



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



MAPA COVID-19 PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN
ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL ALTIPLANO 2022

TESIS

PRESENTADA POR:

BILL JHERSON TTIMPO HUAHUATICO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MAPA COVID-19 PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO 2022

AUTOR

BILL JHERSON TTIMPO HUAHUATICO



Firmado digitalmente por COYLA
IDME Elmer FAU 20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.07.2023 19:57:15 -05:00

V°B°

RECUESTO DE PALABRAS

26007 Words

RECUESTO DE CARACTERES

138710 Characters

RECUESTO DE PÁGINAS

117 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.3MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 18, 2023 8:38 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 18, 2023 8:40 AM GMT-5

● 12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado

Resumen



DEDICATORIA

Este trabajo es el fruto de muchos años de esfuerzo, dedicación y sacrificio. Lo dedico con mucho cariño y gratitud a la Universidad Nacional de Altiplano, que me acogió como estudiante y me brindó una educación de calidad, de excelencia, formando mi espíritu crítico y científico.

A las personas que perdieron la vida y profesionales de la salud, que afrontaron la pandemia del COVID-19, que son un ejemplo de valentía y solidaridad para el mundo. Su memoria me inspira a seguir adelante y a contribuir con Tecnologías a la sociedad.

Y a M., Gracias por apoyarme en este camino, apoyándome y alentándome en cada etapa de este trabajo. Sin tu apoyo no sería posible este trabajo.

Bill Jherson Ttimpo Huahuatico



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor, el D.Sc. Elmer Coyla Idme, por su orientación, paciencia y confianza en mi trabajo. Sus sugerencias y enseñanzas fueron muy valiosos para mejorar la calidad de mi investigación.

También quiero agradecer a mis jurados, el M.Sc. Hugo Yosef Gómez Quispe, la D.Sc. Donia Alizandra Ruelas Acero y el Dr. Miguel Romilio Aceituno Rojo, por su tiempo y aportes para enriquecer mi trabajo.

Asimismo, agradezco al Jefe de la Oficina de responsable de vigilancia epidemiológica DIRESA Puno, el Ing. Edgar Rodríguez Torres, por facilitarme datos confiables y las sugerencias para realizar mi investigación.

No puedo dejar de agradecer a mis tíos, que siempre fueron de aporte y apoyo incondicional. Ellos me brindaron su hogar, su cariño y sus consejos en los momentos más difíciles. Les estoy eternamente agradecido.

Agradezco también a eso que llamamos creador, que hace posible la existencia de lo que somos y percibimos en este espacio tiempo. Él es el origen de todo lo que existe, el principio y el fin, la fuente de toda energía y vida.

Bill Jherson Ttimpó Huahuatico



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 19

1.2.1. Problema General..... 19

1.2.2. Problemas Específicos 19

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 20

1.3.1. Objetivo General 20

1.3.2. Objetivo Específico..... 20

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 21

1.4.1. Hipótesis general..... 21

1.4.2. Hipótesis específicas 21

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 23

2.1.1. Antecedentes Internacionales..... 23

2.1.2. Antecedentes Nacionales 26

2.2. MARCO TEÓRICO 27



2.2.1. Mapa COVID-19.....	27
2.2.1.1. Mapa de Casos.....	29
2.2.1.2. Mapa de Tasas R0	33
2.2.1.3. Curvas SIR-D	37
2.2.2. Gestión de la Información.....	41
2.2.2.1. Fiabilidad.....	44
2.2.2.2. Interactividad.....	47
2.2.2.3. Accesibilidad	48
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	49

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	54
3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO.....	54
3.3. DISEÑO, TIPO Y METODOLOGÍA.....	54
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	56
3.4.1. Población.....	56
3.4.2. Muestra.....	56
3.4.3. Muestreo.....	56
3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	57
3.6. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES UTILIZADOS	57
3.6.1. Materiales.....	57
3.6.1.1. Hardware	57
3.6.1.2. Software.....	57
3.6.1.3. Herramientas de Desarrollo	57
3.6.1.4. Servicios	58
3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	58



3.7.1. Encuesta	58
3.7.2. Instrumento	58
3.7.3. Procedimiento de recolección de datos	59
3.7.3.1. Primera etapa	59
3.7.3.2. Segunda etapa	60
3.7.3.3. Tercera etapa.....	63
3.7.4. Procesamiento y Análisis de los Resultados	63
3.7.5. Consideraciones Éticas	64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN	65
4.2. PRUEBA DE CONFIABILIDAD DE ALFA DE CRONBACH	66
4.3. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTE.....	67
4.4. ANÁLISIS GLOBAL DE LOS RESULTADOS.....	68
4.4.1. Paquete Likert como visualizador.....	68
4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	72
4.5.1. Hipótesis General.....	72
4.5.1.1. Hipótesis Nula:	73
4.5.1.2. Hipótesis de Investigación.....	73
4.5.2. Hipótesis Específica 1: Mapa de Casos	74
4.5.3. Hipótesis Específica 2: Mapa de Tasas R_0	76
4.5.4. Hipótesis Específica 3: Curvas SIR-D	77
4.6. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	78
4.6.1. Resultados de la Variable Gestión de la Información.....	78
4.6.2. Resultados de la dimensión 1: Mapa de Casos	79
4.6.3. Resultados de la dimensión 2: Mapa de Tasas R_0	80
4.6.4. Resultados de la dimensión 3: Curva SIR-D	81



4.6.5. Análisis Comparativo de percepción de las 3 dimensiones	82
4.7. DISCUSIÓN	83
4.7.1. Discusión del Objetivo General	83
4.7.2. Discusión del Objetivo Específico 1	84
4.7.3. Discusión del Objetivo Específico 2	85
4.7.4. Discusión del Objetivo Específico 3	85
4.7.5. Juicio crítico	86
4.7.6. Limitaciones	86
4.7.7. Implicancias	87
V. CONCLUSIONES.....	88
VI. RECOMENDACIONES	89
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	95

Área : Ingeniería de Software, Bases de Datos e Inteligencia de Negocios

Tema : Mapa COVID-19 y Gestión de la Información

FECHA DE SUSTENTACIÓN: Viernes 21 de Julio del 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa sobre la procedencia de la Peste en Europa en 1649	28
Figura 2: Dashboard COVID-19 del Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE)	29
Figura 3: Mapa coroplético de España	30
Figura 4: Paleta de colores	31
Figura 5: Mapa de calor de la ciudad de Puno	32
Figura 6: Mapa Anamórfico de Río de Janeiro de casos COVID-19.....	33
Figura 7: Funcionamiento de la Tasa de Reproducción R_0	33
Figura 8: Estimador de tasa de transmisión de COVID-19 en Puno generado por el Framework de Harvard Analytics	35
Figura 9: Mapa de tasa de reproducción de COVID-19 de distritos de Puno 2020 - 2021	37
Figura 10: Etapas del Modelo SIR-D	38
Figura 11: Curvas SIR en Geogebra.....	40
Figura 12: Modelo Ciclo de la Gestión de Información según Butcher y Rowley	43
Figura 13: Diagrama de Caja y Bigotes por Dimensión.....	67
Figura 14: Visualización de Ítems general con el paquete Likert de R.....	69
Figura 15: Visualización de ítems por Dimensión con el paquete Likert	70
Figura 16: Prueba Z General	74
Figura 17: Prueba Z de la Dimensión: Mapa de Casos	75
Figura 18: Prueba Z Dimensión: Mapa de Tasas R_0	76
Figura 19: Prueba Z Dimensión: Curvas SIR-D.....	77
Figura 20: Resultados Generales de la Gestión de Información del Mapa COVID-19	78
Figura 21: Resultados de la dimensión Mapa de Casos	79
Figura 22: Resultados de la dimensión Mapa de Tasas R_0	80
Figura 23: Resultados de la dimensión Curvas SIR-D.....	81
Figura 24: Resultados del Análisis Comparativo de las 3 dimensiones	82
Figura 25: Sprint 1 de Mapa de casos	110
Figura 26: Sprint 2 de Mapa de Tasas R_0	111
Figura 27: Sprint 3 de Curvas SIR-D	111
Figura 28: Dibujo o bocetoo inicial de la Plataforma Mapa COVID-19 Puno.	112
Figura 29: Plataforma Mapa COVID-19 implementado	114
Figura 30: Curva de Infección de SIR-D compaarda con casos de infectados reales en Puno 2020 - 2021	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tasas epidemiológicas del Modelo SIR-D	40
Tabla 2: Resultados Generales.....	68
Tabla 3: Matriz de consistencia y Operacionalización de variables	95
Tabla 4: Escala de valores para determinar la confiabilidad	97
Tabla 5: Confiabilidad del instrumento – Alfa de Cronbach.....	97
Tabla 6: Historia de usuario de estudiantes: Nuevos casos	103
Tabla 7: Historia de usuario de estudiantes: Casos activos	104
Tabla 8: Historia de usuario de estudiantes: Nuevos fallecidos	104
Tabla 9: Historia de usuario de estudiantes: Conteo de fallecidos	105
Tabla 10: Historia de usuario de estudiantes: Barra de fechas en Mapa de casos.....	105
Tabla 11: Historia de usuario de estudiantes: Tasa de reproducción R0.....	106
Tabla 12: Historia de usuario de estudiantes: Barra de fechas en Mapa de Tasas R0.	106
Tabla 13: Historia de usuario de estudiantes: Conectar fechas en todos los mapas	107
Tabla 14: Historia de usuario de estudiantes: Casos por provincias en SIR-D	107
Tabla 15: Historia de usuario: Una barra para la tasa de infección en SIR-D.....	108
Tabla 16: Historia de usuario: Una barra para la tasa de recuperación en SIR-D.....	108
Tabla 17: Historia de usuario: Una barra para la tasa de fallecidos en SIR-D	109
Tabla 18: Historia de usuario: Fácil difusión	109



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia y operacionalización de variables.....	95
Anexo 2: Ficha Técnica del Instrumento	96
Anexo 3: Resultados de la Confiabilidad.....	97
Anexo 4: Instrumento de Investigación.....	98
Anexo 5: Base de datos Experimental con Información de un solo Grupo	100
Anexo 6: Baremo Experimental.....	101
Anexo 7: Diagrama del proceso Ágil de la Metodología SCRUM.....	102
Anexo 8: Desarrollo de la metodología SCRUM.....	103
Anexo 9: Gráficos de quemado de SCRUM - Burnchart.....	110
Anexo 10: Dibujo inicial de la Plataforma.....	112
Anexo 11: Vistas de la Plataforma Mapa COVID-19 Puno.....	114



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ARN	Ácido Ribonucleico
EPIS	Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas
GI	Gestión de la Información
SIR-D	Susceptibles, Infectados, Recuperados – Fallecidos (Deceased)
UNAP	Universidad Nacional del Altiplano
NN	Red Neuronal
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
RR	Tasa de replicación de una enfermedad infecciosa
RoR	Tasa de propagación de una enfermedad infecciosa
UCI	Unidad de cuidados intensivos



RESUMEN

Las enfermedades infecciosas pandémicas o epidémicas han sido objeto de estudio debido a su impacto histórico en la humanidad y su amenaza para nuestra supervivencia. El COVID-19 ha evidenciado la vulnerabilidad humana y ha generado desinformación debido a la falta de comprensión de su comportamiento pandémico. El estudio tuvo por objetivo mejorar la gestión de información con el apoyo de una plataforma COVID-19 en el departamento de Puno con datos reales de los casos del 2020. El método utilizado fue cuantitativo, de diseño preexperimental de una salida, de corte transversal, de tipo hipotético deductivo. La población fue de 659 estudiantes matriculados del 2022-II de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Altiplano, Puno. Se tomó una muestra de 33 estudiantes del noveno semestre, siendo esta de muestreo no probabilístico por conveniencia. La técnica fue la entrevista, el instrumento que se usó fue la encuesta denominada “*Cuestionario de Medición de Gestión de la Información de una Enfermedad Infecciosa (COVID-19)*” que tiene un alfa de Cronbach de 0.84. Para el desarrollo de la plataforma *Mapa COVID-19* se usó la metodología de software ágil SCRUM. Este tablero de control está disponible en: https://bills-el-destroyer.shinyapps.io/mapa_covid/. El estudio concluyó que existe mejora de la Gestión de Información del COVID-19, gracias a la implementación de la plataforma. Resultando con un 81.82% como mejora alta, seguido de nivel medio de 18.18% y ninguno evaluó como nivel bajo. Asimismo, se concluyó que la mejora fue en las 3 dimensiones: Mapa de casos, Mapa de Tasas R0 y Curvas SIR-D. Además, que el Z calculado de 3.97 superó al valor Z crítica de 1.645, demostrando que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el Mapa COVID-19 mejoró la gestión de información.

Palabras Clave: COVID-19, SIR-D, Plataforma COVID-19, Gestión de la Información, Mapa cloropétrico, Puno, Tasa de reproducción R0.



ABSTRACT

Pandemic or epidemic infectious diseases have been the subject of study due to their historical impact on humanity and their threat to our survival. COVID-19 has evidenced human vulnerability and has generated misinformation due to the lack of understanding of its pandemic behavior. The present research aimed to improve information management with the support of a COVID-19 platform in the department of Puno with real data from 2020 cases. The method used was a quantitative, one-way, cross-sectional, hypothetical-deductive, pre-experimental design. The population was 659 students enrolled in 2022-II of the Professional School of Systems Engineering of the Universidad Nacional de Altiplano, Puno. A sample of 33 students of the ninth semester was taken, this being a non-probabilistic sample by convenience. The technique was the interview, the instrument used was the survey called "Questionnaire of Measurement of Information Management of an Infectious Disease (COVID-19)" which was evaluated resulting in a Cronbach's alpha of 0.84. For the development of the Map COVID-19 platform, the SCRUM agile software methodology was used, which is available at: https://bills-el-destructor.shinyapps.io/mapa_covid/. The study concluded that there is improvement in COVID-19 Information Management, thanks to the implementation of the platform in a high way. Resulting with 81.82% as high improvement, followed by medium level of 18.18% and none evaluated as low level. Likewise, it was concluded that the improvement was in the 3 dimensions: Case Map, R0 Rate Map and SIR-D Curves. In addition, the calculated Z of 3.97 exceeded the critical Z value of 1.645, demonstrating that there is sufficient statistical evidence to affirm that the COVID-19 Map improved information management.

Key words: COVID-19, SIR-D, COVID-19 Platform, Information Management, Chloropetric map, Puno, Reproduction rate R0.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Organización Panamericana de la Salud ha señalado que el COVID-19 ha desencadenado dos pandemias paralelas: una biológica, en referencia a la propagación del virus en sí, y otra de desinformación. Estas teorías negacionistas han contribuido a difundir información errónea y engañosa sobre la existencia, la gravedad y las medidas de prevención del COVID-19 [1]. Demostrando que realmente no se comprendía cual era el comportamiento de esta enfermedad en base a modelos epidemiológico y la información que se emitía no tenía sustento en tiempo real por lo que las personas tenían distintos puntos de vista. Es ahí que la gestión de la información toma un papel imprescindible sobre el comportamiento del COVID-19?

En el primer capítulo I, titulado "Introducción", se presenta el contexto y el estado actual de investigación, incluyendo las respectivas preguntas de investigación, objetivos e hipótesis. En el segundo capítulo II, "Revisión Literaria", se exponen los antecedentes internacionales, estudios científicos relacionados con el tema y también investigaciones a nivel nacional. Además, se abordan las bases teóricas de los Mapas COVID-19, como el conteo de casos, las tasas de reproducción R_0 y las Curvas SIR-D, así como la Gestión de Información según distintos autores. Se destaca la relación existente entre los mapas COVID-19 y la Gestión de Información. Asimismo, se presenta el marco conceptual donde se explican conceptos complejos relacionados al tema. El capítulo III, titulado "Metodología", se dedica a explicar el tipo, diseño y metodología utilizada en el estudio. Se describen la población y muestra, el instrumento y su validez. También se explica el procedimiento, procesamiento y análisis de los datos. En el capítulo IV, denominado "Resultados", se presentan los resultados obtenidos de la muestra en forma de gráficos de



frecuencia, así como el uso de otras representaciones gráficas que facilitan la comprensión de los resultados. Se resuelven las hipótesis generales y específicas utilizando técnicas estadísticas para afirmar las hipótesis planteadas. Además, se comparan y discuten los resultados con otros estudios similares, se analizan las concordancias y discrepancias encontradas, se realiza un juicio crítico y se abordan las limitaciones e implicancias del estudio. En el capítulo V, "Conclusiones", se presentan las conclusiones obtenidas, respondiendo tanto al objetivo general como a los objetivos específicos planteados. A continuación, en el capítulo de "Recomendaciones", se ofrecen sugerencias para futuras investigaciones relacionadas con el tema. Finalmente se incluye el apartado de "Referencias Bibliográficas", donde se ha respetado el formato requerido por la Universidad utilizando el estilo IEEE, propio de las carreras de Ingeniería.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El COVID-19 ha revelado la vulnerabilidad de la humanidad y ha planteado interrogantes acerca de nuestra supervivencia. Los primeros casos de COVID-19 surgieron en la ciudad de Wuhan, ubicada en la provincia de Hubei, China. Supuestamente transmitidos a través de un murciélago y un animal intermediario hasta llegar al primer caso humano. En medio de conflictos geopolíticos, no se puede descartar la posibilidad de que se haya utilizado como arma biológica. Independientemente de si el COVID-19 fue o no un arma, es inevitable anticipar futuras enfermedades de carácter pandémico. La historia de la humanidad está marcada por diversas enfermedades como la peste bubónica, la gripe española, entre otras. El peligro reside en el alto grado de interconexión que experimenta la sociedad en virtud de la globalización y el transporte aéreo y fluvial ha facilitado la propagación de esta enfermedad incluso a lugares remotos de nuestro planeta. Además, la tasa de contagio del COVID-19 es significativamente alta, con un rango estimado entre 2 y 3, lo que implica que cada infectado puede contagiar a 2



o 3 personas diariamente. En comparación, la tasa de contagio de la gripe española fue de aproximadamente 1.8 [2], como también el corto tiempo de incubación y la presencia de casos asintomáticos.

De acuerdo con el Ministerio de Salud, el primer caso reportado de COVID-19 en Perú tuvo lugar el 6 de marzo de 2020. Este primer caso fue identificado en un joven de 25 años llegado de Europa. [3]. En tanto que el país destinó una cifra aproximada de 54,703 millones de soles en la implementación de medidas para mitigar los efectos de la crisis. Estos fondos fueron asignados a diversas acciones y programas destinados a proteger la salud de la población y respaldar la economía nacional. En este contexto, se emitieron numerosas normativas estatales, como decretos supremos y decretos de urgencia, los cuales fueron publicados oficialmente en la página web del Ministerio de Economía y Finanzas [4]. Estas disposiciones legales tenían como objetivo establecer las pautas y lineamientos necesarios para hacer frente a la emergencia y asegurar una respuesta efectiva por parte del Estado.

Puno no fue la excepción teniendo como su primer caso el de una turista llegada de México el 02 de abril. Lamentablemente, la turista no informó a las autoridades sobre sus sospechas de tener COVID-19 en ese momento [5]. Sin olvidar el caso de ChoiChun, quien fue encontrado fallecido por COVID-19 mediante una prueba rápida el 03 de abril, tan solo un día después del primer caso registrado, lo que indicaba que el virus ya estaba presente silenciosamente 2 semanas antes aproximadamente en la región de Puno. A medida que las políticas de control se implementaban, las personas se mantenían alerta y buscaban información en tiempo real sobre la situación. La necesidad de estar informados llevó a un aumento significativo en la demanda de noticias y actualizaciones del COVID-19.



La situación llegó a un punto crítico a mediados de julio de 2020, ya que los hospitales estaban colapsados y el personal de salud enfrentaba una situación cada vez más difícil, con pérdidas de vidas diarias. Las funerarias se encontraban abrumadas, atendiendo clientes al diario. En tanto que en China, se implementó un sistema de información en tiempo real llamado "*Sistema de Respuesta Rápida*" utilizando la aplicación Alipay. Este sistema permitía rastrear los casos positivos mediante el escaneo de códigos QR de Salud en lugares públicos de riesgo, brindando información en tiempo real sobre la situación de salud de la población, reduciendo significativamente los casos activos de COVID-19 [6].

Entendemos que el tiempo es crucial para comprender y analizar los datos del COVID-19. Dado que la enfermedad cambia constantemente, es necesario tener información en tiempo real para tomar decisiones informadas y adaptarse a las circunstancias cambiantes. La confianza en la información, las políticas gubernamentales y las tecnologías también influyen en la propagación del virus. No solo la cantidad de casos, sino también la tasa de reproducción y otros parámetros son importantes para comprender completamente el comportamiento del virus. Por lo tanto, el análisis debe ser dinámico y adaptarse a la situación.

Por otro lado, los estudiantes de Ingeniería de Sistemas que por su condición de futuros profesionales tecnológicos advirtieron de bajos conocimientos en modelos epidemiológicos matemáticos. La importancia de los modelos epidemiológicos y la necesidad de evaluar sistemas tecnológicos según su fiabilidad de datos, la interacción del sistema y su fácil divulgación por medios electrónicos se determinó a los chicos del noveno semestre por su formación en sistemas para la evaluación de esta Plataforma. Como futuros ingenieros, es crucial que desarrollen su gestión de información para



abordar desafíos en el manejo de datos y sistemas tecnológicos en materia de salud pública.

En este contexto, surge la idea de desarrollar un Mapa COVID-19 en tiempo real que permitiera visualizar geoespacialmente la distribución de casos de COVID-19 por distritos y/o provincias, las tasas de reproducción T_0 que reflejan el crecimiento exponencial de casos a corto plazo. Esto con el objetivo gestionar la información para tomar medidas más estrictas de confinamiento y aquellas que podrían ser liberadas gradualmente, basándose modelos matemáticos epidemiológicos. Esto para mejorar la gestión de información de enfermedades infecciosas como lo fue el COVID-19 y de contribuir con soluciones tecnológicas en momentos críticos como lo que se vivió durante la pandemia. Es en tal sentido que para desarrollar esta investigación se plantea medidas para mejorar la gestión de la información respecto al COVID-19 y plantemos las siguientes interrogantes:

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema General

- ¿La implementación del Mapa de COVID-19 mejorará la Gestión de información de COVID-19 en los estudiantes del IX ciclo del año académico 2022-II de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿La implementación del Mapa de Casos mejorará la Gestión de Información de COVID-19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú?



- ¿La implementación del Mapa de Tasas R_0 mejorará la Gestión de Información de COVID-19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú?
- ¿La implementación de las Curvas SIR-D mejorará la Gestión de Información de COVID-19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

- Determinar que el Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

1.3.2. Objetivo Específico

- Probar si el Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Demostrar si el Mapa de Tasas R_0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Comprobar si las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela



profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano
Puno, Perú

1.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Hipótesis general

H_a: La implementación del Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H₀: La implementación del Mapa de Covid19 no mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

1.4.2. Hipótesis específicas

H_a: La implementación del Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H₀: La implementación del Mapa de Casos no mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H_a: La implementación del Mapa de Tasas R0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la



escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H₀: La implementación del Mapa de Tasas R0 no mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H_a: La implementación de las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.

H₀: La implementación de las Curvas SIR-D no mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de IX ciclo del año académico 2022-II de la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Salehi y otros autores en enero del 2021, en su artículo científico en inglés publicado en la Universidad de Neyshabur de Irán, con el nombre "A *Synergetic R-Shiny Portal for modeling and Tracking of Covid19 Data*", donde realizaron un panel interactivo, en el que incluían mapas de casos confirmados, fallecidos y recuperados de COVID-19 en el siguiente enlace web (<https://mahdisalehi.shinyapps.io/Covid19Dashboard>) que se puso a disposición al público en abril del 2020, con el objetivo de ilustrar diferentes indicadores y Mapas de casos. En el artículo se concluyó que, gracias al uso de modelos de crecimiento dinámico y el índice de crecimiento de Morán, proporcionan un modelo estadístico significativo para obtener resultados futuros predictibles y que el tablero de control no solamente debería de ser de interés médico, sino también de interés del público general y medios de comunicación [7]. El artículo guarda una estrecha relación con el presente estudio, porque rescata los mapas de casos confirmados, fallecidos y recuperados, los mismos que pueden compararse con el mapa de casos de este estudio. Asimismo, se puede evidenciar que el portal mejoraría la Gestión de Información, además de, usar el mismo lenguaje de programación para su desarrollo con este estudio.

Caspi y otros autores en mayo de 2020 en Israel, en su artículo científico en inglés "Heat Maps for Surveillance and Prevention of Covid19 Spread in Nursing Homes and Assisted Living Facilities" publicado en la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU. en colaboración de varias entidades como la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Fuerzas del



Cuerpo Médico, el Ministerio de Salud y el Instituto de investigación clínica de Rambam. Realizaron un mapa de calor interactivo en tiempo real en el siguiente enlace (<https://covid19maps.org>) con el objetivo de prevenir y actuar sobre los brotes de COVID-19 en los asilos de ancianos y centros de vida asistida, quienes eran los más afectados en muerte por COVID-19. Permitiendo así a los legisladores tomar decisiones con bases informadas. El tablero de control es interactivo y en tiempo real, además contiene métricas como la Tasa de replicación (RR) y la Tasa de propagación (RoS). Como resultado obtuvieron que el tablero de control logró mostrar en color rojo si existió un caso positivo en los últimos n días. El artículo concluye que es necesario centrarse en evaluar la eficacia y tecnologías referente a dar información de enfermedades infecciosas, es este caso el COVID-19. Asimismo, que la telemedicina ha sido de gran ayuda en la pandemia para pacientes con enfermedades crónicas [8]. Este artículo guarda relación con este trabajo porque su mapa de calor es interactivo donde se puede seleccionar la fecha y, además, muestra los casos infectados y las Tasas de propagación como lo tiene este trabajo. Asimismo, se menciona que el mapa ayudaría a mejorar la Gestión de Información a los legisladores del COVID-19, con lo que se fortalece la hipótesis de que un mapa interactivo ayudaría a la Gestión de la Información respecto al COVID-19.

Liu y otros autores en julio del 2020 en su artículo científico en inglés “*A Real time and Interactive Web-Based Platform for Visualizing and Analyzing*” en el siguiente enlace (<https://www.canada.ca/en/public-health/services/diseases/2019-novel-coronavirus-infection.html?topic=tilelink>) publicado en la Revista Internacional de Estadística y Probabilidad de Canadá con el apoyo de 5 Facultades de la Universidad de Western en Ontario se tuvo como objetivo hacer el seguimiento de tiempo real de desarrollo del COVID-19 con mapas y gráficos, además de pronosticar las tendencias futuras aplicando diferentes modelos predictivos estadísticos. Asimismo, emplearon el



modelo SIR (susceptibles, infectados y recuperados) y el modelo NN (red neuronal). Se uso la librería Plotly que ofrece RStudio para sus mapas y gráficos interactivos para mostrar casos de confirmados; fallecidos; recuperados; activos; hospitalizados y casos UCI con análisis estadístico a nivel de provincias. Los datos fueron recogidos de Organización Mundial de la Salud OMS, John Hopkins University y Esri de Canadá. Se logró visualizar los casos acumulados diarios, los fallecimientos y recuperados a nivel del país y por provincias, en lo que conocemos en Perú como Departamentos. Todos los casos mencionados se logró graficarlos mediante un mapa de calor COVID-19. El trabajo concluye que, el modelo SIR se basa en supuestos estrictos donde la tasa de infección debe ser constante, por lo que no logra modelar los casos como lo hace el método NN que si lo hace. Entonces, la validez del modelo pudo verse significativamente afectada si se viola. El artículo concluye que los resultados predictivos dependen en gran medida de los supuestos del modelo y que es difícil encontrar un modelo universal que logre predecir los brotes de una enfermedad infecciosa en particular. Este estudio guarda estrecha relación con el presente trabajo porque se realizó un mapa coroplético y el modelo SIR de COVID-19. Además de haberse realizado con la misma tecnología RStudio y sus librerías de ploteo como Plotly. Que, ayudará a comprobar la eficacia la eficacia en el Mapa de casos y el modelo SIR-D de este trabajo.

Gelves y Elisa en su artículo científico llamado “*Simulación del comportamiento de la COVID-19 por medio de dinámica de sistemas en Bogotá D. C.*”[9], tuvo el objetivo de simular el comportamiento del COVID-19 por medio de la dinámica de sistemas en Bogotá. Tomó como datos de contagio, y muertes durante el año. Utilizó los modelos de teóricos Kermaarck, SIC y los conceptos de dinámica de sistemas modelando en el Software Vensim. El autor concluye que a mayores casos, es porque es mayor la tasa de infección. Por el contrario sugiere que a mayor tasa de mortalidad, menor los casos



nuevos de infección. Entre otro de sus conclusiones muestra que el COVID-19 tocó un pico máximo y luego baja gradualmente.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Pino y otros en su artículo en Junio del 2020 publicaron en la revista *Selecciones Matemáticas*, Revista Científica del Departamento Académico de Matemáticas de la Universidad Nacional de Trujillo con el nombre “*Un modelo matemático SIR-D Segmentado para la Dinámica de Propagación del Coronavirus (COVID19) en el Perú*” con el objetivo de predecir la evolución de las poblaciones epidemiológicas de interés en la pandemia del COVID-19, esto en (Susceptibles [S], Infectados [I], Recuperados [R] y fallecidos [D]). Metodología: este estudio propone un modelo SIR-D segmentado en grupos de 6 de cada 2 semanas donde consiguen ajustar la tasa de infección el cual se estimó usando regresión lineal usando un modelo de Machine Learning. Muestra: Se recopilaron datos publicados de vigilancia epidemiológica que en el Ministerio de Salud que recoge y reporta diariamente. Con un total de 32 625 948 de personas según INEI. Resultados: Se consiguió gráficas las curvas teniendo cierta disparidad en las tasas de infección por lo que se recurre a una regresión Lineal para reducir el error de predicción. Se consigue contrastar los planos reales con los datos del modelo. Llegaron a la conclusión de que el modelo SIR-D es un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias de tipo no lineal que es robusta, pero presenta debilidades para la gestión de toma de decisiones a largo plazo, más no de corto plazo. Además, que permitió conocer cómo se comporta el crecimiento de las poblaciones. El Número Básico de Reproducción R permitió conocer que los cambios sufridos en el modelo en cuanto al comportamiento humano. La tendencia R es decreciente lo cual sugiere que se logrará su control o extinción del COVID-19 [10]. Este estudio nos ayudará a comparar sus resultados con los de este estudio en la dimensión Mapa SIR-D.



Garay en el 2019 presentó su tesis titulada “*Sistema de Información geográfica para la Gestión de Información de Planes Urbanos territoriales*”, y tuvo como objetivo de implementar un Sistema de Información Geográfica para la mejora de Gestión de Información de los Planos Territoriales Urbanos de la Dirección General de Políticas y Regulación en vivienda del Ministerio de Vivienda del Perú. Se planteó la hipótesis de cuanto mejoraría la gestión de información gracias a un mapa geoespacial de viviendas? Uso el método deductivo-inductivo, aplicada y de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo de corte longitudinal. La muestra que consideró son 20 profesionales del Ministerio de Vivienda. Su estudio concluye que un Sistema de Información Geográfica mejora significativamente la Gestión de Información de los Planes Urbanos Territoriales siendo está probada estadísticamente al 95% de confianza [11].

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Mapa COVID-19

El mapa es una representación gráfica del territorio que permite visualizar y comprender la distribución espacial de los elementos que lo conforman. Desde tiempos remotos, el ser humano ha utilizado los mapas como herramienta para la navegación, la planificación territorial y la toma de decisiones. En la actualidad, los mapas se han convertido en una herramienta fundamental para la gestión de información en diversos ámbitos, como el urbanismo, la geología, la ecología y la epidemiología. Su aporte en la sociedad radica en su capacidad para sintetizar grandes cantidades de información y presentarla de manera clara y accesible para cualquier persona. Además, los mapas permiten identificar patrones espaciales y establecer relaciones entre diferentes variables, lo que facilita el análisis y la toma de decisiones informadas [12].

Figura 1: Mapa sobre la procedencia de la Peste en Europa en 1649



Fuente: Patricia Galeana. Las epidemias a lo largo de la Historia[13].

Los mapas COVID-19 en la actualidad, son plataformas online que sirven para gestionar masivas cantidades de datos que en su mayoría se registran en tiempo real. Tanto producir gráficos descargables de recuentos de COVID-19 como infectados, recuperados, fallecidos, entre otros. Que el usuario puede interactuar según vea conveniente por estado, provincias, o países y ver la evolución del COVID-19 y poder tomar mejores decisiones que contrarresten el avance de la enfermedad [7].

Igualmente, los mapas COVID-19 destaca por la importancia de delimitar los trayectos diversos donde se visualiza individuos asintomáticos en relación con las trayectorias intraurbanas de este grupo. Esta información permite identificar espacios clave en el mapa que requieren medidas específicas de prevención y control, como la limpieza y desinfección. La localización precisa de los puntos de propagación en el espacio ayuda a interrumpir de manera más efectiva la cadena de contagio. Los mapas señalan los puntos concretos donde el contagio presenta mayores porcentajes de probabilidad por las propias actividades que se realizan por una fuerte concentración de individuos, como supermercados específicos, rutas buses y edificaciones. Estos puntos

estratégicos requieren un refuerzo en las medidas de desinfección y prevención, ya que son fundamentales para interrumpir la propagación del virus. Esto permite una mejor planificación y aplicación de estrategias para prevenir la propagación del virus[14].

Figura 2: *Dashboard COVID-19 del Centro de Ciencia e Ingeniería de Sistemas (CSSE)*



Fuente: Johns Hopkins University. COVID-19 Tracking Map [15].

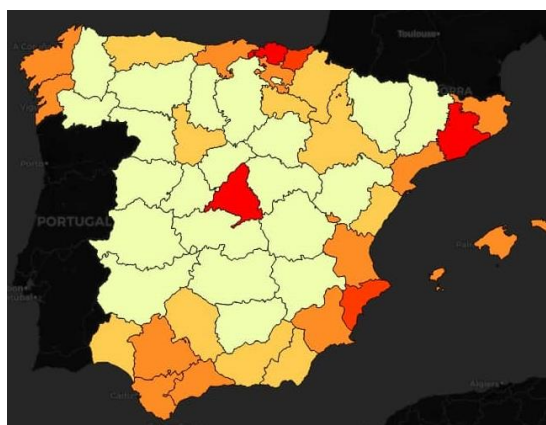
2.2.1.1. Mapa de Casos

Los mapas de casos hacen referencia a que los casos positivos pueden contarse uno a uno y determinar que en cierto espacio geoespacial existen cierta cantidad de casos de aquello que se desea contar, en este caso de casos positivos de COVID-19. Para poder mostrar en un mapa, este conteo se puede hacer de diferentes maneras tales como los mapas de coropléticos, mapas de calor, mapas anamórficos. Estos mapas pueden ser usados para diferentes fines y requieren diferentes cosas.

Mapas coropléticos: Los mapas de coropletas son una técnica cartográfica utilizada para representar la presencia de comportamientos relacionados y

discretos muy vinculados con contextos poblacionales e institucionales. En este tipo de diagramas se utilizando simbología especializada y diversa que corresponde al fenómeno en cada unidad. A diferencia de los mapas de isolíneas, en los que se asume una variación continua, en los mapas de coropletas se considera que el valor se mantiene constante dentro de cada unidad y solo varía entre unidades. Esta técnica utiliza distintas tonalidades, diagramas, simbología, isolíneas, sustentados en parámetros estadísticos, es decir se relacionan con una superficie estadística en escala, pues representa un modelo de datos tridimensional en una representación planimétrica, considerando áreas en lugar de puntos. Se visualiza la proporcionalidad entre el valor de la variable y la altura del prisma, así como la propia superficie lo que se representa con los símbolos correctos. Si se desea un mapa de coropletas se necesita capturar información para cada unidad estadística, conocido como corograma, el diseño de la simbología superficial y luego la aplicación de cada símbolo a las áreas cuyos valores se encuentren dentro de la clase representativa correspondiente [16].

Figura 3: *Mapa coroplético de España*

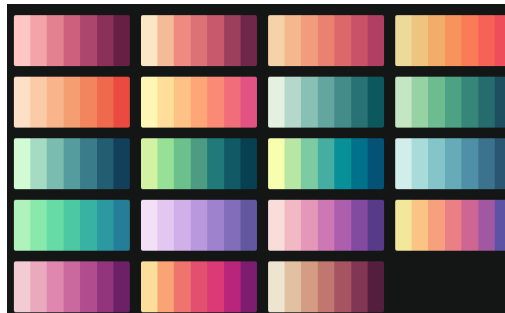


Fuente: David Granado, Mapas con QGIS [17].

Los mapas coropléticos requieren una leyenda de colores que simbolizan números o rangos de menor a mayor que se muestra en el mapa. Esto se logra mediante una

paleta de colores que conectan con números para que se logren diferenciar los trazos poligonales.

Figura 4: *Paleta de colores*

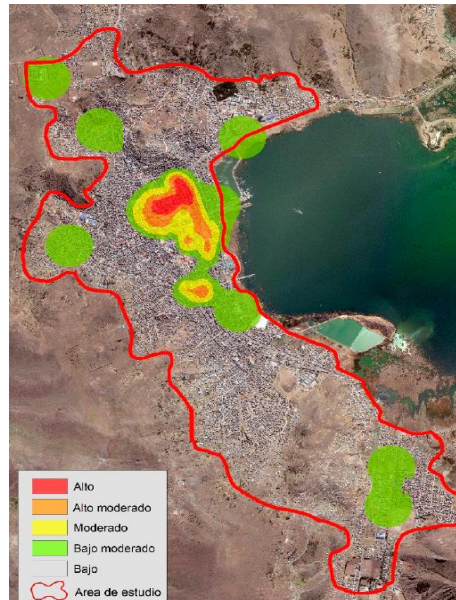


Fuente: Mapping GIS [18].

Mapas de calor: también conocidos como Heat Maps, son una herramienta de visualización de datos que ha sido utilizada desde el siglo XIX. En la actualidad, los mapas de calor se emplean en diversos campos, como meteorología, consultas energéticas, análisis de juegos deportivos, marketing online, epidemiología, etc. Un mapa de calor utiliza una escala de colores asociados a temperaturas, donde el rojo representa altas temperaturas, el naranja y amarillo temperaturas moderadas, el verde temperaturas frías y el azul temperaturas muy frías[19]. Los mapas de calor en epidemiología muestran puntos geospaciales usando la latitud y longitud que son sistemas de coordenadas geográficos que al agruparlos muestran aglomeraciones como zonas calientes de color rojo. La latitud se refiere al arco meridiano medido desde el Ecuador hasta el punto de ubicación. Todos los puntos en un mismo paralelo comparten la misma latitud, siendo el Ecuador 0° y los polos Norte y Sur 90° N y 90° S respectivamente. La longitud, por otro lado, es la distancia medida sobre el paralelo que pasa por un punto hasta el Meridiano de Greenwich. Se mide en grados de 0° a 180° . Los puntos en un mismo meridiano comparten la misma longitud, siendo el meridiano de Greenwich 0° y los polos Norte y Sur no tienen longitud asignada [20]. Al analizar estos puntos

espacialmente se puede medir la autocorrelación, asociación y concentración de los puntos mediante índices como el Índice de Moran, el índice local de Morán o el Índice de Getis-Ord.

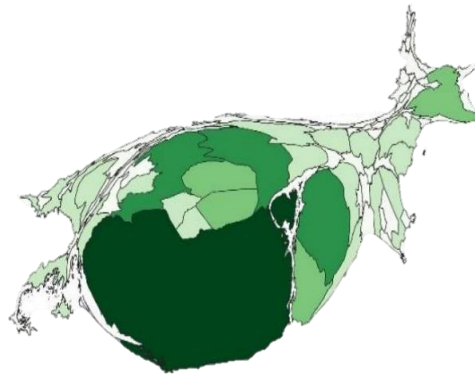
Figura 5: *Mapa de calor de la ciudad de Puno*



Fuente: Martín y otros 2022 [21].

Mapas Anamórficos: Los mapas anamórficos son representaciones cartográficas que buscan modificar el tamaño y la forma de las áreas geográficas con el fin de resaltar o comparar una variable específica. En lugar de mantener la forma y proporciones precisas de las regiones, los mapas anamórficos distorsionan su tamaño para reflejar la magnitud relativa de una característica o dato en particular. El objetivo principal de los mapas anamórficos es visualizar datos cuantitativos de manera efectiva, resaltando las diferencias en valores entre diferentes áreas geográficas. Esta técnica se basa en la percepción visual para enfatizar las variaciones, ya que el tamaño de las áreas en el mapa se escala de acuerdo con los valores de la variable que se está representando y que permiten analizar la distribución de enfermedades.

Figura 6: Mapa Anamórfico de Río de Janeiro de casos COVID-19

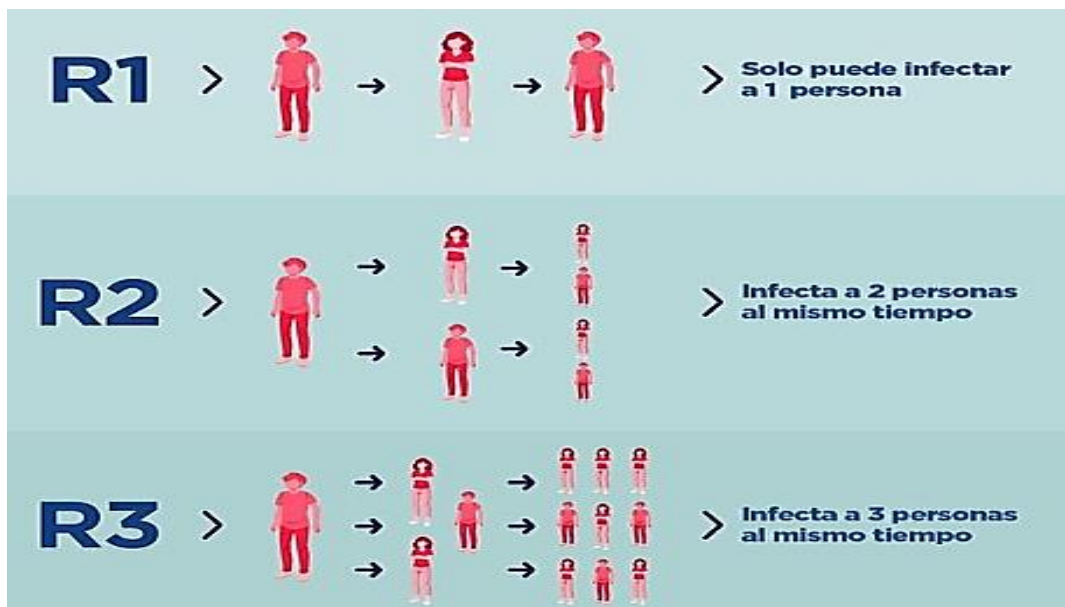


Fuente: Ferreira y otros. Estado de Río de Janeiro [22].

2.2.1.2. Mapa de Tasas R0

Los mapas de Tasas R0, hacen mención al parámetro cuantitativo elemental que representa la difusión de una patología que pueden ser mostrados en un mapa coroplético, de calor o mesomórfico de un distrito, provincia, estado, país, etc. Entendiéndose como la media de unidades de análisis o individuos susceptibles de ser infectados [23].

Figura 7: Funcionamiento de la Tasa de Reproducción R0



Fuente: PRD Panamá [24].

Nota: Los valores son ejemplos y varían según una población susceptible

La Tasa R0, se estima mediante modelos matemáticos utilizando datos recopilados en el campo. En un modelo epidemiológico simple, como el modelo Susceptibles-Infectados-Recuperados (SIR), el R0 se calcula dividiendo la tasa de



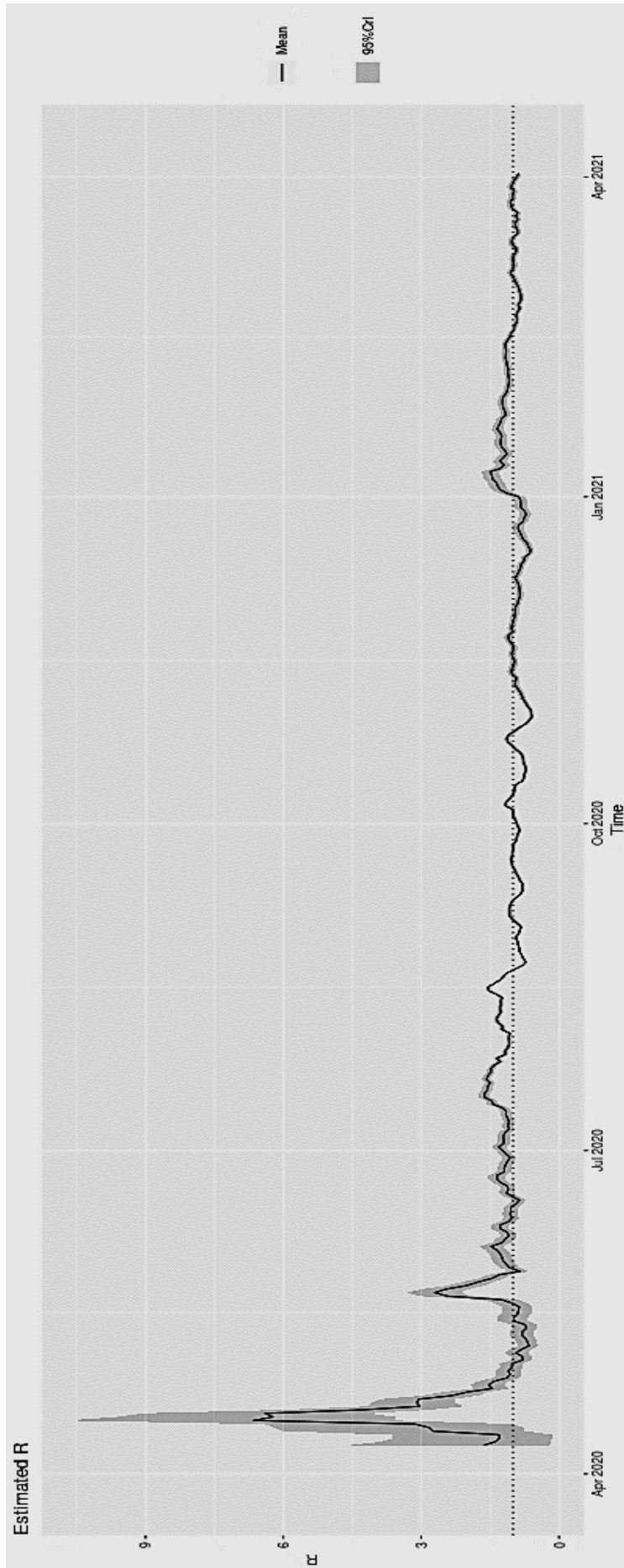
contagio (β) por la tasa de recuperación (γ). El R_0 implica el ritmo de propagación de la patología en una muestra definida.

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}$$

Este parámetro está en función a causas biológicas comportamentales y naturales al empezar el contagio y el nivel de patología y presencia de los virus y bacterias en relación a la susceptibilidad de las personas y la cantidad de contactos del primer infectado. Si el valor de R_0 es mayor que 1 ($R_0 > 1$), se espera que se inicie un brote y progrese a una epidemia de manera exponencial. Por el contrario, si el valor de R_0 es menor que 1 ($R_0 < 1$), indica que el brote está bajo control y no se convertirá en una epidemia [23].

El valor de R_0 no es constante y puede variar en diferentes situaciones y contextos. También puede cambiar a lo largo del tiempo debido a intervenciones de control, como la implementación de medidas de distanciamiento social, vacunación masiva o tratamientos efectivos. La tasa R_0 es una herramienta importante para los epidemiólogos, ya que ayuda a comprender la dinámica de la propagación de una enfermedad y a tomar decisiones informadas sobre las intervenciones necesarias para controlar su diseminación.

Figura 8: *Estimador de tasa de transmisión de COVID-19 en Puno generado por el Framework de Harvard Analytics*



Fuente: Elaboración Propia

Nota. Esta gráfica ha sido generada usando el framework de Harvard Analytics[25], para estimar el número de reproducción en un año en Puno, iniciando desde el 02 de abril 2020 hasta 02 abril del 2021. La data utilizada pasó por tratamientos en formato csv y según el Framework lo requirió.

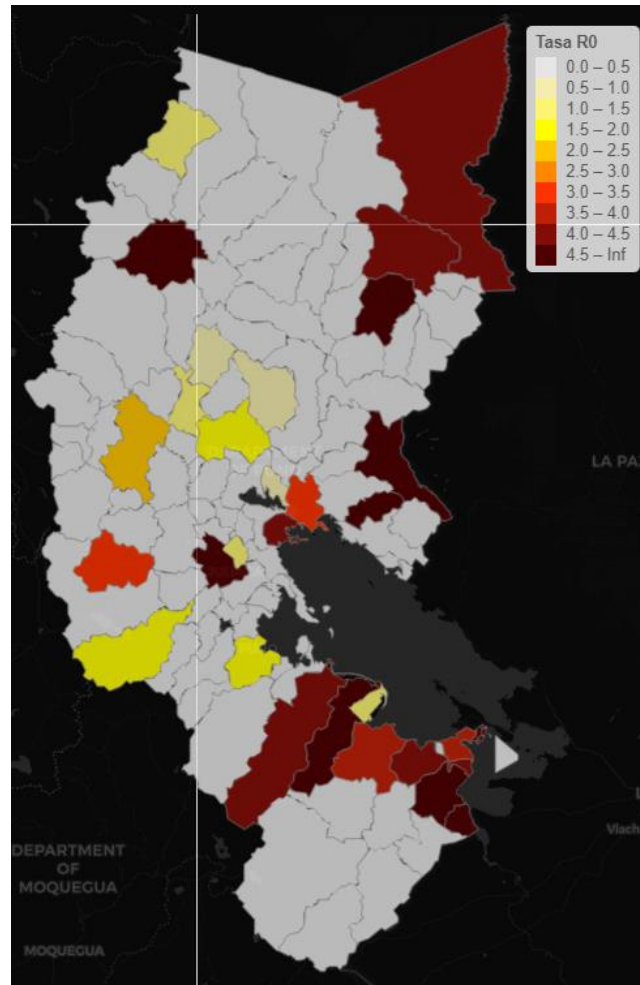


Son diferentes los modelos matemáticos que diferentes autores para calcular las Tasa de reproducción R_0 , desde modelos básicos como el modelo matemático de Fernández [26]. Donde (β) es la tasa de contagio, (γ), la tasa de recuperación y (μ) la tasa de letalidad.

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma + \mu}$$

Como otros modelos estadísticos complejos como los propuestos por Cori [25], donde logra asegurar la tasa de reproducción al 95% a lo largo del tiempo, esto con apoyo de la OMS y la OPS. Estos datos generados sirven para poder explicar el comportamiento de la enfermedad en de un distrito o provincia. Es así que, estos datos se pueden mostrar en mapas coropléticos, de calor o mesomórficos.

Figura 9: Mapa de tasa de reproducción de COVID-19 de distritos de Puno
2020 - 2021



Fuente: Elaboración propia.

Nota. El mapa de tasas de reproducción muestra las T_0 por distritos del departamento de Puno, de color amarillo palo, simboliza las zonas de Tasa $R_0 = 1$, de color rojo las que tienen alto Tasa R_0 y de color gris las que no presentan casos, por lo que su Tasa $R_0 = 0$.

2.2.1.3. Curvas SIR-D

Los modelos SIR son modelos epidemiológicos utilizados para describir y comprender el incremento de patología en un contexto determinado que fueron propuestos por Kendrick y McCormick en 1927 [27]. Estos modelos se denominan así debido a las siglas de sus tres compartimentos principales: Susceptibles (S), Infectados (I), Recuperados (R) y Fallecidos o Defuntos (D). En un modelo SIR, la población se divide en tres grupos o compartimentos:

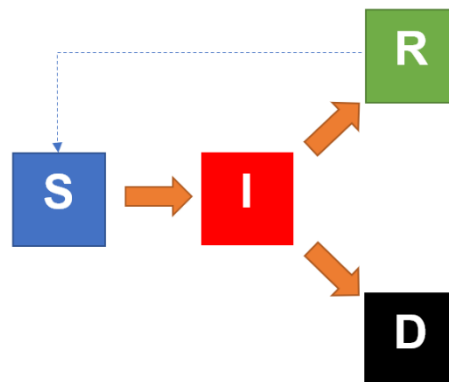
Susceptibles (S): Representa a las personas que son susceptibles a la enfermedad y pueden infectarse si entran en contacto con individuos infectados.

Infectados (I): Representa a las personas que ya están infectadas y pueden transmitir la enfermedad a las personas susceptibles.

Recuperados (R): Representa a las personas que se han recuperado de la enfermedad. Dependiendo del contexto, estas personas pueden o no ser infectadas nuevamente.

Defuntos (D): Representa a las personas que no han sobrevivido a la enfermedad y terminaron falleciendo

Figura 10: Etapas del Modelo SIR-D



Fuente: Elaboración propia.

Se entiende entonces que las persona frente a una enfermedad infecciosa se enfrenta estando sano, al contagiarse pasa a ser un agente infectado que puede infectar a otros. No puede mantenerse infectado por lo que o bien se recupera o bien fallece. Si se recupera, este puede volver a infectarse nuevamente si la enfermedad es re-transmisible, y si no, se vuelve inmune a la enfermedad. El modelo SIR se basa en supuestos simplificados sobre la dinámica de la enfermedad. Algunos de estos supuestos incluyen:

- La población es homogénea y está en contacto aleatorio.
- No hay inmigración o emigración significativa de la población.
- No hay cambios en el comportamiento o intervenciones de control durante el período de estudio.

El modelo SIR utiliza ecuaciones diferenciales para describir las tasas de cambio de los compartimentos a lo largo del tiempo. Estas ecuaciones describen cómo los individuos pasan de un compartimento a otro, por ejemplo, de pacientes que presentan infecciones a pacientes curados. Las tasas de transmisión y recuperación son parámetros clave en el modelo.

$$N = S(t) + I(t) + R(t)$$

Donde N es la cantidad total de personas que están frente a una enfermedad infecciosa epidémica o pandémica. Los valores S, I y R están adoptan valores distintos en diferentes tiempos. Siguiendo las ecuaciones en base a las tasas epidemiológicas propuestas en la Tabla 1:

$$\frac{dS}{dt}(t) = -\beta * S(t) * I(t)$$

$$\frac{dI}{dt}(t) = \beta * S(t) - \gamma * I(t)$$

$$\frac{dR}{dt}(t) = \gamma * I(t)$$

$$\frac{dD}{dt}(t) = \mu * I(t)$$

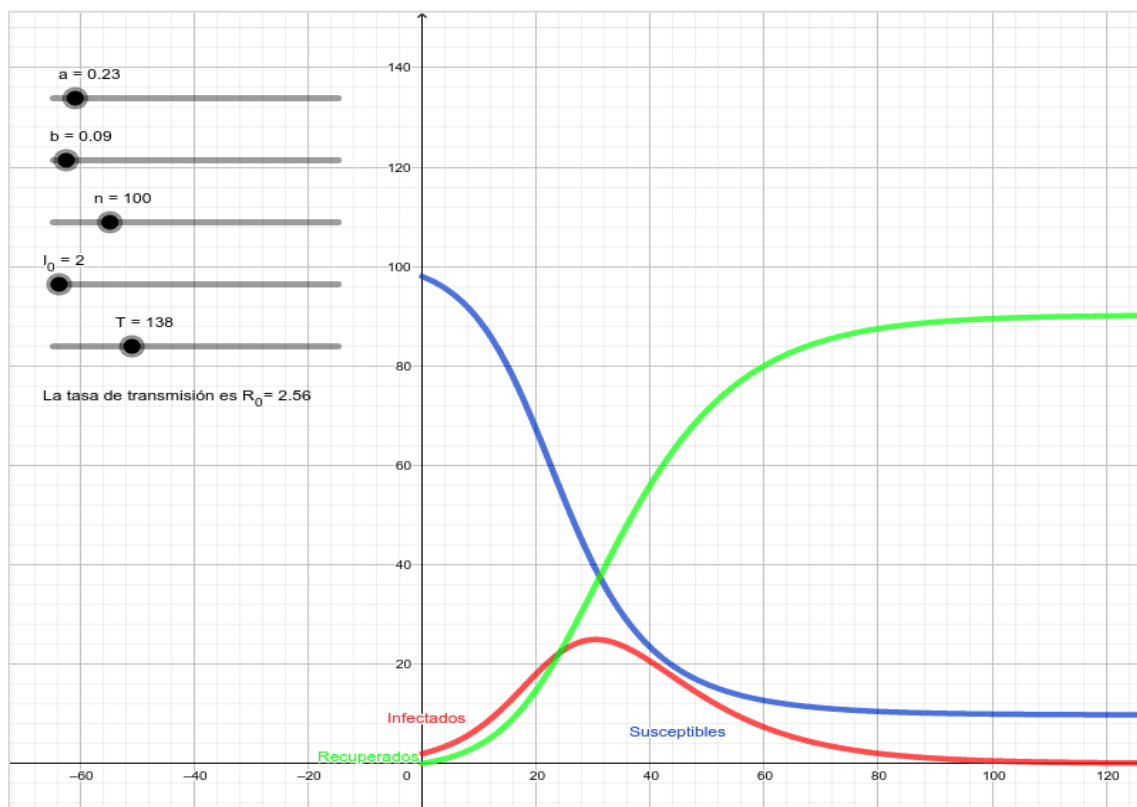
Tabla 1: Tasas epidemiológicas del Modelo SIR-D

parámetros	Descripción	Unidad
β	Tasa de infección	1/T
γ	Tasa de recuperación	1/T
μ	Tasa de fallecimiento	1/T

Fuente: Planteados por Pino [10].

Donde $\beta > 0, \gamma > 0, \mu > 0$ y S_0, I_0, R_0 , es la cantidad de sujetos que presentan los primeros casos. Siendo N la cantidad de personas totales en todo momento y se puede deducir que $S'(t) + I'(t) + R'(t) + D'(t) = 0$ en todo momento, así que entendemos que $S(t) + I(t) + R(t) + D(t)$ también es constante [28]. Al ingresar las tasas de infección, recuperación y fallecimiento el modelo puede empezar a correr partiendo de una cantidad de primeros casos en la primera unidad de temporal. Estos modelos pueden representarse en simuladores, lenguajes de programación, etc. Generando un gráfico de movimiento de la curva SIR-D.

Figura 11: Curvas SIR en Geogebra



Fuente: Pérez Andrés. Modelo SIR Elemental en geogebra.org [29].



Los modelos SIR proporcionan una base teórica para comprender la dinámica de la propagación de enfermedades infecciosas y pueden utilizarse para evaluar el impacto de diferentes intervenciones de control, como el distanciamiento social, la vacunación o el tratamiento, en la evolución de una epidemia o pandemia. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los modelos SIR son simplificaciones y deben ser adaptados y calibrados según la situación y los datos disponibles para obtener resultados más precisos.

2.2.2. Gestión de la Información

El término "Gestión de la información" apareció por primera vez en 1966 en la Universidad de Lehigh (EE. UU.) durante una conferencia titulada "Gestión de la información en la enseñanza de la Ingeniería". En ese contexto, se utilizaba para referirse a una subdisciplina de la Ingeniería que buscaba proporcionar a los estudiantes una teoría y un uso de la información como complemento de su aprendizaje y práctica en su especialidad. De esta manera, se simplificaba el concepto al englobar todas las fuentes, medios y sistemas de información que anteriormente estaban separados [30].

Auster y Choo (1995), citados por Ponjuán (2011), propusieron una alternativa de manejo de los datos y procesos operativos en las organizaciones con el fin de almacenar datos y brindar servicios y bienes. [31].

Woodman (1985), citado por Bellinza y otros (2011) sugiere que la gestión de información es un proceso que abarca todo lo relacionado con:

- Obtener información adecuada
- Obtener información de la forma correcta
- Información para la persona indicada
- Al coste adecuado
- En el momento oportuno



- En el lugar apropiado
- Para tomar la acción correcta

Woodman sugiere que estos son los principios clave que pueden ser adaptados a diferentes contextos donde se requiera una buena gestión de información [32].

Según el enfoque de gestión de información para Butcher y Rowley (1998), citado en Ponjuán (2011) sugiere que el manejo de los datos implica elaborar planes y políticas sobre procedimientos operativos y usos de tecnologías eficaces, sin importar su posición en la organización. Por su parte, Butcher y Rowley (1998) presentan un modelo denominado "ciclo de la Gestión de Información" que consta de siete componentes: Lectura, Reconocimiento, Reinterpretación, Revisión, Emisión, Interacción y Recuperación. Estas etapas se relacionan con la lectura y absorción de conocimiento, su conversión en información relevante, la reinterpretación para su comunicación, la revisión y validación, la emisión o distribución, la interacción de las organizaciones con el conocimiento y la recuperación de conocimiento relevante por parte de los usuarios. Este ciclo puede repetirse en diferentes formas y orden, adaptándose a las necesidades y objetivos de cada situación [31].

Butcher y Rowley además esbozan que la Gestión de Información implica el planificación, desarrollo y optimización de los recursos y procesos relacionados con la información en una organización. El ciclo de gestión de información comprende actividades como la lectura, reconocimiento, reinterpretación, revisión, emisión, interacción y recuperación del conocimiento. Estas etapas permiten la adquisición, transformación, validación, distribución y utilización efectiva de la información en el contexto organizacional.

Figura 12: Modelo Ciclo de la Gestión de Información según Butcher y Rowley



Fuente: Butcher y Rowley [31].

La gestión de la información implica recopilar, registrar, analizar, utilizar y divulgar la información necesaria para la toma de decisiones de gestión. Es importante determinar qué información se requiere y recopilarla de fuentes como informes técnicos, registros, formularios, reuniones, entrevistas y observación. La información debe registrarse de manera accesible para su futura recuperación, ya sea en libros de registro, informes, formularios u otros medios. La información recopilada puede utilizarse para resolver problemas, determinar recursos, solicitar apoyos y planificar futuros proyectos. Además, es crucial compartir la información con los interesados y usuarios relevantes para que puedan utilizarla en sus propias decisiones de gestión. La divulgación de la información también facilita la comprensión y el uso relacionado con la gestión. La revisión anual es una forma efectiva de obtener información útil tanto para la gestión participativa como para la supervisión. La gestión de la información implica un ciclo continuo de recopilación, registro, análisis, utilización y divulgación de información relevante para la toma de decisiones de gestión y supervisión [33].



2.2.2.1. Fiabilidad

Información correcta: es un componente fundamental para el manejo de los datos. Se refiere a la exactitud y veracidad de los datos y hechos presentados. Para que la información sea considerada correcta, debe ser precisa y libre de errores o distorsiones. Esto implica verificar el nivel de seguridad de las fuentes de información para recopilar y generar la información. La información correcta permite construir fuentes de datos para una correcta toma de decisiones y contribuye a la eficacia de los procesos de gestión. Al asegurarnos de que la información sea precisa y esté respaldada por datos confiables, podemos confiar en su validez y utilizarla de manera efectiva para respaldar nuestras acciones y estrategias. La garantía de información correcta es esencial para evitar errores y malentendidos que podrían tener consecuencias negativas en las operaciones y resultados de una organización.

Información adecuada: es aquella que cumple con las necesidades específicas de los usuarios y se adapta a sus requerimientos. Para que la información sea considerada adecuada, debe ser relevante y pertinente para el contexto en el que se utilizará. Esto implica comprender las necesidades y expectativas de los usuarios, así como el propósito y los objetivos de la gestión de la información. Al proporcionar información adecuada, se garantiza que los usuarios puedan acceder a los datos y conocimientos que son relevantes y útiles para sus tareas y decisiones. Esto implica una comprensión clara de los requisitos y preferencias de los usuarios, así como la capacidad de seleccionar y filtrar la información de manera efectiva. La información adecuada permite a los usuarios obtener una visión precisa y completa de la situación, lo que a su vez les permite tomar decisiones informadas y realizar acciones apropiadas. Al adaptar la información a



las necesidades específicas de los usuarios, se promueve la eficiencia y la eficacia en los procesos de gestión, mejorando así los resultados y el desempeño general de la organización.

Personas indicadas: las personas adecuadas refieren a las personas que tengan la capacidad de comprender y asimilar la información de manera efectiva. Estas personas deben ser capaces de intuir las implicaciones y el valor de los datos para mejorar la gestión en su ámbito de trabajo. Además, es importante que estén abiertas a nuevas ideas y perspectivas, lo que les permitirá identificar oportunidades y desafíos en el manejo de la información. La intuición y la habilidad para extraer conocimiento relevante de los datos son cualidades clave en estas personas, ya que les permiten tomar decisiones informadas y aprovechar al máximo los recursos disponibles. Asimismo, es esencial fomentar un entorno colaborativo que promueva el intercambio de información entre las personas indicadas, de manera que se pueda aprovechar al máximo el conocimiento colectivo. En resumen, contar con las personas adecuadas en la gestión de la información implica tener individuos que posean la capacidad de comprender y utilizar la información de manera intuitiva, lo que contribuye a una toma de decisiones más efectiva y a una gestión más eficiente en general.

Momento oportuno: En el contexto de la gestión de la información, el factor del "momento oportuno" es fundamental para garantizar que la información sea utilizada de manera efectiva. Esto implica que la información debe estar disponible y ser entregada en el momento preciso, cuando sea relevante y pueda influir en la toma de decisiones. La oportunidad de la información está estrechamente vinculada con la agilidad y la capacidad de respuesta del sistema



de gestión de la información. Para ello, es necesario contar con procesos y mecanismos que permitan capturar, procesar y distribuir la información de manera ágil y eficiente. Además, es esencial establecer canales de comunicación efectivos que permitan la entrega rápida de la información a las personas indicadas en el momento adecuado. Esto implica una coordinación eficaz entre los diferentes actores y sistemas involucrados en el flujo de información. Al asegurar que la información se proporcione en el momento oportuno, se maximiza su utilidad y se optimiza su impacto en la toma de decisiones y en la gestión global de la organización.

Lugar Indicado: En el contexto de la gestión de la información, el aspecto de "en el lugar indicado" se refiere a la necesidad de que la información esté disponible y accesible en los lugares adecuados. Esto implica que la información debe estar ubicada en los lugares donde se requiere para su uso efectivo. Para lograr esto, es importante contar con sistemas de almacenamiento y organización de la información que permitan su distribución y acceso en los diferentes lugares relevantes. Esto puede incluir la implementación de sistemas de gestión de bases de datos, plataformas en línea o sistemas de archivo físico, según las necesidades y características de la organización. Además, es fundamental establecer mecanismos eficientes de comunicación y divulgación de la información, de manera que llegue a los lugares pertinentes de manera oportuna y precisa. Esto puede involucrar la creación de redes de comunicación internas, la implementación de sistemas de información geográfica u otros enfoques que faciliten la ubicación y el acceso a la información en los lugares adecuados. Al asegurar que la información esté disponible en el lugar indicado, se facilita su



utilización y se optimiza su impacto en las actividades y decisiones de la organización.

2.2.2.2. Interactividad

Usabilidad: la usabilidad y la interactividad desempeñan un papel crucial con el fin de optimizar los niveles de eficiencia en el manejo de la información. La usabilidad se refiere a la capacidad de un sistema o una interfaz para ser fácilmente comprendido y utilizado por sus usuarios. La interactividad, por otro lado, implica la capacidad de los usuarios para interactuar de forma activa con el sistema, permitiéndoles acceder, manipular y compartir la información de manera intuitiva y efectiva.

En la actualidad, los conceptos de diseño de interfaz de usuario (UI) y experiencia de usuario (UX) se han vuelto fundamentales para lograr una gestión de la información más usable e interactiva. La UI se enfoca en el diseño visual y la disposición de los elementos de la interfaz, mientras que la UX se centra en la experiencia global del usuario al interactuar con el sistema. Ambos aspectos son cruciales para garantizar que los usuarios puedan acceder y utilizar la información de manera intuitiva, sin dificultades ni obstáculos innecesarios.

La incorporación de principios de UI y UX en los sistemas de gestión de la información permite simplificar las tareas, mejorar la navegación, ofrecer retroalimentación clara, proporcionar opciones de búsqueda avanzada y presentar la información de manera clara y concisa. Además, se promueve la interactividad mediante la inclusión de funciones que permiten a los usuarios interactuar con la información, como filtros, opciones de personalización, herramientas de colaboración y sistemas de retroalimentación.



Al enfocarse en la usabilidad y la interactividad, y al aprovechar los avances en UI y UX, se crea un entorno propicio para una gestión de la información más eficiente y efectiva, facilitando la toma de decisiones informadas, el intercambio de conocimientos y la mejora de los procesos organizativos.

2.2.2.3. Accesibilidad

Difusión: Estos garantizan que los sistemas y recursos estén ampliamente disponibles y sean fácilmente accesibles para los usuarios. En la era digital, lo cual ejecuta a través del uso de tecnologías apropiadas, la difusión ágil y la accesibilidad de la información.

Una forma de lograr la difusión de la información es a través del alojamiento de sistemas de información en servicios de host, lo que permite que estos estén disponibles en línea, sin restricciones geográficas ni limitaciones de tiempo. Esto facilita el acceso a la información desde cualquier ubicación y en cualquier momento, lo que promueve la eficiencia y la agilidad en la gestión de la información.

Además, la difusión de la información se ve favorecida por la integración con redes sociales y otros sistemas de comunicación. Estas plataformas permiten compartir y difundir la información de manera rápida y sencilla, alcanzando a un público más amplio y promoviendo la colaboración y el intercambio de conocimientos.

En cuanto a la accesibilidad, los sistemas de información deben ser diseñados de manera que sean fácilmente accesibles para todos los usuarios, independientemente de sus capacidades o limitaciones. Esto implica tener en cuenta aspectos como la usabilidad, la adaptabilidad a diferentes dispositivos y la



disponibilidad de opciones de accesibilidad, como lectores de pantalla o ajustes de tamaño de fuente.

Además, la generación de gráficos y tablas interactivas contribuye a mejorar la gestión de la información al facilitar su comprensión y visualización. Estas representaciones visuales pueden ser compartibles y exportables, lo que permite su utilización en informes, presentaciones y otros contextos de gestión.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

ShapeFile: Es un formato de representación vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de datos espaciales y atributos asociados a ellos. Es comercializado por la compañía ESRI.

Prueba Z: Es una prueba estadística que se utiliza para comparar una muestra con una población conocida, asumiendo que los datos siguen una distribución normal. Se utiliza para evaluar si hay una diferencia significativa entre la media de la muestra y la media poblacional hipotética.

Likert: Es una escala de medición utilizada en encuestas y cuestionarios para medir actitudes o percepciones de los participantes. Consiste en una serie de afirmaciones o enunciados a los que los participantes deben indicar su nivel de acuerdo o desacuerdo en una escala de respuesta que generalmente va de 1 a 5 o de 1 a 7.

R0: El valor R0 (pronunciado "R-cero") es un parámetro utilizado en epidemiología que representa el número promedio de personas a las que un individuo infectado transmitirá una enfermedad. Es una medida de la capacidad



de propagación de una enfermedad y puede variar según el virus y las condiciones específicas.

Análisis espacial: El análisis espacial es una disciplina que se enfoca en el estudio y la comprensión de los patrones y procesos geospaciales. Utiliza técnicas y herramientas para analizar la relación y la distribución de los fenómenos en el espacio geográfico, como el COVID-19, a través de mapas y datos geográficos.

Modelado epidemiológico: El modelado epidemiológico es el uso de modelos matemáticos y estadísticos para simular y predecir la propagación de enfermedades infecciosas en una población. Estos modelos ayudan a comprender cómo se comporta una enfermedad, cómo se propaga y cómo las intervenciones pueden afectar su curso.

GIS (Sistemas de Información Geográfica): Los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) son herramientas informáticas que permiten la captura, el almacenamiento, la manipulación, el análisis y la presentación de datos geográficos. Los GIS se utilizan para crear, gestionar y analizar mapas y datos geospaciales en diferentes campos, incluyendo la salud pública y la gestión de crisis.

Big data: El término "big data" se refiere a conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos que no pueden ser procesados y analizados mediante métodos tradicionales. Estos conjuntos de datos contienen una gran cantidad de información que puede ser utilizada para obtener conocimientos y tomar decisiones informadas.



Geolocalización: La geolocalización es el proceso de determinar la ubicación geográfica de un objeto, persona o fenómeno en la Tierra. Se utiliza a menudo en aplicaciones basadas en dispositivos móviles, donde se utiliza información de señales GPS o torres de telefonía móvil para identificar y rastrear la ubicación de un usuario.

Valor crítico: Es un punto específico en la distribución de probabilidad que se utiliza para tomar decisiones en una prueba de hipótesis. Se compara con el estadístico de prueba calculado y determina si se rechaza o no la hipótesis nula. Si el estadístico de prueba supera el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula.

Media muestral esperada: Es una estimación de la media poblacional que se utiliza como referencia en una prueba de hipótesis cuando no se conoce la media poblacional. La media muestral esperada se basa en suposiciones o conocimientos previos y se utiliza para comparar con la media muestral observada y evaluar la evidencia en apoyo o en contra de la hipótesis nula.

Baremización: Es el proceso de asignar puntuaciones o categorías a los resultados obtenidos en un instrumento de medición, de acuerdo con criterios predefinidos. Se utiliza para facilitar la interpretación y comparación de los resultados.

Alfa de Cronbach: El coeficiente de confiabilidad es una medida que se utiliza para evaluar la consistencia interna de un conjunto de ítems o preguntas en un instrumento de medición. Esta medida proporciona una estimación de la confiabilidad de las respuestas y la homogeneidad de los ítems. En otras palabras, nos permite determinar si las respuestas obtenidas en un conjunto de preguntas



son consistentes entre sí y si los ítems miden de manera confiable el concepto que se pretende medir.

Validez de constructo: Es una medida de la validez de un instrumento de medición que evalúa si las dimensiones o constructos teóricos que se supone que el instrumento está midiendo realmente se reflejan en los datos obtenidos. Se busca evidencia de que los ítems miden el constructo que se pretende evaluar.

Crecimiento exponencial: Se refiere a un patrón de crecimiento en el cual la magnitud de una variable aumenta de manera proporcional a su valor actual, en lugar de un incremento constante. En el contexto del COVID-19, se utiliza para describir el rápido aumento de casos a medida que el virus se propaga.

Variante del virus: Se refiere a una forma genéticamente distinta de un virus. En el caso del COVID-19, han surgido varias variantes del virus SARS-CoV-2, algunas de las cuales se consideran más transmisibles o pueden tener impacto en la efectividad de las vacunas.

Rastreo de contactos: Es un proceso utilizado para identificar y rastrear a las personas que han estado en contacto cercano con alguien infectado. En el contexto del COVID-19, el rastreo de contactos se utiliza para identificar y notificar a las personas expuestas al virus y tomar medidas de control.

Inmunidad de rebaño: Se refiere al nivel de inmunidad colectiva en una población, alcanzado cuando un porcentaje suficientemente alto de personas se ha vuelto inmune a una enfermedad, ya sea a través de la infección previa o la vacunación. La inmunidad de rebaño ayuda a frenar la propagación de la enfermedad y proteger a los individuos no inmunizados.



Asintomáticos: Son personas que han sido infectadas con un patógeno, como el virus del COVID-19, pero no presentan síntomas perceptibles de la enfermedad. Aunque los asintomáticos no muestran signos visibles de infección, pueden transmitir el virus a otras personas.

Curva epidemiológica: Es una representación gráfica de la incidencia de casos de una enfermedad a lo largo del tiempo. La curva epidemiológica puede ayudar a identificar patrones de propagación de una enfermedad y proporcionar información sobre su dinámica.

Inmunidad adquirida: Es la respuesta del sistema inmunológico de un individuo después de haber sido expuesto a un patógeno o haber recibido una vacuna. La inmunidad adquirida es posible que se presente en diversos plazos, y puede brindar protección contra reinfecciones o enfermedades graves.

Shiny (RStudio): Es un servicio de RStudio que hace posible el uso de aplicativos virtuales utilizando el lenguaje de programación R. Shiny permite a los usuarios desarrollar y desplegar visualizaciones y herramientas interactivas basadas en R sin necesidad de conocimientos avanzados de programación web.

Vigilancia epidemiológica: Es el procedimiento de recojo e interpretación sistemática de datos sobre enfermedades y su distribución en una población. La vigilancia epidemiológica permite detectar brotes, monitorear la propagación de enfermedades y tomar medidas para controlar su diseminación.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El presente estudio fue desarrollado en la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio inició el mes de marzo del 2022, y culminó en octubre del 2022. Posteriormente se continuó en noviembre del 2022 con el análisis y tratamiento de los resultados para la presentación de la investigación.

3.3. DISEÑO, TIPO Y METODOLOGÍA

El estudio es de diseño preexperimental según Hedrick y otros, citado en [34], dice:

Este tipo de diseños buscan verificar el tipo de relación entre causa y efecto a partir del comportamiento de dos variables, pero considerando un grupo pequeño o un solo grupo y siempre que el aspecto aleatorio sea indefinido (p. 58).

El diseño cuasiexperimental de una salida, según Carlos Sabino [35], implica la evaluación de un fenómeno o intervención en un contexto específico sin la asignación aleatoria de participantes a grupos de tratamiento y control. En este tipo de diseño, se utiliza una única medida de salida para determinar los efectos o impactos de la intervención, lo que requiere un análisis cuidadoso para establecer una base de comparación adecuada.



El tipo de investigación según su objetivo es aplicado porque busca desarrollar una estrategia para solucionar un problema que es el de mejorar la gestión de información del COVID-19. Según su profundidad es explicativa porque busca responder cómo y porqué se produce un determinado fenómeno. Según su enfoque, es cuantitativo porque usa la estadística como base de sustento al afirmar o negar los resultados obtenidos y medir las variables. Según el tipo de inferencia es inductivo porque se empieza a estudiar en pequeñas partes para formular premisas generales. Según la temporalidad es de corte transversal por que se encuestó en un solo día a los estudiantes del noveno ciclo de Sistemas, según las sugerencias de [36].

En el desarrollo de la plataforma Mapa COVID-19 de Puno que está alojada en ShinyApp.io, se empleó la metodología de desarrollo de software conocida como SCRUM. SCRUM es una metodología ágil diseñada para gestionar proyectos de desarrollo de software de manera eficiente. Fue creada por Ken Schwaber y Jeff Sutherland en 1990 con el objetivo de proporcionar un enfoque ágil en la gestión de proyectos [37].

El proceso de desarrollo utilizando SCRUM comienza con la identificación y elaboración de historias de usuario, que se describen en detalle en el Anexo 7: Desarrollo de la Metodología SCRUM. Estas historias de usuario se incluyen en el Product Backlog y se ordenan según sus prioridades. A continuación, se establece el Sprint Backlog, que consiste en un conjunto de tareas propuestas por el Scrum Master. Estas tareas se dividen en unidades más pequeñas y se asignan al Sprint Cycle, donde los programadores las desarrollan y se realizan reuniones diarias de 15 minutos para verificar el progreso del proyecto.



Es importante destacar que estas tareas deben completarse en el tiempo establecido para el Sprint. Durante este proceso, se genera el Burndown Chart, una herramienta que permite visualizar el avance del proyecto y facilita la culminación del Sprint para la entrega del producto y su posterior prueba, véase (Anexo 9. Gráficos de quemado - Burnchart).

Una vez que se entrega el producto, el cliente y/o los usuarios del software pueden proponer nuevas ideas, que se convierten en nuevas historias de usuario y se vuelven a incluir en el Product Backlog, dando inicio a un nuevo ciclo de desarrollo. De esta manera, el proceso de desarrollo del software se mantiene iterativo y flexible, permitiendo una mayor adaptabilidad a medida que se van cumpliendo las necesidades y requisitos.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población que se tomó en este estudio es finita y se considera a los 659 estudiantes matriculados la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas 2022-II de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

3.4.2. Muestra

El tamaño de muestra está conformado por 33 estudiantes del noveno semestre quienes están matriculados la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas 2022-II de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

3.4.3. Muestreo

De muestreo no probabilística por conveniencia por que se eligió medir la Gestión de Información de ese ciclo, considerando que estos estudiantes pronto serán futuros ingenieros de sistemas y están en la total capacidad de decidir si el Mapa COVID-19 logra mejorar la Gestión de Información del COVID-19.



3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Véase (Anexo 1. Matriz de consistencia y Operacionalización de variables).

3.6. MATERIALES, EQUIPOS Y SOFTWARES UTILIZADOS

3.6.1. Materiales

- Libro: “*Interactive Web-Based Data Visualization with R, Plotly, and Shiny* by Sievert, Carson”[38].
- 50 copias
- 2 memorias USB
- Cañón Multimedia

3.6.1.1. Hardware

- PC o laptop

3.6.1.2. Software

- R 4.1.2
- GgPlot2 3.3.5
- Shiny 1.7.1
- Shiny DashBoard 0.7.2
- Shiny Js 2.1.0
- QGis Desktop 3.18
- Microsoft Excel 2021 LTSE
- Microsoft Visio 2019 Professional
- Microsoft Excel 2019 Professional
- Mendeley Desktop 1.19.8

3.6.1.3. Herramientas de Desarrollo

- RStudio 2021.09.1

3.6.1.4. Servicios

- ShinyApp.io
- Leaflet
- Internet Hogar Coaxial

3.7. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1. Encuesta

Las encuestas es una de las técnicas más utilizadas porque se extrae información rápida, además de poder aplicarse de manera masiva y de manera estandarizada. Se puede usar tanto en temporalidades longitudinales o transversales. Su uso ayuda porque la persona encuesta es parte de una población, lo que permite tratar los datos para hacer inferencias extensivas. Permite la obtención de datos de un amplio abanico de temas. Una posible debilidad de esta técnica es que se trata de una técnica indirecta de los hechos, por lo que puede que no exprese la realidad del asunto en su totalidad [39].

3.7.2. Instrumento

El instrumento utilizado fue una encuesta que lleva de nombre "*Cuestionario de medición de la gestión de la información en un mapa para una enfermedad infecciosa (COVID-19)*", que surge como respuesta a la necesidad de integrar tecnologías de sistemas de información en el contexto de enfermedades infecciosas con características epidémicas o pandémicas. El objetivo de este instrumento es obtener datos confiables, promover la interactividad y la accesibilidad. Es así que para cada dimensión, se consideran tres dimensiones fundamentales para comprender el comportamiento de una enfermedad infecciosa con el apoyo de modelos matemáticos epidemiológicos que son (Conteo de casos, nuevos, activos, recuperados y fallecidos, como la Tasa de reproducción R_0 y las Curvas SIR-D).



La medición de estas 3 dimensiones puede realizarse a través de baremos y/o promedios. Para evaluar su consistencia interna, se aplicó la prueba de alfa de Cronbach, arrojando un resultado óptimo de 0.84 en la prueba de salida. Este valor indica un nivel de fiabilidad satisfactorio y puede usarse para otra investigación de carácter epidémico pandémico, como se puede observar en el (Anexo 4. Instrumento de Investigación). Asimismo, el cuestionario ha superado otras propiedades psicométricas, tales como:

Asimetría que arrojó un valor de -0.31 que indica que la distribución está sesgada ligeramente a la izquierda pero se considera simétrica.

Distribución de respuestas que sugiere que la moda para la mayoría de las preguntas es 4, lo que indica que la mayoría de los encuestados seleccionaron la opción 4 para esas preguntas. Para las preguntas 10 y 20, la moda es 3, lo que indica que la mayoría de los encuestados seleccionaron la opción 3 para esas preguntas.

Análisis de validez de constructo donde se obtuvo como número de factores: 5.

Análisis de Baremización que indica que puede usarse terciles desde el mínimo valor posible obtenido y el máximo valor posible obtenido, esto para su interpretación como Bajo, Medio y Alto.

3.7.3. Procedimiento de recolección de datos

3.7.3.1. Primera etapa

El proyecto del software Mapa COVID-19 Puno inició con la presentación del proyecto a Pilar, quien brindó las indicaciones y aprobó el desarrollo. Para garantizar la precisión y la seguridad de los datos, se realizó una solicitud de acceso a datos no públicos del COVID-19, obteniendo permiso para utilizar la plataforma interna web "Sala

situacional". Una vez que se obtuvieron los datos, se procedió al desarrollo del software utilizando la metodología ágil SCRUM dividiendo el trabajo en módulos. Se comenzó con el tratamiento de los datos que comprende resolver datos ambiguos, faltantes e incongruentes. Seguido por la implementación del Mapa de casos, Mapa de Tasas R0, conteo de casos por provincias y distritos y finalmente las Curvas SIR-D. Se le otorgó especial atención al aspecto estético del software, lo cual requirió una considerable cantidad de tiempo y esfuerzo.

3.7.3.2. Segunda etapa

Para la elaboración de las 3 dimensiones se partió con las ecuaciones que se tenía a la mano empezando por el Mapa de casos, luego se continuó con el Mapa de Tasas R0 y las Curvas SIR-D.

Mapa de casos: Para ello se entiende que un mapa de casos es el conteo de 4 tipos de casos (nuevos, activos, casos positivos acumulados, nuevos fallecidos y el total de fallecidos) siguiendo las siguientes ecuaciones:

casos nuevos = conteo de casos en el día de un distrito o provincia

*casos activos
= conteo de casos nuevos prevalentes en 14 días aprox*

$$\text{Casos positivos acumulados} = \sum_{t=0}^t \text{casos nuevos}$$

Fallecidos nuevos = conteo de fallecidos de distrito o provincia

$$\text{Fallecidos acumulados} = \sum_{t=0}^t \text{Fallecidos nuevos}$$

Mapa de Tasas R0: Para ello se utilizó el servicio web desarrollado con Shiny, como propuesta de la Universidad de Oxford desarrollado por Cori y otros [25]. Donde se requería el conteo de casos por día. Se procedió a entregar datos por

separado de las 13 provincias y los 110 distritos del departamento de Puno. Resultándonos datos desde el día 0 que es el inicio del primer caso el 02 de abril 2020 hasta el 02 de abril de 2021 y pudiendo mostrarse en un Mapa de Tasas R0 tanto por distritos o provincias con una certeza del 95%, como lo muestra la Figura 8.

Mapa de Curvas SIR-D: Siguiendo las ecuaciones propuestas de la Tabla 1, se procedió a descomponer la tasa de infección β , la tasa de recuperación γ y la Tasa de fallecimiento partiendo de las ecuaciones propuestas SIR-D.

Para la tasa de infección β :

$$S' = -\beta * S * \frac{I}{N}$$

$$S' * \frac{N}{I} = -\beta * S$$

$$\frac{S'}{S} * \frac{N}{I} = -\beta$$

$$\beta = -\frac{S' * N}{S * I}$$

Reemplazando nos sale que, la Tasa de infección es de **1.6**

Para la tasa de recuperación γ :

$$I' = I + \frac{\beta * S * I}{N} - \gamma * I$$

$$\gamma * I = I + \frac{\beta * S * I}{N} - I'$$

$$\gamma * I = \frac{N * I + \beta * S * I - N * I'}{N}$$

$$\gamma * I = \frac{N(I - I') + \beta * S * I}{N}$$

$$\gamma = \frac{N(I - I')}{N * I} + \frac{\beta * S * I}{N * I}$$



$$\gamma = \frac{I - I'}{I} + \frac{\beta * S}{N}$$

$$\gamma = \frac{I}{I} - \frac{I'}{I} + \frac{\beta * S}{N}$$

$$\gamma = 1 + \frac{\beta * S}{N} - \frac{I'}{I}$$

Reemplazando nos sale que, la Tasa de recuperación es de **1.466**

Para la tasa de fallecimiento μ :

$$D = \mu * I$$

$$\mu = \frac{I}{D}$$

Reemplazando tenemos que, la Tasa de fallecimiento es de **0.08**

Donde:

S' = Conteo de personas sanas en un determinado día t+1

S = Conteo de personas sanas en un determinado día t

I' = Conteo de personas infectadas en un determinado día t+1

I = Conteo de personas infectadas en un determinado día t+1

D = Conteo de casos fallecidos en un día t

β = Tasa de Infección

γ = Tasa de Recuperación

μ = Tasa de Fallecimiento

N = Personas totales en del departamento de Puno

Interpretación: Se despeja β , γ , μ desde las ecuaciones centrales para obtener sus valores, esto 3 valores al incorporarse nuevamente en las ecuaciones SIR-D, logramos probar si este modelo se asemeja con el conteo de casos reales según los casos reales de casos acumulados d COVID-19 y casos de fallecidos de COVID-19 en todo el departamento de Puno. Estos valores son replicados en una ecuación



dentro del algoritmo del código en R y poder mapear comparado con los casos reales como se muestra en la Figura 29.

3.7.3.3. Tercera etapa

Una vez terminado el software, se subió a ShinyApp.io, un servicio de alojamiento en línea, se procedió a construir el instrumento de medición. Se realizaron diversas pruebas psicométricas y se coordinó con el asesor para llevar a cabo las encuestas. Estas se realizaron compartiendo el enlace de la plataforma a través del grupo de WhatsApp del aula, permitiendo que los estudiantes accedieran desde sus dispositivos móviles, laptops y tablets. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de visualizar e interactuar con el Mapa, así como de hacer preguntas y brindar preguntas y respuestas honestas.

Una vez completadas las encuestas, se concluyó el estudio y se procedió al análisis de los datos recolectados por la encuesta. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios y se llevaron a cabo los correspondientes análisis descriptivos.

En resumen, el desarrollo del software Mapa COVID-19 Puno involucró diversas etapas, desde la obtención de permisos y acceso a datos confidenciales hasta la implementación de módulos específicos y la realización de encuestas con una herramienta en línea. El estudio arrojó resultados positivos y se cumplió con los objetivos establecidos.

3.7.4. Procesamiento y Análisis de los Resultados

Los datos recolectados por los estudiantes del IX ciclo de Ingeniería de Sistemas fueron procesados utilizando el software RStudio para llevar a cabo un análisis riguroso. Se comenzó con la evaluación de la confiabilidad de los datos mediante la prueba de alfa de Cronbach. Superado ello, se realizó el mapeo de los resultados utilizando el diagrama de Caja y Bigote (BoxPlot). Posteriormente, se utilizó el software Likert de RStudio para



visualizar los porcentajes de respuestas y se identificaron las preguntas con las calificaciones más altas y más bajas. Luego se procedió a realizar pruebas de hipótesis utilizando el estadístico Z para aceptar o rechazar las hipótesis propuestas. Para la representación gráfica de los resultados se empleó la librería Ggplot2 de R, permitiendo generar visualizaciones claras y precisas. Finalmente, con el fin de mejorar la estética de las gráficas, se utilizaron las capacidades de generación de gráficos de frecuencia ofrecidas por Excel 2019.

3.7.5. Consideraciones Éticas

Para este estudio se consideró los mejores valores éticos porque cuando se desarrolla un software para la realización de un trabajo de investigación que involucra a personas, es fundamental que el ingeniero de sistemas actúe siguiendo principios éticos y morales elevados. Estos principios deben garantizar la consecución de los objetivos deseados, al mismo tiempo que se respetan los aspectos físicos, psicológicos, sociales, culturales y espirituales de los sujetos involucrados, quienes participan de manera voluntaria en el proceso de investigación.

Es esencial que el software diseñado otorgue a los participantes la libertad y la autonomía necesarias, permitiéndoles abandonar el proceso de recopilación de datos en cualquier momento. De esta manera, se asegura que los participantes tengan pleno control sobre su participación y puedan ejercer su libertad de decisión de manera informada. El software debe estar diseñado de tal manera que se respeten los derechos y dignidad de los participantes en todo momento, asegurando así la integridad de la investigación y el bienestar de los sujetos involucrados.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de medir la Gestión de la Información del COVID-19 en los estudiantes matriculados del ciclo 2022-II de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano se ha utilizado el cuestionario denominado “*Cuestionario de medición de gestión de la información de una enfermedad infecciosa (COVID-19)*”, véase (Anexo 4. Instrumento de Investigación).

Esta encuesta cuenta con 21 preguntas con 5 alternativas con una escala de Likert considerando 5 categorías: Pésima = 1 punto, Mala = 2 puntos, Regular = 3 puntos, Buena = 4 puntos y Excelente = 5 puntos, véase (Anexo 2. Ficha Técnica del Instrumento) que mide la Gestión de la Información respondida por los estudiantes respecto al COVID-19 en el Departamento de Puno. Además, esta encuesta fue sometida a *Alfa de Cronbach*, teniendo como resultado 0.84, que corresponde a un nivel elevado de confiabilidad, véase (Anexo 3. Resultados de la Confiabilidad).

Ha sido respondida por 33 estudiantes del noveno semestre matriculados del IX ciclo 2022-II de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano, véase (Anexo 5. Base de datos Experimental con Información).

Siendo el diseño de este trabajo el diseño Pre – Experimental, que no habiendo un previo Mapa COVID-19 que contenga: Mapa de casos, Mapa de Tasas R0 y Curvas SIR-D en el departamento de Puno, no se puede hacer un Pre – Test. Solamente se puede hacer Post – Test, por lo que se conoce a este diseño: Diseño de investigación Pre experimental de una salida.



4.2. PRUEBA DE CONFIABILIDAD DE ALFA DE CRONBACH

Para determinar la confiabilidad del cuestionario “*Cuestionario de medición de gestión de la información de una enfermedad infecciosa (COVID-19)*”, véase (Anexo 4. Instrumento de Investigación) se utilizó el alfa de Cronbach. El alfa de Cronbach fue desarrollada por Lee J. Cronbach en 1951. Según Cronbach, el alfa de Cronbach es “*un índice de confiabilidad de una prueba, específicamente el grado de consistencia interna de una prueba, es decir, la estabilidad de la puntuación que resulta de una sola aplicación de una prueba.*”. Que se mide mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(\frac{1 - \sum_{i=1}^K S_i^2}{S_T^2} \right)$$

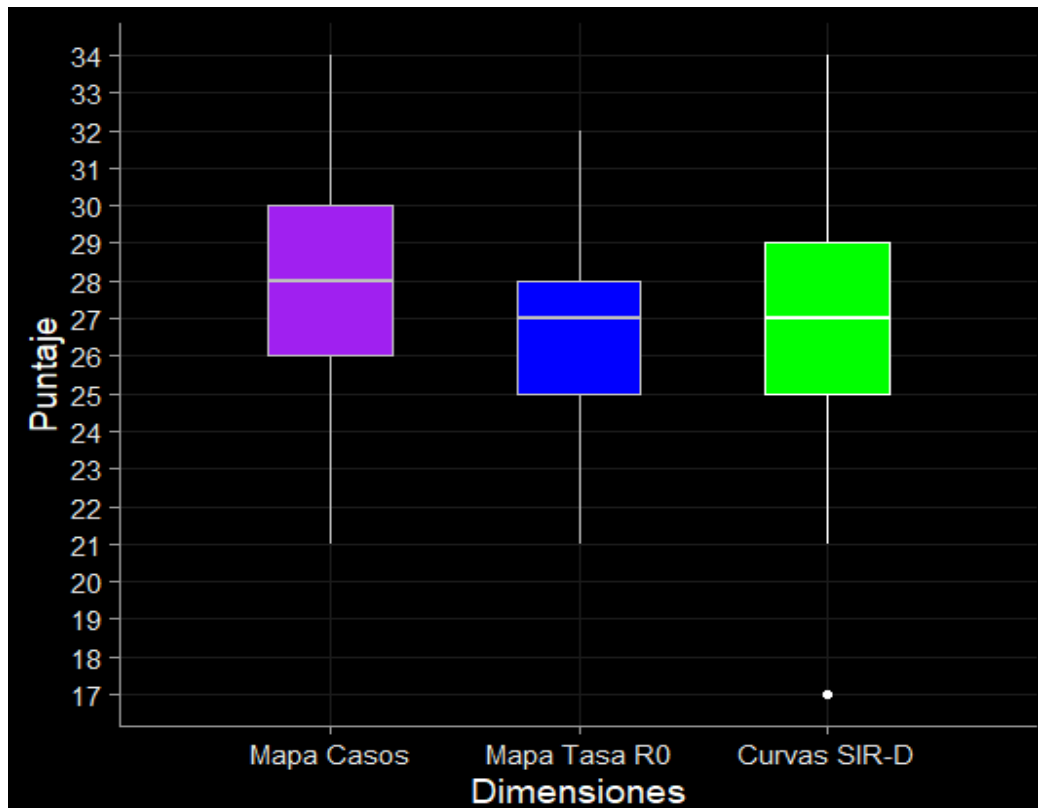
$$\alpha = \frac{21}{21 - 1} \left(\frac{1 - 10.0871}{51.1212} \right)$$

$$\alpha = 0.8428$$

La confiabilidad del instrumento que aplicado resultó un alfa de 0.84, lo que indica un alto nivel de confiabilidad de 84%, véase (Anexo 3. Resultados de la Confiabilidad).

4.3. DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTE

Figura 13: *Diagrama de Caja y Bigotes por Dimensión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Los colores de cada dimensión son los mismos en las siguientes figuras. Generado con el software RStudio y la librería plotly.

Conociendo que son 7 preguntas por dimensión es que reconocemos el puntaje máximo posible es 35 puntos y el valor mínimo es 5 puntos. En consecuencia podemos mencionar que los valores medios o centrales de la dimensión Mapa Tasa R0 y Curvas SIR-D son el mismo, siendo 27 puntos y de Mapa de casos es 28, quien ha tenido un ligero mejor resultado. Todas las dimensiones mostraron un puntaje mínimo de 21 puntos.

En cuanto a la dimensiones, todas las dimensiones han tenido un parecido en sus resultados no variando unos de otros. No obstante la dimensión más favorable ha sido Mapa de Casos, seguido de Curvas SIR-D y el peor fue de las Mapa de tasas R0, presentando este último un máximo de 32 y el tercer cuartil por debajo de las otras.

Por otra parte se tiene un puntaje atípico que fue la de un estudiante quien respondió con muy bajo puntaje de 17 puntos y está marcado con un punto por debajo del diagrama de caja y bigote de la dimensión Curvas SIR-D, que corresponde al encuestado Est. 25, véase (Anexo 5. Base de datos Experimental con Información de un solo Grupo). Este un puntaje extraño frente a las respuestas de sus otros compañeros lo que se podría sugerirse retirarlo de la muestra.

4.4. ANÁLISIS GLOBAL DE LOS RESULTADOS

Los datos recogidos en la encuesta nos arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 2: *Resultados Generales*

RESULTADOS GENERALES	
Elemento evaluado	Media
Mapa de Casos COVID-19	4.05
Mapa de Tasas R0 COVID-19	3.83
Curvas SIR-D COVID-19	3.82
Gestión de Información del COVID-19 - Puno	3.9

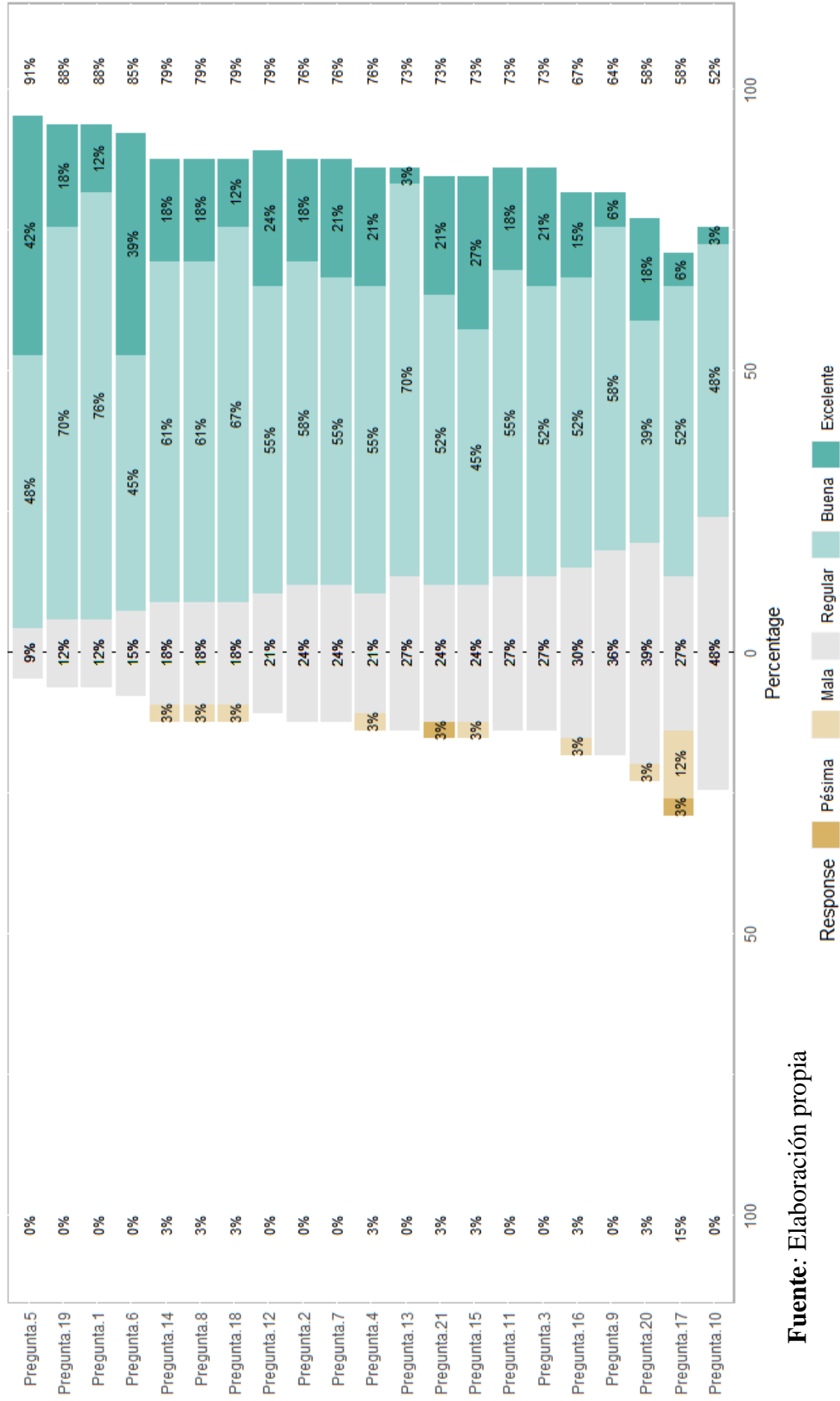
Fuente: Elaboración propia del autor.

Como se aprecia en la Tabla 2 la dimensión Mapa de Tasas R0 y la dimensión Curvas SIR-D tuvieron un similar resultado de 3.83 y 3.82 como mediana, mientras que la dimensión Mapa de Casos tuvo un mejor desempeño de 4.05 como mediana. Estos resultados son parecidos a los resultados del Diagrama de Caja y Bigotes de la Figura 13.

4.4.1. Paquete Likert como visualizador

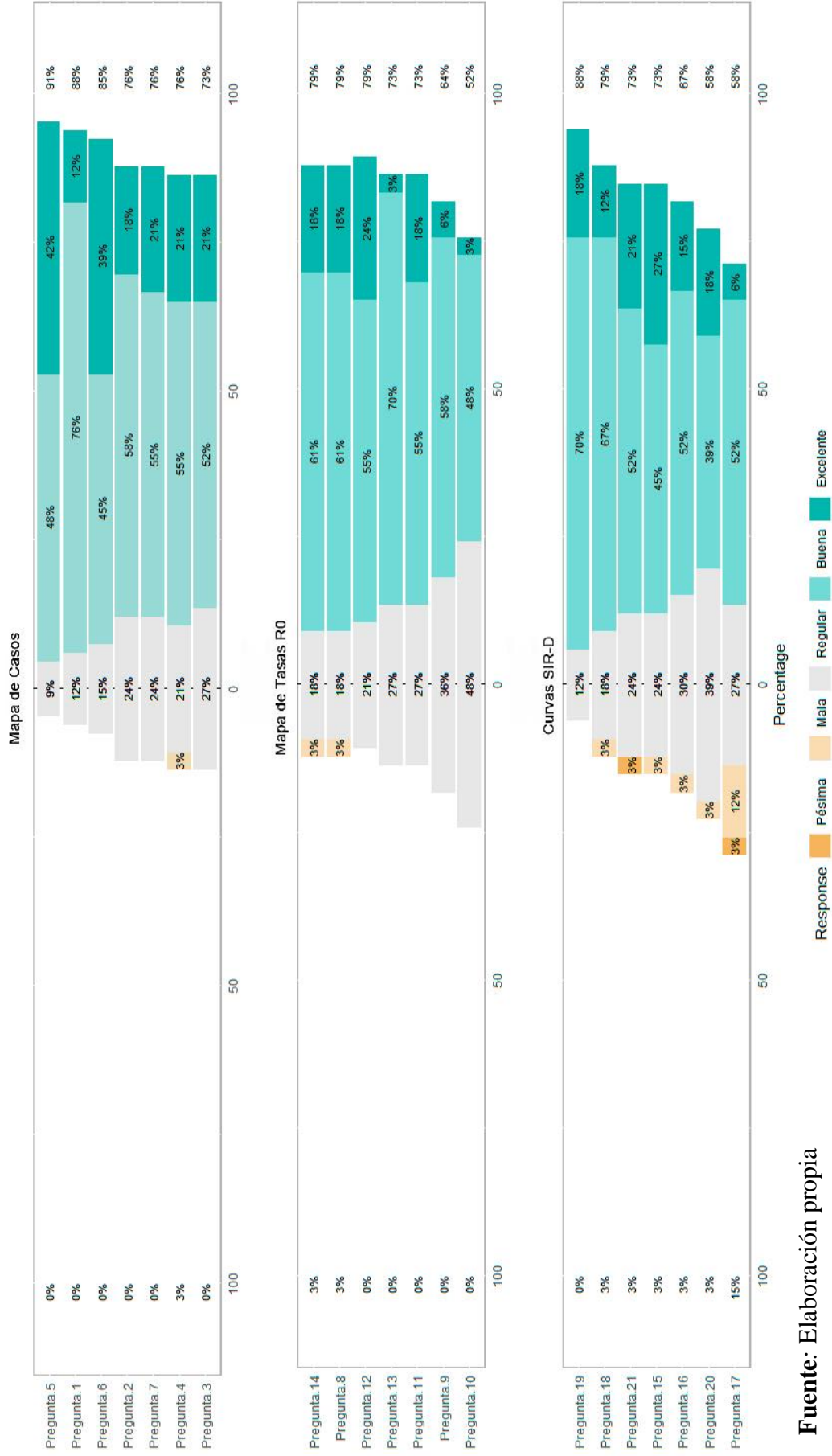
De igual importancia podemos visualizar las 21 preguntas Likert del cuestionario, véase (Anexo 4. Instrumento de Investigación) gracias al paquete Likert[40] del autor Jason Bryer desarrollado en lenguaje R en su versión 1.3.5, es con esto que podemos visualizar y analizar el comportamiento de todas las preguntas y por dimensiones respecto a cada ítem gráficamente con sus porcentajes.

Figura 14: Visualización de Ítems general con el paquete Likert de R



Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Visualización de ítems por Dimensión con el paquete Likert



Fuente: Elaboración propia



Después se graficó con el paquete Likert en R de la Figura 14, los datos recopilados de las 21 preguntas en el cuestionario, se observa que la mayoría de los participantes perciben que la gestión de información en el mapa desarrollado es "Buena". Además, el paquete ordenó las preguntas de menor a mayor según su resultado.

Es así que la pregunta que obtuvo mejor resultado es la pregunta 5, que es: "¿La información que se muestra en el Mapa de Casos refleja el comportamiento de la enfermedad (COVID-19) en el lugar de estudio (Departamento de Puno)?" obtuvo la puntuación más alta con un 42% de respuestas "Excelente". Mientras que la pregunta 10: "¿Considera que la información mostrada en el mapa de Tasas R0 es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?" obtuvo la puntuación más baja con sólo un 3% de respuestas "Excelente", véase (Anexo 4. Instrumento de investigación).

Respecto a la Figura 15, muestra los porcentajes por cada dimensión. Empezando por la dimensión Mapa de casos, la mejor pregunta que fue mejor considerada fue la pregunta 5 por los estudiantes; la menos considerada fue la pregunta 3: "¿Considera que la información mostrada en el Mapa de Casos es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?".

Continuando con la dimensión Mapa de Tasas R0 la mejor pregunta que fue mejor considerada fue la pregunta 14: "¿Considera que la información mostrada en el mapa de Tasas R0 es de fácil difusión o divulgación?" por los estudiantes; la menos considerada fue la pregunta 10.

Finalmente con la dimensión Curvas SIR-D, la mejor pregunta que fue mejor considerada, fue la pregunta 19: "¿La información que se muestra en las Curvas SIR-D refleja el comportamiento de la enfermedad (COVID-19) en el lugar de estudio



(Departamento de Puno)?” por los estudiantes; la menos considerada fue la pregunta 17: “¿Considera que la información mostrada en las Curvas SIR-D es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?”.

Estos resultados sugieren que la Gestión de Información del Mapa COVID-19 desarrollado es percibida como "Buena" en general, pero hay aspectos específicos donde los participantes perciben una gestión de información mejorada a pesar de que respondieron con un puntaje ligeramente bajo. Por ejemplo, las preguntas referentes al Mapa de Casos facilitan el acceso de Gestión de Información gracias a que es fácil de intuir. Mientras que las preguntas de las dimensiones Mapa de Tasas R_0 y Curvas SIR-D requiere de conocer ciertos conocimientos o ecuaciones para que la Gestión de Información para su mejor comprensión.

4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Todas las pruebas de hipótesis tanto general y específicas fueron probadas con el estadístico Z, tomando como media poblacional hipotética el valor 3.66 que viene designado por el instrumento, véase (Anexo 2. Ficha Técnica del Instrumento), que viene a ser la tercera mejor parte dividida en 3 partes (terciles). Además que para todas las pruebas de hipótesis se tomó el nivel de confianza del 0.05, que lo mismo decir al 95% de confianza.

4.5.1. Hipótesis General

Con el objetivo de demostrar que existe mejora en la variable dependiente (Gestión de Información) gracias a la variable independiente (Mapa COVID-19) se propone hacer la prueba de hipótesis general. Para ello se busca rechazar la hipótesis nula para aceptar la hipótesis de investigación.



4.5.1.1. Hipótesis Nula:

(H₀): El *Mapa COVID-19* **no mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_0: \mu \leq 3.66$$

4.5.1.2. Hipótesis de Investigación

(H_i): El *Mapa COVID-19* **mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_i: \mu > 3.66$$

Usando un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y teniendo una muestra con un tamaño $n > 30$ se usará el estadístico de prueba Z.

El valor de $Z = -1.645$ (de acuerdo a valores de tabla).

El valor calculado de z es:

$$Z = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

\bar{x} = Media muestral, promedio de todos los encuestados

μ = Media poblacional hipotética esperada

S = Desviación estándar muestral

n = Tamaño de la muestra

Se realizó el análisis respectivo y se encontraron los siguientes valores:

$$\bar{x} = 3.9$$

$$\mu = 3.66$$

$$S = 0.34$$

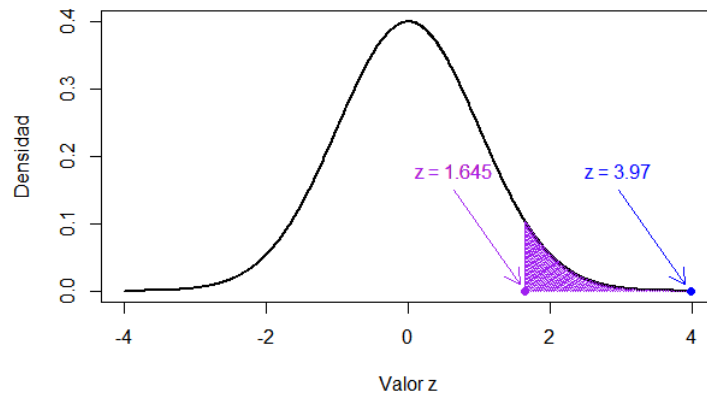
$$n = 33$$

El cálculo de Z:

$$Z = 3.97$$

$$1.645 < 3.97$$

Figura 16: Prueba Z General



Nota. La zona morada en el halo derecho indica la zona de rechazo de la hipótesis nula. Este gráfico fue generado con RStudio V. 2021.09.1.

Según la Figura 16 la hipótesis nula establece que la media poblacional hipotética es menor o igual a 3.66 en una escala de Likert de 5 puntos, mientras que la hipótesis alternativa plantea que la media poblacional es mayor a 3.66. Al evaluar esta hipótesis, se utilizó la prueba Z con un nivel de significancia de 95% y media muestral de 3.9. Los resultados mostraron que el valor de la prueba z obtenido fue mayor al valor crítico de 1.645 con un valor de z calculado de 3.97, lo que indicó que se rechaza la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se pudo concluir con un nivel de confianza del 95% que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el Mapa COVID-19 mejora la Gestión de la Información en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

4.5.2. Hipótesis Específica 1: Mapa de Casos

Hipótesis Nula:

(H_0): El *Mapa de Casos* **no mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_0: \mu \leq 3.66$$

Hipótesis de Investigación

(H_i): El *Mapa de Casos* **mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_i: \mu > 3.66$$

Se realizó el análisis respectivo y se encontraron los siguientes valores:

$$\bar{x} = 4.05$$

$$\mu = 3.66$$

$$S = 0.44$$

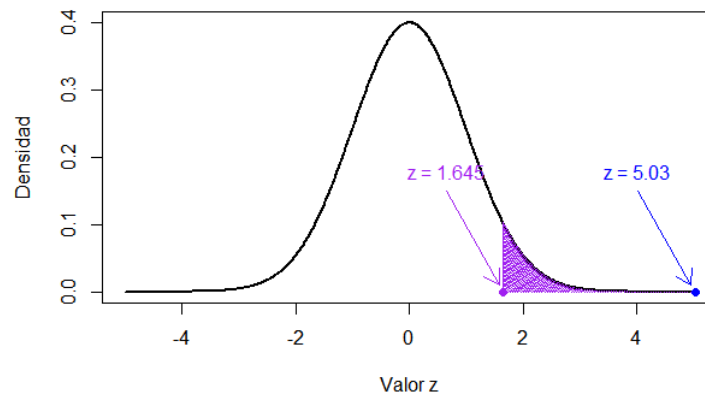
$$n = 33$$

El cálculo de Z:

$$Z = 5.03$$

$$1.645 < 5.03$$

Figura 17: Prueba Z de la Dimensión: Mapa de Casos



Nota. La zona morada en el halo derecho indica la zona de rechazo de la hipótesis nula. Este gráfico fue generado con RStudio V. 2021.09.1.

Después de realizar la prueba z con un nivel de significancia del 95%, se encontró que el valor z calculado es de 5.03 que está muy por encima del valor crítico de 1.645 que se muestra en la Figura 17, lo que indicó que se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. En otras palabras, se concluyó con un nivel de confianza del 95% que los estudiantes perciben el "Mapa de Casos" como una herramienta eficaz para la gestión de la información en el contexto del COVID-19 en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

4.5.3. Hipótesis Específica 2: Mapa de Tasas R0

Hipótesis Nula:

(H₀): El *Mapa de Tasas R0* **no mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_0: \mu \leq 3.66$$

Hipótesis de Investigación

(H_i): El *Mapa de Tasas R0* **mejora** la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_i: \mu > 3.66$$

Se realizó el análisis respectivo y se encontraron los siguientes valores:

$$\bar{x} = 3.83$$

$$\mu = 3.66$$

$$S = 0.37$$

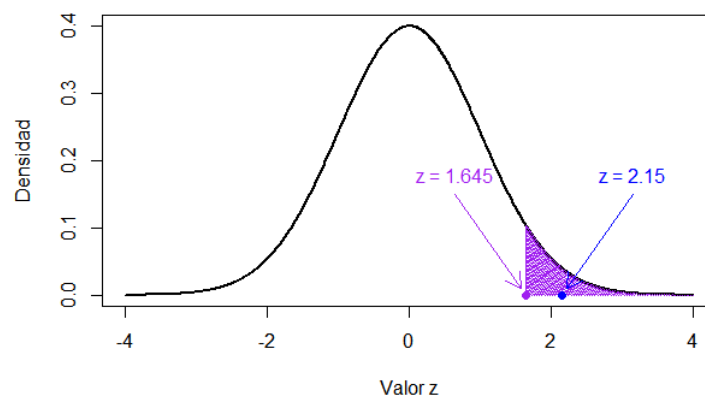
$$n = 33$$

El cálculo de Z:

$$Z = 2.15$$

$$1.645 < 2.15$$

Figura 18: Prueba Z Dimensión: Mapa de Tasas R0



Nota. La zona morada en el halo derecho indica la zona de rechazo de la hipótesis nula. Esta gráfica fue generada con RStudio2021.09.1

Para la dimensión Tasas R0 después de realizar la prueba z y representar los valores críticos en la Figura 18, se pudo observar que el punto crítico cae a la derecha del valor de la media poblacional hipotética. Entonces, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, lo que indicó en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería

de Sistemas de la UNAP que perciben que el mapa es efectivo para mostrar la tasa de reproducción efectiva de COVID-19.

4.5.4. Hipótesis Específica 3: Curvas SIR-D

Hipótesis Nula:

(H₀): *Las Curvas SIR-D no mejora* la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_0: \mu \leq 3.66$$

Hipótesis de Investigación

(H_i): *Las Curvas SIR-D mejora* la *Gestión de Información* en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

$$H_i: \mu > 3.66$$

Se realizó el análisis respectivo y se encontraron los siguientes valores:

$$\bar{x} = 3.82$$

$$\mu = 3.66$$

$$S = 0.47$$

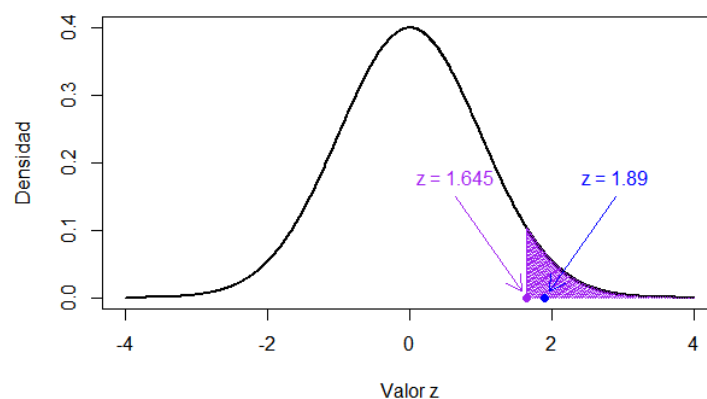
$$n = 33$$

El cálculo de Z:

$$Z = 1.89$$

$$1.645 < 1.89$$

Figura 19: Prueba Z Dimensión: Curvas SIR-D



Nota. La zona morada en el halo derecho indica la zona de rechazo de la hipótesis nula. Este gráfico fue generado con RStudio V. 2021.09.1.

Para la dimensión Curvas SIR-D al realizar la prueba z con un nivel de confianza del 95%, se encontró que el valor calculado del estadístico de prueba está a la derecha del valor crítico, pero peligrosamente cerca. Entre tanto, la hipótesis nula fue rechazada y se

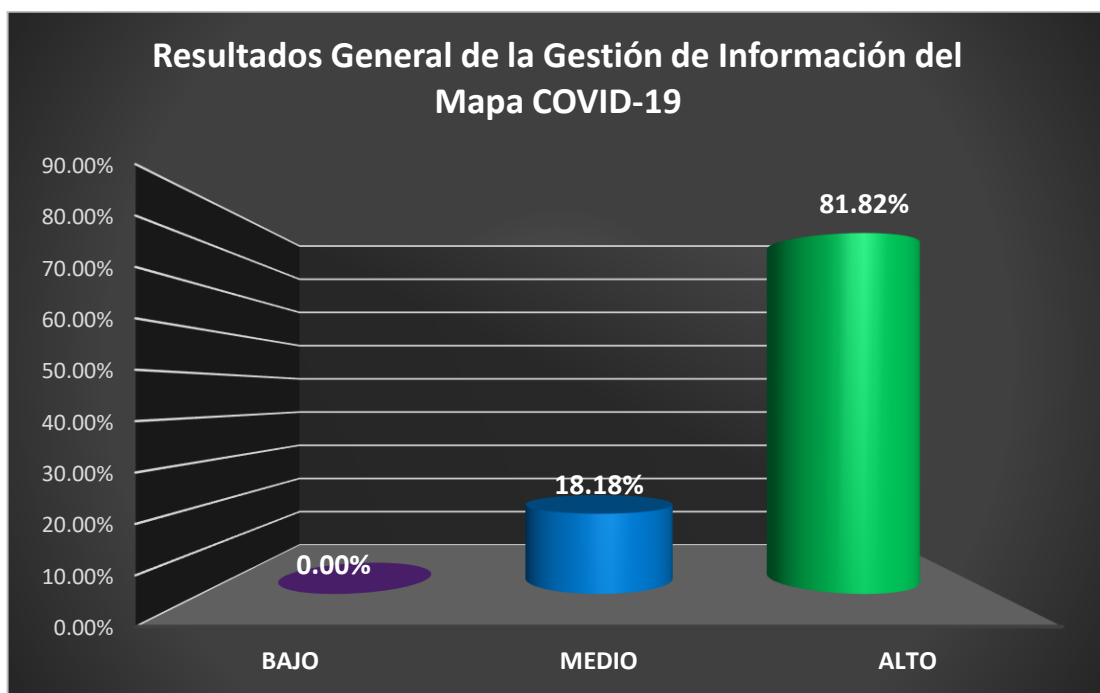
aceptó la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se pudo concluir que hay evidencia suficiente para afirmar que el uso del Mapa COVID-19 mejora significativamente al 95% de confianza en la Gestión de Información en la dimensión Curva SIR-D en los estudiantes de IX ciclo de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.

Es posible que en otro nivel de confianza mayor como al 99%, el valor crítico calculado sería menor al valor z de tabla, por lo que no se podría rechazar la hipótesis nula, pero en este estudio se usó al 95% de confianza, lo que indica que si se puede rechazar la hipótesis nula.

4.6. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

4.6.1. Resultados de la Variable Gestión de la Información

Figura 20: Resultados Generales de la Gestión de Información del Mapa COVID-19



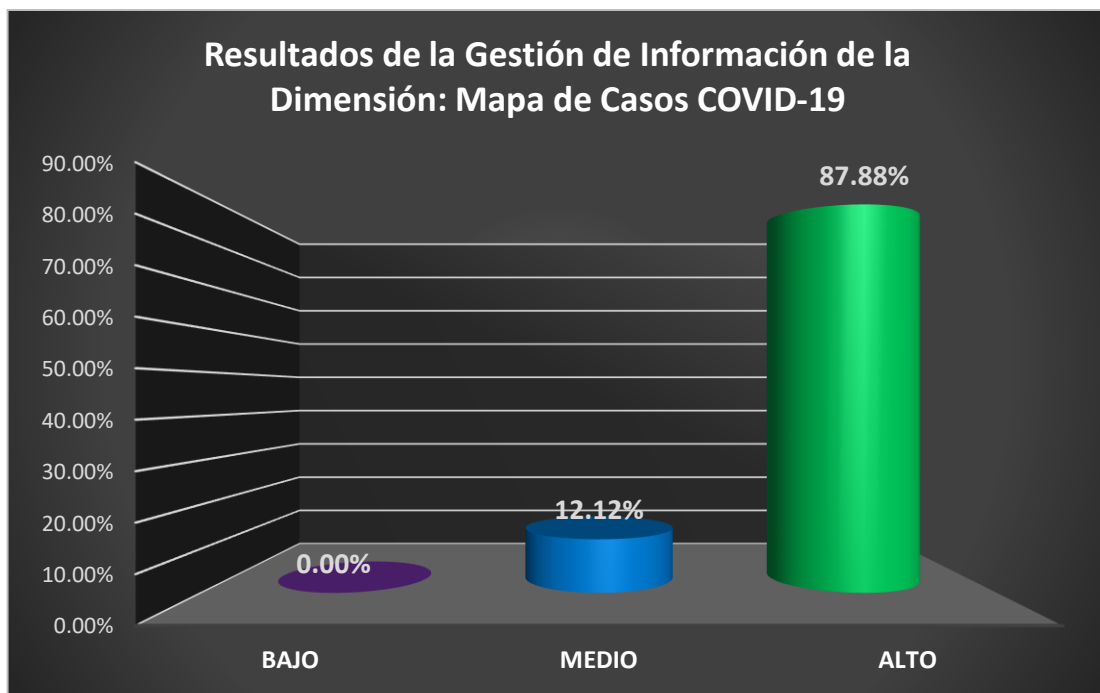
Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la escala de Baremización del Anexo 2 “Ficha técnica del instrumento” se generaron las gráficas de barras general que se muestra la Figura 20 respecto a la variable "Mapa COVID-19" demuestra que la distribución de respuestas de

los estudiantes sobre la Gestión de Información después de presentarles el Mapa COVID-19. Los resultados indicaron que el 81.82% de los encuestados evaluaron la Gestión de Información como "Alto", mientras que el 18.18% de ellos la evaluaron como "Medio" y ninguno de los encuestados la evaluó como "Bajo". Esto sugirió que, en general, los encuestados percibieron positivamente la Gestión de Información presentada en Mapa COVID-19, y la mayoría de ellos la consideraron efectiva. Estos hallazgos son importantes para el desarrollo de estrategias y herramientas que mejoren la Gestión de Información en situaciones de crisis como lo fue la pandemia del COVID-19.

4.6.2. Resultados de la dimensión 1: Mapa de Casos

Figura 21: Resultados de la dimensión Mapa de Casos



Fuente: Elaboración propia.

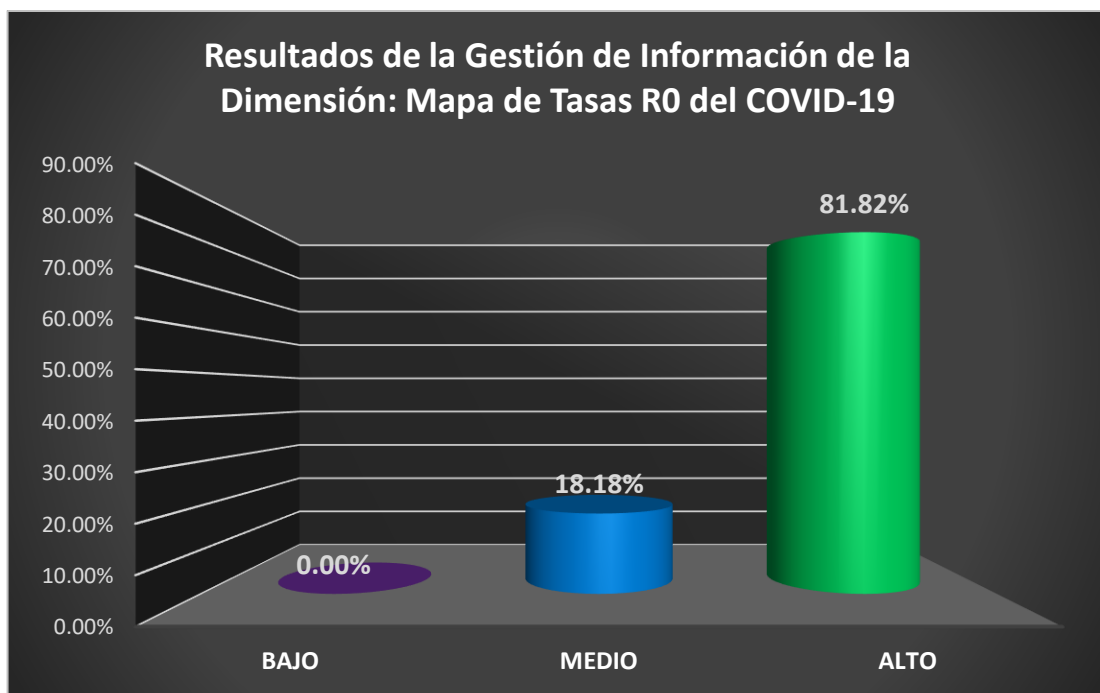
Al analizar los resultados de la encuesta en relación a la dimensión "Mapa de Casos" se pudo observar que el 87.88% de los encuestados calificaron la gestión de información como "Alta", mientras que el 12.12% la calificó como "Medio" y no hubo calificaciones "Bajo". Esto sugiere que la mayoría de los encuestados considera que la

información presentada en el "Mapa de Casos" fue clara, concisa y fácil de entender, lo que pudo haber ayudado a mejorar la gestión de la información significativamente.

Es importante destacar que la dimensión "Mapa de Casos" ha sido la mejor valorada por los encuestados en cuanto a la Gestión de Información, ya que la gran mayoría consideró que la información proporcionada fue clara y útil. Esto demuestra que la representación gráfica de los datos en el "Mapa de Casos" fue efectiva y permitió que los encuestados comprendieran de manera clara la situación de los casos de COVID-19 en el departamento de Puno por provincias y distritos, que es lo que mostró la Figura 21.

4.6.3. Resultados de la dimensión 2: Mapa de Tasas R0

Figura 22: Resultados de la dimensión Mapa de Tasas R0



Fuente: Elaboración propia.

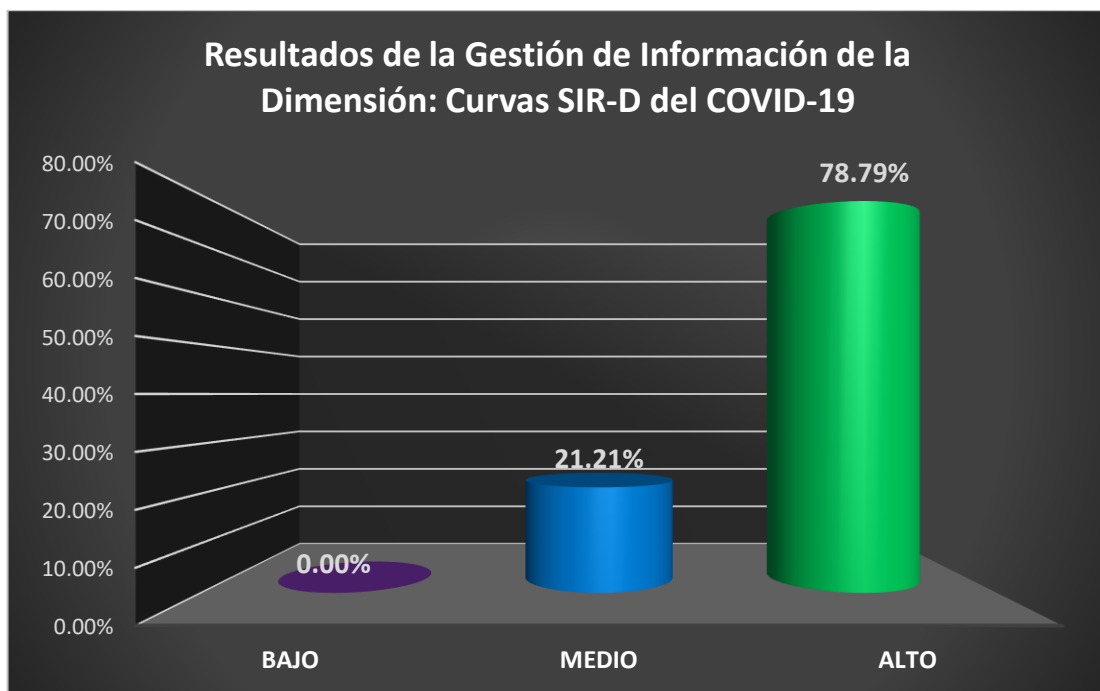
Para la dimensión "Mapa de Tasas R0" mostró que los estudiantes evaluados no consideraron que este mapa fue tan efectivo en la Gestión de la Información como lo fue la dimensión "Mapa de Casos" según la Figura 22. La columna de "Bajo" tuvo un porcentaje de respuestas del 0%, lo que sugiere que ningún estudiante consideró que este

mapa sea malo. En contraste, la columna de "Alto" tuvo un porcentaje de respuestas del 81.82%, lo que indica que la mayoría de los estudiantes consideraron que este mapa fue efectivo en la Gestión de la Información. Por otro lado, la columna de "Medio" tuvo un porcentaje de respuestas del 18.18%.

Es importante resaltar que esta dimensión no fue tan efectiva como la dimensión "Mapa de Casos", la cual recibió una evaluación mucho más positiva de los estudiantes. En general, la evaluación de la efectividad del "Mapa de Tasas R0" en la Gestión de la Información podría haber tenido un mejor resultado si éste tuviera información para personas que no fueran conocedores de qué viene a significar la tasa de infección reproductiva de una enfermedad.

4.6.4. Resultados de la dimensión 3: Curva SIR-D

Figura 23: Resultados de la dimensión Curvas SIR-D



Fuente: Elaboración propia

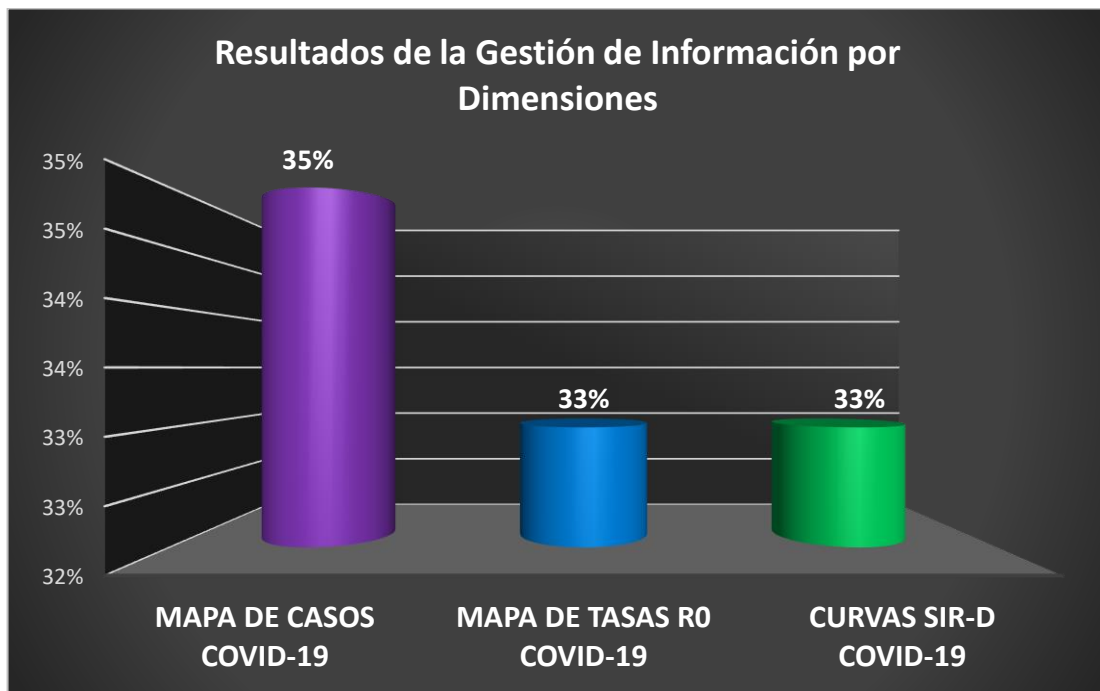
Los resultados indicaron que el 78.79% de los encuestados evaluaron la Gestión de Información de esta dimensión como "Alto", mientras que el 21.21% de ellos la

evaluaron como "Medio" y ninguno de los encuestados la evaluó como "Bajo". A partir de los resultados de la encuesta, se pudo observar que la dimensión "Curva SIR-D" obtuvo la menor puntuación en cuanto a la Gestión de Información que nos muestra la Figura 23.

Los encuestados indicaron que la comprensión de este mapa no fue tan clara como en las otras dimensiones. A pesar de que la mayoría de los estudiantes marcaron "Alto" para esta dimensión, también señalaron que esto se debió a su conocimiento previo del tema, y que para una persona común, podría ser difícil comprenderlo. Los resultados sugieren que la inclusión de una explicación más clara sobre la Curva SIR-D podría mejorar la comprensión de esta dimensión y, por ende, la Gestión de Información en general. A pesar de ser la dimensión con la puntuación más baja, es importante destacar que la mayoría de los encuestados marcaron "Alto", lo que sugiere que la comprensión de la Curva SIR-D podría ser mejorada con una explicación más clara.

4.6.5. Análisis Comparativo de percepción de las 3 dimensiones

Figura 24: Resultados del Análisis Comparativo de las 3 dimensiones



Fuente: Elaboración propia

La Figura 24 muestra una comparación entre la percepción de los estudiantes en relación a las tres dimensiones evaluadas en el estudio: "Mapa de Casos COVID-19", "Mapa de Tasas R0 COVID-19" y "Curvas SIR-D". En general, se observó que la dimensión "Mapa de Casos COVID-19" tuvo una ligera mejor percepción por parte de los estudiantes, con un 35% de respuestas positivas. Por otro lado, las dos últimas dimensiones presentaron resultados similares, con un 33% de respuestas positivas cada una.

Es importante destacar que, a pesar de las diferencias en las percepciones de las tres dimensiones, los resultados en general son positivos y muestran un alto nivel de Gestión de Información por parte de los estudiantes. Además, es notable la importancia de contar con tecnologías que permitan graficar el comportamiento de enfermedades como el COVID-19, ya que esto permite una mejor comprensión de su comportamiento real y puede ser de gran ayuda en futuras situaciones similares. En resumen, los resultados obtenidos en este estudio muestran una clara evidencia de la importancia de una adecuada gestión de información en situaciones de crisis sanitaria como lo fue la pandemia y resaltan la necesidad de contar con herramientas tecnológicas para su visualización y análisis correcto.

4.7. DISCUSIÓN

4.7.1. Discusión del Objetivo General

En el presente estudio se encontró que existe mejora de la Gestión de la Información con respecto al COVID-19, gracias a la implementación de la plataforma Mapa COVID-19, ya que el z calculado superó el z crítico al 95 % de certeza, siendo estas de $1.645 < 3.97$, por lo que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y se aceptar la hipótesis de investigación planteada en este estudio. Es así, que la



gran mayoría de estudiantes del IX ciclo de Ingeniería de sistemas 2021, evaluaron que la plataforma Mapa COVID-19 presenta nivel alto de gestión de información, seguido de una minoría que evaluó como de nivel medio y ningún estudiante evaluó como nivel bajo. Se entiende que cuando se refiere a nivel alto, es cuando las personas logran entender, comprender, intuir la información en base a datos exactos observando la plataforma, donde muestra el comportamiento de una enfermedad infecciosa, en este caso el COVID-19 tanto en el Conteo de Casos, los índices de tasa de reproducción R_0 y las curvas SIR-D [11].

Los resultados encontrados en este estudio presentan similitud con el estudio de Garay realizado en Lima, quien obtuvo como resultado un nivel alto, gracias a la implementación de una plataforma de mapa de planes urbanos a nivel nacional del Ministerio de Vivienda [11]. Esta similitud podría deberse a que estos mapas son rápidamente aceptados como fáciles de intuir, además de que en su estudio y este, se usó la prueba Z para discrepar las hipótesis planteadas. Teniendo 20 sujetos en su estudio y 33 en este estudio. Del mismo modo que en ambos instrumentos se clasificó en 3 baremos, clasificados en: bueno, medio y malo respecto a la Gestión de Información [12].

4.7.2. Discusión del Objetivo Específico 1

Con respecto al Mapa COVID-19 en su dimensión Mapa de casos, resultó en un nivel alto de gestión de información. El nivel alto respecto a los conteos significa que la persona que observa el mapa logran comprender dónde existen mayor frecuencia de casos positivos, activos y fallecidos de COVID-19 [7]. Dichos resultados guardan similitud con los estudios de Liu y otros, quien en sus resultados encontraron un buen nivel de conteo de casos positivos basado en mapas cloropétricos. Esta similitud podría deberse porque que se usó el tiempo como otra de sus dimensiones, lográndose intuir en ambos casos la

información de conteo de casos COVID-19 respecto al tiempo [41]. Del mismo modo Caspi, en Israel y Salehi en Irán obtuvieron un buen conteo de casos positivo, activos y fallecidos basándose en un Mapa de puntos. Esta similitud podría deberse que en su estudio aplicó el servicio Shiny y Leaflet para generar los mapas como los que se utilizó en este estudio[7], [8].

4.7.3. Discusión del Objetivo Específico 2

Referente a la dimensión Mapa de Tasas R_0 se tuvo discrepancias con Pino y otros [10]. Donde hallaron que la Tasa de reproducción calculada usando la fórmula $R_0 = \frac{\beta}{\gamma + \mu}$ no refleja los casos reales de infectados, donde la curva obtenida es empinada. Ya que en este estudio se tuvo el apoyo de el servicio calculador de Tasas R_0 por Cori [25], donde se aseguró una mejor precisión en las Tasas R_0 del departamento de Puno, sus provincias y por distritos. A pesar que el servicio asegura una buena presión, esta es sensible a la frecuencia de nuevos casos positivos de COVID-19 si está no es consecuente en los días. Esto se debe a que los responsables de ingresar los nuevos casos en Puno en el sistema nacional de COVID-19 lo han estado acumulando en la semana para entregare a DIRESA Puno en los días Lunes, y no enviando casos en otros días, por ejemplo el caso de la provincia de San Antonio de Putina donde repentinamente pasa de 20 a 200 caso en 2 días el 13 de agosto del 2020. Esto hace variar significativamente la Tasa de reproducción R_0 .

4.7.4. Discusión del Objetivo Específico 3

Respecto a la dimensión Curvas SIR-D se encontró similitud con los estudios de Gelves en Colombia[9] ya que desarrolló posibles escenarios de Tasas de Infección, recuperación y defunción donde usó el software Vensim como modelo de predicción. Donde demostró que a menor Tasa de Infección, los casos bajan significativamente, del



mismo modo que en este estudio donde al bajar la Tasa de Infección, los casos también bajan significativamente en la región de Puno como un posible escenario. Otra similitud que se encontró con el estudio de Gelves es que, al aumentar la tasa de mortalidad, también disminuye la incidencia de nuevos casos. Los mismos encontrados en este estudio donde a mayor Tasa de mortalidad los casos bajan débilmente. Esto es contraproducente, pero se explica a que una persona infectada si muere rápido, está ya no contagia más porque ya está muerto.

4.7.5. Juicio crítico

El juicio crítico de este estudio, demostró que los mapas mejoran la gestión de información y que logra contrarrestar la desinformación de COVID-19, que fue la problemática que dio origen a esta investigación. Que, el uso de mapas logran un mejora la comprensión del comportamiento de enfermedades infecciosas, oponiéndose a la desinformación, como lo determinó la Organización Panamericana de la Salud [1]. Que, las tecnologías de información con apoyo de mapas geoespaciales mejoran la gestión de información.

4.7.6. Limitaciones

Las principales limitaciones de este estudio fueron: La complejidad del tratamiento de datos recabados gracias a la Dirección Regional de Salud Puno, que fueron más de 80 000 casos reportados en todo el departamento de Puno desde abril de 2020 hasta abril del 2021, siendo esta el primer año crítico al eliminar datos vacíos, ambiguos e incongruentes. Del mismo modo se puede mencionar las medidas de sanidad, distanciamiento social y cuarentenas en la que se encontraba la región cuando se recababa los datos por la pandemia del COVID-19.



4.7.7. Implicancias

Más allá de que la población, futuros investigadores y tomadores de decisiones logren entender y tomar mejores decisiones frente a una epidemia o pandemia gracias a un mapa. La verdadera implicancia de este estudio radica que, en lo que le queda de vida a la humanidad en la tierra, está va a seguir siendo afectada por nuevas pandemias en el futuro basándose en la probabilidad. O que algún loco en algún laboratorio se le ocurra combinar bases nitrogenadas de ARN de un nuevo virus letal. Un virus que tomé años en presentar síntomas y luego mataría rápido al sujeto infectado para así intentar extinguir la especie. Del mismo modo, aceptar lo pequeño y efímero que somos como humanidad ante la singularidad de la vida.



V. CONCLUSIONES

El Mapa COVID-19 mejoró la gestión de información respecto al COVID-19 en un 81.82%. Asimismo, el Z calculado de 3.97 superó a Z crítico 1.645. Lo que se demuestra que existe suficiente evidencia para afirmar que el mapa COVID-19 mejoro la gestión de información. Esta herramienta fue evaluada como nivel alto de gestión de información por los estudiantes. Se entiende como nivel alto, cuando les es fiable, interactuarle y de fácil difusión. Que cualquier persona puede comprender el comportamiento de la enfermedad en su distrito o provincia en base a datos numéricos.

El Mapa de conteo de casos, que muestra los casos (nuevos, activos, recuperados y fallecidos) mejoró la gestión de información con 87.88% del COVID-19. Lo que indica que el conteo de casos es de muy fácil intuición y no requiere de explicaciones para comprender cómo se viene dando los nuevos casos, activos y fallecidos en distritos y provincias de Puno.

El Mapa de Tasas R_0 , mejoró la gestión de información con un 81.82%, lo que indica que cada distrito o provincia presenta sus propios valores de tasa de reproducción y fueron mostrados en el mapa. Aunque la pregunta 10 sugiere que necesariamente debe explicarse qué es este indicador y que los casos diarios no tenían continuidad de datos evolutivos en algunas provincias, se logró demostrar que mejora la gestión de información.

Las Curvas SIR-D mejoró la gestión de información del COVID-19 con un 78.79% como nivel alto. Esto indica que los estudiantes lograron comprender del poder exponencial que presenta una enfermedad infecciosa de carácter epidémica pandémica. Los que ayudó a probar diferentes escenarios si la Tasa de infección, recuperación o mortalidad varían. Esto logró hacer comprender que las medidas tomadas frente al COVID-19 tienen estrecha relación del comportamiento en corto plazo que tendrá la enfermedad.



VI. RECOMENDACIONES

A los investigadores a que usen tecnologías de información, ya que tienen gran relevancia cuando de enfermedades pandémicas se trata, poder gestionar masivas cantidades de información y ponerlos al servicio del público es imprescindible para combatir este tipo de enfermedades. Estas herramientas pueden ser fiables con los datos geoespaciales, interactuables y de fácil difusión, que pueda compartirse. Cumpliendo estas 3 características se logra una mejor comprensión de qué medidas ha de tomar cualquier persona en base a datos numéricos precisos de la enfermedad pandémica, en este caso el COVID-19.

A los futuros investigadores se recomienda desarrollar un mapa de calor utilizando coordenadas de latitud y longitud junto con el índice de Moran para evaluar la autocorrelación espacial en los datos geográficos. Este índice permite identificar patrones espaciales y clústeres. Utilizar técnicas de visualización adecuadas para transmitir claramente la información espacial ayuda con la gestión de información de casos nuevos, activos, recuperados y fallecidos. Del mismo modo a los que ingresan al sistema nacional que registren la latitud y longitud de dónde se generó un caso nuevo.

A los investigadores que usen estadísticos confiables como el modelo de Cori de la universidad de Oxford para calcular la Tasa de reproducción por día según los casos confiable al 95% [25]. Del mismo modo que brinden una explicación previa y detallada sobre los mapas de Tasa R_0 para ayudar con la gestión de información de estas enfermedades infecciosas. Estas herramientas son fundamentales para comprender la propagación de la enfermedad y evaluar el impacto de las intervenciones de control.



A los digitadores encargados de subir los casos positivos de la enfermedad infecciosa que eviten acumular los casos y los presenten en un solo día. Las ecuaciones SIR-D son altamente sensibles a la continuidad de los casos y la agregación de datos en un solo día puede generar distorsiones en la evaluación de la propagación de la enfermedad. Por lo tanto, es fundamental actualizar la plataforma con la detección de nuevos casos positivos de manera regular y constante con lo que se consigue curvas SIR-D confiables que sugieren buenas estimaciones lo que ayuda a su mejor gestión de información. La robustez que presenta las curvas SIR-D pueden ser usadas incluso desde las primeras etapas de las enfermedades infecciosas siempre que estos los datos se ingresen continuamente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OPS, “Teorías Negacionistas sobre el Covid-19 y las vacunas”, *Documentos*, 2022.
https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56514/OPSFPLIMCOVID190030_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [2] K. Syal, “COVID-19: Herd immunity and convalescent plasma transfer therapy”, *J. Med. Virol.*, vol. 92, n° 9, pp. 1380–1382, 2020, doi: 10.1002/jmv.25870.
- [3] MINSA, *Reporte Nacional N° 030- 2020: Brotes, Epizootias, y Otros Reportes de Salud*. Lima, 2020, p. 3.
- [4] MEF, “Plan económico del Perú frente al Covid-19”, *Noticias*, 2020.
<https://www.mef.gob.pe/planeconomicocovid19/> (accedido may 05, 2023).
- [5] Gobierno Regional Puno, “Primer caso positivo de coronavirus Covid-19 en Puno”, *Portal de Tra.* <https://www.regionpuno.gob.pe/informan-sobre-primer-caso-positivo-de-coronavirus-covid-19-en-region-puno/>.
- [6] E. Shangh y S. S. Ban, “Procedimiento para solicitar el ‘ Código de Salud ’ (随申办 , Sui Shen Ban) en Shanghai En la App Alipay :”, 2020. [En línea].
Disponible en:
https://consulmex.sre.gob.mx/shanghai/images/pdf/Procedimiento_codigo_QR_Shanghai0122.pdf.
- [7] M. Salehi *et al.*, “A Synergetic R-Shiny Portal for Modeling and Tracking of COVID-19 Data”, *Front. Public Heal.*, vol. 8, n° January, pp. 1–10, 2021, doi: 10.3389/fpubh.2020.623624.
- [8] G. Caspi, J. Chen, S. Liverant-Taub, A. Shina, y O. Caspi, “Heat Maps for Surveillance and Prevention of COVID-19 Spread in Nursing Homes and Assisted Living Facilities”, *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, vol. 21, n° 7, pp. 986-988.e1, 2020, doi: 10.1016/j.jamda.2020.05.048.
- [9] O. Gelves y N. Elisa, “Simulación del comportamiento de la COVID-19 por medio de dinámica de sistemas en Bogotá”, *Investig. en Ing.*, vol. 16, n° 1, p. 14, 2021, doi: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.7092>.
- [10] N. Pino, P. Soto-Becerra, y R. A. Quispe mendizábal, “Universidad Nacional de Trujillo”, *Rev. Científica del Dep. Matemáticas*, n° None, p. 10, 2020, doi: <https://doi.org/10.17268/sel.mat.2020.01.15>.



- [11] J. Garay, “Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Información de Planes Urbano Territoriales”, Universidad Peruana Los Andes, 2019.
- [12] M. A. S. de la Rosa, J. F. Raposo-Grau, y B. Butragueño-Díaz, “Estrategias de gestión de información en la cartografía actual”, *Arte, Individuo y Soc.*, vol. 31, n° 1, pp. 93–110, 2019.
- [13] P. Galeana, “Las epidemias a lo largo de la Historia”, *Antropol. Am.*, vol. 5, n° 10, pp. 13–45, 2020, [En línea]. Disponible en:
<https://revistasipgh.org/index.php/anam/article/view/844/1218>.
- [14] M. J. Perles Roselló *et al.*, “Metodología Para la Elaboración de una Cartografía de Riesgo de Covid19 en Entornos Urbanos. Aplicación a la Ciudad de Málaga y Municipios de la Provincia”, *Dpto. Geogr.*, p. 8, 2020, [En línea]. Disponible en:
[https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/19477/Metodología Cartografía Riesgos COVID-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/19477/Metodología%20Cartografía%20Riesgos%20COVID-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [15] Johns Hopkins University, “the embed code .”, 2020. [En línea]. Disponible en:
https://systems.jhu.edu/wp-content/uploads/2020/03/COVID-19-Map-FAQs_March2020.pdf.
- [16] UPM, *Capítulo 6. Mapas de coropletas*. Universidad Politécnica de Madrid, 2002.
- [17] D. Granado, “¿Cómo hacer mapas de coropletas en 3D con QGIS?”, *Blog Territorio*, 2018. <https://geoinnova.org/blog-territorio/sig-como-hacer-mapas-de-coropletas-en-3d-con-qgis/> (accedido may 27, 2023).
- [18] MappingGIS, “Herramientas de color para trabajar la simbología de los mapas”, *Herramientas de color*, 2023. <https://mappinggis.com/2018/07/5-herramientas-de-color-simbologia-mapas/> (accedido may 27, 2023).
- [19] RYTE Wiki, “Heat Map”, *Marketing Online*, 2021.
[https://es.ryte.com/wiki/Heat_Map#:~:text=Un heat map o mapa,la estructura de las webs.](https://es.ryte.com/wiki/Heat_Map#:~:text=Un%20heat%20map%20o%20mapa,la%20estructura%20de%20las%20webs.) (accedido may 27, 2023).
- [20] S. Ibañez, J. Gisbert, y H. Moreno, “Sistema De Coordenadas Geográficas”, *Univ. Politécnica Val.*, p. 8, 2010, [En línea]. Disponible en:
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8931/Coordenadas geograficas.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8931/Coordenadas_geograficas.pdf).
- [21] G. Marin Mamani, J. A. Llanos Condori, E. Huichi Atamari, E. Marín Paucara, V. Enríquez Mamani, y N. Bolívar Espinoza, “Identificación de áreas de contagio por COVID 19 mediante análisis espacial del equipamiento urbano en Puno, Perú.”, *InterSedes*, vol. 23, pp. 1–17, 2022, doi: 10.15517/isucr.v23i48.48131.



- [22] P. R. P. Ferreira, G. M. De Sousa, y T. B. Marino, “Dinâmica Espacial Da Pandemia De Covid-19 Através De Mapas Anamórficos Do Estado Do Rio De Janeiro”, *GEOgraphia*, vol. 23, n° 50, 2021, doi: 10.22409/geographia2021.v23i50.a47006.
- [23] E. C. Cantillo, J. H. W. Visbal, y F. D. Saraví, “Epidemiological factors R0 and Re during the COVID-19: What are they and how do they differ?”, *Rev. Cuid.*, vol. 12, n° 1, pp. 1–4, 2021, doi: 10.15649/cuidarte.1393.
- [24] PRD, “Qué es el R0?”, *PRD Panamá*, 2020.
https://www.instagram.com/p/B_5DyBAnX22/ (accedido may 28, 2023).
- [25] A. Cori, N. M. Ferguson, C. Fraser, y S. Cauchemez, “A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics”, *Am. J. Epidemiol.*, vol. 178, n° 9, pp. 1505–1512, 2013, doi: 10.1093/aje/kwt133.
- [26] J. Fernández-Villaverde y C. I. Jones, “Estimating and simulating a SIRD Model of COVID-19 for many countries, states, and cities”, *J. Econ. Dyn. Control*, vol. 140, pp. 1–19, 2022, doi: 10.1016/j.jedc.2022.104318.
- [27] G. Jiménez-zerón, “Experiencia Educativa Innovadora : Enseñanza del Modelo SIR Innovative Educational Experience : Teaching the SIR Model”, vol. 4, n° 1, pp. 16–21, 2022, [En línea]. Disponible en: file:///C:/Users/Bill/Desktop/REF - COVID/8269-Manuscrito-45377-1-10-20211112.pdf.
- [28] A. García, “Modelo de ecuaciones diferenciales para la propagación de enfermedades infecciosas”, Universidad de Cantabria, 2014.
- [29] A. Pérez, “Modelo SIR”, *Ecuación diferencial*, 2020.
<https://www.geogebra.org/m/mtnaxapy> (accedido may 28, 2023).
- [30] J. López Hernández, “La gestión de la información en las organizaciones: una disciplina emergente”, *Rev. Gen. Inf. y Doc.*, vol. 1, n° 2, pp. 7–22, 1991, [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=902653>.
- [31] G. Ponjuan, *Gestion de Informacion en las Organizaciones: Principios, Conceptos y aplicaciones*, 1a ed. Santiago: CECAPI, 2010.
- [32] M. Bellinza, N. Guerrero Barrera, y S. Colon Sirtori Wendy Ramírez Mercado, “Gestión del conocimiento: Aproximaciones teóricas”, *Año*, vol. 5, n° 10, pp. 257–271, 2011.
- [33] P. Bartle, “Información para la gestión y Gestión de la información”, *Community Empowerment Collective*, 2011. <https://cec.vcn.bc.ca/mpfc/modules/mon-miss.htm> (accedido may 30, 2023).



- [34] R. Bono, “Diseños cuasi-experimentales y longitudinales”, *DISEÑOS CUASI-EXPERIMENTALES Y LONGITUDINALES Roser Bono Cabré Dep. Metodol. les Ciencias del Comport.*, p. 86, 2012, [En línea]. Disponible en: https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D_cuasi_y_longitudinales.pdf.
- [35] C. Sabino, *Metodologia de la investigacion*, vol. 4. Caracas: Ed. Panamericana, Bogotá, y Ed., 1992.
- [36] Tesis y Masters, “Tipos de investigación: ¿Qué son y cuáles existen?”, *Tesis y Masters*. <https://tesisymasters.com.co/tipos-de-investigacion/> (accedido may 01, 2023).
- [37] K. Schwaber y J. Sutherland, “La Guía Scrum. La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego”, p. 17, 2020, [En línea]. Disponible en: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>.
- [38] C. Sievert, *Interactive Web-Based Data Visualization with R, plotly, and shiny*, 1st Edicio. January 21, 2020 by Chapman and Hall/CRC, 2020.
- [39] J. Casas Anguita, J. R. Repullo Labrador, y J. Donado Campos, “La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)”, *Atención Primaria*, vol. 31, nº 8, pp. 527–538, 2003, doi: 10.1016/s0212-6567(03)70728-8.
- [40] B. Jason y K. Speerschneider, “Package ‘likert’ ”. New York, p. 22, 2022, [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/likert/likert.pdf>.
- [41] D. Liu *et al.*, “A Real Time and Interactive Web-Based Platform for Visualizing and Analyzing COVID-19 in Canada”, *Int. J. Stat. Probab.*, vol. 9, nº 5, p. 23, 2020, doi: 10.5539/ijsp.v9n5p23.
- [42] EducaciónIT, “Scrum, la metodología ágil más implementada por equipos de trabajo”, *Blogs*, 2016. <https://blog.educacionit.com/2016/02/23/scrum-la-metodologia-agil-mas-implementada-por-equipos-de-trabajo/> (accedido jul. 09, 2023).

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia y operacionalización de variables

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
			VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	
<p>Problema General PG: ¿La implementación del Mapa de Covid19 mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p> <p>Problemas específicos: PE1: ¿La implementación del Mapa de Casos mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p> <p>PE2: ¿La implementación del Mapa de Tasas R0 mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p> <p>PE3: ¿La implementación de las Curvas SIR-D mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p>	<p>Objetivo General OG: Determinar que el Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Probar si el Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. OE2: Demostrar si el Mapa de Tasas R0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. OE3: Comprobar si las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p>	<p>Hipótesis General HG: La implementación del Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p> <p>Hipótesis específicas: HE1: La implementación del Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. HE2: La implementación del Mapa de Tasas R0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. HE3: La implementación de las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p>	<p>Mapa de Casos</p> <p>Mapa de Tasas R0</p> <p>Curvas SIR-D</p>	<p>3 para cada dimensión</p>	<p>Pre Experimental de una salida</p> <p>Población: 659 estudiantes matriculados la EPIS UNAP 2022-II.</p> <p>Muestra: 33 estudiantes matriculados del IX ciclo</p> <p>2022-II (de muestreo no probabilístico por conveniencia)</p> <p>Método de Investigación: Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario para medir la gestión de la información en un mapa para una enfermedad infecciosa (COVID-19). De escala Likert considerando 5 categorías: Pésima = 1 punto, Mala = 2 puntos, Regular = 3 puntos, Buena = 4 puntos y Excelente = 5 puntos.</p> <p>Procedimiento de puntuación: Escala por Promedios de puntos Likert.</p> <p>Prueba de Hipótesis: Z</p>	
<p>Gestión de la Información GI: ¿La implementación del Mapa de Casos mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p> <p>Gestión de la Información GI1: ¿La implementación del Mapa de Tasas R0 mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p> <p>Gestión de la Información GI2: ¿La implementación de las Curvas SIR-D mejorará la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP?</p>	<p>Objetivo General OG: Determinar que el Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Probar si el Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. OE2: Demostrar si el Mapa de Tasas R0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. OE3: Comprobar si las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p>	<p>Hipótesis General HG: La implementación del Mapa de Covid19 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p> <p>Hipótesis específicas: HE1: La implementación del Mapa de Casos mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. HE2: La implementación del Mapa de Tasas R0 mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP. HE3: La implementación de las Curvas SIR-D mejora la Gestión de Información de Covid19 en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la UNAP.</p>	<p>Mapa COVID-19 (Variable Independiente)</p> <p>Mapa COVID-19</p> <p>Gestión de la Información</p> <p>Gestión de la Información</p> <p>Gestión de la Información</p>	<p>1, 8, 15</p> <p>2, 9, 16</p> <p>3, 10, 17</p> <p>4, 11, 18</p> <p>5, 12, 19</p> <p>6, 13, 20</p> <p>7, 14, 21</p>	<p>Información correcta</p> <p>Información adecuada</p> <p>Personas indicadas</p> <p>Momento oportuno</p> <p>Lugar Indicado</p> <p>Usabilidad</p> <p>Difusión</p>	<p>2022-II (de muestreo no probabilístico por conveniencia)</p> <p>Método de Investigación: Técnica: Encuesta Instrumento: Cuestionario para medir la gestión de la información en un mapa para una enfermedad infecciosa (COVID-19). De escala Likert considerando 5 categorías: Pésima = 1 punto, Mala = 2 puntos, Regular = 3 puntos, Buena = 4 puntos y Excelente = 5 puntos.</p> <p>Procedimiento de puntuación: Escala por Promedios de puntos Likert.</p> <p>Prueba de Hipótesis: Z</p>

Anexo 2

Ficha Técnica del Instrumento

- Nombre** : Cuestionario de medición de la gestión de la información en un mapa para una enfermedad infecciosa (COVID-19).
- Autor** : Elaborado por Bill Jherson Ttimpo Huahuatico
- Año** : 2022
- Objetivo** : Medir la gestión de Información de un mapa para una enfermedad infecciosa (COVID-19).

Lugar de aplicación: Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, IX semestre.

- Forma de aplicación** : Directa o Virtual.
- Duración de la aplicación** : 30 minutos.
- Nivel de Medición** : Escala politómica.
- Descripción del Instrumento** : Encuesta destinada para público general. La población lo conforma 659 estudiantes matriculados la EPIS UNAP 2022-II. La muestra del estudio es de 33 estudiantes matriculados del IX ciclo 2022-II de la EPIS UNAP. El cuestionario está constituido por 21 preguntas, distribuidos en 7 preguntas para la dimensión Mapa de casos; 7 preguntas para la dimensión Mapa de Tasas R0; 7 preguntas para la dimensión Curvas SIR-D.

Las respuestas del cuestionario estuvieron estructuradas bajo la escala Likert considerando 5 categorías: Pésima = 1 punto, Mala = 2 puntos, Regular = 3 puntos, Buena = 4 puntos y Excelente = 5 puntos.

Procedimiento de puntuación

La escala se divide en 3 partes iguales (terciles).

	Escala de Baremización por suma de puntos	Escala por Promedio de puntos Likert
Gestión de la Información General	Bajo (21 - 48)	Bajo (1 – 2.33)
	Medio (49 - 76)	Medio (2.33 – 3.66)
	Alto (77 - 105)	Alto (3.66 - 5)
Gestión de la Información por Dimensión	Bajo (5 - 14)	Bajo (1 – 2.33)
	Medio (15 - 24)	Medio (2.33 – 3.66)
	Alto (25 - 35)	Alto (3.66 - 5)

Anexo 3

Resultados de la Confiabilidad

RESULTADOS DE CONFIABILIDAD

Este instrumento el cual contiene preguntas de opciones políticas que han sido sometidas mediante el coeficiente del *Alfa de Cronbach* para poder determinar la consistencia interna. Analizando la correlación de cada pregunta entre todas las demás preguntas que contiene el cuestionario. Se analizó el *Alfa de Cronbach* gracias al software SPSS en su versión 29.

Tabla 3: *Escala de valores para determinar la confiabilidad*

Valor	Confiabilidad
Alrededor de 0.9	Nivel elevado de confiabilidad
0.8 o superior	Confiable
Alrededor de 0.7 se considera	Baja
Inferior a 0.6 indica una confiabilidad	Inaceptablemente baja

Fuente: Hogan (2004).

Tabla 4: *Confiabilidad del instrumento – Alfa de Cronbach*

Instrumento	Alfa de Cronbach	N° ítems
Gestión de la Información	0.84281639	21

Fuente: Elaboración propia

Se logró determinar la consistencia interna mediante el *Alfa de Cronbach*, en el que se halló con un valor de 0.88 para el instrumento, el cual presenta un nivel elevado de confiabilidad.



Anexo 4

Instrumento de Investigación

CUESTIONARIO DE MEDICIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE UNA ENFERMEDAD INFECCIOSA (COVID-19)

Estimado colaborador, el presente cuestionario tiene por finalidad medir la gestión de la información del Mapa de casos, Mapa de Tasas R0 y Curvas SIR-D de COVID-19 en el departamento de Puno 2020-2021. Por tal motivo le pedimos leer con detenimiento y marcar con una (X) solo una alternativa como respuesta a cada pregunta. El cuestionario es de carácter anónimo. Conteste todas las preposiciones. No hay respuestas buenas o malas.

N°	ITEM	PÉSIMA (1)	MALA (2)	REGULAR (3)	BUENA (4)	EXCELENTE (5)
DIMENSIÓN 1: Mapa de casos COVID-19						
1	¿Considera que los datos mostrada en el Mapa de Casos es apropiada para la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					
2	¿Considera que la información que se muestra en el Mapa de Casos es presentada de manera adecuada?					
3	¿Considera que la información mostrada en el Mapa de Casos es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					
4	¿Considera que es el momento indicado las fechas que se muestra el Mapa de Casos?					
5	¿La información que se muestra en el Mapa de Casos refleja el comportamiento de la enfermedad (COVID-19) en el lugar de estudio (Departamento de Puno)?					
6	¿Considera que la información mostrada en el Mapa de Casos del aplicativo es de fácil uso e interactivo?					
7	¿Considera que la información mostrada en el Mapa de Casos es de fácil difusión o divulgación?					
DIMENSIÓN 2: Mapa de Tasas R0 COVID-19						
8	¿Considera que los datos mostrada en el mapa de Tasas R0 es apropiada para la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					
9	¿Considera que la información que se muestra en el mapa de Tasas R0 es presentada de manera adecuada?					
10	¿Considera que la información mostrada en el mapa de Tasas R0 es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					



11	¿Considera que es el momento indicado las fechas que se muestra el mapa de Tasas R0?					
12	¿La información que se muestra en el mapa de Tasas R0 refleja el comportamiento de la enfermedad (COVID-19) en el lugar de estudio (Departamento de Puno)?					
13	¿Considera que la información mostrada en el mapa de Tasas R0 del aplicativo es de fácil uso e interactivo?					
14	¿Considera que la información mostrada en el mapa de Tasas R0 es de fácil difusión o divulgación?					
DIMENSIÓN 3: Curvas SIR-D COVID-19						
15	¿Considera que los datos mostrada en las Curvas SIR-D es apropiada para la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					
16	¿Considera que la información que se muestra en las Curvas SIR-D es presentada de manera adecuada?					
17	¿Considera que la información mostrada en las Curvas SIR-D es idónea para la población (personas del Departamento de Puno) que están frente a la enfermedad infecciosa (COVID-19)?					
18	¿Considera que es el momento indicado las fechas que se muestra las Curvas SIR-D?					
19	¿La información que se muestra en las Curvas SIR-D refleja el comportamiento de la enfermedad (COVID-19) en el lugar de estudio (Departamento de Puno)?					
20	¿Considera que la información mostrada en las Curvas SIR-D del aplicativo es de fácil uso e interactivo?					
21	¿Considera que la información mostrada en las Curvas SIR-D es de fácil difusión o divulgación?					

Anexo 5: Base de datos Experimental con Información de un solo Grupo

P	D1: MAPA DE CASOS COVID-19					D2: MAPA DE TASAS R0 COVID-19					D3: CURVAS SIR-D COVID-19					$\sum T$	$\sum D1$	$\sum D2$	$\sum D3$					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					16	17	18	19	20
Est. 1	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	3	4	85	30	28	27
Est. 2	4	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	79	25	28	26
Est. 3	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	3	5	4	4	3	4	5	3	4	90	32	31	27
Est. 4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	75	25	25	25
Est. 5	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4	87	30	28	29
Est. 6	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	5	5	2	2	3	4	5	3	5	77	24	26	27
Est. 7	4	4	4	5	5	4	4	3	3	5	4	3	4	2	3	2	4	5	4	3	78	30	25	23
Est. 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	63	21	21	21
Est. 9	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	69	23	24	22
Est. 10	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	2	3	3	4	77	25	27	25
Est. 11	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	81	26	26	29
Est. 12	4	4	4	5	4	5	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	5	4	5	5	85	30	24	31
Est. 13	4	4	4	3	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	82	28	27	27
Est. 14	4	4	4	4	4	5	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	5	79	28	24	27
Est. 15	4	4	5	4	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	84	31	26	27
Est. 16	4	5	3	5	5	4	3	4	3	4	5	3	3	3	5	5	4	4	3	3	84	29	26	29
Est. 17	4	5	4	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	81	33	24	24
Est. 18	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	90	30	29	31
Est. 19	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	75	24	25	26
Est. 20	4	3	4	4	3	5	3	3	3	3	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	76	26	26	24
Est. 21	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	85	30	28	27
Est. 22	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	3	84	30	30	24
Est. 23	4	4	3	4	4	5	3	3	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	84	27	28	29
Est. 24	4	4	4	3	5	3	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	83	28	29	26
Est. 25	4	5	4	4	5	4	4	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	4	2	69	31	21	17
Est. 26	4	5	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	79	28	26	25
Est. 27	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	98	32	32	34
Est. 28	4	4	3	4	5	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4	5	4	85	28	27	30
Est. 29	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	86	28	29	29
Est. 30	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	83	28	28	27
Est. 31	5	4	5	5	5	5	5	3	3	5	4	3	5	4	4	3	2	4	4	5	89	34	28	27
Est. 32	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	94	33	31	30
Est. 33	4	3	5	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	88	29	28	31

Fuente: Elaboración propia



Anexo 6

Baremo Experimental

	X	D1	D2	D3
Est. 1	3	3	3	3
Est. 2	3	3	3	3
Est. 3	3	3	3	3
Est. 4	2	3	3	3
Est. 5	3	3	3	3
Est. 6	3	2	3	3
Est. 7	3	3	3	2
Est. 8	2	2	2	2
Est. 9	2	2	2	2
Est. 10	3	3	3	3
Est. 11	3	3	3	3
Est. 12	3	3	2	3
Est. 13	3	3	3	3
Est. 14	3	3	2	3
Est. 15	3	3	3	3
Est. 16	3	3	3	3
Est. 17	3	3	2	2
Est. 18	3	3	3	3
Est. 19	2	2	3	3
Est. 20	2	3	3	2
Est. 21	3	3	3	3
Est. 22	3	3	3	2
Est. 23	3	3	3	3
Est. 24	3	3	3	3
Est. 25	2	3	2	2
Est. 26	3	3	3	3
Est. 27	3	3	3	3
Est. 28	3	3	3	3
Est. 29	3	3	3	3
Est. 30	3	3	3	3
Est. 31	3	3	3	3
Est. 32	3	3	3	3
Est. 33	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

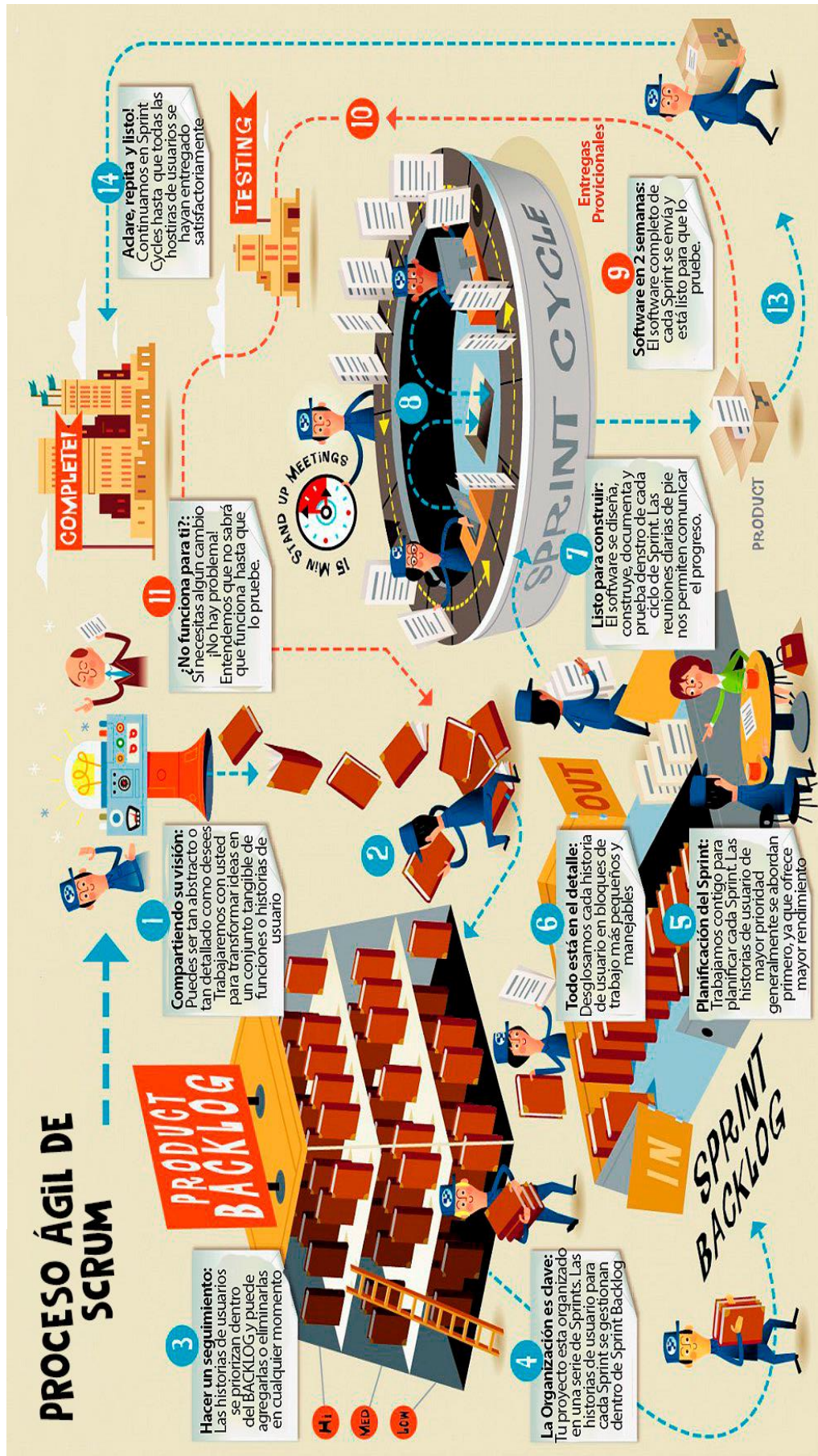
X = Variable dependiente – Gestión de la Información

D1 = Dimensión 1 – Mapa de Casos

D2 = Dimensión 2 – Mapa Tasas R0

D3 = Dimensión 3 – Curvas SIR-D

Anexo 7: Diagrama del proceso Ágil de la Metodología SCRUM



Fuente: Recuperado de Educación IT [42].

Anexo 8: Desarrollo de la metodología SCRUM

En el presente trabajo de investigación se ha utilizado la metodología SCRUM para el desarrollo de la Plataforma Mapa COVID-19 para el departamento de Puno. Esta metodología sugiere que empieza con la generación de ideas por parte del cliente, en este caso nos referimos a los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería de sistemas. Estas ideas se plasman en lo que se conoce como Historias de usuarios. Estas historias de usuario pasan a clasificarse según su prioridad, entre alto, medio y bajo. Estas se despliegan en tareas más manejables y se organizan en grupo para formar los Sprint que viene a ser una especie de planificación de cuanto tiempo llega a tomar un conjunto de tareas. Seguido ello, pasa al equipo de desarrollo que son los programadores, ellos escogen la tarea que desean avanzar y reportan sus avances a diario realizando reuniones rápidas de 15 minutos para asegurarse que todos están logrando cumplir con las fechas y tareas propuestas. Habiendo acabado todas las tareas del Sprint es que se logra determinar el Burnchart, que es español es el “gráficos de quemado” de cada Sprint. Del mismo modo que el Sprint es presentado como una etapa de producto y es presentado al cliente, en este caso a los estudiantes. Dependiendo si le gustó o no al cliente se generan nuevas historias de usuario y el proceso de repite. Empezamos con las historias de usuario y luego con los gráficos de quemado que se desarrollo para esta plataforma.

Srpint 1: Mapa de casos COVID-19

Tabla 5: *Historia de usuario de estudiantes: Nuevos casos*

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver el conteo de nuevos casos por día de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará la frecuencia de nuevos casos por día, que representa un distrito o provincia geoespacialmente, asignándole un color de acuerdo a una paleta de colores que se designará en su leyenda.	
Observaciones: Previo tratamiento de datos, solamente con casos positivos, no fallecidos o no positivos	

Tabla 6: *Historia de usuario de estudiantes: Casos activos*

Historia de Usuario	
Número: 2	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver los casos activos de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará la frecuencia de casos activos por día, que se represente en una figura poligonal que representa un distrito o provincia geoespacialmente, asignándole un color de acuerdo a una paleta de colores que se designará en su leyenda.	
Observaciones: Los casos activos se denominan cuando una persona se infecta y esta toma alrededor de 14 días en definirse si este se recupera o fallece. Entre que pasa estos días se conoce como etapa activa por poder Re contagiar a más personas.	

Tabla 7: *Historia de usuario de estudiantes: Nuevos fallecidos*

Historia de Usuario	
Número: 3	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver el conteo el coteo de nuevos fallecidos de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno por día.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará la cantidad de nuevos fallecidos, que se represente en una figura poligonal que representa un distrito o provincia geoespacialmente, En este caso se muestra con un color gris.	
Observaciones: Los casos fallecidos según reportados por DIRESA Puno fueron reportados diariamente por distritos y provincias	

Tabla 8: *Historia de usuario de estudiantes: Conteo de fallecidos*

Historia de Usuario	
Número: 4	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver el conteo el total de fallecidos de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará la frecuencia de casos de fallecimiento por día, que se represente en una figura poligonal que representa un distrito o provincia geoespacialmente, asignándole un color gris con un símbolo de cruz	
Observaciones: Esto requiere hacerse por conteo de distritos o provincias o todo el departamento.	

Tabla 9: *Historia de usuario de estudiantes: Barra de fechas en Mapa de casos*

Historia de Usuario	
Número: 5	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver los casos totales de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno o todo el departamento.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 tendrá una barra para poder mover las fechas y con lo que también debería moverse el conteo indicando la fecha que se desea conocer. Debe ser reactivo y funcional	
Observaciones: Se elige usar la función slidebar de la herramienta Shiny para asignarle una fecha mínima y una fecha máxima, en este caso 02 de abril del 2020 como fecha inicial y 02 de abril del 2021 como fecha final.	

Srpint 2: Mapa de Tasas R0

Tabla 10: *Historia de usuario de estudiantes: Tasa de reproducción R0*

Historia de Usuario	
Número: 6	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo ver las tasas de reproducción que presenta cada distrito o provincia del departamento de Puno. Con una paleta de colores que se pueda comprender a primera vista.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Alto
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará en el Mapa de Tasas R0 el valor de la Tasa R0 por provincia o distrito. Según la paleta de colores en este caso de color amarillo cuando la Tasa R0 es 1, blanca si es 0 y color rojo si pasa de 1.	
Observaciones: El rango de las paletas define el rango de las Tasas R0, se entiende que 1 es cuando se mantendrá los casos con el tiempo, lo óptimo es que esté debajo de 1 y lo preocupante es que esté en color rojo.	

Tabla 11: *Historia de usuario de estudiantes: Barra de fechas en Mapa de Tasas R0*

Historia de Usuario	
Número: 7	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo ver las Tasas R0 de COVID-19 por provincias o distritos del departamento de Puno o todo el departamento.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 presentará una barra de fechas comprendiéndose que esto inicia desde el 02 de abril del 2020 hasta el 02 de abril del 2021. Usando la función SlideBar de Shiny se tendrá que actualizar y ser reactiva por distritos o provincias.	
Observaciones: Previo tratamiento de datos, solamente con casos positivos, no fallecidos o no positivos	



Tabla 12: *Historia de usuario de estudiantes: Conectar fechas en todos los mapas*

Historia de Usuario	
Número: 8	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo poder conectar todos los mapas en una misma fecha y estos no deberían de reiniciarse.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Bajo
Descripción: La plataforma COVID-19 deberá enlazar una única fecha que al cambiarse entre mapas esta se siga manteniéndose constante y se pueda comprender el cómo ha sido el comportamiento del COVID-19 en cierta fecha determinada.	
Observaciones: Mediante la función Chekbox de Shiny se puede actualizar un valor date como fecha, al dar clic, se maneja una sola fecha ente todos los mapas, al deseleccionar cada mapa puede tener su propio valor date.	

Srpint 3: Curvas SIR-D

Tabla 13: *Historia de usuario de estudiantes: Casos por provincias en SIR-D*

Historia de Usuario	
Número: 9	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia: Como estudiante deseo ver los casos de COVID-19 acumulados por provincias y poder hacer una comparativa de cómo se ha venido desarrollando el COVID-19 en esos sitios.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 mostrará una pestaña donde el usuario pueda comparar entre provincias los casos acumulados, esto se logrará haciendo una selección por provincias y se deberá mostrar líneas con sus respectivas fechas. Cada provincia deberá tener su propio color y su respectiva leyenda.	
Observaciones: Con la función chekbox de Shiny se logra seleccionar y deseleccionar las provincias a comparar.	

Tabla 14: *Historia de usuario: Una barra para la tasa de infección en SIR-D*

Historia de Usuario	
Número: 10	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo tener una barra deslizante para ajustar la tasa de infección para probar diferentes escenarios con los valores reales que se tuvo.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 en la pestaña de Curvas SIR-D deberá tener una barra para la tasa de infección, está deberá ser reactiva y poder acomodarse gráficamente logrando comparar con los datos reales que se tiene.	
Observaciones: La barra deslizante se usará con la función Slidebar de Shiny que al mover entre un valor de 0 a 2 por decimales deberá ser reactiva y volver a dibujar la respectiva curva en la pantalla	

Tabla 15: *Historia de usuario: Una barra para la tasa de recuperación en SIR-D*

Historia de Usuario	
Número: 11	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo tener una barra deslizante para ajustar la tasa de recuperación para probar diferentes escenarios con los valores reales que se tuvo.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 en la pestaña de Curvas SIR-D deberá tener una barra para la tasa de recuperación, está deberá ser reactiva y poder acomodarse gráficamente logrando comparar con los datos reales que se tiene.	
Observaciones: La barra deslizante se usará con la función Slidebar de Shiny que al mover entre un valor de 0 a 2 por decimales deberá ser reactiva y volver a dibujar la respectiva curva en la pantalla	

Tabla 16: *Historia de usuario: Una barra para la tasa de fallecidos en SIR-D*

Historia de Usuario	
Número: 12	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo tener una barra deslizante para ajustar la tasa de fallecidos para probar diferentes escenarios con los valores reales que se tuvo.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 en la pestaña de Curvas SIR-D deberá tener una barra para la tasa de fallecidos, está deberá ser reactiva y poder acomodarse gráficamente logrando comparar con los datos reales que se tiene.	
Observaciones: La barra deslizante se usará con la función Slider de Shiny que al mover entre un valor de 0 a 2 por decimales deberá ser reactiva y volver a dibujar la respectiva curva en la pantalla	

Tabla 17: *Historia de usuario: Fácil difusión*

Historia de Usuario	
Número: 13	Usuario: Estudiante IX semestre
Nombre de Historia:	
Como estudiante deseo poder compartir las imágenes tanto del Mapa de casos, Mapa de Tasas R0 y las curvas SIR-D compartir en formato JPEG.	
Prioridad: Alto	Riesgo de Desarrollo: Medio
Descripción: La plataforma COVID-19 logrará exportar imágenes de alta calidad para poder compartirlo electrónicamente, llámese Facebook, WhatsApp, etc.	
Observaciones: Al hacer anti clic en la imagen o manteniendo presionado la pantalla en el móvil el usuario debe poder exportar la imagen. Shiny permite exportar y cumple con ello	

Anexo 9

Gráficos de quemado de SCRUM - Burnchart

Es una herramienta visual utilizada para representar el progreso del trabajo en un proyecto. Muestra la cantidad de trabajo completado en relación con el tiempo transcurrido, lo que permite al equipo y a los interesados tener una idea clara de cómo avanza el proyecto. El gráfico muestra dos líneas: la línea de trabajo estimado, que representa la cantidad de trabajo que se suponía que debía realizarse en un determinado período de tiempo, y la línea de trabajo real, que muestra la cantidad de trabajo completado que fue realizado realmente.

Al comparar estas dos líneas, el equipo puede identificar posibles retrasos o desviaciones en el proyecto y tomar medidas correctivas para mantenerse en el camino adecuado.

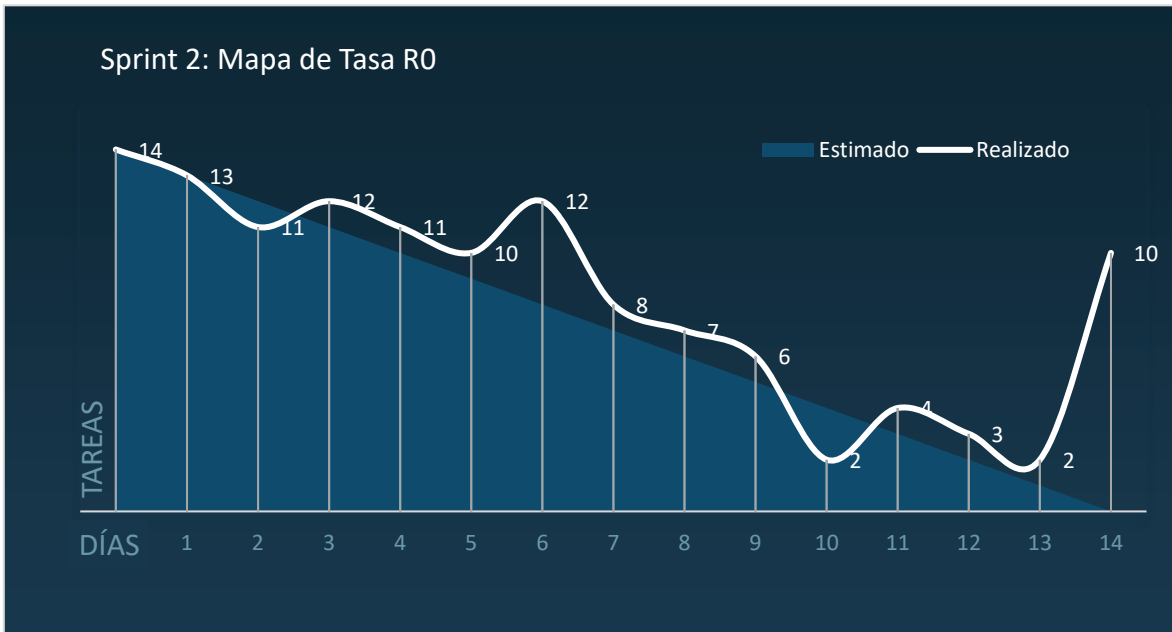
Para el presente proyecto se tomó cada Sprint en 2 semanas que corresponde a 14 días, la mitad de un mes. Es lo que se suponía que debe transcurrir por Sprint, recordemos que son 3 Sprints: Mapa de casos, Mapa de Tasas R0 y Curvas SIR-D.

Figura 25: *Sprint 1 de Mapa de casos*



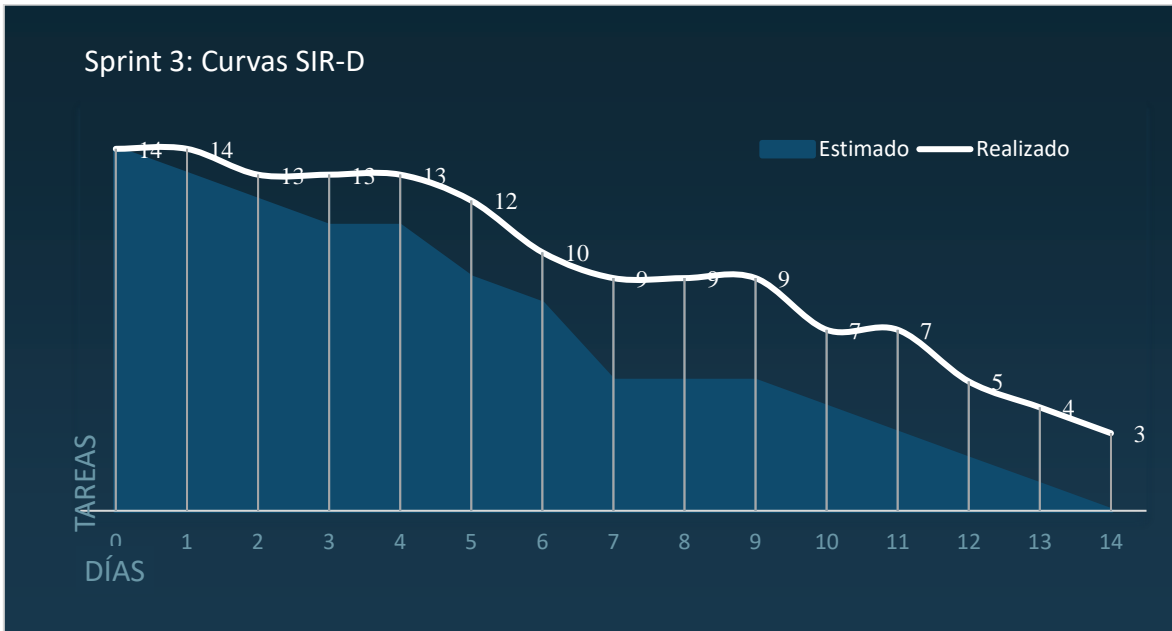
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: *Sprint 2 de Mapa de Tasas R0*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: *Sprint 3 de Curvas SIR-D*



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Dibujo inicial de la Plataforma

Figura 28: Dibujo o boceto inicial de la Plataforma Mapa COVID-19 Puno



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

El boceto inicial o wireframe es una representación visual básica de la estructura y diseño de una interfaz de usuario o página web. Es una representación esquemática y simplificada que muestra los elementos clave de la interfaz, como la disposición de los elementos, el flujo de navegación y la distribución de contenido. Los wireframes suelen ser dibujos o diagramas de baja fidelidad que se crean antes de comenzar el diseño detallado y la implementación. Sirven como una herramienta de comunicación para que los diseñadores, desarrolladores y clientes comprendan y discutan la estructura y funcionalidad del software antes de realizar inversiones significativas en diseño y desarrollo. Los wireframes ayudan a establecer la estructura y el flujo de la interfaz, proporcionando una base sólida para el proceso de diseño y desarrollo de software.

Para este estudio se desarrolló los bocetos usando Microsoft Visio 2019 Professional que es una herramienta de diagramación y visualización de datos desarrollada por Microsoft. Aunque no está diseñado específicamente para crear wireframes, Visio se puede utilizar para crear representaciones visuales de interfaces de usuario y flujos de trabajo. Proporciona una amplia gama de formas y plantillas predefinidas que se pueden utilizar para diseñar wireframes de manera rápida y eficiente.

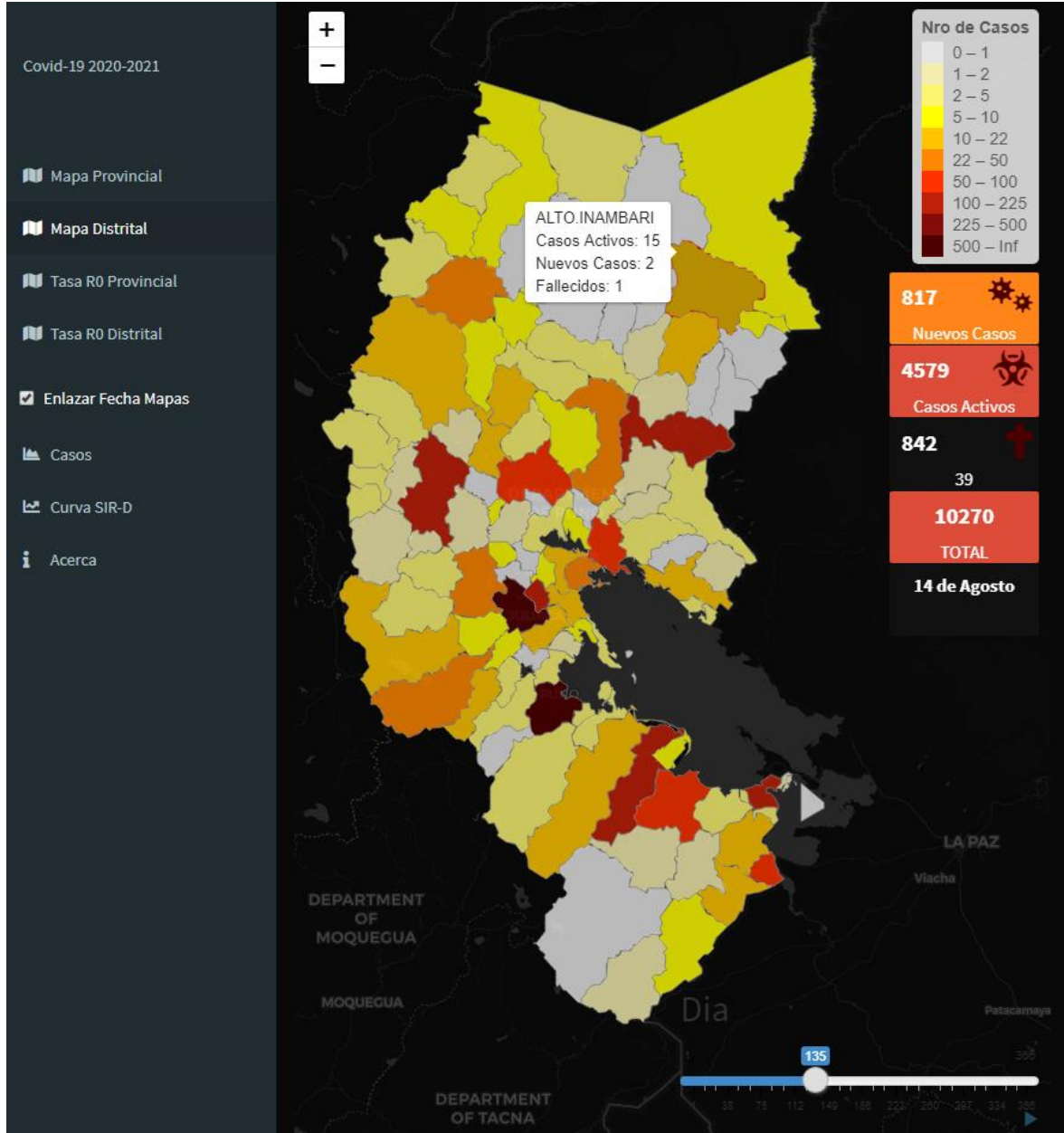
Es así que se logró reproducir gráficamente el boceto que debería tener para la realización de la Plataforma. Por otro lado, Shiny es un paquete de RStudio que se utiliza para crear aplicaciones web interactivas utilizando el lenguaje de programación R. Con Shiny, es posible crear una aplicación web en la que los usuarios pueden interactuar con los datos y visualizaciones generadas por R.

Con funciones de Shiny como Sidebar, RenderUI, observe, proxy de Leaflet, Sliderinput, checkbox, se logra construir lo dibujado y poder pasarlo a lenguaje R. Esto se logró satisfactoriamente haciendo que se lograra generar la Plataforma pudiéndose cargar en los servidores de Shiny.io y poder compartir el enlace de la plataforma como un Link, que está disponible en: https://bills-el-destructor.shinyapps.io/mapa_covid/. Esto se evidencia con las capturas de la plataforma que se muestra a continuación.

Anexo 11

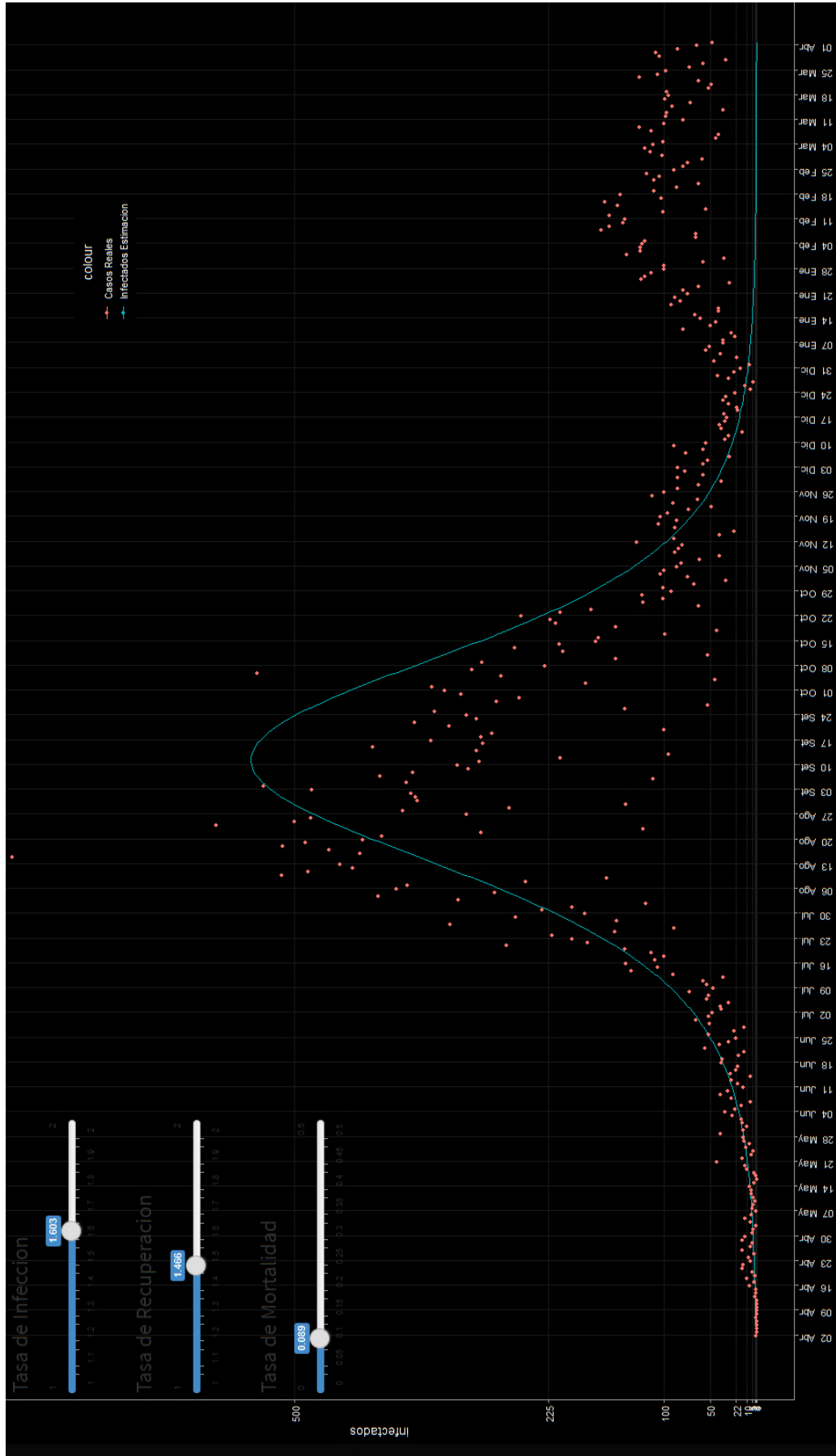
Vistas de la Plataforma Mapa COVID-19 Puno

Figura 29: Plataforma Mapa COVID-19 implementado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Curva de Infección de SIR-D comparada con casos de infectados reales en Puno 2020 - 2021



Fuente: Elaboración propia.



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **BILL JHERSON TTIMPO HUAHUATICO**, identificado con DNI: **76696120** en mi condición de egresado de la _____

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA DE SISTEMAS ,

informo que he elaborado la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“MAPA COVID-19 PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO 2022“.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 14 de Julio del 2023



FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **BILL JHERSON TTIMPO HUAHUATICO**, identificado con DNI: **76696120** en mi condición de egresado de: _____

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA DE SISTEMAS,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“MAPA COVID-19 PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO 2022”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total

o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 14 de Julio del 2023


FIRMA (obligatoria)



Huella