento se generará el código QR, y solamente podrá ver su código, más no el de otras personas.
- El resultado de la consulta a la única API que verifica la validación de los certificados de vacunación del MSP, se almacenará en una base de datos interna para los dispositivos móviles, y una base de datos en la nube para el sistema.
- El aplicativo tendrá la opción de Analítica, mediante la cual los administradores podrán ver el porcentaje de estudiantes que han sido vacunados con las dosis necesarias.

- El aplicativo tendrá el módulo de Seguimiento de estudiante, en donde se va a tener un histórico de las veces que el estudiante registra el código QR antes de su ingreso al aula de clases.

- **Justificación e importancia**

El proyecto es un aporte a la comunidad universitaria de la UCSG puesto que, tanto docentes, estudiantes, personal administrativo se beneficiarán de tener una herramienta informática para seguimiento de los estudiantes vacunados que pretenden regresar a clases presenciales en el nuevo período académico, de algunas carreras.

El aplicativo, a través de su opción de Analítica, facilitará a los administradores los porcentajes de estudiantes que se han vacunado con las dosis necesarias, lo que les permitirá asistir a las clases presenciales.

Además, el aplicativo permitirá conocer el histórico de las veces que registra su código QR en el momento de su ingreso al salón de clases.

El sistema será de gran ayuda para el retorno paulatino a clases presenciales en la UCSG, puesto que se será una medida adicional a las de bioseguridad para tratar de evitar los contagios por la Covid-19.

- **Preguntas de investigación**

¿Se determinó el estado actual del avance de la vacunación en el grupo de estudiantes universitarios?

¿Los conceptos y teorías relacionadas con el desarrollo web y móvil sirvieron de fundamento para la implementación del sistema de registro de vacunación para la UCSG?

¿Cuáles fueron las funciones de los módulos integrados del sistema informático?

¿Qué se demostraron en las pruebas de funcionamiento del sistema informático?

- **Variables de la investigación**

Variable independiente: Retorno a clases presenciales

Variable dependiente: Sistema informático web y móvil para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

De acuerdo a Morejón et al., (2016, p. 153) “las TIC son el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación, relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizada de la información”. Esto significa que su aporte en la sociedad es sustancial, puesto que facilita los procesos de cambio, acelerando y transformando por completo la manera de trabajar de los individuos, la adquisición de nuevos saberes, la manera de comunicarse e incluso los procesos productivos.

Las TIC se han convertido en herramientas irremplazables para el progreso de las sociedades actuales, considerando que la gestión de la información a través de tecnología es uno de los más importantes procesos que se realizan en las organizaciones, y realizarlo de la forma adecuada determinará el progreso de las mismas o su total fracaso. Esto obliga a buscar las soluciones tecnológicas que faciliten el acceso a la información (Morejón et al., 2016), dentro de las que se encuentran las aplicaciones web.

En este contexto, en los apartados siguientes se realiza un análisis de algunos aspectos relacionados con las aplicaciones web y demás herramientas informáticas que constituyen el soporte de este proyecto.

Aplicaciones web

Una de las áreas que ha tenido mayor evolución en la industria tecnológica son las aplicaciones web. Estos cambios se los ha relacionado con el surgimiento de nuevos lenguajes de desarrollo y otro tipo de métodos y herramientas utilizadas en las aplicaciones web; más aún, los desarrolladores se enfrentan a ciertas inquietudes en cuanto al software, como lo es “la administración de la complejidad del software y la adecuada selección de herramientas de desarrollo” (Valarezo et al., 2018, p. 32), que se constituyen en temas de gran importancia durante el proceso de gestión de cambio en cuanto al desarrollo web.

Los usuarios de las aplicaciones web que en la actualidad se desarrollan tienen mayores expectativas con respecto a su uso y demandan más utilización, por la necesidad de que aquellas se encuentren a su disposición 24/7 desde cualquier ubicación, cualquier dispositivo (sea móvil u ordenador) y realizar la transacción o consulta que se requiera. Una aplicación web deberá tener seguridad, flexibilidad, escalabilidad, alto rendimiento, disponibilidad, tiempo de respuesta eficiente para el tráfico o concurrencia de usuarios, de manera que se puedan cumplir sus demandas (Microsoft Docs, 2021).

○ **Conceptos**

En palabras de Molina et al. (2018) las aplicaciones web son aplicaciones “cliente/servidor, donde tanto el cliente (navegador, explorador o visualizador) como el servidor (servidor web) y el protocolo con el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones” (Molina et al., 2018, p. 4).

Actualmente, las aplicaciones web son usadas ampliamente por usuarios en distintos ámbitos de la ciencia, cultura, educación, empresarial y otras. Esto se debe a los múltiples beneficios que los usuarios pueden recibir de los programas desarrollados para escritorio. Algunos de estos beneficios son:

- Multiplataforma, que se ejecuta en cualquier dispositivo informático conectado a internet.
- No se necesita instalar programas en un solo navegador.
- En los servidores se almacenan las copias de seguridad.
- Se puede compartir las copias de seguridad simultáneamente con varios usuarios
- El servidor se encarga del espacio que ocupan los datos, y es de fácil utilización (Molina et al., 2018).

En otra publicación, los autores antes mencionados se refirieron a los inicios de las páginas web (Molina et al., 2017) (ver Tabla 1).

Tabla 1
Aplicaciones web.

Año	Título	Contenido
2009	Aplicaciones Web 2.0	Generan otras páginas dinámicas en formatos estándares como HTML o XHTML, que son soportadas por los navegadores web comunes
2010	Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web	La característica frecuente de una aplicación web consiste en centralizar el software, con el fin de facilitar el mantenimiento y actualización de grandes sistemas.

Fuente: Molina et al. (2017)

Según Redrován et al. (2017) una aplicación web es una categoría de software al que se le han realizado múltiples modificaciones desde que fue creado hasta su última versión y, gracias a las mejoras que se han obtenido, se ha motivado su utilización por gran cantidad de usuarios. La utilización masiva de este tipo de herramienta se debe a que se puede acceder a ella de manera rápida si se dispone de un equipo que tiene conexión a internet; esto facilita el trabajo de clientes, además de la gestión de los procesos de las organizaciones.

Ramos & Ramos (2014) referenciados por Redrován et al. (2017, p. 98) definen como aplicación Web “a todo aquel software que permite ser procesado y a su vez almacenado dentro de servidores Web para luego ser accedido por medio de navegadores”. El desarrollo de un aplicativo web se convierte en una actividad ardua cuando no se dispone de los recursos y datos exactos para que se la pueda considerar como una herramienta robusta, confiable, segura y que esté operativa 24/7.

Las aplicaciones web, en palabras de Ayaipoma (2018, p. 28) “son software que se codifican en un lenguaje de programación basado en estándares de web a fin de que estos puedan ser entendidos y cuya ejecución es llevada a cabo por el navegador web o celulares inteligentes”.

Emplean los clientes livianos (*light clients*), que no realizan muchos procesos en el momento de ejecutar la aplicación; desde la perspectiva de la arquitectura, existen dos partes: *cliente*, que contiene al usuario final de la aplicación que accede a ella a través del navegador y, es por intermedio del cliente que se realiza la interacción con la aplicación alojada en el *servidor*, en donde están datos, criterios y lógica propios del aplicativo (Ferrer, 2014).

Una aplicación web es, según Cusme & Tapia (2020, p. 33) aquella “cuya interfaz se construye a partir de páginas web”(Cusme & Tapia, 2020, p. 33). Para su acceso se requiere de un ordenador que tenga un navegador web para que se ejecute y, a través de la red, se accede al servidor web que contiene la aplicación, que será utilizada por el usuario sin necesidad de ser instalada en dicho equipo.

- **Características**

- Son las que menos recursos necesitan del servidor.
- Cada aplicación web no necesita de un software determinado. Para el manejo de las aplicaciones se utiliza una interfaz de navegación web.
- Portable e independiente de las plataformas: desde un mismo equipo (incluidos dispositivos móviles y tablets) y navegador se puede tener acceso a una misma aplicación.
- El mantenimiento de una página web tiene bajo costo.
- No necesita de ningún tipo de licencias (Talledo, 2015).

- **Tipos de aplicaciones web**

Según López et al. (2014) la clasificación de las aplicaciones web se realiza de acuerdo ciertos criterios, tales como: de acuerdo a la arquitectura, según el lenguaje que se utilice o la técnica, o la capacidad que tienen para la comunicación con el usuario. Según estos criterios, las aplicaciones web son estáticas, dinámicas e interactivas.

Las *aplicaciones web estáticas* son aquellas en las que el usuario recibe una página web cuya interacción no conlleva ningún tipo de acción, ni en la propia página, ni genera respuesta alguna por parte del servidor. Este tipo de aplicaciones suele realizarse utilizando el lenguaje HTML, exclusivamente para la organización visual de la información.

En las *aplicaciones web dinámicas* la programación suele conocerse con el nombre de HTML dinámico (DHTML) y se refiere a aquellas aplicaciones en las que la interacción del cliente con el recurso recibido por parte del servidor (página web) produce algún tipo de cambio en la visualización del mismo (cambios de formato, ocultación de partes de documento, creación de elementos nuevos, etc.). Los lenguajes involucrados en este tipo de

aplicaciones incluyen, entre otros, HTML, CSS o las múltiples variaciones de JavaScript (VRScript, JScript, Flash, etc.).

Las *aplicaciones web interactivas*, se sustentan en que la interacción del usuario permite la generación de un diálogo cliente-servidor. Si se toma en cuenta el modelo de desarrollo, “la lógica asociada al inicio y gestión de dicho diálogo puede ser ejecutada tanto en el cliente como en el servidor e incluso en ambos” (López et al., 2014, p. 16).

- **Arquitectura de una aplicación web**

En cuanto a la arquitectura web Berengel (2016), el modelo de mayor utilización es el de tres capas: cliente o de presentación, negocio o lógica del negocio y de datos.

- *Capa cliente o capa de presentación*: el cliente interactúa con el usuario por medio de la interfaz. Todo lo producido por el usuario (datos y eventos) se envían al servidor para su procesamiento y/o almacenamiento.
- *Capa de negocio o lógica de negocio*: atiende y procesa peticiones de los clientes y se comunica “con la capa de datos para solicitar o almacenar información en ella. Es la capa donde se programa la aplicación web” (Berengel, 2016, p. 127).
- *Capa de datos*: en donde se encuentran los datos utilizados en la aplicación. “En la estructura lógica aparece separada de la capa de negocio, pero a nivel físico puede estar situada en la misma máquina” (Berengel, 2016, p. 127). Lo más común es la utilización de un sistema gestor de bases de datos para la gestión y control del acceso a los datos.

- **Descripción del tipo específico de aplicación web a implementar en el proyecto**

Dinámico, porque actúa con un origen de datos

Aplicaciones móviles

En palabras de Delgado et al. (2020) las aplicaciones móviles reúnen una serie de contenidos y de funciones aplicables a la web y que se adaptan al tamaño de la pantalla del dispositivo móvil y la forma de interactuar con

éste. Empresas de éxito, de todo tipo, tienen en común su orientación hacia los adelantos en tecnología, lo que indicaría que van de la mano con las directrices del mercado.

Las aplicaciones móviles se han convertido en una herramienta obligatoria en el diario vivir; tienen su importancia desde el área académica hasta de trabajo. Su facilidad de interacción con la interfaz permite que los usuarios realicen tanto compras como ventas de productos y/o servicios a su entorno, optimizar procesos mercantiles, generación de plazas de trabajo, obtención de desarrollo económico y/o tecnológico (Delgado et al., 2020). Además, la implementación de una aplicación móvil permite fidelizar a los clientes, puesto que transforma al dispositivo inteligente en un medio y vía de comunicación para la generación de transacciones o de posicionamiento de marca.

- **Conceptos**

Las aplicaciones móviles no solamente se refieren a páginas web, sino a “sistemas complejos, basados en una variedad de componentes hardware, software, protocolos, lenguajes de programación, interfaces y estándares”. Se las puede clasificar por categorías. (...) se pueden agrupar en categorías, (...) informativas, interactivas, transaccionales, flujo de trabajo, colaborativas y comunidades online” (Valdivia, 2016, p. 38).

Otra definición de aplicación móvil es la dada por Delgado et al. (2020), quienes manifestaron que son programas diseñados, desarrollados e implementados para su utilización en dispositivos inteligentes, de manera que se ofrezca una solución a determinado problema o necesidad de los clientes.

- **Características**

En la opinión de Tubón (2020) desde que las aplicaciones móviles se popularizaron y extendieron su uso, el beneficio a los usuarios ha sido múltiple, puesto que las operaciones, transacciones, consultas y otros procesos realizados por aplicativos móviles abarcan áreas, tales como social, cultural, política y otras. Para que una aplicación móvil sea más rentable y comercial, debe tener algunas consideraciones:

- *Tienen interfaz simple*: que sea amigable al usuario para que sea utilizada sin inconvenientes.

- *Son seguras*: comprometidas con la protección de la información y privacidad.
- *Se actualizan periódicamente*: para la corrección de errores o mejoramiento de su funcionalidad (Tubón, 2020).
- *Tienen lenguaje estándar*: utilizan subconjuntos de lenguajes conocidos, en su gran mayoría.
- *Soportan múltiples dispositivos con un único código fuente*: “para soportar fragmentación entre dispositivos, es necesario utilizar técnicas especiales (como el WURLF) (Ramírez, s. f., p. 23).

- **Tipos de aplicaciones móviles**

De acuerdo a Velásquez et al. (2018) existen tres tipos de aplicaciones móviles: nativas, híbridas y web.

Las *aplicaciones nativas* se instalan físicamente en el dispositivo, por lo que tienen disponibilidad para el usuario (Velásquez et al., 2018). Su desarrollo es específico “para una plataforma de sistema operativo móvil que admite lenguajes de programación como Swift y Objective-C para iOS, y Java™ para Android” (IBM, 2021, párr. 2). Se caracterizan por su gran compatibilidad con el hardware del teléfono, por lo que su acceso es fácil a las funciones de cámara, bluetooth, GPS, sensores, micrófono y otras características (Guerra & López, 2020; IBM, 2021). Son rápidas, con diseño coherente y brindan más seguridad, aunque el tiempo de su desarrollo es más largo y éste es único para cada plataforma (IBM, 2021).

Entre sus características se mencionan:

- Pueden acceder al dispositivo
- Mejor experiencia de usuario
- Distribuidas en la App Store
- Envía notificaciones push
- Tiene actualizaciones constantes (Pérez, 2021).

Las *aplicaciones híbridas* son aquellas que se ejecutan en diversas plataformas (Android o iOS) que se instalan en los dispositivos móviles, la gestión de los recursos es igual y la información de la aplicación la proporciona un servidor de aplicaciones (Guerra & López, 2020; IBM, 2021); tienen mayor complejidad en el desarrollo “ya que la brecha de programación de

aplicaciones nativas e híbridas es más larga” (Guerra & López, 2020, p. 29). Se las desarrolla en HTML5 y JavaScript, y “son sitios web empaquetados para comportarse como una aplicación nativa” (IBM, 2021, párr. 3); además son más lentas puesto que la carga de los datos a los servidores se realiza por Internet (IBM, 2021).

Las ventajas más importantes de estas aplicaciones se describen en el párrafo a continuación:

- Distribuidas en App Store y Google Play
- Desarrolladas bajo HTML, CSS y JavaScript
- Tiene un código base multiplataforma
- Tiene acceso al hardware del dispositivo (Pérez, 2021).

Las *aplicaciones web* o *progresivas* (Pérez, 2021) se las desarrolla y cumplen las funciones de una aplicación nativa, pero su acceso no se lo realizará a través de descarga e instalación en el dispositivo, sino que se accede al servidor web que alberga la aplicación y se mostrará mediante el navegador. Se desarrollan en HTML5, lo que les facilita la adaptación tanto al formato de la página como al tamaño del teléfono (diseño *responsive*). El diseño *responsive* permite un diseño y desarrollo fácil, puesto que se facilita la comunicación entre las dos plataformas, lo que significa “la brecha en la programación de una aplicación web es muy corta, ya que, solo añadiendo bibliotecas por el lado del cliente, los usuarios podrán acceder desde una computadora o un teléfono inteligente” (Guerra & López, 2020, p. 29).

Algunas de las ventajas de este tipo de aplicaciones son:

- Su desarrollo es más sencillo y hasta económico.
- Su código base se puede utilizar en múltiples plataformas.
- No necesitan permiso de distribución, ya que se ejecutan en el navegador.
- Siempre se encuentra actualizada
- Está desarrollada para adaptarse a cualquier dispositivo. (Pérez, 2021, párr. 30).

En la Tabla 2 se presenta la comparación entre los tres tipos de aplicaciones móviles.

Tabla 2
Comparativa de los tipos de aplicaciones móviles.

Característica	Nativas	Híbrida	Web o progresivas
Uso de características específicas del dispositivo	Alta	Media	Baja
Uso de APIs nativas	Alta	Media	Baja
Uso de gráficos	Alta	Media	Media
Calidad de la interfaz de usuario	Alta	Media	Baja
Capacidad de actualización	Baja	Media	Alta
Portabilidad	Ninguna	Alta	Alta
Instalación en el dispositivo	Sí	Sí	No

Fuente: Velásquez et al. (2018)

○ **Arquitectura de aplicación móvil**

Najar et al. (2014) presentaron dos modelos de arquitectura para aplicaciones móviles: híbrida y web. En cuanto a la aplicación híbrida, ésta se la diseña tanto del lado del cliente como del servidor, y tiene algunas características:

- Las aplicaciones móviles funcionan como cliente, ya que contienen la lógica de la aplicación y su interfaz.
 - Los servidores de servicios web ofrecen información de los puntos de interés (PI).
 - La comunicación entre el Cliente y el servidor se puede realizar a través de una red de comunicaciones, ya sea Lan, Wan, Internet, etc.
 - Para determinar el posicionamiento del usuario se utilizan códigos QR, los cuales son leídos por la aplicación Android.
 - Las consultas sobre los PI se realizan mediante el uso del protocolo de comunicación Restfull, y los PI son enviados en formato JSON.
- (Najar et al., 2014, p. 3).

En la Figura 1 se muestra la arquitectura híbrida para aplicaciones móviles.

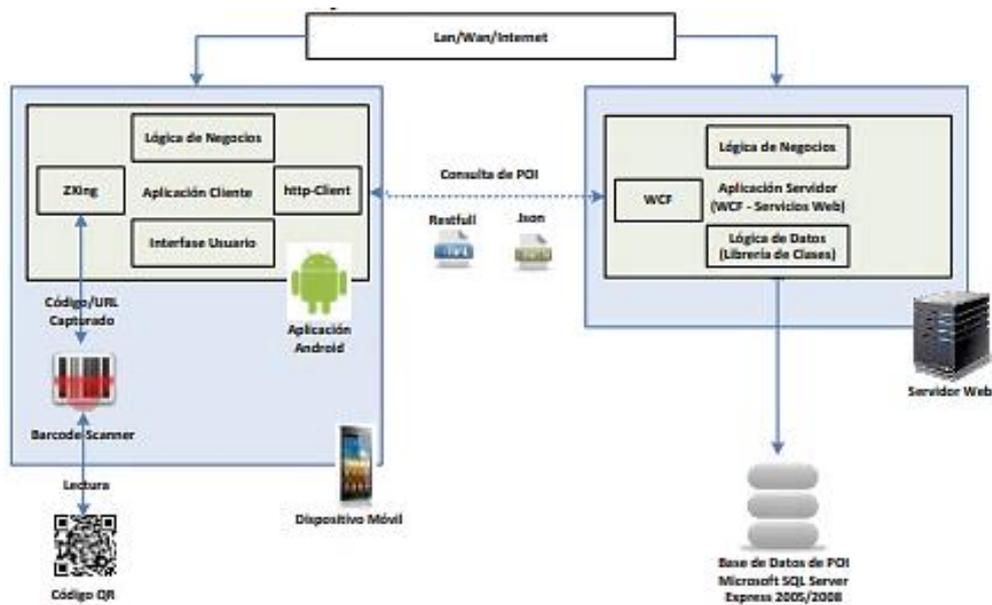


Figura 1 Arquitectura móvil híbrida.

Fuente: Najar et al. (2014)

Según el mismo autor, también existe una arquitectura web definida para para el servidor una arquitectura particular, en tanto “en el cliente se cuenta con un browser web móvil. (...) permite independencia de plataforma del lado del cliente, con esto no es necesario desarrollar la solución para cada una de los sistemas operativos móviles del mercado” (Najar et al., 2014, p. 4).

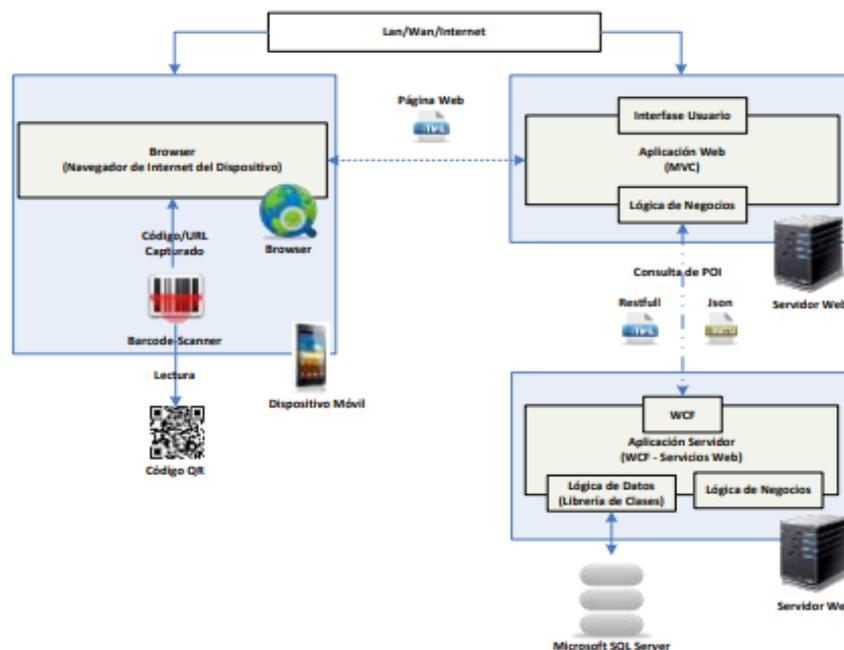


Figura 2 Arquitectura móvil web.

Fuente: Najar et al. (2014)

- **Descripción del tipo de aplicación móvil a implementar**

En este proyecto se utilizará la aplicación móvil *nativa*, puesto que ésta se desarrollará para el sistema operativo Android, ya que facilita la compatibilidad entre éste y el dispositivo inteligente, además de proporcionar un código ejecutable y mejor rendimiento (Durán, 2018; García, 2020). Las aplicaciones nativas facilitan “la utilización de las funciones avanzadas de cada plataforma, se aprovechan de los procesadores gráficos, además no utilizan plugins, por lo tanto, esto es beneficioso para su desarrollo” (García, 2020, p. 9), es decir, beneficiarse de los últimos adelantos tecnológicos que tienen los dispositivos inteligentes (GPS, cámara, ubicación y locomoción) (SearchCloudApplications, s. f.).

Política de vacunación

- **Covid-19**

Para determinar el significado de la Covid-19, hay que comprender lo que significa un coronavirus. Un coronavirus es “un grupo de virus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como neumonía, síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y síndrome respiratorio agudo grave (SARS)” (Bupa Ecuador, 2021, p. 3).

Según CCN Español (2020, párr. 3) “los coronavirus son un gran grupo de virus comunes entre los animales que pueden afectar a las personas, generalmente con una enfermedad leve o moderada del tracto respiratorio superior, similar a un resfriado común”. Entre sus síntomas se encuentran los de un resfriado común, conjuntivitis, problemas en el tracto digestivo y pérdida de los sentidos del gusto y del olfato.

Por lo tanto, “la enfermedad por coronavirus (Covid-19) es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2” (OMS, 2021a, párr. 1) que se lo descubrió a partir del brote en 2019, en China (Bupa Ecuador, 2021). Covid-19 = **CO**rona**VI**rus**D**isease**19** (Díaz et al., 2021).

Las personas que se infectan del virus sentirán problemas respiratorios, que van de leves a moderados, y su recuperación no necesitará de algún tratamiento específico. El virus es especialmente severo cuando una persona tiene alguna enfermedad preexistente y es de edad adulta, aunque

ninguna otra persona está exenta de contagiarse, enfermar o morir (OMS, 2021a).

Los síntomas varían en cada persona; cuando el caso es de gravedad, se produce una neumonía, problemas renales e inclusive la muerte. Existen también los asintomáticos, que son infectados sin síntomas, pero que sí pueden contagiar a cualquier otra persona (OMS, 2021a). Entre los síntomas que produce este coronavirus se encuentran:

- Síntomas de un resfriado
- Fiebre alta
- Tos seca
- Cansancio
- Problemas respiratorios (Bupa Ecuador, 2021)

La prevención de la enfermedad o hacer más lenta la transmisión depende de cada persona, que deberá informarse sobre todo lo a ella relacionado. Distanciamiento de un metro (como mínimo) de otras personas, uso permanente de mascarilla y lavado y/o desinfectado de manos frecuentemente, son los consejos que se deben seguir para poder preservar la salud. Por último, vacunarse cuando se disponga en su comunidad o ciudad (OMS, 2021a).

○ **Inicios de la enfermedad**

La provincia de Hubei, Wuhan, en China, en diciembre de 2019, se transformó en el centro de los comienzos de una neumonía de la que no se conocían las causas. Algunos pacientes acudieron a distintos hospitales en donde se les diagnosticaron “27 casos de neumonía de etiología desconocida, con siete pacientes graves” (Maguiña et al., 2020, p. 125), de los cuales un gran grupo de éstos “fueron vinculados epidemiológicamente a un mercado mayorista de pescados, mariscos y animales vivos y no procesados en la provincia de Hubei” (Koury & Hirschhaut, 2020, párr. 5) y “fue declarada pandemia global el 11 de marzo de 2020” (Castro, 2020, p. 143).

De acuerdo a Maguiña et al. (2020)

El primer caso fue descrito el 8 de diciembre 2019, el 7 de enero 2020 el Ministerio de sanidad de China identifica un nuevo coronavirus (nCoV) como posible etiología, para el 24 enero en China se habían

reportado 835 casos (534 de Hubei) y con el correr de las semanas se extendió a otras partes de China. El 13 de enero se reportó el primer caso en Tailandia, el 19 de enero en Corea del Sur, y luego en numerosos países de mundo, debido a lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS), declara desde marzo 2020 como una nueva pandemia mundial. En China todavía no se conoce el origen del virus, aunque se atribuye al pangolín, mamífero usado como alimento. (Maguiña et al., 2020, p. 125).

En el momento en que surgió el brote epidémico, el Gigante Asiático se encontraba en las vacaciones anuales del año nuevo lunar, siendo la fiesta de mayor importancia en China, y es cuando se espera que las personas retornen a sus casas. Esto provoca la movilización de millones de personas, residentes o turistas por medio de avión, tren o autobús (todos abarrotados). El gobierno chino, conocedor de la forma de contagio de este virus y, ante el inminente período vacacional, tuvo que actuar inmediatamente (Wu & McGoogan, 2020).

La gran demanda de animales, incluyendo exóticos (pangolines, murciélagos, serpientes y civetas) se debe a que las regiones del sur de China han experimentado un elevado crecimiento económico, por lo que los habitantes de esos lugares se acercan a los mercados a adquirirlos y, en dichos lugares las medidas de higiene y bioseguridad no son las adecuadas. Este tratamiento de los animales que ahí se expenden permiten la transmisión de virus entre animales y de éstos al ser humano (zoonosis) (Koury & Hirschhaut, 2020).

Una de las grandes epidemias fue la del SARS, en los años 2002-2003, la que tuvo como medio de expansión el desconocimiento sobre el manejo de pacientes que tenían el virus, aunado con el tráfico aéreo; estas mismas causas se observan en al SARS-CoV2 (Koury & Hirschhaut, 2020).

En la Figura 3 se muestra la cronología de más grandes pandemias de la historia de la humanidad, en donde se aprecia surgimiento del SARS y el MERS, que tienen ciertos patrones similares al coronavirus de Wuhan.

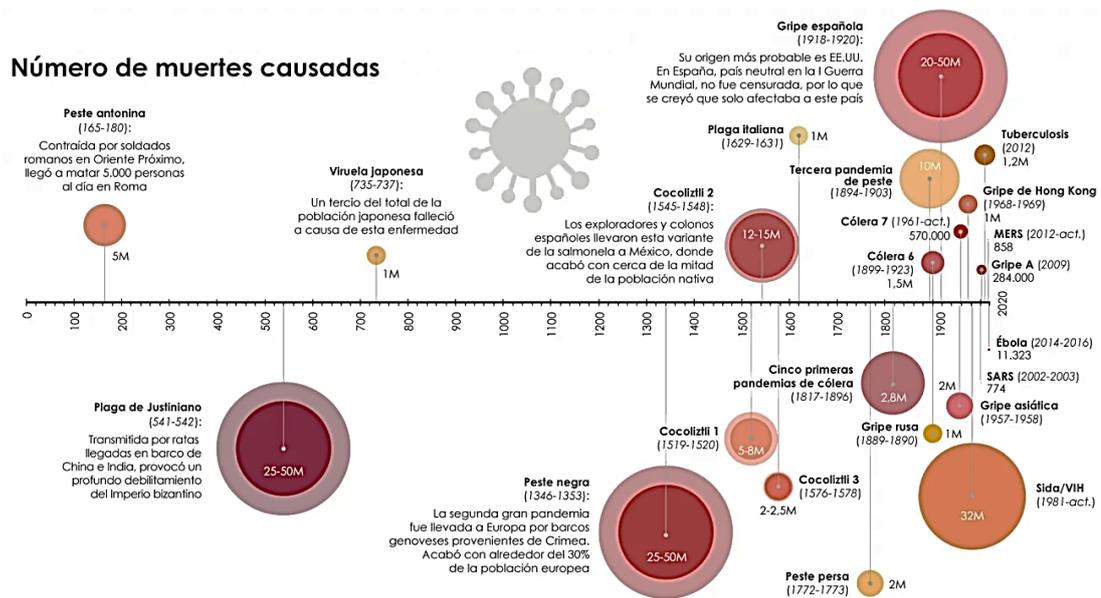


Figura 3 Grandes pandemias de la historia.

Fuente: Orden Mundial (2020)

La línea de tiempo de la Covid-19 empezó entre el 18 y 29 de diciembre de 2019, cuando se registraron los primeros cinco casos; cuatro de éstos necesitaron ser hospitalizados por tener problemas respiratorios agudos, falleciendo uno de ellos. Casi todos refirieron que tuvieron contacto **directo o indirectamente** con el mercado de Wuhan, el mismo que fue cerrado (enero 1 de 2020) y no se evidenció, en lo posterior, contagios entre las personas. Ya para el 2 de enero se reportaron 41 personas hospitalizadas y uno, que tenía enfermedades previas falleció. Al 7 de enero en China se anunció la identificación de un nuevo coronavirus (Nuevo Coronavirus 2019-nCov), al tiempo que se descartaron otros virus como posible origen de éste (SARS-CoV y MERS-CoV). Desde ese instante se conoció que la humanidad se enfrentaba a una enfermedad nueva (Koury & Hirschhaut, 2020).

A enero 12 de 2020, al no reportarse otros casos, se supuso que la enfermedad se diseminó por el mercado de mariscos o que los contagios se habían producido en el hospital, asignándole el nombre de Covid-19 y se pensó, muy equivocadamente, que no se propagaba tan rápidamente, puesto que no se conocía que los contagios eran de persona a persona. Pocos días después, los casos se multiplicaron en 25 provincias chinas, en tanto en la provincia de origen del virus ya existían algunas víctimas mortales y otras en estado crítico; para finales de enero, los casos aumentaron vertiginosamente

en todo el gigante asiático, además de propagarse en otros países (Taiwán, Tailandia, Vietnam, Malasia, Nepal, Sri Lanka, Camboya, Japón, Singapur, la República de Corea, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Filipinas, India, Irán, Australia, Canadá, Finlandia, Francia y Alemania) (Koury & Hirschhaut, 2020).

Este virus originó una crisis excepcional en todas las esferas: “social, económico, político y más que nada en el de la educación en todos sus niveles” (UTEG, 2020, párr. 1).

En la Figura 4 se muestra la cronología de la expansión del virus de la Covid-19, desde su descubrimiento hasta marzo de 2020.

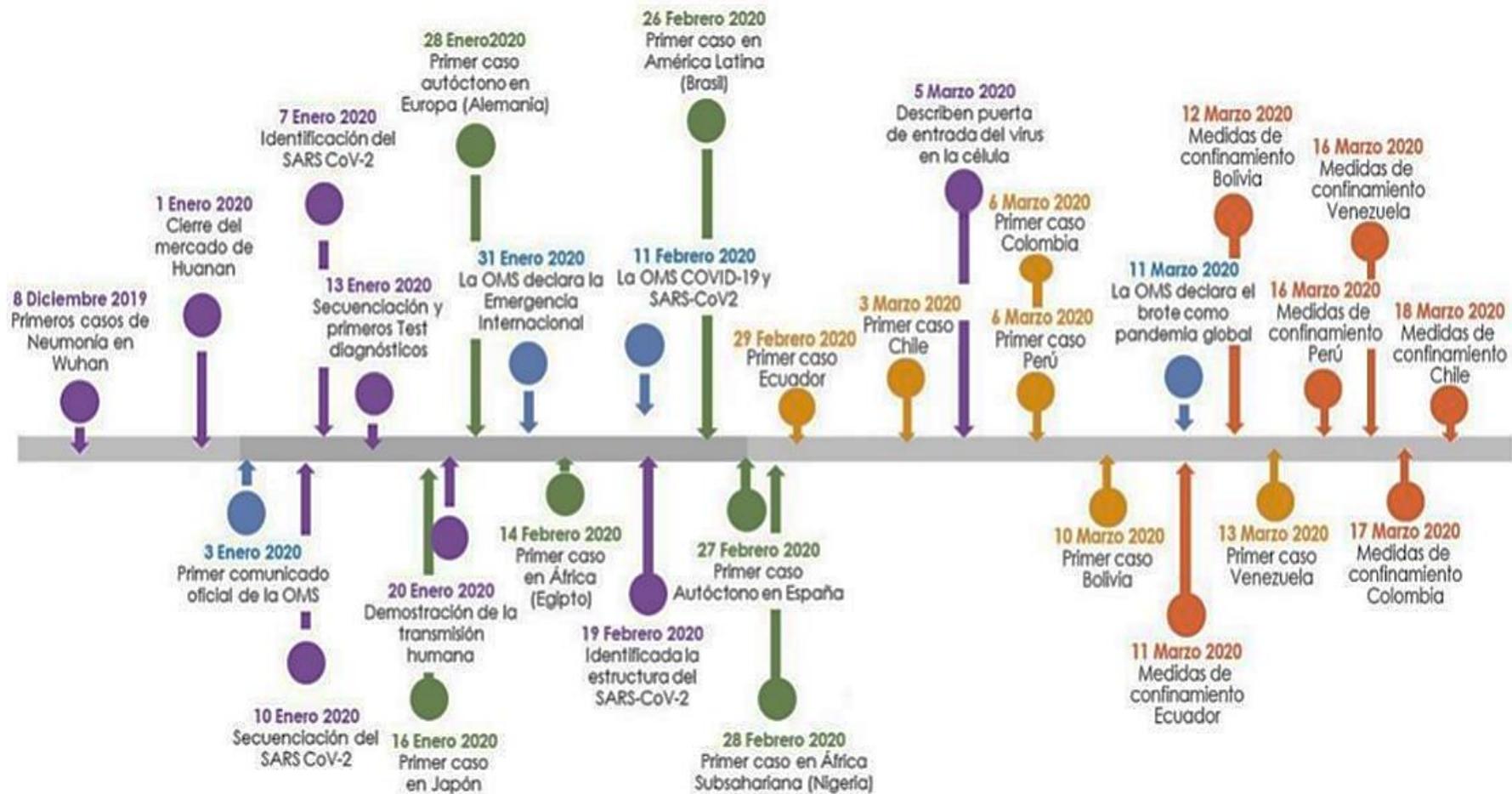


Figura 4 Línea de tiempo de la Covid-19.

Fuente: Calle (2020)

De acuerdo con la información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) referenciado por CEPAL (2020), “a mediados de mayo de 2020 más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, habían dejado de tener clases presenciales en la escuela. De ellos, más de 160 millones eran estudiantes de América Latina y el Caribe” (NU. CEPAL, 2020, p. 2).

En la Figura 5 se muestran los casos confirmados de Covid-19 en las Américas, al 15 de noviembre de 2021.

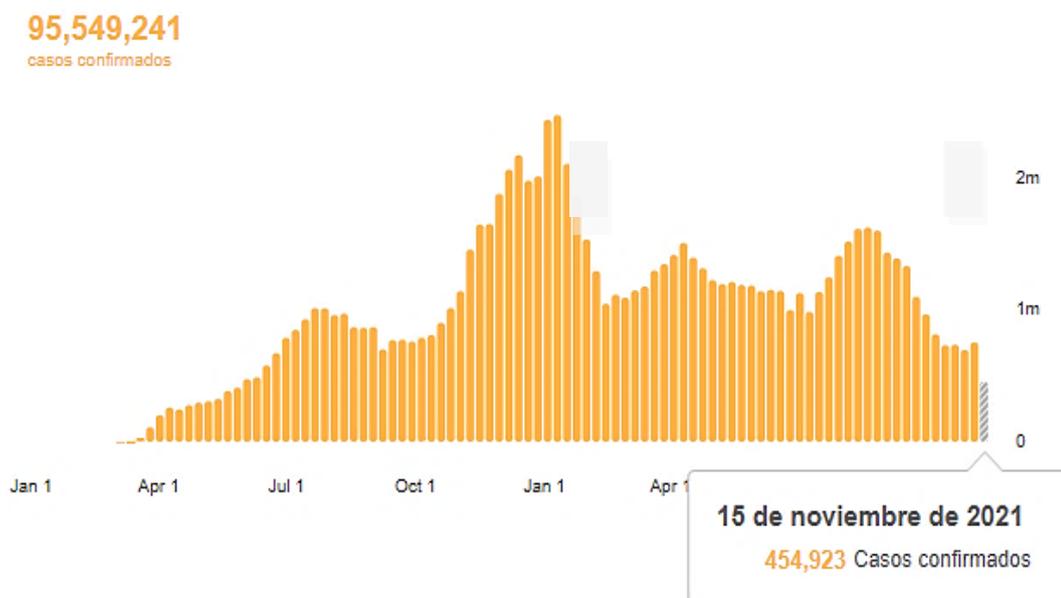


Figura 5 Casos confirmados. Américas.

Fuente: WHO (2021c)

○ **Tratamiento y vacunas**

En cuanto al tratamiento, el manejo de los infectados es sintomático y de apoyo, puesto que no hay medicina antiviral que lo combata, menos aún una cura. Desde su surgimiento se hay realizado pruebas en laboratorio y en voluntarios, que han permitido encontrar resultados (eficaces y no eficaces) (Maguiña et al., 2020). No hay terapia específica ni vacuna de inmunización total.

El tratamiento de apoyo sugiere la aplicación de las clásicas medidas de salud pública, mediante las cuales se puede prevenir la expansión del virus entre las personas. Entre estas medidas se tienen: “a) aislamiento y cuarentena, 2) distanciamiento social, y 3) contención comunitaria” (Wilder-

Smith & Freedman, 2020, p. 1). En la Tabla 3 se presenta una descripción de estas medidas.

Tabla 3
Medidas de bioseguridad para control de brotes infecciosos.

	Definición	Objetivo	Configuración	Observaciones
Aislamiento	Separación de personas con enfermedades contagiosas de personas no infectadas	Para interrumpir la transmisión a personas no infectadas	Efectivo para enfermedades infecciosas con alta transmisión de persona a persona donde la transmisión máxima ocurre cuando los pacientes tienen síntomas	En gran parte ineficaz para las enfermedades infecciosas en las que las infecciones asintomáticas o presintomáticas contribuyen a la transmisión
Cuarentena	Restricción de personas que se presume que han estado expuestas a una enfermedad contagiosa pero que no están enfermas, ya sea porque no se infectaron o porque aún se encuentran en período de incubación	Para reducir la transmisión potencial de personas expuestas antes de que ocurran los síntomas	La cuarentena es más exitosa en entornos donde la detección de casos es rápida, los contactos se pueden rastrear en un período corto de tiempo con una pronta emisión de cuarentena	Se debe considerar la compensación financiera por los días de trabajo perdidos Se prefiere el voluntariado a la cuarentena obligatoria, pero es posible que se deba considerar la aplicación de la ley si las violaciones de la cuarentena ocurren con frecuencia
Contención comunitaria	Intervención aplicada a toda una comunidad, ciudad o región, para reducir las interacciones y movimientos personales. Las intervenciones van desde el distanciamiento social (cancelación de reuniones, cierres de escuelas, trabajar desde casa) hasta el uso comunitario de máscaras faciales y el cierre de ciudades o áreas enteras (cordón sanitario)	Reducir la mezcla de personas infectadas no identificadas con comunidad no infectados	El distanciamiento social es particularmente útil en entornos donde la transmisión comunitaria es sustancial	La aplicación de la ley es necesaria en la mayoría de los entornos. Por lo tanto, estas intervenciones restrictivas deben limitarse al nivel real de riesgo para la comunidad

Fuente: Adaptado de Wilder-Smith & Freedman (2020)

En cuanto al tratamiento farmacológico, actualmente todo tratamiento para la Covid-19 es experimental, por lo el reto de los médicos es saber mantener un equilibrio entre el daño que se pueda causar a los pacientes con los medicamentos aplicados y el beneficio que se obtenga de ellos para combatir la enfermedad. Esta situación de crisis sanitaria es un buen momento para que se mejoren los buenos hábitos de limpieza en las personas y resaltar la adecuada utilización de los tratamientos médicos, con el fin de que se usen de forma segura (Nadal & Cols, 2021).

Díaz et al. (2021) mencionaron los *tratamientos antivíricos* que se están utilizando en la actualidad para combatir la enfermedad: Lopinavir/ritonavir, Remdesivir, Hidroxicloroquina y azitromicina, Interferón-β 1b. En cuanto a los tratamientos antiinflamatorios se nombraron algunos *corticoides*: Tocilizumab, Sarilumab, Inhibidores de la proteína-quinasa 1 asociada a AP 2, Anakinra, Ruxolitinib, además de *profilaxis antitrombótica y anticoagulación*, y *tratamiento con plasma convaleciente*.

Al transcurrir más de un año del estallido de la crisis sanitaria mundial, se han creado algunas vacunas (más de 200) para frenar el avance del virus, cada una en su determinada etapa de pruebas. Según Luzuriaga et al. (2021) son siete las que están aprobadas para su aplicación en diferentes partes del mundo, permitiendo que se las añada a las medidas de bioseguridad implementadas; además, la utilización de la vacuna es recomendada como medida de prevención primaria básica, puesto que de esta forma se limitan las consecuencias sanitarias y económicas resultantes de la enfermedad. “El propósito de vacunar contra la Covid-19 es cuidar a la población mediante la disminución de la morbimortalidad y evitar el colapso de los sistemas sanitarios para mantener su capacidad de respuesta a las necesidades de salud de la población” (Luzuriaga et al., 2021, p. 2).

La Administración de Alimentos y Medicamentos (*Food and Drug Administration* FDA) ha aprobado algunas vacunas para su uso de emergencia. Entre éstas se mencionan:

- Vacuna de *Pfizer-BioNTech* (ahora llamada Comirnaty), que tiene un 91% de eficacia en la prevención del virus y sus síntomas, que se aplica en personas de más de 16 años, además que es utilizado en casos emergentes para niños de entre 12 y 15 años con un 100% de eficacia. Su aplicación consta de dos dosis, cada una con 21 días de diferencia; en caso de requerirse, la administración de la segunda dosis se la puede realizar hasta seis semanas luego de aplicada la primera.
- Vacuna de *Moderna*, tiene una eficacia del 94% en la prevención del virus y sus síntomas y se aplica a personas mayores de 18 años. Su aplicación consta de dos dosis, cada una con 28 días de diferencia; en caso de requerirse, la administración de la segunda dosis se la puede realizar hasta seis semanas luego de aplicada la primera.
- Vacuna de *Janssen de Johnson & Johnson*, con una eficacia del 66% en la prevención del virus y sus síntomas desde el día 14 de su aplicación, un 85% en la prevención de formas más complejas de la enfermedad al menos de 28 días de la vacunación, en mayores de 18 años. Solamente requiere de una dosis (Mayo Clinic, 2021).

A más de estas vacunas, la OMS ha autorizado el uso de otras vacunas; otras aún se las estudia. “las agencias reguladoras nacionales (ARN) han

autorizado otras vacunas contra la Covid-19 en países específicos” (OPS, 2021b, párr. 1):

- *AstraZeneca/Oxford*
 - 18 años de edad en adelante, incluye personas de 65 años en adelante
 - Dos dosis (0,5 ml cada una) a un intervalo de 4 a 12 semanas. La OMS recomienda un intervalo de 8 a 12 semanas:
 - Dosis 1: a la fecha de inicio; dosis 2: 8 a 12 semanas tras la primera dosis.
 - Si la segunda dosis se administra por error antes de las 4 semanas de la primera, no es necesario repetir la dosis. Si la segunda dosis se retrasa por error, debe administrarse a la primera oportunidad posible. Ambas dosis son necesarias para lograr protección. Se debe utilizar el mismo producto para ambas dosis (OMS, 2021c).
- *Sinopharm*
 - Para mayores de 18 años
 - Dos dosis (0,5 ml) administradas por vía intramuscular.
 - La OMS recomienda un intervalo de 3 a 4 semanas entre la primera y la segunda dosis. Tiene una eficacia del 79% o más días después de la segunda dosis. La eficacia de la vacuna frente a la hospitalización fue del 79% (WHO, 2021b, párr. 17).
 - Si la segunda dosis se administra menos de tres semanas después de la primera, no es necesario repetir la dosis.
 - Si la administración de la segunda dosis se retrasa más de cuatro semanas, debe administrarse lo antes posible.
 - Se recomienda que todas las personas vacunadas reciban dos dosis. (WHO, 2021b, párr. 13).

- *Sinovac*
 - Dos dosis de 0,5 ml, separadas por un intervalo de 2 a 4 semanas. Se deben administrar ambas dosis a todas las personas vacunadas.
 - No es necesario repetir la administración de la segunda dosis si esta se aplica antes de que hayan transcurrido dos semanas desde la primera.
 - En el caso de que hayan pasado más de 4 semanas después de la primera dosis, la segunda se ha de administrar lo antes posible.
- *Bharat*
 - Bharat Biotech BBV152 COVAXIN® (BBV152) se administra como una inyección intramuscular de 2 dosis (dosis de 0,5 ml) administrada con 4 semanas de diferencia (WHO, 2021a).
 - 78% de eficacia de cualquier gravedad es de 14 o más días después de la segunda dosis, 93% contra los síntomas graves (OMS, 2021b).

En cuanto a la vacuna *CanSino Biologics/Instituto de Biotecnología de Beijing/Petrovax*, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria ARCSA (2021), de acuerdo a estudios realizados internacionalmente en cuanto a la efectividad de esta vacuna, la calificó como otra vacuna más (unidosis) para inmunizar a la población. Los estudios han revelado que la efectividad llega al 65.7% en casos moderados y un 91.7 % en casos graves, sin mayores efectos secundarios (ARCSA, 2021, párr. 6).

Según la Organización Panamericana de la Salud OPS (2021a), la información actualizada de la crisis por coronavirus Sars-CoV-2 se visualiza en la Figura 6.

Al 29 de diciembre de 2021 15:00 (EST)



Figura 6 Situación de la Región de las Américas por el brote de COVID-19.

Fuente: OPS (2021a)

La información por países, según la OMS es la que se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4
Panel de control de coronavirus (COVID-19) de la OMS. Consultado a 02/01/2022.

Situación por región, país, territorio y área						
Nombre	Casos - total acumulado	Casos - notificados recientemente en los últimos 7 días	Muertes - total acumulado	Muertes : recién notificadas en los últimos 7 días	Dosis totales de vacuna administradas por 100 habitantes	Personas completamente vacunadas por 100 habitantes
Global	281.808.270	5.946.330	5.411.759	43.887	111,45	46,53
 Colombia	5.127.971	18.949	129.798	311	123,62	53,89
 Chile	1.801.795	8009	39.059	165	225,86	86
 Ecuador	542.960	5740	33.650	36	152,18	70,11

Fuente: WHO (2022)

○ **Carnet de vacunación y certificado de vacunación**

De acuerdo a Heredia (2021) el *carnet de vacunación* contra la Covid-19 es un requisito que se pretendió exigir a los ciudadanos para su presencia en eventos públicos. Por su parte Serrano (2021) manifestó que la medida se ha impuesto como obligatoria a partir del 2 de diciembre de 2021 a los funcionarios públicos que trabajan de forma presencial “para prevenir el avance de la variante Ómicron del SARS-Cov-2”.

En cuanto al *certificado de vacunación* es “aquel que fue llenado a mano y le entregaron luego de la inmunización. Mientras que el digital es el que tiene el código QR. Con este último podrá ingresar a los eventos mencionados” (Heredia, 2021, párr. 3).

○ **Evolución y avance de la vacunación en el Ecuador**

De acuerdo al Plan Nacional de Vacunación e Inmunización contra el COVID-19 *Plan Vacunarse Ecuador 2021* (MSP, 2021) actualizado al 20 de mayo de 2021 el gobierno, frente a los desafíos enfrenados desde el inicio de la emergencia sanitaria mundial diseñó este plan para establecer “la vacunación universal y gratuita (...). Todos los habitantes del territorio nacional de 18 años en adelante (...) hacen parte de la población objeto de este plan” (MSP, 2021, p. 6).

La aplicación del plan fue progresiva, empezando por la población con de mayor riesgo; las metas mensuales que planteaba el plan consideró “la

capacidad resolutoria del sistema de salud y la disponibilidad de vacunas en el país (MSP, 2021, p. 6). Los borradores iniciales del plan se publicaron en diciembre de 2020 y enero de 2021, con las recomendaciones de la OMS el avance del virus y los resultados iniciales de la evaluación de la Fase piloto y Fase 1, los que permitieron actualizar el plan, además de determinar los parámetros de elegibilidad, que fueron los siguientes:

- Personal de primera línea y personas en mayor riesgo.
- Mayor riesgo de enfermedad grave o muerte.
- Riesgo moderado de enfermedad grave o muerte.
- Menor riesgo de enfermedad grave o muerte. (MSP, 2021, p. 39).

Estos parámetros permitieron establecer los grupos objetivos de acuerdo a la urgencia. En este contexto, el objetivo del plan fue la reducción de “la mortalidad, morbilidad y los niveles de contagio del virus COVID19” (MSP, 2021, p. 41) según los grupos priorizados y disponibilidad de las vacunas, realizando una vacunación masiva a la población de 18 años en adelante y aplicando “medidas completarías para disminuir la incidencia de casos por COVID-19 en el país” (MSP, 2021, p. 41).

El desarrollo de las fases de vacunación se explica en la Tabla 5.

Tabla 5
Fases del plan de vacunación.

	Fase 0: Piloto	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Objetivo	Primera línea y grupo de riesgo inminente	Grupos vulnerables y de alta exposición al virus	Vacunación masiva a pobladores de provincias de alta incidencia.	Vacunación masiva a pobladores de provincias de baja incidencia
Ejecución	Enero – Febrero	Marzo – Mayo	Junio – Agosto	Septiembre– Diciembre
Urgencia de Intervención	Inmediato	Prioritario (Corto plazo)	Importante (mediano plazo)	Necesario (largo plazo)
Nivel de riesgo	Riesgo inminente de enfermedad grave o muerte	Mayor riesgo de enfermedad grave o muerte	Riesgo moderado de enfermedad grave o muerte	Menor riesgo de enfermedad grave o muerte
Disponibilidad de vacunas	Muy limitada: 40.755 dosis	Sigue siendo limitada: 3.896.790 dosis	Disponibilidad moderada: 6.317.000 dosis	Suministro suficiente para inmunizar a la meta establecida: 9.862.610 dosis

Grupo objetivo	Personal de salud de primera línea Personas vulnerables en población cautiva	-Personas vulnerables -Trabajadores de alta exposición al virus	Mayores de edad de las provincias con alta incidencia de COVID -19	Mayores de edad de las provincias con baja incidencia de COVID -19.
Detalle de grupos	Profesionales sanitarios, personal sanitario de primera línea; en especial de las áreas de UCI, emergencia, hospitalización y triage respiratorio. -Adultos mayores en centros gerontológicos.	Vulnerables: Adultos mayores Personas con enfermedades catastróficas; Persona que corra alto riesgo de defunción; Personas con discapacidad. -Trabajadores de alta exposición al virus: Asistentes sociales, Fuerzas Armadas, Policías, Bomberos, Recolectores de basura, docentes, Médicos y Enfermeras de hospitales de la red pública y privados.	-Personas de 18 años y más que viven en provincias con alta incidencia de COVID -19, personas privadas de la libertad, personas en situación de calle, sistema de Naciones Unidas y cuerpos diplomáticos que vivan en dichas provincias. - Personas rezagadas de la fase 1 -Personas de 18 años y más, de todas las provincias, pertenecientes a gremios (personal de mercados, transportistas, etc.).	-Personas de 18 años y más que viven en provincias con baja incidencia de COVID -19, personas privadas de la libertad, personas en situación de calle, sistema de Naciones Unidas y cuerpos diplomáticos, que vivan en dichas provincias. - Personas de 18 años y más, vulnerables y prioritarios rezagadas de la fase 1 y 2 de todas las provincias del país.

Fuente: MSP (2021)

Las estrategias para el plan de vacunación estuvieron orientadas de acuerdo al grupo objetivo y a la disponibilidad de las vacunas. En cada provincia, con el apoyo del MSP se implementaron estrategias según las características de cada una y fueron:

- Vacunación en infraestructuras de la red de salud pública y privada.
- Vacunación en espacios públicos: estadios, polideportivos, carpas o campamentos, entre otros.
- Vacunación en lugares especiales: iglesias, establecimientos educativos, o centros de trabajo.
- Vacunación por micro concentración: donde se encuentre población cautiva concentrada, cuya organización y convocatoria se da a través de instituciones rectoras u organizaciones.
- Vacunación en equipos móviles: unidades móviles y brigadas de salud.
- Vacunación en autoservicio (vehículos).
- Vacunación casa a casa. (MSP, 2021, p. 47).

Hasta diciembre de 2021 según el Observatorio Social del Ecuador (2021, párr. 1) “el 77.8% de la población en Ecuador ha accedido al plan de vacunación contra la Covid-19. El 70.3% de la población está completamente

vacunada y el restante 7.5% está parcialmente vacunada (..) el 4.7% (...) ha recibido una dosis de refuerzo”.

De forma general, el plan de vacunación se inició con un acceso desigual a las vacunas por algunos motivos. En primer lugar, se produjo el acaparamiento de las dosis por países poderosos y la protección de la propiedad intelectual de los fabricantes, situación aunada a la deplorable gestión del anterior gobierno de turno y múltiples denuncias por malos manejos. Con la posesión del nuevo gobierno, se comprobó una gestión más ordenada tanto para adquisición como aplicación de las vacunas llegando, a septiembre de 2021, a “vacunar a 9 millones dentro de sus primeros 100 días de gestión, (...). Al momento, 12.31 millones de personas en Ecuador están completamente vacunadas contra la Covid-19” (Observatorio Social del Ecuador, 2021, párr. 2).

En la Figura 7 se muestra el plan de vacunación y las dosis aplicadas y personas vacunadas acumuladas a diciembre de 2021.

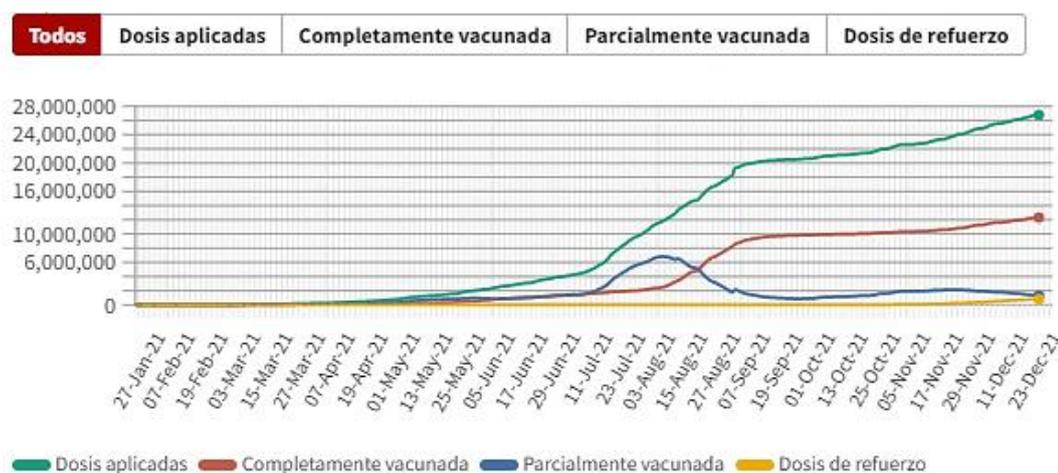


Figura 7 Plan de vacunación Ecuador. Actualizado a 21/12/2021.

Fuente: Observatorio Social del Ecuador (2021)

- **Api de conexión al Ministerio de Salud Pública**

Para la gestión de trámites ciudadanos, el gobierno ofrece una API para que desarrolladores, autoridades y cualquier persona que requieran utilizar los contenidos en ella presentados para integrarlos en aplicaciones móviles, sitios web y cualquier otra herramienta que se utilice para su visualización.

Esta interfaz se encuentra alineada a las políticas estatales de Datos Abiertos “para consolidar los procesos de organización y publicación de los

datos que se generan en las instituciones públicas con el objeto de fortalecer las actividades de transparencia, participación ciudadana y generación de valor a través de la innovación” (Gb.ec, s. f.).

El punto de acceso es GET <https://www.gob.ec/api/v1/> (Gb.ec, s. f., párr. 3). Algunas de sus acciones se muestran en la Tabla 6; además se muestra la URL utilizada para obtener la información de instituciones públicas:

Tabla 6
Acciones de la API gubernamental.

URL	Descripción
instituciones/{institucion_id}	Obtiene información de las instituciones que publican información en el portal. Incluye información como nombre, siglas, logo, website, etc.
tramites-personas/{tramite_id}	Obtiene información de los tipos de personas a los cuales un trámite está orientado.
tramites-formularios/{tramite_id}	Obtiene información de los formularios de trámites que permiten iniciarlo en línea.

Fuente: Adaptado de Gob.ec (s. f.)

Marco legal

La **Constitución de la República** (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) se refiere a la salud y al sistema de salud en los artículos mencionados a continuación.

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado (...) mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión (...). La prestación de los servicios de salud se regirá por los principios de equidad, universalidad, solidaridad, interculturalidad, calidad, eficiencia, eficacia, precaución y bioética, con enfoque de género y generacional. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 16)

Art. 359.- El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 105)

Art. 361.- El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud (...).

Art. 362.- La atención de salud como servicio público se prestará a través de las entidades estatales, privadas, autónomas, comunitarias (...). Los servicios de salud serán seguros, de calidad y calidez, y garantizarán el consentimiento informado, el acceso a la información y la confidencialidad de la información de los pacientes. Los servicios públicos estatales de salud (...) comprenderán los procedimientos de diagnóstico, tratamiento, medicamentos y rehabilitación necesarios.

Art. 363.- El Estado será responsable de:

1. Formular políticas públicas que garanticen la promoción, prevención, curación, rehabilitación y atención integral en salud (...).
2. Universalizar la atención en salud, mejorar permanentemente la calidad y ampliar la cobertura.
3. Fortalecer los servicios estatales de salud, incorporar el talento humano y proporcionar la infraestructura física y el equipamiento a las instituciones públicas de salud. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 106).

Durante la emergencia sanitaria, se emitieron algunos acuerdos ministeriales:

- *Acuerdo Ministerial No. 126- 2020*, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 160 de 12 de marzo de 2020, el Ministerio de Salud Público declaró la emergencia sanitaria en todos los establecimientos del Sistema Nacional de Salud.
- *Acuerdo Ministerial No. 00009-2020*, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No. 567 de 12 de mayo de 2020, el Ministerio de Salud Pública, extendió por treinta (30) días la Emergencia Sanitaria a partir de la finalización de la vigencia del Acuerdo Ministerial No. 00126-2020 de 11 de marzo de 2020, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 160 de 12 de marzo de 2020.
- *Acuerdo Ministerial No. 00024-2020*, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No. 679 de 17 de junio de 2020, el Ministerio de Salud Pública, declaró emergencia sanitaria en todos los establecimientos del Sistema Nacional de Salud.

- *Acuerdo Ministerial No. 00044-2020*, 15 de agosto de 2020, el Ministerio de Salud Pública, extendió por treinta (30) días la Emergencia Sanitaria a partir de la finalización de la vigencia del Acuerdo Ministerial No. 00024-2020 de 16 de junio de 2020.
- *Acuerdo Ministerial 005* Reglamento sobre Pruebas Rápidas/Reactivos PCR para detección de Covid-19.
- *Acuerdo Ministerial 057*, publicado en la Edición Especial del Registro Nº 1005 de 14 de septiembre de 2020 – Emergencia Sistema Nacional de Salud ante la crisis sanitaria provocada por el SARS-COV-2 causante de la COVID-19.
- *Acuerdo Ministerial 00106-2020* Emergencia en el Sistema Nacional de Salud, por noventa (90) días, contados a partir de la finalización de la vigencia del Acuerdo Ministerial Nº 00057-2020.
- *Acuerdo Ministerial 0002-2021* Emergencia Sistema Nacional de Salud ante la crisis sanitaria provocada por el SARS-COV-2 causante de la COVID-19 – 11 de marzo de 2021.(Gobierno del Encuentro, 2021).

Como se puede apreciar, desde el anuncio de la crisis sanitaria mundial, el Ecuador se vio en la obligación de emitir decretos de emergencia con la finalidad de tomar medidas emergentes para soportar los embates del virus. Todos los sectores de la sociedad se vieron afectados, con irreparables consecuencias, entre éstos el sector educativo, que vio cerradas sus puertas a la educación presencial para evitar los contagios masivos; aún en la actualidad se analiza el retorno de los estudiantes a clases y como contribución a las medidas que las instituciones educativas estén tomando para dicho proceso, en este caso la UCSG, este trabajo sugiere la implementación de un sistema de verificación de estudiantes totalmente vacunados para que puedan asistir presencialmente a clases. De esta manera se tratará de apoyar nuevamente la educación presencial con estudiantes que hayan cumplido su plan de vacunación, de acuerdo al aforo que se establezca para tal efecto.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto a la metodología de la investigación, se puede mencionar que esta área del conocimiento busca orientar al investigador de algunas teorías, conceptos, métodos, instrumentos, los mismos que le sirven para dirigir eficientemente el proceso de investigación y la solución de problemas. Se encarga de ofrecer una secuencia de pasos lógicos, que tienen su estructura y se relacionan entre sí.

Dentro de estos conceptos se encuentran el tipo y enfoque de investigación, la población y muestra, y la técnica de recolección de información. En los párrafos a continuación se presentan estas definiciones y su relación con el proyecto a presentar.

Enfoque de investigación

En cuanto al enfoque de investigación, existen los enfoques *cualitativo* y *cuantitativo* (Sánchez, 2019), además de un enfoque *mixto* (cuantitativo-cualitativo) (Hernández et al., 2014).

Dadas las características del proyecto y lo que se espera conseguir, se utiliza el *enfoque cualitativo*, que se define como un procedimiento que se sustenta en el uso de discursos de los involucrados, textos de referencia, gráficos, de forma que se pueda comprender el entorno del sujeto, es decir, que se basa en evidencias descriptivas del problema para poder entenderlo y posteriormente explicarlo por medio de sus métodos y técnicas (Sánchez, 2019).

Este proyecto busca conseguir la aprobación de los involucrados para su implementación, de manera que se logra el monitoreo de los estudiantes vacunados contra la Covid-19, como un aporte a la UCSG en su plan de retorno a clases presenciales.

Tipo de investigación

Elegir el tipo de investigación adecuado para el desarrollo de un proyecto, aportará al investigador con métodos y técnicas que se sirvan para llegar a cumplir sus objetivos. Este proyecto utiliza la *investigación descriptiva*,

que es un tipo de investigación que busca determinar las cualidades o particularidades de la población objeto de estudio; es una exploración, análisis e interpretación del estado actual del problema, que se la realiza con base en las más importantes conclusiones extraídas del mismo (persona, cosa, agrupación). Se describen las características más importantes del tema de estudio, fundamentada en información verídica observable y comprobable (Guevara et al., 2020).

Según Guevara et al. (2020) la investigación descriptiva tiene tres métodos: observación cuantitativa y cualitativa, estudio de caso y encuesta de investigación; todos estos métodos se aplican de acuerdo a la naturaleza del problema de estudio. Esta investigación tiene algunas ventajas:

- Recolección de información a través de la observación, estudio de casos y encuesta.
- Los datos que se recolectan son variados: cuantitativos y cualitativos.
- Se analiza el problema de acuerdo a su entorno natural del sujeto de estudio, en donde se genera confianza.
- Facilidad de ejecución, rapidez y economía.
- Mejora en la toma de decisiones, que resultan del análisis estadístico de los datos levantados.

De acuerdo a la definición antes mencionada, se puede decir que este proyecto es *descriptivo*, puesto que se busca observar las condiciones que se requieren para el retorno a clases presenciales en la UCSG, para lo que se propone la implementación de una aplicación web y móvil que realice el registro de los estudiantes vacunados mediante un código QR.

El método de la investigación descriptiva elegido es la *observación cualitativa*, ya que a través de ésta se analizan las características de los objetos o elementos que se van a investigar, en su ambiente natural.

Población y muestra

El levantamiento de información no requirió de la especificación de una población, por lo tanto, no hay una muestra por calcular. En este caso existen *informantes*, a quienes se les aplicó el instrumento de recolección de datos, que fue la *entrevista*.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este proyecto se utilizó la *entrevista estructurada* como técnica de levantamiento de información y el *guion de entrevista* como instrumento. Los *informantes* a quienes se aplicó este instrumento fueron el Decano de la Facultad de Ingeniería, Director de Desarrollo Tecnológico de la UCSG y la Directora (e) de la Carrera en Ingeniería en Ciencias de la Computación, con preguntas relacionadas a la pertinencia de realización del sistema de monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG.

Análisis de resultados

Las entrevistas realizadas a las tres autoridades de la UCSG dejaron en claro la utilidad del sistema propuesto para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 en un eventual retorno a clases presenciales.

Se preguntó sobre la posibilidad del retorno a clases en el siguiente período académico, los tres entrevistados respondieron que dependerá de la disposición de las autoridades locales y nacionales cómo se encuentra la situación epidemiológica del país y la provincia, para solicitar el retorno a clases presenciales en las materias que no necesitan de presencialidad. Se mencionó, además, que en la Carrera de Computación se encuentra autorizado el uso de los laboratorios para las asignaturas: Lógica Digital y Programación Orientada a Objetos, para evaluaciones y revisiones que así consideren los docentes.

A la interrogante relacionada con las medidas adicionales a las de bioseguridad que se piensa adoptar en la UCSG para mantener la seguridad de los estudiantes en un eventual retorno a clases presenciales, cada una de las autoridades mencionó lo que conoce al respecto de los lineamientos a seguir. Se mencionó que los docentes directores están al tanto de las directrices propias que necesitan las materias que requieren presencialidad y, dependiendo de la cantidad de estudiantes, se podrían organizarlos a través de grupos de trabajo u horarios, además de la exigencia del carnet de vacunación.

Otra de las preguntas que se les realizó a los informantes se refirió a la posibilidad de mantener las clases virtuales, a lo que los tres entrevistados respondieron que sí se podrían mantener para determinadas materias, sobre todo a las que no necesitan presencialidad debido a los estudiantes, al parecer, se han acostumbrado a este tipo de enseñanza; además, se señaló que se podría realizar una encuesta a los estudiantes para determinar si los estudiantes quieren o no enseñanza virtual. En cuanto a la Carrera de Computación, se especificó que ésta se encuentra declarada en el CES como presencial, pero que sí se podría evaluar una posible enseñanza mixta (virtual y presencial).

Se preguntó a los informantes sobre la opción de que la UCSG disponga de una herramienta informática que gestione los estudiantes vacunados, los tres informantes estuvieron de acuerdo, siempre que sea funcional y útil, puesto que cualquier instrumento que automatice información y mantenga la información actualizada, sería de beneficio para la UCSG.

En cuanto a la implementación de un sistema para monitorear el proceso de vacunación contra la Covid-19 para que se convierta en una herramienta de soporte para el reingreso a clases presenciales, los tres informantes concordaron con que sí podría servir como herramienta de apoyo, de manera que los estudiantes puedan contar con información válida respecto a la vacunación, para el regreso a clases presenciales.

Entre los requisitos que debería tener el aplicativo de monitoreo del proceso de vacunación, los informantes mencionaron que sería adecuado que tenga información si al estudiante le ha dado Covid-19 o no, qué exámenes tiene, un registro médico, qué tipo de enfermedades preexistentes tiene (hipertensión, diabetes, depresión, entre otras) y complementar un historial.

Por último, se preguntó si al implementarse la aplicación propuesta tendría el apoyo suficiente para ser utilizada en el proceso de retorno a clases, las tres autoridades señalaron que sí la respaldarían, siempre que si funcionamiento es correcto y si es que cumple con todos los requerimientos necesarios.

De lo anotado anteriormente, se puede concluir que la implementación de un aplicativo informático como herramienta de soporte en un posible retorno a clases presenciales, sería adecuado para la UCSG.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA TECNOLÓGICA

Análisis de requerimientos

Este apartado presenta todo el proceso de análisis, diseño e implementación del sistema de monitoreo y trazabilidad de la vacunación de los estudiantes de la UCSG contra la Covid-19. Se hace referencia a los involucrados en el sistema, la perspectiva del producto, su funcionalidad, las características de los usuarios, la evaluación previsible del software, los requerimientos específicos, diagramas de casos de uso, base de datos, arquitectura del sistema, estructura del sistema, las tecnologías utilizadas, la seguridad del sistema, el análisis económico.

- **Involucrados en el sistema**

El sistema cuenta con cuatro involucrados, los que se describen en las Tablas 7, 8, 9 y 10.

*Tabla 7
Involucrado 1.*

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Nombre	Sin rol
Rol	
Responsabilidades	Ninguna
Información de contacto	
Aprobación	10 de enero

**Tabla 8
Involucrado 2.**

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Nombre	Administrador
Rol	Administrador
Responsabilidades	Crear usuarios, configura la cantidad de dosis mínimas permitidas para ingreso a clases, crea facultades, carreras, administración de usuarios, visualización de certificados digitales, genera las estadísticas de las dosis, vacunas y contagio de los estudiantes
Información de contacto	
Aprobación	10 de enero

Tabla 9
Involucrado 3.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Nombre	Estudiante
Rol	Estudiante
Responsabilidades	Crea usuario, consulta certificado digital del MSP, edita datos personales, consulta certificado generado
Información de contacto	
Aprobación	10 de enero

Tabla 10
Involucrado 4.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Nombre	Docente
Rol	Docente
Responsabilidades	Crea usuario, genera histórico de certificados digitales de estudiantes, consulta estadística de la carrera
Información de contacto	
Aprobación	10 de enero

- **Perspectiva del producto**

El sistema será de mucha importancia para la universidad, puesto que podrá servir como una herramienta informática adicional a las medidas de bioseguridad ya especificadas por las autoridades sanitarias para la prevención de los contagios por la Covid-19, en un posible retorno a clases presenciales en la UCSG.

Además, servirá para monitorear la trazabilidad de la vacunación de la comunidad universitaria, para conocer el porcentaje de los estudiantes vacunados y así poder realizar una toma de decisiones en cuanto al retorno a clases presenciales.

- **Funcionalidad del producto**

El sistema de monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación de los estudiantes de la UCSG, tanto web como móvil, cuenta con módulos para gestión de dicho proceso. En las Tablas 11 y 12 se muestran las funcionales del aplicativo web y móvil respectivamente.

Tabla 11
Funcionalidad del Aplicativo web.

MODULOS	FUNCIONALIDADES
Login (inicio de sesión)	Acceso al sistema indistintamente de los roles de los usuarios.
Gestiones	El administrador es el único rol que puede crear, modifica, elimina, consulta y gestiona las opciones asociadas al módulo (usuarios, carreras y facultades). Asigna los roles a los usuarios.
Seguimiento	Todos los usuarios pueden acceder al módulo para obtener el certificado digital a través de la consulta al MSP. A través del QR generado en la aplicación en un dispositivo móvil, se obtienen los resultados de la consulta al MSP. Se accede a una opción que tiene el QR del enlace a la página del certificado digital. Opción de cuestionarios: disponible para todos los usuarios, en la que se registran los datos de posibles infecciones, cantidad de dosis configuradas previamente por el administrador. Los resultados almacenados sirven para tratamiento de datos en el módulo Estadística.
Estadística	Existen dos opciones: diagramas de cuestionario y de vacunados, visibles solamente por el administrador. El diagrama de cuestionario muestra el porcentaje de personas que han contestado las preguntas referentes al número de dosis mínimas requeridas para el retorno a clases presenciales, clasificado por carrera y preguntas asociadas con las dosis. El diagrama de vacunados muestra el porcentaje de estudiantes que han sido escaneados por carrera, facultad y fecha; se muestra la cantidad de dosis que han sido aplicadas en el estudiante.

Tabla 12
Funcionalidad del aplicativo móvil.

OPCIONES	FUNCIONALIDADES
Login (inicio de sesión)	Cualquier usuario puede iniciar sesión, siempre y cuando se haya registrado en la aplicación web o móvil.
Crear usuario	Se crea el usuario llenando los campos de la información básica: nombre, cédula, fecha de nacimiento, email y contraseña. Esta información se almacenará en el sistema web y el propio sistema móvil
Mi certificado	Consulta al MSP para obtener la cantidad de dosis de vacunación. Se guarda el QR del certificado digital del MSP. Posteriormente se escanea y valida el QR de la aplicación.
Mi cuenta	Se editan los datos de usuario, pero no actualizar el rol. Se puede actualizar la facultad y carrera a la que pertenece el usuario. Los cambios realizados en la aplicación móvil se reflejan en el sistema web
Escanear	Escanea el QR de los demás dispositivos para obtener un histórico de alumnos y/o docentes para poder consultar la cantidad de dosis de manera masiva. Puede ser utilizada por el administrador y el docente.
Cuestionario	Todos los usuarios llenan el cuestionario obtenido desde el servicio web de la aplicación web; el resultado de este cuestionario se envía a la API del servidor para su respectivo análisis estadístico.
Histórico	Resultado estadístico de todas las preguntas de todos los usuarios. Puede ser visto por el administrador.

○ **Características de los usuarios**

Tabla 13
Usuario 1: Sin rol.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Tipo de usuario	Usuario 1: Sin rol
Habilidades	Manejo de internet y conocimientos básicos de navegadores web y aplicaciones móviles
Actividades	Crearse como usuario Iniciar sesión como usuario Consulta de certificados digitales del usuario Editar datos de sí mismo

Tabla 14
Usuario 2: Administrador.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Tipo de usuario	Usuario 2: Administrador
Habilidades	Manejo de internet y conocimientos básicos de navegadores web y aplicaciones móviles
Actividades	Crea usuarios Asigna roles a usuarios Gestiona facultades y carreras Consulta las estadísticas de los certificados obtenidos sea 0 o n Consulta certificado digital de éste u otros usuarios Establece las dosis mínimas hábiles para el ingreso al aula de clases presenciales Consulta históricos de usuarios Genera cuestionario

Tabla 15
Usuario 3: Estudiante.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Tipo de usuario	Usuario 3: Estudiante
Habilidades	Manejo de internet y conocimientos básicos de navegadores web y aplicaciones móviles
Actividades	Crea su cuenta e inicia sesión Edita sus registros personales Consulta su certificado digital Llena el cuestionario generado por el administrador

Tabla 16
 Usuario 4: Docente.

ATRIBUTO	DESCRIPCION
Tipo de usuario	Usuario 4: Docente
Habilidades	Manejo de internet y conocimientos básicos de navegadores web y aplicaciones móviles, manejo de cámara de dispositivos móviles
Actividades	Crea su cuenta e inicia sesión Edita sus registros personales Consulta su certificado digital Llena el cuestionario generado por el administrador Escanea los QR de estudiantes

- Evolución previsible del software

Para un futuro, se prevé que la aplicación se instale en los servicios o instalaciones de la universidad, para una mayor facilidad de consulta progresiva, para toda la comunidad universitaria.

- **Requisitos específicos**

Tabla 17
 Requisito funcional 1 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 1
Nombre de requisito	Registro de usuario. El sistema registrará: cédula, nombre, fecha de nacimiento, contraseña y con estos datos puede acceder al sistema
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Alta

Tabla 18
 Requisito funcional 2 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 2
Nombre de requisito	Consulta y obtención de certificado digital, que pueden ser obtenidos a través el QR obtenido por la aplicación móvil, y consultado por el MSP.
Fuente del requisito	Externo: MSP
Prioridad del requisito	Alta

Tabla 19
Requisito funcional 3 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 3
Nombre de requisito	Dosis mínimas hábiles: creación de dosis mínimas, solamente el usuario administrador las puede crear. Dependiendo de la cantidad ingresada se indicará qué estudiantes pueden asistir a clases presenciales.
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Esencial

Tabla 20
Requisito funcional 4 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 4
Nombre de requisito	Registro de facultades: el administrador se encarga de crear las facultades
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Media

Tabla 21
Requisito funcional 5 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 5
Nombre de requisito	Registro de carreras: el administrador se encarga de crear las carreras y las asigna a la facultad a la que pertenece
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Media

Tabla 22
Requisito funcional 6 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 6
Nombre de requisito	Generador de cuestionario: preguntas asociadas a las dosis ingresadas por el administrador
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Media

Tabla 23
Requisito funcional 7 del sistema.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Número de requisito	RF 7
Nombre de requisito	Escaneo del QR de todos los estudiantes: el docente es el encargado de obtener el histórico de los estudiantes.
Fuente del requisito	Propia
Prioridad del requisito	Alta

Diagrama de casos de uso

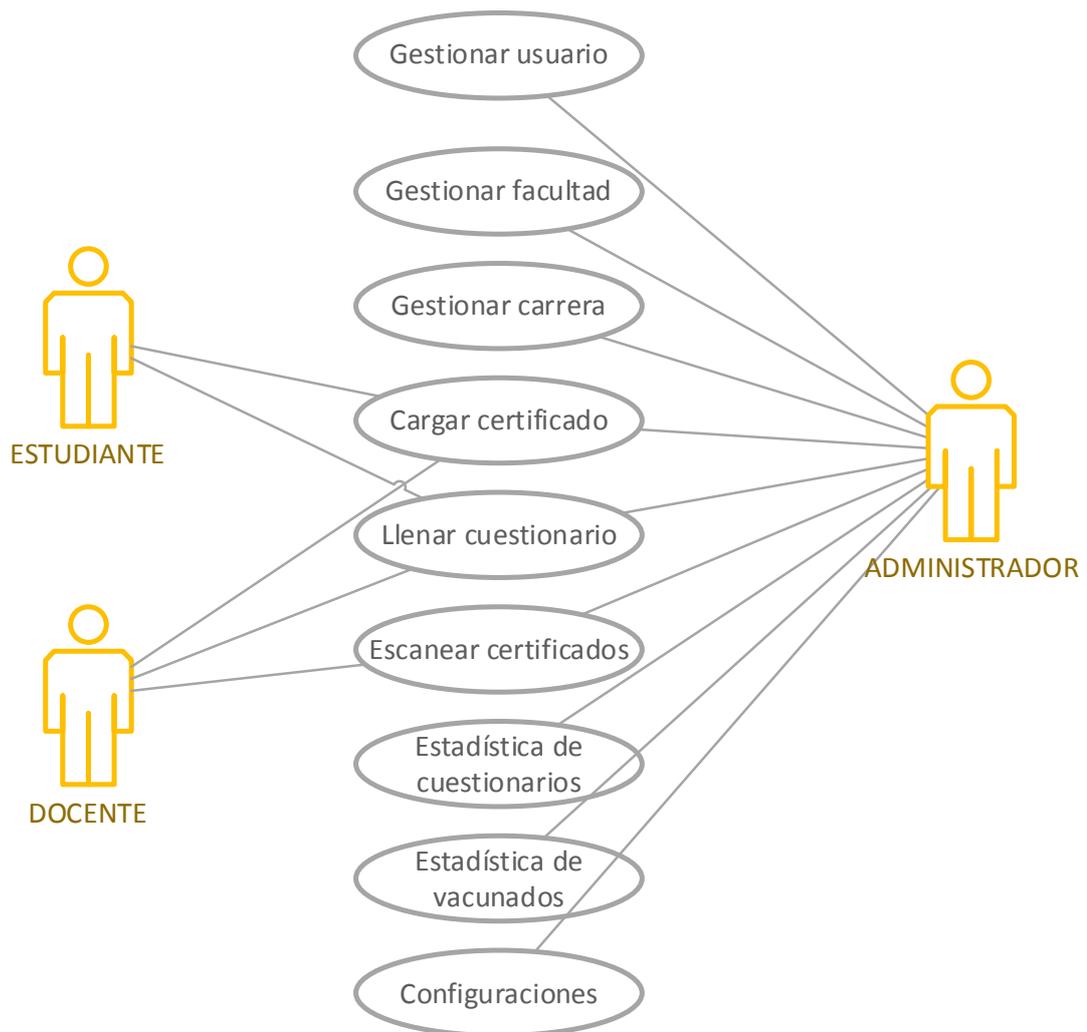


Figura 8 Casos de uso del sistema.

En las Tablas 24-32 muestran la definición de los casos de uso, con su respectiva descripción. En cada una de las tablas se detalla lo que se espera que el sistema cumpla, además de un flujo de eventos, relacionado con la ejecución del correspondiente caso de uso.

Tabla 24
Caso de uso 1.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 1
Nombre	Gestionar usuario
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para gestionar los usuarios del sistema	
Actores	
Administrador	
Precondiciones	
El administrador deberá existir en el sistema, así como otros usuarios también deberán estar creados en el sistema	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al enlace https://certi.iperticorp.com/clogin con su cédula y contraseña. 2. El administrador se dirige al módulo de gestiones opción usuario. 3. El administrador consulta todos los usuarios existentes del sistema 4. El administrador puede crear usuarios nuevos estableciendo los roles, carreras y facultades. 5. El administrador puede borrar permanentemente un usuario o editar la información de los usuarios. 	
Flujo Alternativo	
El administrador actualiza la contraseña de todos los usuarios.	

Tabla 25
Caso de uso 2.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 2
Nombre	Gestionar facultad
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para gestionar la facultad	
Actores	
Administrador	
Precondiciones	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al módulo de gestiones en la opción de facultades. 2. El administrador lista las facultades existentes y las puede filtrar por nombre. 3. El administrador puede eliminar, crear o actualizar una facultad 	
Flujo Alternativo	
Post condición	
Ayuda para filtrar por facultad en el módulo de estadísticas.	

Tabla 26
Caso de uso 3.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 3
Nombre	Gestionar carrera
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para gestionar la carrera	
Actores	
Administrador	
Precondiciones	
Debe existir al menos una facultad	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El administrador ingresa al módulo de gestiones en la opción de carrera. 2. El administrador asigna una facultad existente a la carrera. 3. El administrador lista las carreras existentes y las puede filtrar por nombre. 4. El administrador puede eliminar, crear o actualizar una carrera 	
Flujo Alternativo	
Post condición	
Ayuda para filtrar por carrera en el módulo de estadísticas.	

Tabla 27
Caso de uso 4.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 4
Nombre	Cargar certificado
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para cargar y generar certificados digitales por QR.	
Actores	
Administrador, docente, estudiante	
Precondiciones	
Deben existir usuarios registrados en el sistema.	
Tener la aplicación móvil de certificados	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los usuarios presentarán el código QR de la aplicación móvil a la cámara de la opción de certificados. 2. Los usuarios presentan el QR de la app al sistema web. 3. Se carga el detalle de cada dosis 4. La información cargada se almacena en la base de datos del sistema. 5. La información puede ser cargada solamente por el propietario de la cuenta. 	
Flujo Alternativo	
Post condición	
Ayuda para filtrar por carrera en el módulo de estadísticas.	

Tabla 28
Caso de uso 5.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 5
Nombre	Llenar cuestionario
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para llenar campos de vacunación y/o contagios de usuario.	
Actores	
Administrador, docente, estudiante	
Precondiciones	
Configuración de dosis mínimas por parte del administrador.	
Deben existir usuarios registrados en el sistema.	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario llena los campos del cuestionario. 2. Los datos se almacenan para ser procesados estadísticamente. 3. El administrador puede filtrar por facultad y carrera todos los usuarios que han contestado el cuestionario. 4. Toda la información queda almacenada en la base de datos. 5. En caso de cambio de dosis, las preguntas se vuelven a generar y la información previa se elimina. 	
Flujo Alternativo	
Post condición	

Tabla 29
Caso de uso 6.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 6
Nombre	Escanear certificados
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	
Ingreso al sistema para el escaneo masivo de los certificados de vacunación.	
Actores	
Administrador, docente	
Precondiciones	
Tener el código QR obtenido por la opción de certificado digital	
Tener la aplicación móvil de certificados.	
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Usuario administrador y/o docente ingresan a la opción de escaneo masivo. 2. Usuario estudiante muestra a la cámara del sistema su código QR. 3. El docente o el administrador pueden visualizar los datos escaneados de los estudiantes. 4. La información escaneada es enviada a la base de datos del sistema 	
Flujo Alternativo	
Los datos escaneados sirven para obtener el porcentaje de estudiantes con cantidad de dosis recibidas para el retorno a clases presenciales.	
Post condición	

Tabla 30
Caso de uso 7.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 7
Nombre	Estadística de cuestionarios
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	Muestra la trazabilidad de los estudiantes encuestados.
Actores	Administrador
Precondiciones	Usuario estudiante debe haber respondido a la encuesta.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El administrador puede observar el porcentaje de respuestas positivas, negativas o neutras del cuestionario.2. Los resultados pueden ser filtrados por facultad y/o carrera.3. Los usuarios presentan el QR de la app al sistema web.
Flujo Alternativo	
Post condición	

Tabla 31
Caso de uso 8.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 8
Nombre	Estadística de vacunados
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	Trazabilidad de estudiantes vacunados escaneados masivamente.
Actores	Administrador
Precondiciones	A los estudiantes deberá haberse escaneado sus certificados generados del sistema.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El administrador filtra por facultad, carrera y fecha.2. Se presentan diagramas estadísticos de los certificados escaneados.
Flujo Alternativo	
Post condición	

Tabla 32
Caso de uso 9.

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
Código	UC 9
Nombre	Configuraciones
Autor	Pedro Avellaneda
Fecha	31/01/2022
Descripción:	Establece la cantidad de dosis mínimas de vacunas para el retorno a clases presenciales
Actores	Administrador
Precondiciones	Deben existir usuario administrador.
Flujo Normal	<ol style="list-style-type: none">1. El administrador ingresa al menú principal del sistema.2. El administrador ingresa a la opción de configuraciones.3. El administrador ingresa una descripción y la cantidad de dosis mínima y guarda.
Flujo Alternativo	La actualización de las dosis mínimas indica si se tienen que actualizar los datos de vacunación del MSP, en la opción de certificado (sistema web y móvil).
Post condición	

Base de datos

Las bases de datos utilizada fueron SQLite para Android y MySQL para el sistema web. Su uso estuvo dado por el crecimiento exponencial como consecuencia del escaneo masivo de los certificados hasta llegar al límite, es decir, a todos los estudiantes de la UCSG. En el apartado *Tecnologías usadas en el desarrollo del sistema* se encuentra la explicación de las mencionadas bases de datos.

En el mismo contexto y para explicar el uso de las bases de datos, a continuación, se presentan las tablas que las conforman:

MySQL

- carrera
- certificado_vacunacion
- cuestionario
- detalle_certificado_vacunacion
- detalle_cuestionario
- facultad
- failed_jobs
- historico_escaneo
- historico_escaneo_detalle

- migrations
- model_has_permissions
- model_has_roles
- parametros
- password_resets
- permissions
- personal_access_tokens
- respuesta_detalle_cuestionario
- roles
- role_has_permissions
- users
- usuario_cuestionario

SQLite

- android_metadata
- carrera
- certificado
- cuestionario
- cuestionario_detalle
- detalle_historico
- facultad
- maestra_historico
- parametro
- rol
- room_master_table
- sesion
- sqlite_sequence
- usuario

Tanto el sistema web como el móvil tienen su propio sistema de migraciones: para móvil, room database, para web composer

Arquitectura del sistema

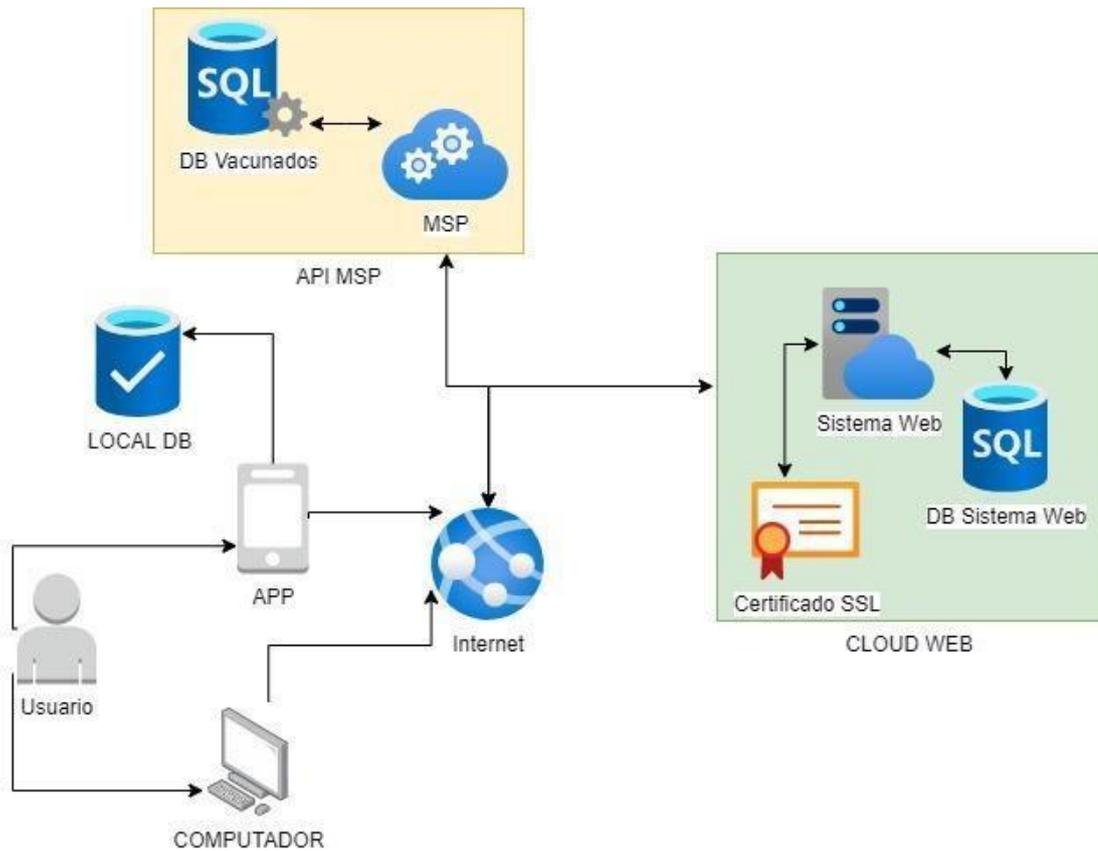


Figura 9 Diseño de la arquitectura.

Estructura del sistema de información

Para este proyecto la propuesta se aplica en el ámbito tecnológico y lo manejamos bajo la arquitectura visualizada en la Figura 9 del apartado anterior.

En cuanto a la *base de datos*, se almacenan todos los datos procesados y consultados desde la API externa que es del MSP, datos consultados desde el escaneo de los códigos QR, información de usuario y datos almacenados de manera manual. se utilizan bases de datos para dispositivos y para el sistema web.

Los procesos de guardado masivo por múltiple transacción a la base de datos, sea actualizando y creando registros, ingresando el cuestionario, escaneo y guardado masivo de certificados, eliminación de datos desactualizados para procesar nuevos datos de manera automática y concurrente, representan la parte *transaccional* del sistema.

En cuanto a los *procesos*, su función básicamente es la consulta, almacenamiento, generación de certificados, registro de usuarios, permisos y configuraciones para finalmente mostrar un resultado sea estadístico o histórico.

En relación a los *usuarios*, son las personas que acceden al sistema bajo su rol, y puede ejecutar funcionalidades para operar y obtener información cargada previamente de otros servicios o del mismo sistema.

En referencia a los *procedimientos administrativos*, se establecen por medio de roles, proporcionan accesos y ejecución de funcionalidades específicos del sistema.

Tecnologías usadas en el desarrollo del sistema

A continuación, se analizan las tecnologías utilizadas en el desarrollo de los aplicativos web y móvil. Se presentan comparativas de lenguajes de desarrollo, bases de datos y frameworks, de las que se escogieron las herramientas más apropiadas para el proyecto. Además, se presentan las tecnologías adicionales que soportan a cada una de las herramientas utilizadas.

- **Herramientas para aplicaciones web**

En la Tabla 33 se muestra una comparación de lenguajes de desarrollo, en donde se especifica el lenguaje utilizado en el desarrollo web (PHP).

Tabla 33
Comparativa de lenguajes.

PHP	Java
Multiparadigma, imperativo	Imperativo
Multiplataforma	Multiplataforma
Orientado a objetos	Orientado a objetos
Para páginas web dinámicas desde el lado del servidor	Para aplicaciones de escritorio, con soporte a desarrollo de aplicaciones móviles y web
Lenguaje popular	Interpretado, robusto, seguro, arquitectura neutral, multihilo
Bastante documentación	Portable
Sintaxis similar a otros lenguajes	Relativamente lento en comparación a otros lenguajes
Código libre	

Fuente: Adaptado de Valenzuela (2014)

En la Tabla 34 se muestra la comparativa de las bases de datos, en donde se especifica la base utilizada (MySQL).

Tabla 34
Comparativa de bases de datos.

Característica	MySQL	MongoDB
Cloud, SaaS, web	Sí	Si
Desarrolladores	Oracle Corporation	MongoDB Inc.
SO	Multiplataforma	Multiplataforma
Lenguaje query	SQL	Javascript
Mapa reducido	No	Si
Conversión de DB	No	Si
Análisis de performance	No	Si
Virtualización	No	Si
Modelo de integridad	ACID	BASE
Atomicidad	Si	Condicional
Aislamiento	Si	No
Transacciones	Si	No
Integridad referencial	Si	No
CAP	CA	CP
Escalabilidad horizontal	Condicional	Si
Modo de replicación	Maestro – Maestro/Esclavo	Maestro – Esclavo

Fuente: Viviana (2018)

En la Tabla 35 se muestra la comparativa de los frameworks de PHP, en donde se especifica el que fue utilizado (Laravel).

Tabla 35
Comparativa frameworks.

Característica	Laravel	Symfony
Última versión	8.11	5.1.7
Requisitos	PHP >= 7.0.0, Extensión PHP OpenSSL, Extensión PHP PDO, Extensión PHP Mbstring, Extensión PHP Tokenizer, Extensión PHP XML,	>=PHP 5.5.9 XML (XLIFF)
Internacionalización I18N / L10n	Matriz de PHP, obtener texto a través de la extensión	CSV PHP
Código de generación	CLI	CLI HTTP,
Almacenamiento en caché	Sistema de archivos, base de datos, Memcached, APC, Redis, Xcache, WinCache, memoria (matrices)	APC, eAccelerator, XCache
Sistema de plantillas	Hoja, PHP, Personalizado	PHP, Twig
Biblioteca de pruebas	Unidad PHP	Unidad PHP
Gestión de registro	Si	Cumple con PSR-3
XSS	Si	Si
XSRF	Si	Si
Inyección SQL	Si	
Módulo de autenticación	Si	Si

Fuente: Social Compare (2021)

- **Herramientas para aplicaciones móviles**

- **Kotlin**

En 2011 la empresa rusa JetBrains impulsa el proyecto Kotlin el mismo que, para 2012 se convierte en open source, con licencia Apache 2. Kotlin surge “de la idea de superar a Java sin dejar de operar con el código de este, siendo un lenguaje orientado a objetos y de calidad industrial” (Muradas, 2021, párr. 3). La ejecución de este lenguaje está “pensada para funcionar con la JVM (Java Virtual Machine – Máquina Virtual del Java) y Android” (Muradas, 2021, párr. 3).

En 2017 Kotlin se nombra por Google “como el lenguaje de programación oficial para Android encontrándose para ese entonces al mismo nivel que Java, logrando uno de los propósitos de su nacimiento” (Muradas, 2021, párr. 5).

- **Android Studio**

“Entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de apps para Android y está basado en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece incluso más funciones” (Android Developers, 2021, párr. 1) para el aumento de la productividad de aplicaciones para Android.

- **SQLite**

SQLite, de acuerdo a Rómmel (s. f., párr. 3) “es una herramienta de software libre, que permite almacenar información en dispositivos empotrados de una forma sencilla, eficaz, potente, rápida y en equipos con pocas capacidades de hardware, como puede ser una PDA o un teléfono celular”. Soporta consultas básicas y de mayor complejidad de SQL y puede ser utilizada por dispositivos inteligentes y ordenadores, sin que sea complicada la importación o exportación de datos, debido a la compatibilidad con las distintas plataformas.

- **Tecnologías adicionales**

- Visual Studio Code
- Apache
- Xampp para Linux
- Máquina virtual con Ubuntu para despliegue de PHP
- Windows 10 para Android Studio
- Biblioteca Room, para realizar migraciones a SQLite
- SQLite Browser, para SQLite
- Ngrok para desplegar temporalmente a la web los microservicios
- Postman

Seguridades

A nivel de servidores, la aplicación utiliza un protocolo de comunicación HTTPS, con una llave SSL, generada por el mismo servidor, que tiene su tiempo de vida útil para la comunicación entre aplicación móvil y servicio web del sistema

Para los frameworks en las aplicaciones web, Laravel cuenta con su propia integración de logs, para poder observar las fallas y problemas en los recursos del sistema web.

El servidor web posee sus propios registros de logs para una mejor comprensión de posibles errores en el sistema o acceso al servidor

El sistema web tiene su propio sistema de autenticación para un control estandarizado de servicios para acceder, manejo de token por sesión.

Para el sistema móvil maneja su propia metodología de autenticación de usuario, tiene un tiempo de caducidad muy rápido, que garantiza que los datos de consulta no queden sin ser validados incluso si ha pasado el tiempo de permanencia en el sistema, utiliza su propio manejador de sesiones de usuario que funciona de manera local en caso de falla de conexión a internet, para solo consultar su certificado de vacunación

A nivel de tienda de Google Play, el sistema tiene su proceso de verificación para publicar la aplicación con su llave jks, validación y proceso de revisión para su respectiva publicación para los usuarios.

Proceso de instalación del software

El proceso de instalación del sistema se detalla en los siguientes puntos

- El servidor es compartido y ofrece su propio paquete de utilidades.
- Se crea una Instancia MySQL en el panel de control del servidor.
- Se establecen los usuarios, esquemas, permisos y roles para la administración de cada base de datos en el panel de control de MySQL.
- Para trabajar con PHP, se tiene que instalar la versión de PHP en el panel del control del servidor compartido que para este proyecto es la versión 7.4.
- Se crea un directorio en el cual se asocia un subdominio “certi” que se encuentra dentro del dominio principal <https://iperticorp.com>

- Se redirige con el administrador de directorios con subdominios hacia la carpeta public_html y automáticamente al escribir https://certi.iperticorp.com está listo para cargar el sistema.
- Habilitar certificado SSL a plazo 2 años en el panel de control para la instalación del servidor.

Análisis económico

*Tabla 36
Costos de implementación.*

Descripción	Inversión
Servidor web (anual)	73,04
Publicación Google Play (un solo pago)	25
Backup Base de datos (anual)	30
INVERSION TOTAL	128,04

CONCLUSIONES

Al término del proyecto de implementación del aplicativo web y móvil para monitorear el proceso de vacunación de los estudiantes de la UCSG se pudo comprobar que cumplió su funcionalidad para tener el control de los estudiantes que se encuentran vacunados con las dosis correspondientes, y sirve como herramienta adicional a las medidas de bioseguridad para un posible retorno a clases presenciales.

Para fundamentar el desarrollo del proyecto, se realizó una descripción sobre lo relacionado al surgimiento del SARS-CoV-2, los inicios de la emergencia sanitaria mundial y la política de vacunación. El Plan Vacunarse Ecuador 2021 del MSP fue diseñado para establecer la vacunación gratuita a todos los ecuatorianos de 18 años en adelante para prevenir los embates de la enfermedad, y estuvo constituido por cuatro fases: fase 0, primera línea y grupos de riesgo inminente; fase 1, grupos vulnerables; fase 2, vacunación masiva en las provincias de alta incidencia de contagios; fase 3, vacunación masiva en las provincias de baja incidencia de contagios. Se conoció que hasta diciembre de 2021 el 77.8% de los ciudadanos accedieron al plan de vacunación; el 70.3% ya se encuentran vacunados, el 7.5% se encuentran parcialmente vacunados y el 4.7% ha accedido a la dosis de refuerzo.

Se describieron los principales conceptos y teorías en cuanto se relaciona al desarrollo de aplicaciones web y móviles, describiendo las características, tipos de aplicaciones, la arquitectura de la solución (web y móvil) y la descripción del tipo de aplicación a implementar.

Se diseñaron los módulos integrados para el registro de vacunas, seguimiento de estudiantes, validación, monitoreo y analítica para el desarrollo del sistema de monitoreo del proceso de validación que servirá como herramienta informática para un posible retorno a clases presenciales.

Se desarrolló e implementó el sistema web y móvil de monitoreo del proceso de vacunación de acuerdo a las necesidades de diseño y se realizaron las pruebas de funcionamiento, quedando el producto final acorde a los requerimientos de implementación.

Adicionalmente, desde el 7 de febrero del 2021 las APIS del MSP se les ha dado de baja, por lo que ya no se puede obtener los certificados para poder insertarlos al sistema web para su respectiva consulta

RECOMENDACIONES

Debe existir un soporte 24/7 del sistema.

El MSP debería implementar una API con canal abierto para el consumo del servicio y carga de datos.

Implementar un módulo de reportería para exportar el resultado de la trazabilidad en archivos Excel o PDF.

Contar con acceso a internet desde dispositivos móviles y computadoras.

Desarrollar rutinas de respaldos de la base de datos del sistema web.

Desarrollar un módulo de escaneo general para todo el personal universitario utilizando alguna API por parte de la universidad y generar su propio certificado y valorar las dosis que posee.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Android Developers. (2021). *Introducción a Android Studio*. Android Developers. <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
- ARCSA. (2021). *Arcsa autoriza el ingreso de la vacuna CanSino a Ecuador*. <https://www.controlsanitario.gob.ec/arcsa-autoriza-el-ingreso-de-la-vacuna-cansino-a-ecuador/>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Ayaipoma, A. (2018). *Implementación de una aplicación web para optimizar el proceso de atención a clientes en el área COT 101 de telefónica del Perú basado en la metodología Scrum* [Título profesional de Ingeniero de Sistemas, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4822/Ayaipoma%20Condori.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berengel, L. (2016). *Desarrollo de aplicaciones web en el entorno servidor*. Ediciones Paraninfo, S.A. <https://bit.ly/3Ejjqba>
- Bupa Ecuador. (2021). *Covid19. Coronavirus*. <https://www.bupasalud.com.ec/salud/coronavirus>
- Calle, M. (2020). *Lecciones Aprendidas y recomendaciones en COVID-19: A seis meses del primer caso en la Región Andina* [Ppt]. Webinar: Grandes desafíos sociales y económicos para enfrentar la pandemia COVID-19. http://orasconhu.org/portal/sites/default/files/Presentaci%C3%B3n%20LAyRecom%20Webinar%20Grandes%20Desafios_Versi%C3%B3n_3_09_2020.pdf

- Castro, R. (2020). Coronavirus, una historia en desarrollo. *Revista médica de Chile*, 148(2), 143-144. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872020000200143>
- CNN Español. (2020). *Cronología del coronavirus: Así empezó y se ha extendido por el mundo el mortal virus pandémico*. CNN. <https://cnnespanol.cnn.com/2020/05/14/cronologia-del-coronavirus-asi-empezo-y-se-ha-extendido-por-el-mundo-el-mortal-virus-pandemico/>
- Cusme, J., & Tapia, C. (2020). *Desarrollo e implementación de una aplicación web para gestión y planificación de Coordinadores de Carrera en el Instituto Tecnológico Superior Vicente Rocafuerte* [Título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48882/1/B-CISC-PTG-1733%20Cusme%20Zambrano%20Jes%c3%bas%20Ram%c3%b3n%20-%20Tapia%20Trivi%c3%b1o%20Cristina%20Mishelle.pdf>
- Delgado, J., Alcívar, G., Rodríguez, G., & Palma, A. (2020). Aplicación móvil para la compra de productos y servicios en línea en el cantón Chone. *Revista Científica Sinapsis*, 2(15), Article 15. <https://doi.org/10.37117/s.v2i15.203>
- Díaz, E., Amézaga, R., Vidal, P., Escapa, M. G., Suberviola, B., Serrano Lázaro, A., Marcos Neira, P., Quintana Díaz, M., & Catalán González, M. (2021). Tratamiento farmacológico de la COVID-19: Revisión narrativa de los Grupos de Trabajo de Enfermedades Infecciosas y Sepsis (GTEIS) y del Grupo de Trabajo de Transfusiones Hemoderivados (GTTH). *Medicina Intensiva*, 45(2), 104-121. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2020.06.017>
- Durán, A. (2018). *Diferencias entre aplicación híbrida y nativa*. OpenWebinars.net. <https://openwebinars.net/blog/diferencias-entre-aplicacion-hibrida-y-nativa/>

- Ferrer, J. (2014). *Implantación de aplicaciones web* (Primera). Grupo Editorial RA-MA. <https://bit.ly/3FAeL4N>
- García, J. (2020). *Aplicación móvil para la gestión de servicio del restaurante El Sabor de la carretera K-De en la ciudad de Jipijapa* [Título de Ingeniera en Sistemas Computacionales, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2306/1/TESIS_GARCIA%20MARCILLO%20JOSELYN%20ELIZABETH.pdf
- Gb.ec. (s. f.). *API*. Recuperado 13 de diciembre de 2021, de <https://www.gob.ec/api>
- Gobierno del Encuentro. (2021). *Acuerdos Ministeriales – Documentos Normativos Coronavirus*. <https://www.salud.gob.ec/acuerdos-ministeriales-documentos-normativos-coronavirus/>
- Guerra, F., & López, F. (2020). *Diseño de una arquitectura de software de una aplicación móvil para la medición de la contaminación acústica en el distrito de Breña* [Grado de Bachiller en: Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Tecnológica del Perú].
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3479/Fernando%20Guerra_Fabian%20Guerra_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 163-173.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Heredia, V. (2021). *Seis pasos para carné digital de vacunación anticovid-19*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/seis-pasos-para-carne-digital-de-vacunacion-anticovid-19.html>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). McGraw-Hill Education.

- IBM. (2021). *Tipos de aplicaciones móviles*. <https://prod.ibmdocs-production-dal-6099123ce774e592a519d7c33db8265e-0000.us-south.containers.appdomain.cloud/docs/es/maas360?topic=apps-mobile-app-types>
- Koury, J., & Hirschhaut, M. (2020). *Reseña histórica del COVID-19. ¿Cómo y por qué llegamos a esta pandemia?*
<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2020/especial/art-2/>
- López, M., Vara, J., Verde, J., Sánchez, D., Jesús, J., & De Castro, V. (2014). *Desarrollo web en entorno servidor* (Primera). Grupo Editorial RA-MA. <https://bit.ly/3xNkFwQ>
- Luzuriaga, J., Mársico, F., García, E., González, V., Kreplak, N., Pifano, M., & González, S. (2021). Impacto de vacunación de COVID-19 en las infecciones por SARS-COV-2 en personal de salud de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Salud Pública*, 13, 9-9.
- Maguiña, C., Gastelo, R., & Tequen, A. (2020). El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. *Revista Medica Herediana*, 31(2), 125-131.
<https://doi.org/10.20453/rmh.v31i2.3776>
- Mayo Clinic. (2021). *Vacuna contra la COVID-19: Obtén la información verdadera*. Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/coronavirus/in-depth/coronavirus-vaccine/art-20484859>
- Microsoft Docs. (2021). *Características de las aplicaciones web modernas*. <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/modern-web-applications-characteristics>
- Molina, J., Zea, M., Contento, M., & García, F. (2017). Estado del arte: Metodologías de desarrollo en aplicaciones web. *3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 6(3), 54-71.
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v6n3e23.54-71>
- Molina, J., Zea, M., Contento, M., & García, F. (2018). Comparación de metodologías en aplicaciones web. *3c Tecnología*, 7(1), 1-19.
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n1e25.1-19>

- Morejón, R., Cámara, F., Jiménez, D., & Díaz, S. (2016). SISDAM: Aplicación web para el procesamiento de datos según un diseño aumentado modificado. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 153-164.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4550.4243>
- MSP. (2021). *Plan Nacional de Vacunacion e Inmuniczacion contra el COVID-19. PLAN VACUNARSE Ecuador 2021*. MSP.
<https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/01-Plan-nacional-de-vacunacion-e-inmuniczacion-contra-el-COVID-19-Ecuador-2021-1.pdf>
- Muradas, Y. (2021). *Kotlin vs Java, diferencias y ventajas*. OpenWebinars.net. <https://openwebinars.net/blog/kotlin-vs-java/>
- Nadal, M., & Cols, M. (2021). Estado actual de los tratamientos para la COVID-19. *Fmc*, 28(1), 40-56.
<https://doi.org/10.1016/j.fmc.2020.10.005>
- Najar, P., Ledesma, E., Rocabado, S., Herrera, S., & Palavecino, R. (2014). *Eficiencia de aplicaciones móviles según su arquitectura*. 10.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42273/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NU. CEPAL. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19* (p. 21). Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510_es.pdf
- Observatorio Social del Ecuador. (2021). *Monitoreo del coronavirus Covid-19 en Ecuador*. Covid19 Ecuador.
<https://www.covid19ecuador.org/vacunas>
- OMS. (2021a). *Coronavirus*. <https://www.who.int/es/health-topics/cholera/coronavirus>
- OMS. (2021b). *Lo que se debe saber sobre la vacuna BBV152 (Covaxin) de Bharat Biotech contra la COVID-19*. <https://www.who.int/es/news->

room/feature-stories/detail/the-bharat-biotech-bbv152-covaxin-vaccine-against-covid-19-what-you-need-to-know

- OMS. (2021c). *Vacuna COVID-19 ChAdOx1-S [recombinante]* (Vacuna Covid-19. Información). OMS. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/act-accelerator/covax/21099_spanish_astrazeneca_vaccine-explainer.pdf?sfvrsn=f7250720_5
- OPS. (2021a). *Brote de enfermedad por el Coronavirus (COVID-19)*. <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
- OPS. (2021b). *Preguntas frecuentes: Vacunas contra la COVID-19*. <https://www.paho.org/es/vacunas-contra-covid-19/preguntas-frecuentes-vacunas-contra-covid-19>
- Orden Mundial. (2020). *Las grandes epidemias de la historia—Mapas de El Orden Mundial—EOM*. El Orden Mundial - EOM. <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/grandes-epidemias-de-la-historia/>
- Pérez, Y. (2021). *Los principales tipos de aplicaciones móviles que debes conocer*. <https://www.crehana.com/ec/blog/desarrollo-web/tipos-aplicaciones-moviles/>
- PNUD. (2020). *COVID-19: La pandemia*. UNDP. <https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/coronavirus.html>
- Ramírez, R. (s. f.). *Métodos para el desarrollo de aplicaciones móviles*. Universitat Oberta de Catalunya. [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_de_sarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_4\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_de_sarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_4).pdf)
- Redrován, F., Loja, N., Correa, K., & Piña, J. (2017). Estado del arte: Métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web. 3c

Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme, 6(4), 1-12.
<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n3e27.94-113/>

Rómmel, F. (s. f.). *SQLite: La Base de Datos Embebida*. SG Buzz.
Recuperado 8 de enero de 2022, de
<https://sg.com.mx/revista/17/sqlite-la-base-datos-embebida>

Sánchez, F. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 101-122.
<https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

SearchCloudAppications. (s. f.). *Desarrollo de aplicaciones móviles para la nube, con la nube*. IBM. Recuperado 3 de diciembre de 2021, de
http://docs.media.bitpipe.com/io_11x/io_118576/item_1007208/IBM_sCloudApplications_IO%23118576_Eguide_092914_LI%231007208.pdf

Serrano, D. (2021). *Funcionarios públicos deben presentar carnet de vacunación para trabajo presencial*. El Comercio.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/funcionarios-publicos-carnet-vacunacion.html>

Social Compare. (2021). *PHP frameworks comparison*.
<https://socialcompare.com/en/comparison/php-frameworks-comparison>

Talledo, J. (2015). *Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet*. Ediciones Paraninfo, S.A. <https://bit.ly/3DCek9B>

Tubón, G. (2020). *Aplicación móvil con Georreferenciación para gestión de pedidos a domicilio de un local de comida* [Título de Ingeniero de Sistemas y Computación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].
<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2948/1/77128.pdf>

- UNESCO. (2021). *La educación en América Latina y el Caribe ante la COVID-19*. UNESCO. <https://es.unesco.org/fieldoffice/santiago/covid-19-education-alc>
- UNICEF. (2021). *Priorizar la educación para todos los niños y niñas es el camino a la recuperación*. <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/priorizar-la-educaci%C3%B3n-para-todos-los-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as-es-el-camino-la-recuperaci%C3%B3n>
- UTEG. (2020). *Educación en tiempos de Covid y Poscovid*. <https://www.uteg.edu.ec/educacion-en-tiempos-de-covid-y-poscovid/>
- Valarezo, M., Honores, J., Gómez, A., & Vínces, L. (2018). Comparación de tendencias tecnológicas en aplicaciones web. *3C Tecnología_Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 7(3), 28-49. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2018.v7n3e27.28-49/>
- Valdivia, J. (2016). Modelo de procesos para el desarrollo del front-end de aplicaciones web. *Interfases*, 0(009), 187. <https://doi.org/10.26439/interfases2016.n009.1245>
- Valenzuela, S. (2014). *Comparación de lenguajes de programación*. <https://es.slideshare.net/VALENZUELASV/comparacin-de-lenguajes-de-programacin>
- Velásquez, S., Monsalve, D., Zapata, M., Gómez, M., & Ríos, J. (2018). Pruebas a aplicaciones web: Avances y retos. *Lámpsakos*, 21, 39-50. <https://doi.org/10.21501/21454086.2983>
- Viviana. (2018). *MySQL vs MongoDB: Diferencias, Ventajas y Desventajas*. Guiadev. <https://guiadev.com/mysql-vs-mongodb/>
- WHO. (2021a). *Background document on the Bharat Biotech BBV152 COVAXIN® (COVID-19) vaccine*. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-2019-nCoV-vaccines-SAGE-recommendation-bbv152-covaxin-background>

- WHO. (2021b). *La vacuna Sinopharm Covid-19: Lo que necesita saber*.
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/the-sinopharm-covid-19-vaccine-what-you-need-to-know>
- WHO. (2021c). *WHO Coronavirus (COVID-19). Visión General*.
<https://covid19.who.int>
- WHO. (2022). *Panel de control de coronavirus (COVID-19) de la OMS. Tabla de datos*. <https://covid19.who.int/table?tableDay=yesterday>
- Wilder-Smith, A., & Freedman, D. O. (2020). Isolation, quarantine, social distancing and community containment: Pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *Journal of Travel Medicine*, 27(2). <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa020>
- Wu, Z., & McGoogan, J. M. (2020). Características y lecciones importantes del brote de enfermedad de coronavirus 2019 (COVID-19) en China Resumen de un informe de 72 314 casos del Centro Chino para el Control y la Prevención de Enfermedades. *JAMA*, 323(13), 1239-1242. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>

ANEXOS

Anexo 1.
Manual de usuario

**Manual de usuario del Sistema para el
monitoreo y trazabilidad del proceso de
vacunación contra la Covid-19 de los
estudiantes de la UCSG**

Sistema móvil

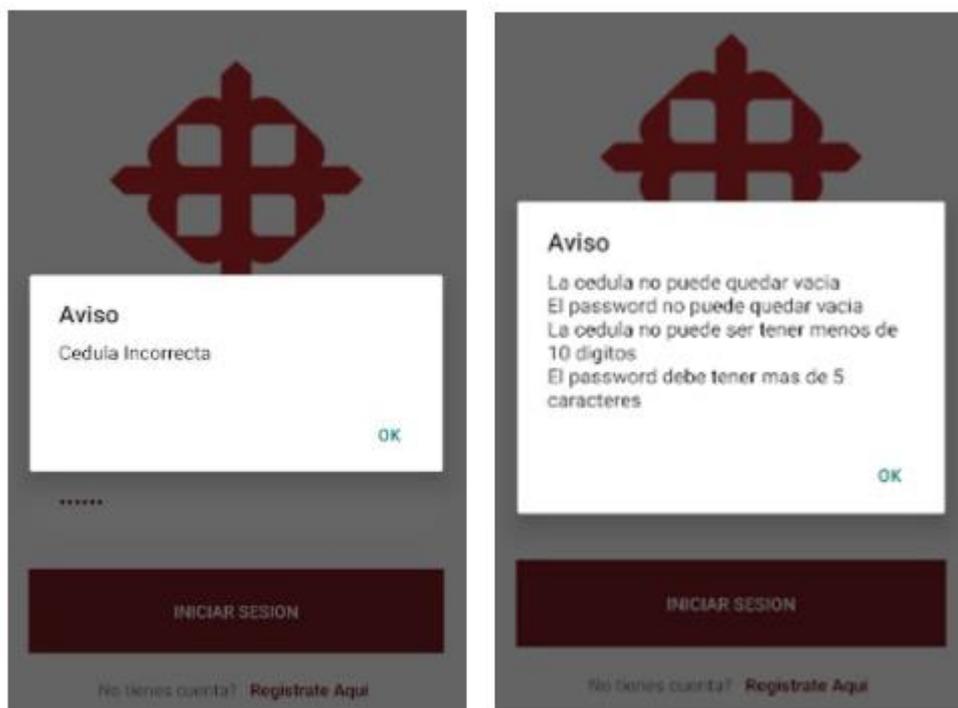
La primera interacción con el sistema móvil presenta el nombre de la UCSG, para luego pasar a la siguiente pantalla en donde se crea una cuenta en la aplicación con el número de cédula y una contraseña.



Una vez creada la cuenta, se registra el usuario con su nombre, fecha de nacimiento, correo, cédula y contraseña.



Si la cédula es incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error y se especifica cuáles son los parámetros para el registro de la contraseña y la cédula.



Una vez que se ingresa al sistema, se accede al menú, en donde se visualizan los módulos Mi certificado, Histórico, Mi cuenta, Cuestionario, Escanear, Salir.



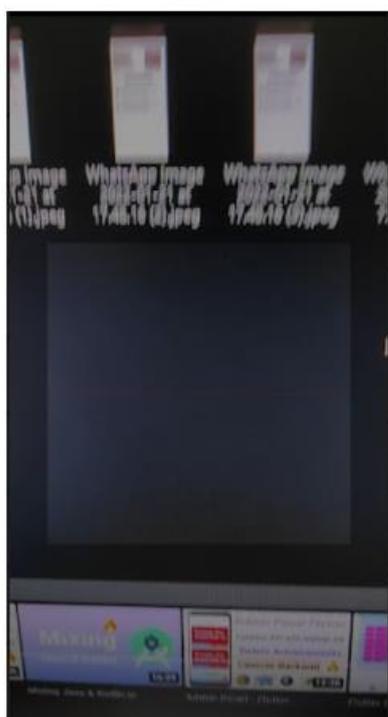
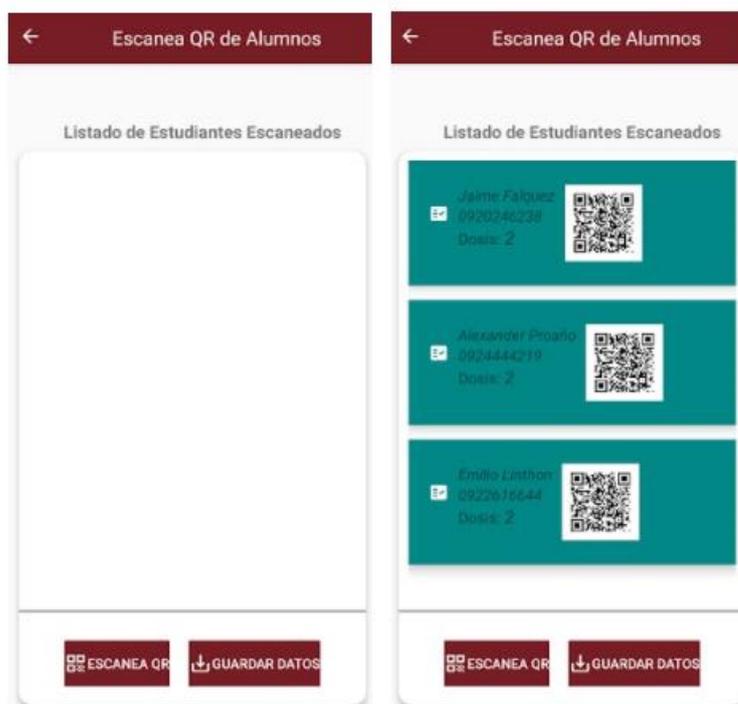
En la opción Mi certificado se accede a los datos del vacunado, el nombre, cédula, correo, código QR y detalles de la vacunación.



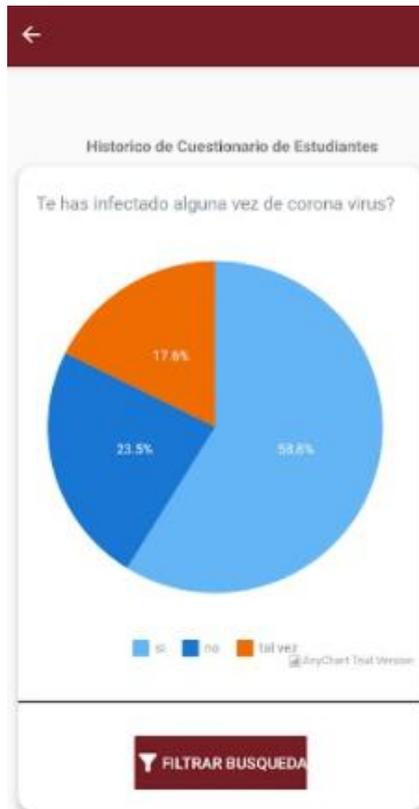
En la opción Mi cuenta se puede actualizar los datos del estudiante.



En la opción Escanear, se procede al escaneo de los QR de los estudiantes, en el botón Escanear QR. Los códigos escaneados se presentan en la ventana y se guardan los datos (escaneo masivo).



En la opción Histórico, se consultan los resultados del cuestionario aplicado a los estudiantes y se presentan estadísticas.



En la opción Cuestionario se muestran las preguntas que los estudiantes deben responder sobre posibles contagios de la Covid-19 antes o después de la vacunación. Se guardan los datos.

← Cuestionario

Te has infectado alguna vez de corona virus?

SELECCIONE

Sabe en que fecha ud, ha sido contagiado?

Te has infectado de corona virus antes de la dosis 1?

SELECCIONE

Sabe en que fecha ud, ha sido contagiado?

se ha puesto la dosis 1?

SELECCIONE

Sabe en que fecha ud, ha sido contagiado?

← Cuestionario

se ha puesto la dosis 2?

SELECCIONE

Sabe en que fecha ud, ha sido contagiado?

Se ha infectado despues de la dosis 2?

SELECCIONE

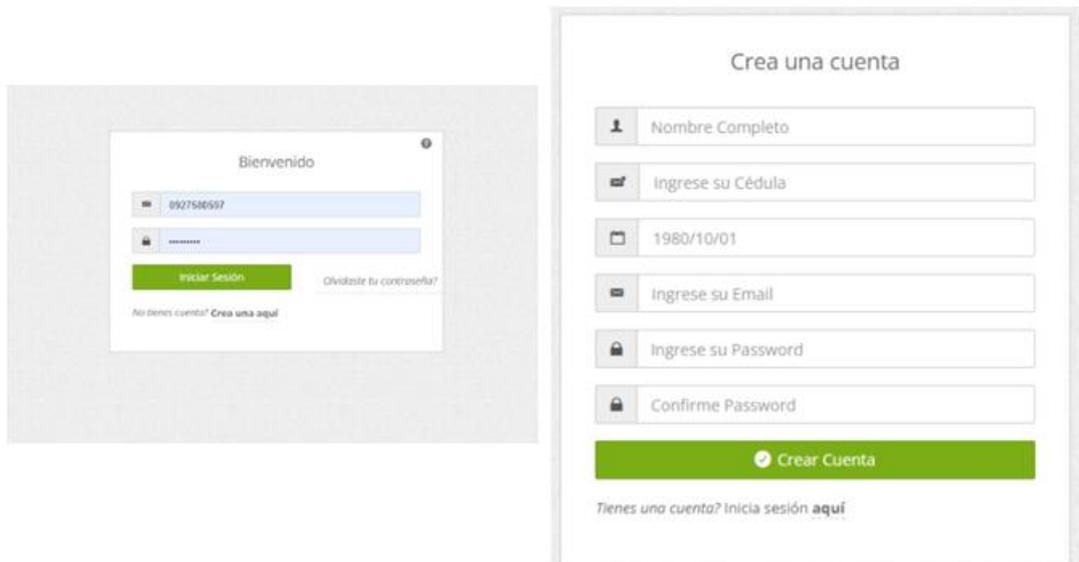
Sabe en que fecha ud, ha sido contagiado?

ENVIAR

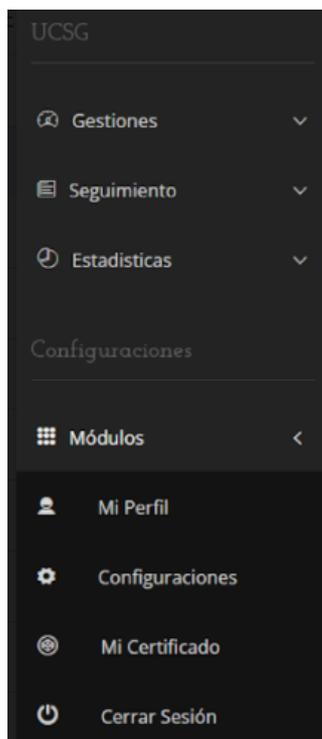


Sistema web

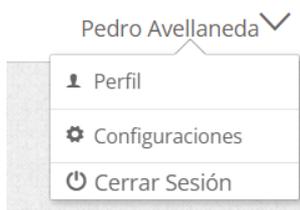
Se ingresa al sistema mediante usuario y contraseña. Si no se tiene una, se la crea.



En la siguiente pantalla se aprecia el menú de opciones: gestiones, seguimiento, estadísticas y los módulos de Mi perfil, configuraciones, mi certificado, cerrar sesión.



En la parte extrema derecha de la pantalla se visualiza el usuario que ha accedido al sistema, y se despliega un menú, en donde se muestran las opciones de perfil, configuraciones y cerrar sesión.



En la opción Mi perfil se puede realizar la actualización de los datos de los usuarios: nombre, cédula, fecha de nacimiento, rol (administrador, docente o estudiante), facultad, carrera, correo, contraseña. Una vez realizados los cambios, se guardan.

Actualización de datos

Home / Mi Perfil / Usuario: Pedro Avellaneda

Perfil
Configuraciones
Cerrar Sesión

Actualización del Usuario

Nombre : Pedro Avellaneda

Cédula: 0927580597

Fecha de nacimiento: 1990-06-27 00:00:00

Rol : Administrador

Facultad : Ingeniería

Carrera : Ing. en sistemas computacional

Su Email : pedro.avellaneda@cu.ucsg.edu.ec

Password : Actualice su Password

Guardar Cambios

En configuraciones, el administrador puede crear la cantidad de dosis en el sistema y una descripción. Se guardan los cambios.

UCSG

Gestiones
Seguimiento
Estadísticas
Configuraciones
Módulos

Configuraciones de Administrador

Home / Configuraciones / Parámetros

Datos Guardados!

Modificación de configuraciones generales del sistema

Información General

Descripción: dosis mínimas aplicadas para todos los estudiantes de la UCSG

Dosis Mínima: 2

Guardar

Pedro Avellaneda

El módulo de Gestión se lo utiliza para la creación de la carrera. Se selecciona la facultad, se ingresa la carrera y su descripción.

UCSG

Gestiones
Seguimiento
Estadísticas
Configuraciones
Módulos

Módulo de Gestión

Home / Lista de Carreras / Opción de Carrera

Crear Una Carrera

Información General

Facultad: Seleccione una Facultad

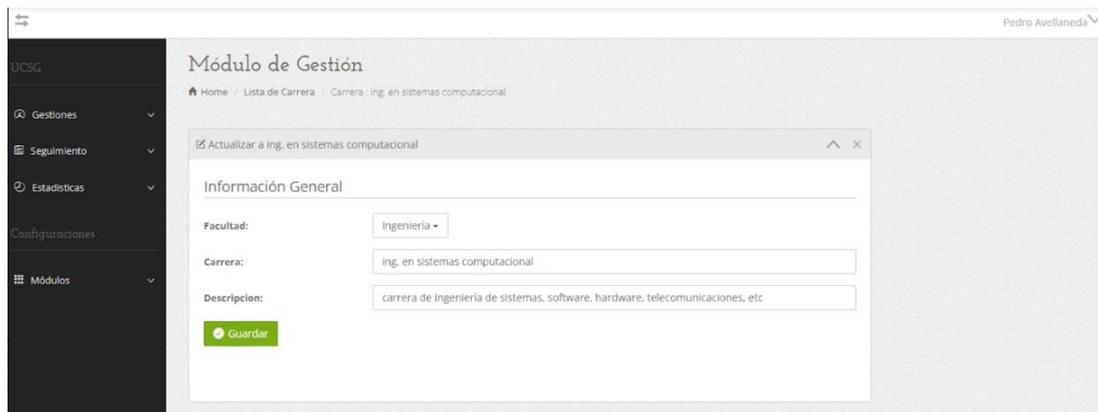
Carrera: Ingrese la carrera

Descripción: Ingrese una descripción de esa carrera

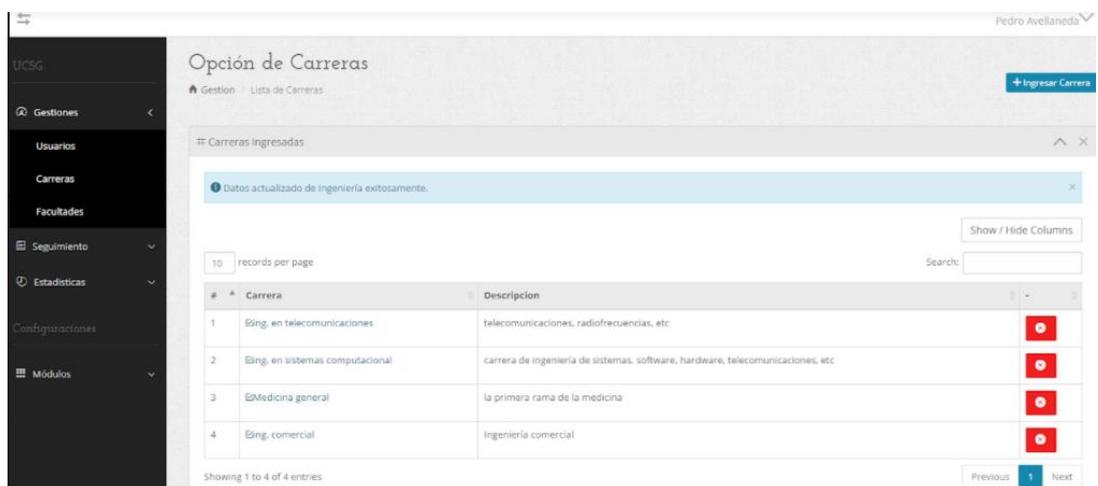
Guardar

Pedro Avellaneda

Una vez creada la carrera y su descripción, se guardan los cambios.

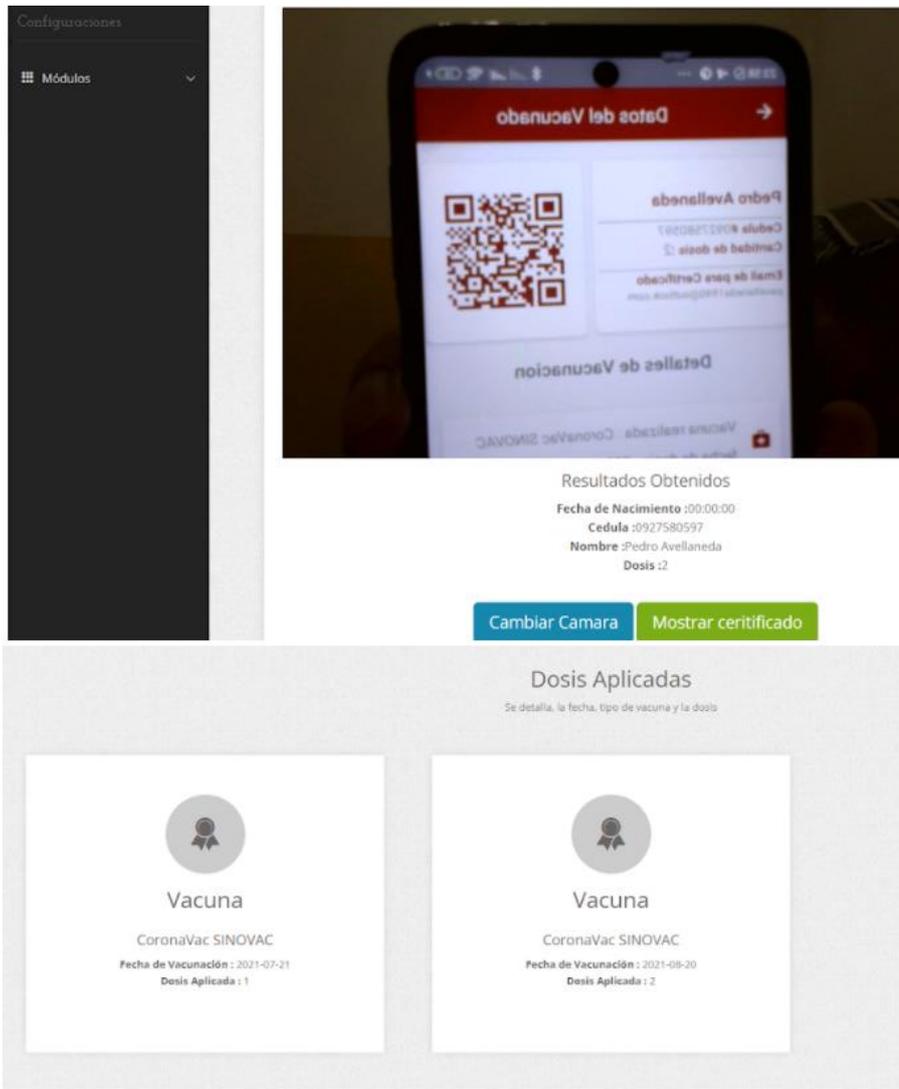


Se pueden realizar modificaciones en la opción de carreras. Se despliega el listado de todas las carreras ingresadas. Se edita la información y se guardan los cambios.

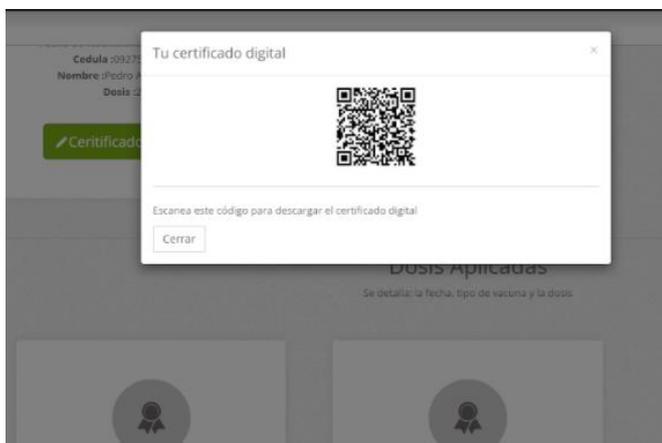


La opción de Seguimiento contiene Certificado y Cuestionario.

En Certificado, se escanea el QR en la cámara y se muestra. El resultado es la información de cantidad de dosis aplicadas



Además, se muestra el código QR.



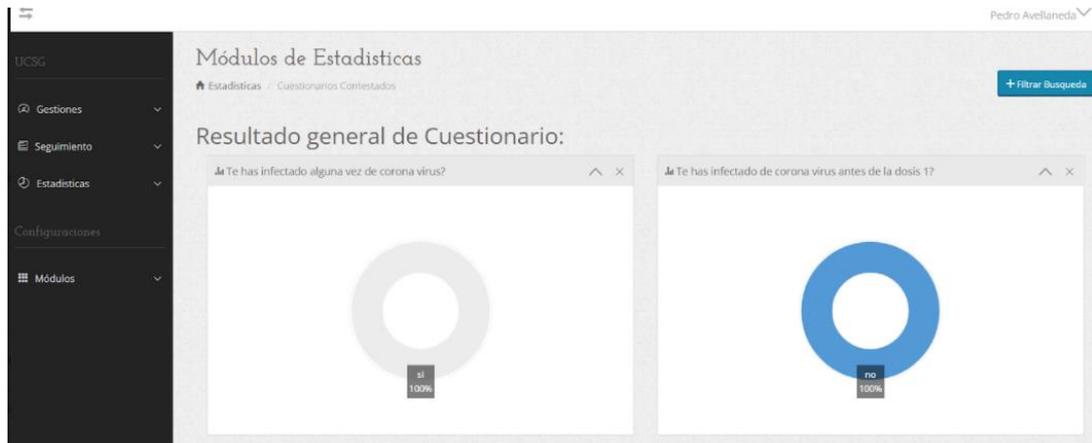
Se visualiza el certificado digital del estudiante para su descarga.



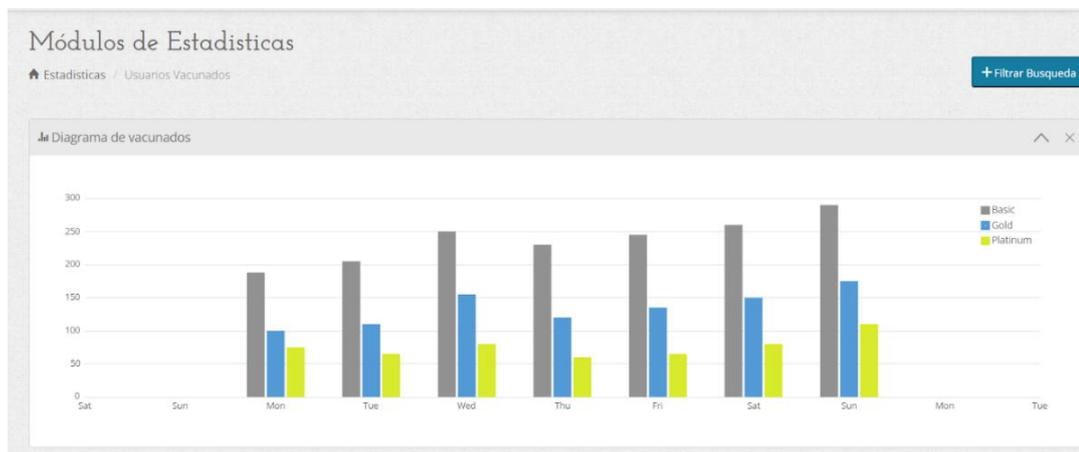
En cuestionario, se crea el cuestionario y el estudiante deberá llenarlo con respuestas relacionadas a posibles contagios y cantidad de dosis recibidas.



El módulo de estadísticas muestra los resultados generados por los cuestionarios.



Además, se pueden visualizar los datos del cuestionario mediante diagrama de barras.



Se puede realizar una búsqueda mediante filtros por parámetros. Se ingresa la facultad y la carrera y se filtra la información. También se puede filtrar por administrador, facultad, carrera y fecha.

The screenshot shows a 'Filtrar por Parámetros' dialog box with the following fields: 'Facultad:' with a dropdown menu showing 'Ingeniería', and 'Carrera:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una carrera'. There are 'Filtrar' and 'Cerrar' buttons at the bottom.

The screenshot shows a 'Filtrar por Parámetros' dialog box with the following fields: 'Administrador:' with a dropdown menu showing 'Seleccione un Administrador', 'Facultad:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una Facultad', 'Carrera:' with a dropdown menu showing 'Seleccione una carrera', and 'Fecha:' with a text input field showing 'AAAA/MM/DD'. There are 'Filtrar' and 'Cerrar' buttons at the bottom.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Avellaneda Márquez Pedro Fernando**, con C.C: # 0927580597 autor/a del trabajo de integración curricular: **Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de marzo del 2022



Nombre: **Avellaneda Márquez Pedro Fernando**

C.C: 0927580597

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Sistema para el monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación contra la Covid-19 de los estudiantes de la UCSG		
AUTOR(ES)	Avellaneda Márquez Pedro Fernando		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. González Soriano Franklin Javier, Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería en Sistemas Computacionales		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Sistemas Computacionales		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de marzo del 2022	No. PÁGINAS:	96
AREAS TEMATICAS:	Certificados digitales, QR, aplicaciones para android		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Covid-19, vacunación, sistema web, sistema móvil, arquitectura de aplicaciones.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La emergencia sanitaria mundial de la Covid-19 obligó a los gobiernos a tomar medidas urgentes para tratar de reducir la incidencia de los contagios. Esto motivó al cierre de empresas y establecimientos educativos, pasando tanto trabajadores como estudiantes a realizar sus labores desde plataformas virtuales desde sus casas. Con las políticas de vacunación implementadas y la adaptación de los individuos a las nuevas condiciones de realización de actividades, el gobierno prevé un retorno progresivo a clases presenciales, por lo que, para la UCSG, es conveniente disponer de una herramienta para monitoreo y trazabilidad del proceso de vacunación de los estudiantes. Para esto se pretende desarrollar e implementar un sistema informático web y móvil para el registro de los estudiantes vacunados mediante código QR. Se utilizó la investigación descriptiva, el enfoque metodológico cualitativo y la entrevista a funcionarios de la UCSG como técnica de recolección de información. Los resultados de la entrevista determinaron que la herramienta se puede convertir en un instrumento de mucha utilidad para determinar la cantidad de estudiantes vacunados para considerar el retorno progresivo a clases en las distintas facultades. Se recomienda extender el ámbito del monitoreo a toda la población universitaria para un mejor control del proceso de vacunación.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0968537848	E-mail: pedro.avellaneda@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Toala Quimí, Edison José		
	Teléfono: +593-9990-976776		
	E-mail: edison.toala@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACION:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			