

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE MUERTE POR COVID-19 EN EL ECUADOR, UTILIZANDO CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES Y CONTEXTUALES DE SUS HABITANTES EN EL PERIODO ENERO-2021 - ABRIL-2022.

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN CIENCIAS
ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

VICTOR HUGO HINOJOSA JACOME

victor.hinojosa@epn.edu.ec

GRACE CAROLINA GUEVARA ROSERO

DIRECTORA

carolina.guevara@epn.edu.ec

CHRISTIAN LEONARDO VÁSCONEZ VEGA

CO-DIRECTOR

christian.vasconez@epn.edu.ec

QUITO, ENERO 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Victor Hugo Hinojosa Jacome, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Victor Hugo Hinojosa Jacome

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Victor Hugo Hinojosa, bajo mi supervisión.

Grace Carolina Guevara, Ph. D.
Directora

Christian Leonardo Vásquez, Ph. D.
Co-director

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis directores de tesis, PhD. Carolina Guevara y PhD. Christian Vásquez, por su guía, sabiduría y paciencia a lo largo de todo el proceso. Su experiencia y compromiso han sido esenciales para que este trabajo haya alcanzado su máximo potencial. Su apoyo y aliento constante fueron invaluable para superar los desafíos y obstáculos que he encontrado en el camino.

Expreso gratitud hacia mi familia y mi novia por su apoyo constante durante mi tesis, su presencia y ánimo positivo han sido una gran fuente de motivación lo largo de este proceso; cuando tuve que dedicar extensa cantidad de horas a la investigación y redacción de mi trabajo.

Y, por último, quiero darme las gracias a mí, por creer en mí; a mí, por las noches sin dormir, por hacer este trabajo duro, por nunca abandonarlo.

A todos mi mayor agradecimiento y gratitud.

Victor Hugo Hinojosa

DEDICATORIA

A todos los jóvenes ecuatorianos,
que no tuvieron acceso a la universidad,
pero que en mis mismas condiciones
hubieran alcanzado lo mismo que yo,
les dedico estas palabras de aliento,
con profundo respeto y solidaridad.

Victor Hugo Hinojosa

ÍNDICE DE CONTENIDO GENERAL

PORTADA	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	2
CERTIFICADO	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	4
2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE LA PANDEMIA DEL COVID-19....	7
2.2.1 Aislamiento	11
2.2.2 Distanciamiento Social.....	14
2.2.3 Vacunación.....	16
2.2.4 Post pandemia.....	18
CAPÍTULO III.....	20
ESTADÍSTICAS DE LETALIDAD Y PROBABILIDAD DE MUERTE POR CANTONES.....	20
CAPÍTULO IV	25
4.1 DATOS	25
4.2 METODOLOGÍA	28
4.2.1 <i>Logit</i>	30
4.2.2 <i>Probit</i>	30
CAPÍTULO V.....	38
RESULTADOS.....	38
CAPÍTULO VI.....	50
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de las contagios y muertes por COVID-19.....	9
Figura 2: Evolución del índice de letalidad de la COVID-19	10
Figura 3: Número de contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Aislamiento	12
Figura 4: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Aislamiento	12
Figura 5: Epicentro de contagios y muertes por COVID-19.....	13
Figura 6: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Distanciamiento Social.	15
Figura 7: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Distanciamiento Social.....	15
Figura 8: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Vacunación.....	17
Figura 9: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Vacunación	17
Figura 10: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Post Pandemia.	19
Figura 11: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Post Pandemia.....	19
Figura 12: Probabilidad de muerte Cantonal COVID-19.....	21
Figura 13: Letalidad Cantonal COVID-19.....	23
Figura 14: Gráfico de oruga de letalidad cantonal COVID-19	37
Figura 15: Gráfico de dispersión del porcentaje de Vacunación y Muertes por COVID-19 cantonal	44
Figura 16: Residuos Significativos Modelo Logit Multinivel completo.....	49
Figura 17: Curvas ROC.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de las etapas de la pandemia del COVID-19.....	10
Tabla 2: Ranking de probabilidad de muerte cantonal COVID-19 Etapa Aislamiento	21
Tabla 3: Ranking de probabilidad de muerte cantonal COVID-19 Etapa Post Pandemia	22
Tabla 4: Ranking de letalidad cantonal COVID-19 Etapa Aislamiento.....	24
Tabla 5: Ranking de letalidad cantonal COVID-19 Etapa Post Pandemia	25
Tabla 6: Definición de variables	26
Tabla 7: Pruebas de Especificación y Outliers de los modelos de cada etapa de la pandemia ...	33
Tabla 8: Estadística descriptiva de variables independientes y variable dependiente.....	34
Tabla 9: Prueba de Hipótesis de varianza entre cantones significativa.....	36
Tabla 10: Resultado Modelo Logit Multinivel.....	40
Tabla 11: Tabla A.1 Estimación del modelo Logit con datos balanceados en observaciones la variable dependiente.....	58
Tabla 12: Tabla B.1 Ranking de residuos significativos del modelo vacío.	61
Tabla 13: Tabla B.1 Ranking de residuos significativos del modelo vacío	68

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde el surgimiento de la COVID-19 en diciembre del 2019 en China, esta enfermedad ha afectado a millones de personas a nivel mundial, por su alta capacidad de mutar y su relativa facilidad para transmitirse. Las personas infectadas por el virus SARS-CoV-2 presentaron severos problemas respiratorios principalmente en personas con débiles sistemas inmunes, problemas cardiovasculares y de avanzada edad. (Ensheng et al., 2020, como se citó en Kuma & Susan, 2020).

A medida que se amplían los estudios del virus SARS-CoV-2, se identifica la relevancia de las condiciones contextuales del paciente contagiado de COVID-19 (Messner & Payson, 2021). En general, existen factores individuales y contextuales que son determinantes en la letalidad y mortalidad que presenta una enfermedad en una persona y su comunidad. A nivel individual se identifica principalmente: el ingreso o el nivel socio económico, tipo de empleo y nivel educativo (Abrams & Szeffler, 2020; Ahmed et al., 2020; Butler-Jones & Wong, 2016; Upshaw et al., 2021), adicionalmente, la edad, sexo, raza o el origen étnico y el estado de salud pueden tener un efecto considerable en el resultado final de una persona que contrae una enfermedad infecciosa como el COVID-19 (Federico et al., 2020; Gebhard et al., 2020; Ortiz-Hernández & Pérez-Sastré, 2020). A nivel contextual o características físicas del entorno de un individuo, se destaca la relevancia de infraestructura sanitaria, de educación y de vivienda y acceso a agua potable y alcantarillado. La falta de un entorno que cumpla satisfactoriamente con esas condiciones está correlacionada con la incidencia de enfermedades que pueden comprometer el sistema inmunológico, como la COVID-19. (Seligmanid et al., 2021; Wagstaff, 2002).

Para el caso ecuatoriano, existe una alta disparidad entre cantones en cuanto a infraestructura. A nivel de infraestructura sanitaria apenas 25 de 221 cantones acaparan el 33.12% de los centros de atención sanitaria de nivel 1; 20 cantones cuentan con el 50.54% de los centros de atención sanitaria de nivel 2 y 15 cantones cuentan con el 100% de los centros de atención sanitaria de nivel 3. El 98.78% de camas UCI en el país se encuentran repartidas en 30 cantones. Y el 50.14% de la inversión en infraestructura de salud pública se encuentra dividida en 59 de 221 cantones. En Ecuador, como en otros

países en vías desarrollo, existen regiones en donde la población no tiene acceso a infraestructura de saneamiento.

La infraestructura de agua potable y saneamiento o alcantarillado no es analizada en estudios como (Drefahl et al., 2020) y no es frecuentemente analizado para países de Occidente. Por otro lado, según datos de Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2023), en la región latinoamericana y el Caribe, existen 161 millones de personas que aún viven sin acceso a agua potable segura y 431 millones carecen de acceso a saneamiento. En el Ecuador, existen 34 cantones que tienen menos de 50% de viviendas con acceso a agua potable y 85 cantones que tienen menos de 50% de viviendas con acceso a alcantarillado.

En tema de empleo, existen 208 cantones que no superan en 50% de población económicamente activa con empleo adecuado y 20 cantones que no superan el 20% de población económicamente activa con empleo adecuado. En tema de valor agregado bruto (VAB) existen 25 cantones que general en 80% del VAB total nacional.

Con la llegada del virus al país se hicieron evidentes todas estas disparidades antes mencionadas, mostrando que sector de la salud en el Ecuador era deficiente en ciertas regiones. Durante Julio de 2020 Ecuador ocupaba el segundo lugar en el ranking de letalidad por COVID-19 en la región, con un valor de 9%, apenas por detrás de México (10.5%), y muy por encima de Venezuela (0.80%), Paraguay (1.80%) y Argentina (2%) que tuvieron las menores tasas de letalidad del ranking durante ese mes. Dentro de Ecuador, Quito y Guayaquil fueron epicentros de contagios y muertes de COVID-19, en estos cantones se alcanzaron picos de 205 muertes (Quito) y 581 muertes (Guayaquil), en un solo día, durante el mes de mayo de 2020. De tal forma que las muertes por COVID-19 en el primer semestre del 2020 solo en Guayaquil superó la cantidad de muertes por la misma enfermedad en países enteros como Paraguay o Uruguay.

En el Ecuador se desconoce la magnitud de la influencia entre la probabilidad de muerte de los casos confirmados y probables de la COVID-19 y el sistema sanitario y demás características contextuales del cantón de residencia. Se espera que las personas dentro de regiones con mejor dotación en cuanto a infraestructura de salud tengan una menor probabilidad de muerte. Y las que están en regiones más densamente pobladas aumenten su probabilidad de muerte (Barragán-Ochoa et al., 2022).

Bajo todas las circunstancias mencionadas anteriormente nos preguntamos cuál es el efecto que tienen las características cantonales e individuales de un paciente con COVID-19 sobre su probabilidad de muerte. La determinación de la probabilidad de muerte por COVID-19 utilizando un enfoque individual y contextual, es importante debido a que prestaría herramientas suficientes para focalizar la atención sanitaria y los esfuerzos por atender a la población vulnerable de manera adecuada frente a esta y futuras pandemias.

Los datos de los pacientes de COVID-19 fueron provistos por el Ministerio de Salud, mediante los reportes de las instituciones de salud encargadas de realizar pruebas de COVID-19 a la Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud, Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Las variables de características contextuales se recopilan de distintas fuentes gubernamentales.

A través de la metodología Logit y Probit multinivel se evitó la correlación en los residuos y se estimó la probabilidad de muerte de un individuo anidado en su cantón de residencia. Los resultados sugieren que la falta de infraestructura sanitaria de primer nivel resulta especialmente influyente para aumentar la probabilidad de muerte de un individuo, adicionalmente el bajo porcentaje de empleo adecuado en el cantón, la incidencia de enfermedades renales y el bajo número de viviendas con acceso a alcantarillado, incrementan la probabilidad de muerte de un individuo. Por otro lado, la alta densidad poblacional de un cantón provoca efecto de inmunidad cruzada o colectiva, de esta forma se evidenció que una alta tasa diaria de contagios en el cantón disminuye la probabilidad de muerte en el cantón.

En el Capítulo II se detalla la revisión de la literatura del marco conceptual de los estudios sobre las metodologías y resultados de los estudios de probabilidad de muerte de enfermedades que consideran el contexto de los individuos anidados en grupos. Adicionalmente se caracteriza las etapas de la pandemia y se propone una división temporal del periodo analizado en el que transcurre la pandemia de la COVID-19. En el Capítulo III se presenta la estadística descriptiva de la letalidad y probabilidad de muerte por cantones en el Ecuador. En el capítulo IV se muestra la caracterización de los datos y la metodología Logit y Probit multinivel de estudio. En el Capítulo V se presenta los resultados de los estudios. En el Capítulo VI se desarrolla las conclusiones, recomendaciones y las limitaciones del estudio.

CAPÍTULO II

2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Existen factores individuales y contextuales que son determinantes en la letalidad y mortalidad que presenta una enfermedad en una persona y su comunidad. Entre las características a nivel individual se identifica principalmente: el ingreso o el nivel socio económico, tipo de empleo y nivel educativo (Abrams & Szeffler, 2020; Ahmed et al., 2020; Butler-Jones & Wong, 2016; Upshaw et al., 2021), adicionalmente, la edad, sexo, raza o el origen étnico y el estado de salud pueden tener un efecto considerable en el resultado final de una persona que contrae una enfermedad infecciosa como el COVID-19 (Federico et al., 2020; Gebhard et al., 2020; Ortiz-Hernández & Pérez-Sastré, 2020). La literatura también señala que ciertas características a nivel contextual o características físicas del entorno de un individuo como el medio ambiente, la infraestructura sanitaria, de educación y de vivienda, afectan directamente la probabilidad de muerte de un individuo (Seligmanid et al., 2021; Wagstaff, 2002).

La evidencia en materia de salud pública indica que las pandemias vividas durante siglos pasados han afectado de forma desproporcionada a los pobres y desfavorecidos (Ahmed et al., 2020). Por ejemplo, la peste negra del siglo XIV redujo la población mundial en un tercio y el mayor número de muertes se observó entre la población más pobre (Duncan & Scott, 2005). Por otra parte, los ingresos de un individuo por sí mismos, no son una razón suficiente para tener buena o mala salud. Butler-Jones & Wong (2016) señalan que la pobreza no es sólo una cuestión económica, sino, es una conjunción de falta de activos, conexiones, entorno saludable, etc. Que propician su condición desfavorable ante una enfermedad infecciosa. Por ejemplo, la probabilidad de tener atención hospitalaria de calidad se reduce notablemente para quienes residen en lugares con mayor concentración de pobreza, por lo que la mortalidad es mayor para ellos. Entonces, el acceso a servicios privados de calidad y por lo tanto mayor costo contribuye a un menor riesgo de progresión de la COVID-19. Es decir, es posible que el mayor soporte de vida utilizado en los servicios privados explique la menor mortalidad por COVID-19. De manera análoga, se refleja la relación entre la pobreza y un menor grado de salud (Seligmanid et al., 2021).

Además, las personas de bajo nivel socioeconómico tienen una representación desproporcionadamente mayor en entornos de trabajo esencial como establecimientos de agricultura, granja, transporte público, fábricas, comercio, ventas ambulantes, etc. El

trabajar en estos ámbitos representa una mayor probabilidad de propagación al SARS - CoV-2 y mortalidad por COVID-19, debido a factores como el contacto cercano con el público y otros trabajadores, la imposibilidad de laborar desde casa, no tener licencia por enfermedad, entre otros (Cortés & Ponciano, 2021).

En el ámbito educativo, se evidencia que la mitad de las muertes por la COVID-19 se produjeron en personas con un nivel educativo máximo de primaria (Ortiz-Hernández & Pérez-Sastré, 2020). En concreto, los individuos que tienen educación primaria y secundaria tienen más del doble de probabilidades de morir en relación con los que tienen educación postsecundaria (Drefahl et al., 2020).

Las experiencias de brotes y pandemias anteriores han demostrado claramente la importancia de incorporar un análisis de sexo o género en los esfuerzos de preparación y respuesta de las intervenciones sanitarias. (Mukherjee & Pahan, 2021). Aunque las pruebas actuales no sugieren una diferencia de sexo o género en la infección por COVID-19, los pacientes varones tienden a tener tasas de gravedad y de letalidad más altas que pueden estar relacionadas con otras características más prevalentes en los hombres como la condición de fumador (Gebhard et al., 2020).

La raza o el origen étnico pueden tener un efecto considerable en el resultado final de una persona que contrae COVID-19 (Federico et al., 2020). Las disparidades basadas en la etnicidad están íntimamente vinculadas con la desigualdad socioeconómica. Por ejemplo, en México, en la región sur existen tasas más altas de pobreza y se concentra la población indígena, lo que muestra cómo se relacionan diferentes formas de desigualdad (Ortiz-Hernández & Pérez-Sastré, 2020). En el Reino Unido, se identificó que personas de distintas nacionalidades, pero unidas por descendencia negra, asiática y de otras minorías étnicas, se veían afectadas en un número muy superior a su proporción en la población (Patel et al., 2020).

Varias investigaciones han aportado evidencias de asociación entre las formas graves de la COVID-19 y la condición precedente de salud (comorbilidades) del individuo como antecedentes patológicos personales (Plasencia-Urizarri et al., 2020). La Organización Panamericana de la Salud (PAHO, 2022) muestra que la enfermedad cardiovascular, renal crónica, respiratoria crónica, hepática crónica y diabetes, son cinco principales comorbilidades que agravan la situación de COVID-19 de los pacientes.

Los factores sociales comunitarios tienen efecto igual o incluso más importante en la salud individual, (Abrams & Szeffler, 2020), por ejemplo, a finales del siglo XIX y principios del XX en Europa, la mejora de la vivienda, el menor hacinamiento, la pasteurización, entre otros factores que mejoraron sus condiciones de vida en la comunidad, contribuyeron a un descenso precipitado de las tasas de tuberculosis (Butler-Jones & Wong, 2016). En el caso de la pandemia del COVID-19, un sistema sanitario eficiente fue crucial para mantener bajas tasas de mortalidad. Por ejemplo, Costa Rica fue elogiada por tener inicialmente una de las tasas más bajas de mortalidad por COVID-19 en el continente americano, lo que se atribuyó en gran medida a su sólido sistema de infraestructura de salud universal, la rápida respuesta dirigida por los principales líderes nacionales, y al fuerte apoyo institucional de organizaciones públicas y privadas (Lal et al., 2021).

Por otro lado, mantener un débil sistema sanitario, incrementa la mortalidad por COVID-19, y el acceso a una cama en UCI o atención médica primaria puede ser determinante para la mortalidad estimada en una región en consideración de sus demás factores sociodemográficos (Pijls et al., 2021). Para el ejemplo específico de Estados Unidos se identificó que, en los condados con menor cantidad de atención médica primaria se observó un 20% más en su exceso de muertes en relación con los condados con mayor atención médica primaria durante el periodo 2019-2020 (Stokes et al., 2021). En el mismo sentido, un estudio muestra que hay diferencia en el número de muertes cuando se dispone de camas en UCI y cuando no se dispone. Un incremento del 1% de uso de camas en UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) se asocia con un incremento de 2.84 muertes por COVID-19 durante los 7 días siguientes, mientras que su equivalente en el uso de camas fuera de la UCI se asocia con incremento de 17,84 muertes adicionales por COVID 19 (Karaca-Mandic et al., 2020).

En efecto, abordar eficazmente las enfermedades infecciosas como la COVID-19 requiere un enfoque amplio y multidimensional, esto implica que la política pública sea destinada a combatir las desigualdades en los ingresos, educación, accesibilidad de los servicios de agua potable y el saneamiento. En el sector de la salud se debe reducir tanto las desigualdades en la calidad y la disponibilidad de los servicios (Wagstaff, 2002).

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS ETAPAS DE LA PANDEMIA DEL COVID-19

Para realizar la caracterización estadística de las etapas de la pandemia del COVID-19 en el Ecuador se ha utilizado la información proporcionada por el Ministerio de Salud Pública (MSP) mientras que para definir las etapas de la pandemia utilizó los informes de situación diarios y resoluciones del Comité de Operaciones de Emergencia Nacional (COE Nacional) emitidos desde febrero 2020 hasta abril 2022.

Para las definiciones de los casos registrados de COVID-19, el Ecuador adoptó la nomenclatura de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) donde se considera las siguientes posibilidades bajo criterios clínicos:

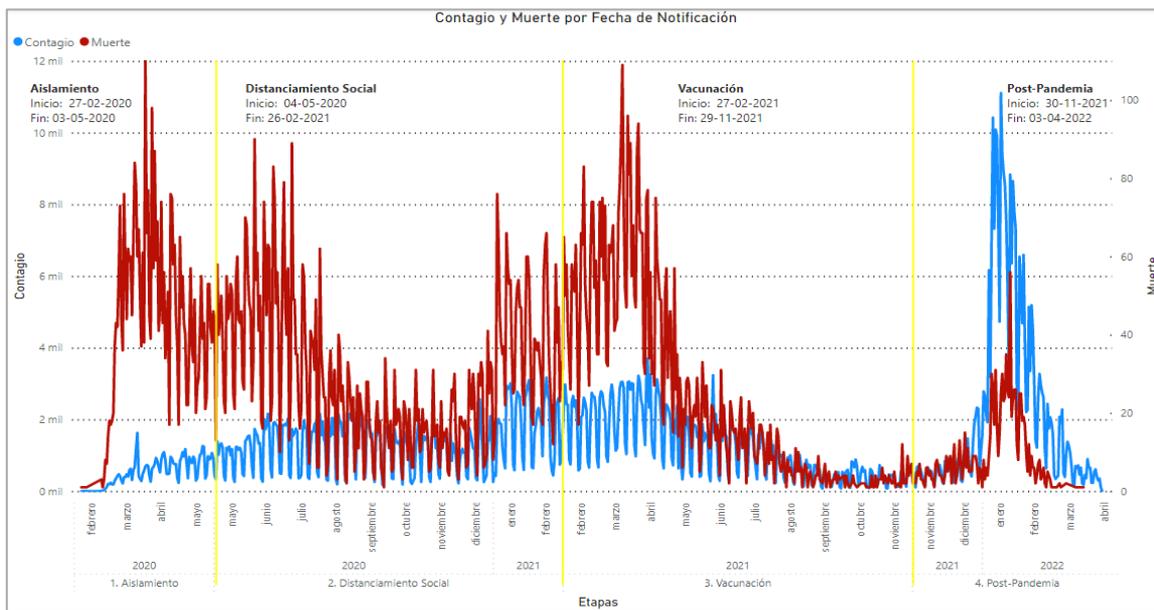
- Caso sospechoso de infección por SARS-CoV-2 cuando un paciente presenta comienzo agudo de fiebre y tos o comienzo agudo de tres o más de los siguientes signos o síntomas: fiebre, tos, debilidad general/fatiga, dolor de cabeza, mialgia, dolor de garganta, coriza, disnea, síntomas gastrointestinales (anorexia, náuseas, vómitos, diarrea), anosmia (pérdida de olfato), ageusia (pérdida de gusto), alteración del estado mental.
- Caso probable de infección por, cuando una persona que reúne los criterios clínicos de sospechosos y estuvo en contacto con un caso probable o confirmado, o tiene vínculo con un conglomerado de COVID-19 identificado o un caso sospechoso con hallazgos en pruebas de imagen sugestivos de enfermedad COVID-19 o una persona con aparición reciente de anosmia o ageusia, en ausencia de otra causa que lo explique o fallecimiento no explicado por otra causa, en un adulto con dificultad respiratoria previo a la defunción y que ha sido contacto de un caso probable o confirmado y que tenía vínculo con un conglomerado de COVID-19 identificado.
- Caso confirmado de infección por, cuando una persona presenta una prueba de reacción en cadena de la polimerasa con reverso transcripción (RT-PCR), positiva para COVID-19, independiente de los signos y síntomas o una persona con prueba de detección rápida de antígenos para SARS-CoV-2 positiva y que cumple los criterios de caso probable o sospechoso A o B o una persona asintomática con una prueba de detección rápida de antígeno para SARS-CoV-2 positiva y que es contacto de un caso probable o confirmado.

- Caso descartado, es un caso sospechoso o probable con investigación epidemiológica completa y con resultado negativo para SARS-CoV-2 y/o una prueba de detección rápida de antígeno.

En virtud del análisis que compete a la presente investigación se utilizará únicamente los casos confirmados y probables de infección por SARS-CoV-2, ya que constituyen los grupos que desarrollaron toda la sintomatología de la enfermedad COVID-19 o que obtuvieron un resultado positivo en la detección del virus. A partir del año 2020 se puede identificar cuatro intervalos de tiempo durante de la pandemia del COVID-19 en el Ecuador, a los que se les denominará como: Aislamiento, Distanciamiento Social, Vacunación y Post Pandemia.

En la Figura 1 se observa dos series de tiempo con diferentes escalas, en la primera escala (izquierda) observamos la evolución de los contagios, mientras que en la segunda escala (derecha) se observan las muertes. En perspectiva general, durante toda la pandemia, el nivel de contagios muestra picos regulares semanales que corresponden a los primeros días de la semana (lunes y martes) los cuales se justifican mediante el rezago que existe entre el contagio y el inicio de los síntomas que muestra el individuo. Es decir, la mayoría de los contagios sucedieron durante un fin de semana y aproximadamente 8 días después se notifica el contagio, los días: lunes o martes. Mientras que la vista panorámica de la serie de muertes nos muestra cuatro conjuntos de picos destacables, el primero durante el inicio de la pandemia desde 13 al 25 de abril de 2020, el segundo durante 2 de julio al 5 agosto 2020, el tercero desde 2 al 22 de abril de 2021 y el cuarto desde el 15 al 30 de enero de 2022.

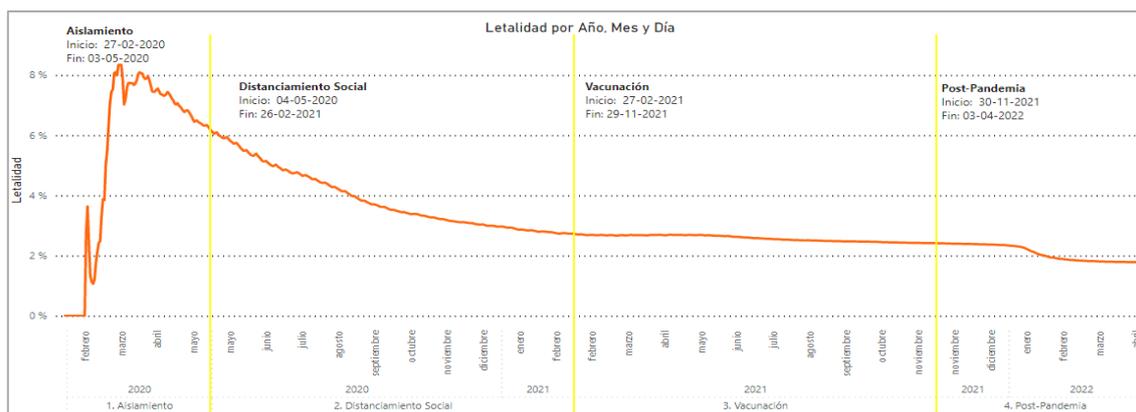
Figura 1: Evolución de las contagios y muertes por COVID-19



Elaboración Propia.
Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Figura 2 se puede identificar que durante la primera mitad de la etapa de aislamiento se alcanza el primer pico de letalidad de la enfermedad, durante el 14 de marzo de 2020 con 3.64%. Esto corresponde a la oleada inicial de muertes que vivió el país (27 de febrero al 17 de marzo 2020). El 6 de abril de 2020 se alcanza el pico más elevado de letalidad de la enfermedad (8.34%) y posteriormente comienza una tendencia decreciente hasta el final de todo el periodo de análisis (3 abril 2022). Durante la etapa de Distanciamiento Social se muestra la mayor reducción de esta medida epidemiológica, pasando de 6.16% en el inicio de la etapa a 2.73% en su final. Esto pudo haber sido resultado de las medidas adoptadas por el COE Nacional para contener efectivamente la propagación de los contagios y muertes por COVID-19 durante esta etapa y el final de la etapa anterior. Durante la etapa de Vacunación se muestra que la tasa de letalidad decrece lentamente, en promedio (12.53%), posiblemente, producto de las medidas adoptadas durante el Distanciamiento Social. En la etapa Post Pandemia se pueden apreciar nuevamente una reducción en la tasa de crecimiento promedio de la letalidad (29.56%).

Figura 2: Evolución del índice de letalidad de la COVID-19



Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Tabla 1, se muestran las características de cada fase, a saber, número de contagios, contagios diarios promedio, muertes, muertes promedio, tasa de crecimiento de contagio promedio, letalidad acumulada y letalidad acumulada porcentual dentro de cada etapa de la pandemia del COVID-19. En general, se observa que las muertes diarias promedio disminuyen a lo largo del tiempo de 32.85 muertes diarias promedio en la fase de aislamiento a 8.27 muertes diarias promedio en la fase de Post Pandemia. Esta reducción es un claro efecto de la vacunación suscitada en el 2021.

Tabla 1: Resumen de las etapas de la pandemia del COVID-19

Etapa	Contagios	Contagios diarios promedio	Muertes	Muertes diarias promedio	Tasa de crecimiento de contagio promedio diario (%)	Letalidad acumulada (%)	Letalidad acumulada en la etapa (%)
Aislamiento	26 270	428.80	2 168	32.85	5.51	8.34	8.34
Distanciamiento Social	385 335	1 207.79	9 152	30.71	-28.70	7.46	5.75
Vacunación	323 508	1 168.30	6 444	23.26	-25.79	2.71	2.41
Post Pandemia	312 085	2 458.14	1 034	8.27	-99.29	2.39	0.45
Total	1 047 198	1 377.34	18 798	24.45	-36.22	8.34	2.53

Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

La etapa de aislamiento muestra el promedio más bajo de contagios diarios (428.80) pero la tasa de muertes (32.85) y crecimiento de contagios (5.51 %) más elevadas de todas las etapas. Asimismo, la tasa de letalidad acumulada y letalidad acumulada por etapa (8.34%) es la más alta de todo el periodo de análisis. Para el transcurso a la etapa de

Distanciamiento Social, los contagios diarios promedio incrementan (1 207.79) mientras las muertes diarias promedio disminuyen (30.71), lo que conduce a una reducción de la tasa de letalidad acumulada (7.46%), durante esta etapa, la tasa de crecimiento de contagios promedio pasa a ser negativa (-28.70%) posiblemente como consecuencia de las medidas adoptadas para frenar la propagación de la enfermedad. Al pasar a la etapa de vacunación, los contagios diarios disminuyen ligeramente (1 168.30) mientras que la tasa de muertes promedio diarias disminuye a 23.26, esto provoca que la tasa de letalidad acumulada hasta el final de este periodo alcance 2.71%, y presenta la tercera letalidad por etapa más elevada de todo el periodo de análisis (2.41%). En comparación con etapas anteriores la Post Pandemia muestra el promedio de contagios diarios más elevado de todo el periodo de análisis (2 458.14). Sin embargo, muestra la tasa de crecimiento de contagios más baja (-99.29%), junto con las más bajas tasas de letalidad acumulada (2.39%) y letalidad acumulada por periodo (0.45%).

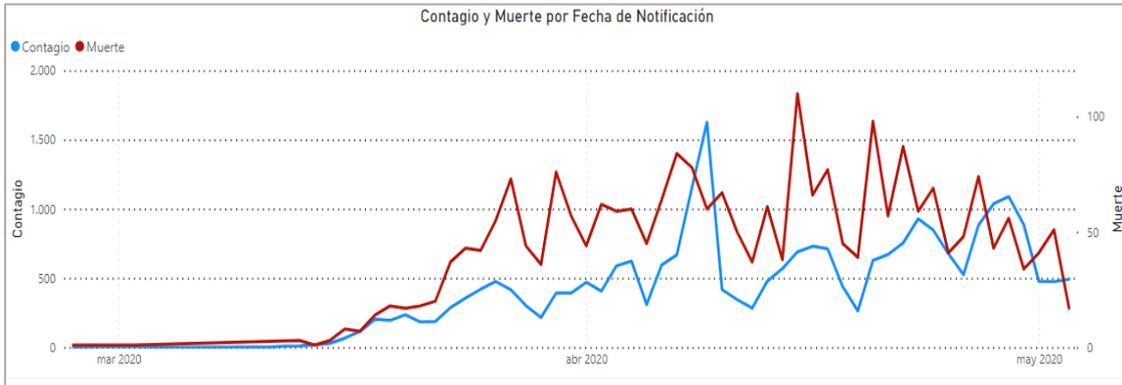
A continuación, se procede a detallar más profundamente los acontecimientos de cada etapa de la pandemia del COVID-19 en el Ecuador.

2.2.1 Aislamiento

La primera etapa denominada “Aislamiento” constituye el periodo comprendido entre el 29 de febrero de 2020 hasta el 3 de mayo de 2020. El 29 de febrero de 2020 se confirmó el primer caso de COVID-19 en el Ecuador, posteriormente, el 11 de marzo de 2020 la OMS declaró a la COVID-19 como pandemia global, por tanto, mediante acuerdo ministerial emitido el 11 de marzo, Ecuador declara el Estado de Emergencia Sanitaria en el Sistema Nacional de Salud, en consecuencia, con fecha 13 de marzo se activa el COE Nacional para la coordinación de la emergencia. Con el objetivo de reducir el nivel de contagios entre la población, en esta primera instancia la principal medida adoptada fue el aislamiento preventivo obligatorio, por un periodo ininterrumpido de catorce días. A partir del 16 de marzo de 2020 se declara estado de excepción durante 60 días en todo el territorio nacional a fin de adoptar la restricción general de circulación de vehículos y personas, suspender los vuelos nacionales de pasajeros, la circulación del transporte interprovincial de pasajeros, y la suspensión total de la jornada laboral presencial en el sector público y privado. Este estado de excepción se renovó por 30 días adicionales, y

terminó el 16 de junio del 2020. A pesar de estas acciones, en la Figura 3, se observa que las medidas epidemiológicas aumentan progresivamente hasta el 9 de abril 2020 donde alcanza su máximo pico con 1626 contagios y el 15 de abril de 2020 con 110 muertes en un día.

Figura 3: Número de contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Aislamiento

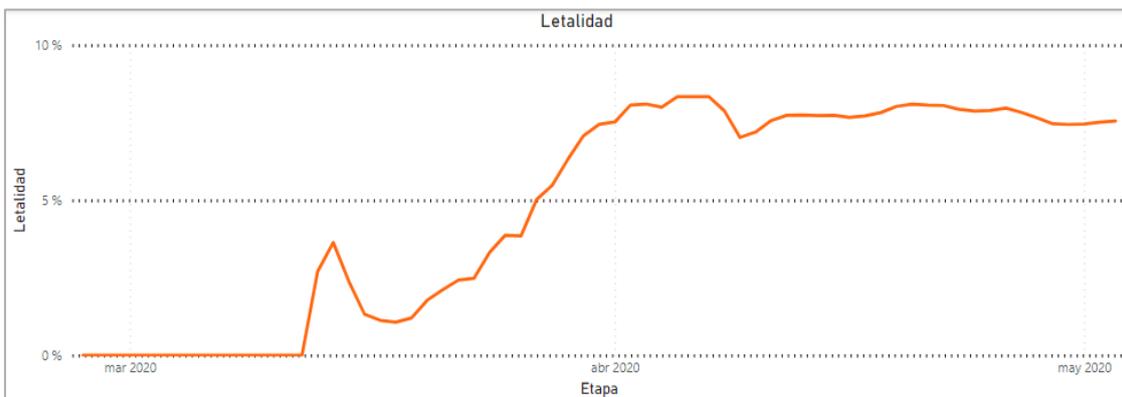


Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Figura 4 se observa que la tasa de letalidad comienza a subir debido al incremento de contagios y muertes por COVID-19 en marzo donde alcanza su primer pico (3.64%), y posterior pico más elevado de todo el periodo de análisis (8.34%), posteriormente, durante el mes de abril se muestra una lenta reducción por efecto de la caída de contagios y muertes durante la declaración de emergencia sanitaria en el país durante 16-marzo hasta 16-junio 2020.

Figura 4: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Aislamiento

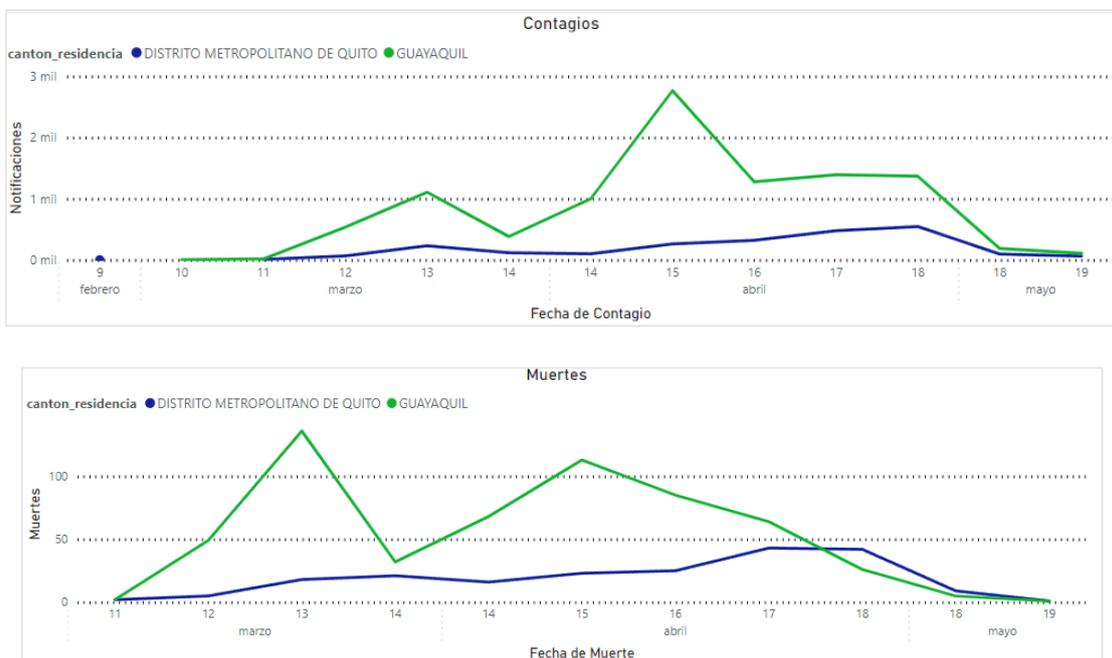


Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

Durante la etapa de aislamiento, el Ecuador tuvo dos ciudades que fueron epicentros importantes de crecimiento de contagios y muertes, que son Quito y Guayaquil. En la Figura 5, se observa las semanas del año durante esta etapa (semanas 9 a 19). Inicialmente Quito y Guayaquil mantienen similar número de contagios, sin embargo, a partir del 15 de marzo los contagios y muertes en Guayaquil comienzan a crecer rápidamente llegando a superar a Quito hasta el final de la etapa de aislamiento y mostrando picos que alcanzan los 1115 contagios (9-abril-2020) y 32 muertes (27-marzo-2020) en Guayaquil y 160 contagios (29-abril) y 15 muertes (29-abril-2020) en Quito.

Figura 5: Epicentro de contagios y muertes por COVID-19.



Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

A inicios de abril cuando se evidencia el efecto del estado de excepción aplicado en el país el 16 de marzo de 2020. Los contagios y muertes en Guayaquil comienzan a disminuir mientras que en Quito se mantienen ligeramente al alza hasta el mes de mayo cuando inicia la semaforización cantonal.

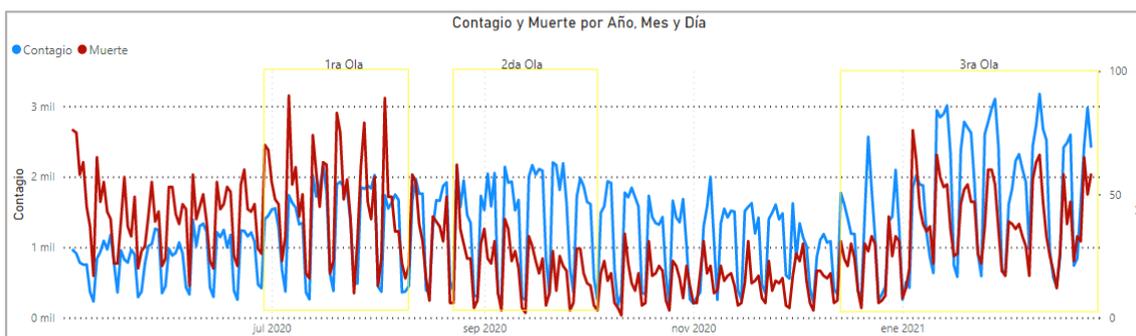
2.2.2 Distanciamiento Social

El periodo de distanciamiento social está comprendido entre el 04 de mayo de 2020 hasta el 26 de febrero de 2021. Esta segunda fase está marcada por el fin de la cuarentena y el inicio de la etapa de “*Distanciamiento Social*” a partir del 04 de mayo de 2020. La tasa de crecimiento de diario de contagios en las primeras 3 semanas de esta fase se mantiene en niveles similares a las últimas 3 semanas de la etapa anterior, alrededor de (-16.44%). Esto indica que dejar la cuarentena no tuvo una gran repercusión en la disminución de contagios, una posible explicación radica en que, durante el inicio de esta etapa se mantuvieron controles y medidas restrictivas a la circulación y demás actividades comerciales.

El 13 de abril del 2020 se propone el esquema de semaforización de las provincias en todo el territorio nacional, con la siguiente caracterización de colores: rojo (riesgo alto), amarillo (riesgo medio) y verde (riesgo bajo), las medidas adoptadas según cada color entrarían en vigor, una vez finalizado el estado de excepción.

Inicialmente, todo el territorio nacional se encontraba en semáforo rojo, lo que mantuvo ligeramente el control de los contagios y muertes por COVID-19 según se observa en la Figura 6. Sin embargo, el 05 de junio de 2020, los epicentros de contagios (Quito y Guayaquil) pasaron a semáforo amarillo, adicionalmente a partir de 16 de junio de 2020 se termina el estado de excepción iniciado el 16 de marzo 2020, lo que provoca nuevamente un ligero incremento de contagios y muertes a partir de esa fecha (Primera Ola). Con el objetivo de disminuir este incremento de los contagios el 15 julio 2020 nuevamente se declara estado de excepción durante 15 días. Posteriormente se levanta el estado de excepción y según la resolución del COE Nacional se resuelve autorizar a partir del 5 de agosto la apertura de las playas a nivel nacional bajo la figura del plan piloto (40 playas), con la autorización expresa de los COE Cantonales, esto provoca que los contagios se mantengan en ligero crecimiento (Segunda Ola) alcanzando el 24 septiembre 2020, 2202 contagios y comienzan a disminuir hasta 11 diciembre 2020 (1085). Sin embargo, las muertes disminuyen de 89 (3 agosto 2020) a 18 (11 diciembre 2020).

Figura 6: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Distanciamiento Social



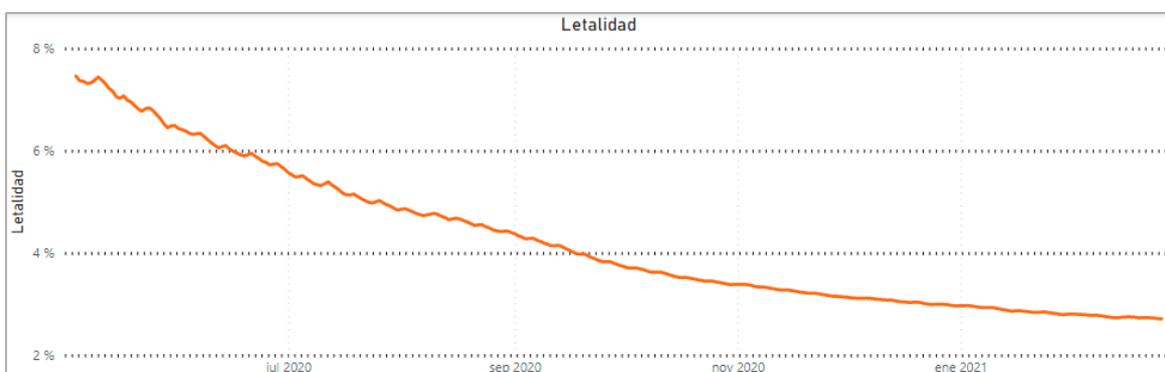
Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

Posteriormente, durante los días festivos de diciembre del 2020, los casos de COVID-19 comienzan a incrementar rápidamente desde el 11 de diciembre hasta que el 21 de diciembre 2020 donde se declaró el estado de excepción durante 30 días por calamidad pública en todo el territorio nacional, por el grave incremento en el contagio de la COVID-19 por causa de las aglomeraciones (Tercera Ola), así como la exposición a una mutación con mayor virulencia importada desde Reino Unido. Sin embargo, el estado de excepción finaliza rápidamente y el 31 de diciembre de 2020, por lo que los casos de COVID-19 se mantienen en incremento. A pesar de esta situación la tasa de letalidad es cada vez menor en virtud de la proporción entre las muertes y el incremento de contagios según se muestra en la Figura 7.

Debido a que los casos de contagios y muertes por COVID-19 durante esta etapa mantuvieron tendencia creciente y decreciente respectivamente, la tasa de letalidad por el COVID-19 disminuyó permanentemente (-0.16%) como se observa en la Figura 7.

Figura 7: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Distanciamiento Social



Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

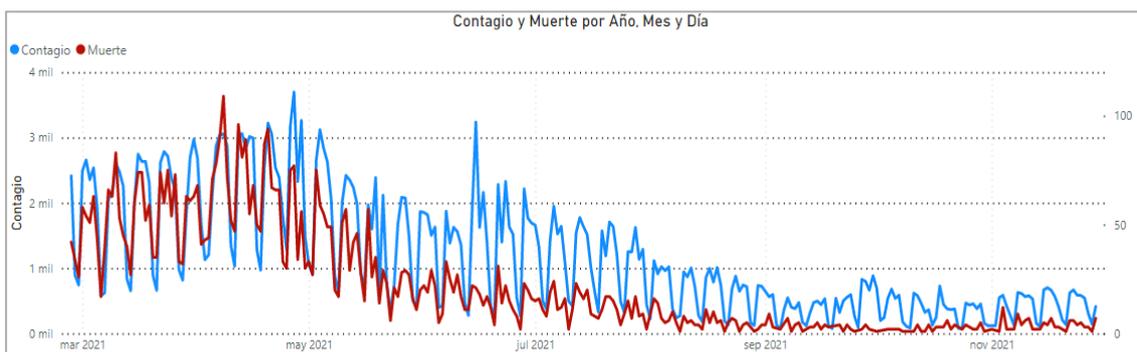
2.2.3 Vacunación

La etapa de vacunación comprende el periodo de 27 de febrero de 2021 hasta el 29 de noviembre de 2021. Inicialmente el plan de vacunación contra la COVID-19 constaría de 4 Fases:

- Fase 0: vacunación de adultos mayores en centros geriátricos y personal de cuidado, médicos de primera línea contra la COVID-19.
- Fase 1: personal de salud, personas de tercera edad mayores a 65 años, policía y fuerza pública, profesores y docentes, población vulnerable, bomberos, recicladores de residuos, sectores estratégicos.
- Fase 2, primera mitad de la población de ecuatorianos y residentes en el Ecuador entre 18 y 65 años.
- Fase 3, segunda mitad de la población de ecuatorianos y residentes en el Ecuador entre 18 y 65 años.

Hasta el 30 de mayo de 2021 se había completado parcialmente la Fase 0 y Fase 1, que no tuvo mayor impacto sobre la tendencia creciente de contagios y muertes heredada de la etapa anterior, sin embargo, a partir del 31 de mayo del 2021, se implementó el Plan de Vacunación 9/100 que consistió en vacunar a 9 millones de personas en 100 días y contempló 3 estrategias fundamentales: puntos fijos de vacunación, vacunaciones masivas y brigadas de inoculación. La Figura 8 muestra un crecimiento promedio de los contagios (22.32%) y muertes (1.54%) por COVID-19 durante el inicio de la esta fase (febrero 2021-marzo 2021), posteriormente, decrecimiento de los niveles de contagios (-86.73%) y muertes (-82.05%) por COVID-19 desde el 04 de mayo de 2021 (3121 contagios y 39 muertes) hasta el fin de la etapa 29 de noviembre de 2021 (414 contagios y 7 muertes).

Figura 8: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Vacunación

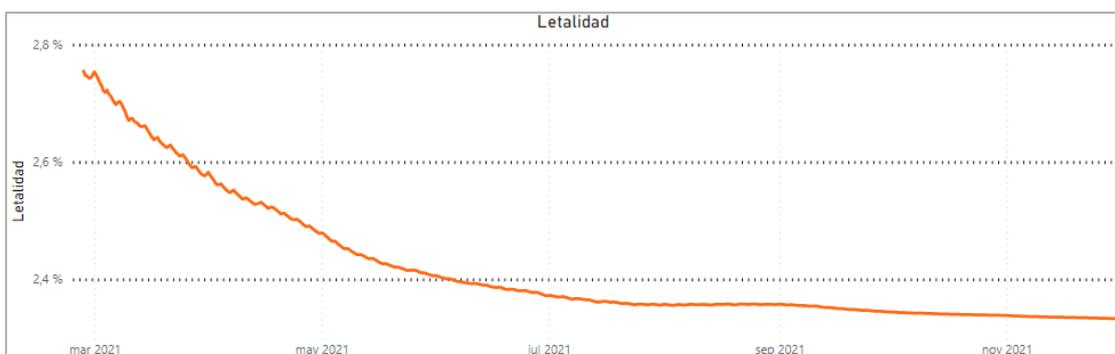


Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

Junto con la reducción de las muertes por COVID-19, la tasa de letalidad (ver Figura 9) se mantiene una tendencia decreciente (-4.44%) con la que se llegó al inicio de esta etapa, mientras que en los meses de octubre 2021 a noviembre 2021 el decrecimiento de la letalidad se vuelve más decreciente (-1.22%), lo que puede ser un indicador de la efectividad de las vacunas para reducir la tasa de letalidad de la enfermedad y mantenerla constante.

Figura 9: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Vacunación



Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

El 29 de noviembre de 2021, se anunció las medidas que implementaría el Gobierno ecuatoriano para evitar la propagación del virus y su nueva variante Ómicron, como la prohibición de entrada a todos los viajeros cuyo punto de origen, escala o tránsito sean países de África. Sin embargo, se reducen las restricciones para los ecuatorianos residentes, lo que da paso a la siguiente etapa de la pandemia.

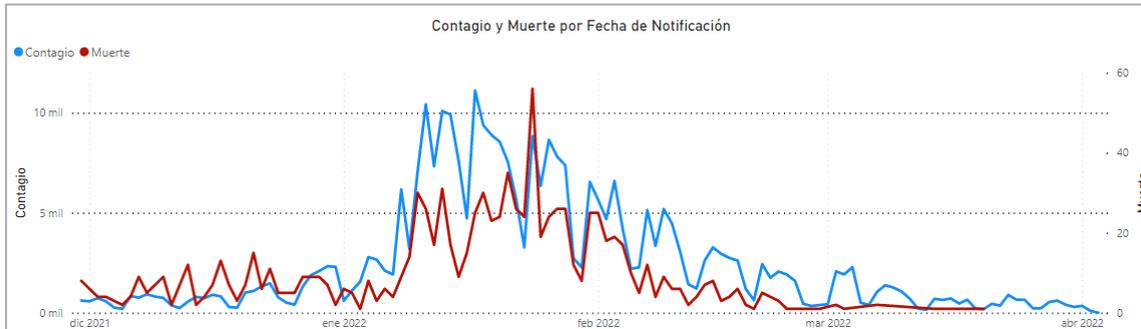
2.2.4 Post pandemia

El inicio de la etapa de post pandemia corresponde al 30 de noviembre de 2021 y finaliza el 03 de abril de 2022. A pesar de la efectividad de la etapa de vacunación, el relajamiento de medidas para el control de la propagación del virus incidió en un repunte de contagios durante las festividades de fin del año 2021. Esto se evidenció en los picos de contagios y muertes de la última semana de enero de 2022 donde se registraron 11108 contagios (17 enero 2022) y 56 muertes (24 enero 2022). Si se compara con la última semana de 2021 en donde se presentaron 414 contagios y 8 muertes, se observa un incremento de 25,83% a consecuencia de las festividades del 31 de diciembre y 1 de enero, esta ola de contagios se puede apreciar en los picos más altos de las series en la Figura 10. Sin embargo, el 14 de enero de 2022 el COE Nacional decide ratificar las disposiciones establecidas en resolución de plenaria del 7 de enero del 2022 respecto al retorno de los estudiantes a la presencialidad con aforo completo en instituciones educativas que cuenten con el Plan de Continuidad Educativo aprobado; y las disposiciones de resolución del 10 de enero del 2022 respecto a los Centros de Desarrollo Infantil e instituciones educativas de nivel inicial con el mismo objetivo de retorno presencial y progresivo.

A pesar de la reducción de las restricciones del COE Nacional, a inicios de febrero de 2022 se aprecia una reducción de contagios (-58.50%) y muertes (-25.42%) por COVID-19, posiblemente como efecto de las campañas de concientización sobre la vacunación y el distanciamiento social, razón por la cual el 21 de febrero de 2022 finaliza la medida de semaforización epidemiológica. El 24 de febrero del 2022 se realiza la apertura de las fronteras norte y sur. El 25 de marzo se resuelve dejar sin efecto las resoluciones del COE Nacional que contengan medidas restrictivas referentes a los aforos en espacios abiertos y cerrados, tanto en eventos de atención al público, como en actividades económicas, comerciales, culturales, recreativas, deportivas y eventos públicos masivos, por lo que todas estas actividades se podrán desarrollar con el 100% de aforo permitido. Se incluye también los eventos deportivos de carácter nacional e internacional. Adicionalmente se exhorta a la apertura con el 100% de aforo actividades tales como bares, discotecas, karaokes, restaurantes y a cualquier competición deportiva de carácter nacional e internacional. Se mantienen vigentes todas las medidas de bioseguridad, como el uso permanente de mascarilla, higiene de manos, ventilación adecuada y distanciamiento

social. La serie de tiempo de contagios termina en 1 contagio el 3 de abril de 2022 mientras que la serie de tiempo de muertes termina el 20 de marzo de 2022 con 1 caso.

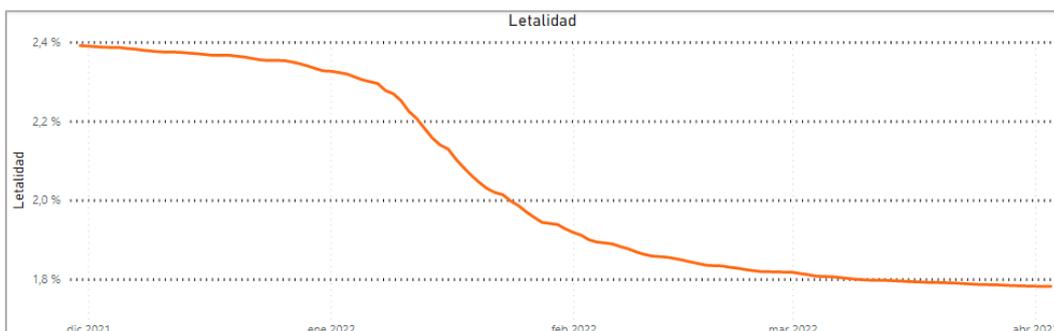
Figura 10: Contagios y muertes mensuales por COVID-19 en etapa de Post Pandemia.



Elaboración Propia.
Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

El 29 de abril del 2022 el COE Nacional señala que del 82% de la población cuenta con el esquema completo (dos dosis). Con el decrecimiento constante de la tasa de letalidad como muestra en la Figura 11 se evidencia características del comportamiento relacionado a la inmunidad de rebaño o inmunidad colectiva (OMS, 2020), adicionado a los crecimientos proporcionales de muertes y contagios, contribuye a explicar la caída de la letalidad desde enero a febrero del 2022 (-17.59%). La tasa de letalidad alcanza su punto más bajo en 1.78% desde el inicio de la pandemia en febrero de 2020.

Figura 11: Tasa de letalidad mensual promedio por COVID-19 en etapa de Post Pandemia



Elaboración Propia.
Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

A finales del mes de abril el uso de mascarilla se vuelve no obligatorio, salvo en espacios cerrados donde continuará siendo obligatorio para el caso de centros de salud, hospitales, y establecimientos de salud, tanto para el personal que trabaja en estos, como para pacientes y visitantes. Se mantiene vigente la disposición de presentar el certificado de vacunación con esquema completo para acceder a actividades no esenciales de conformidad con la norma técnica emitida por la autoridad sanitaria.

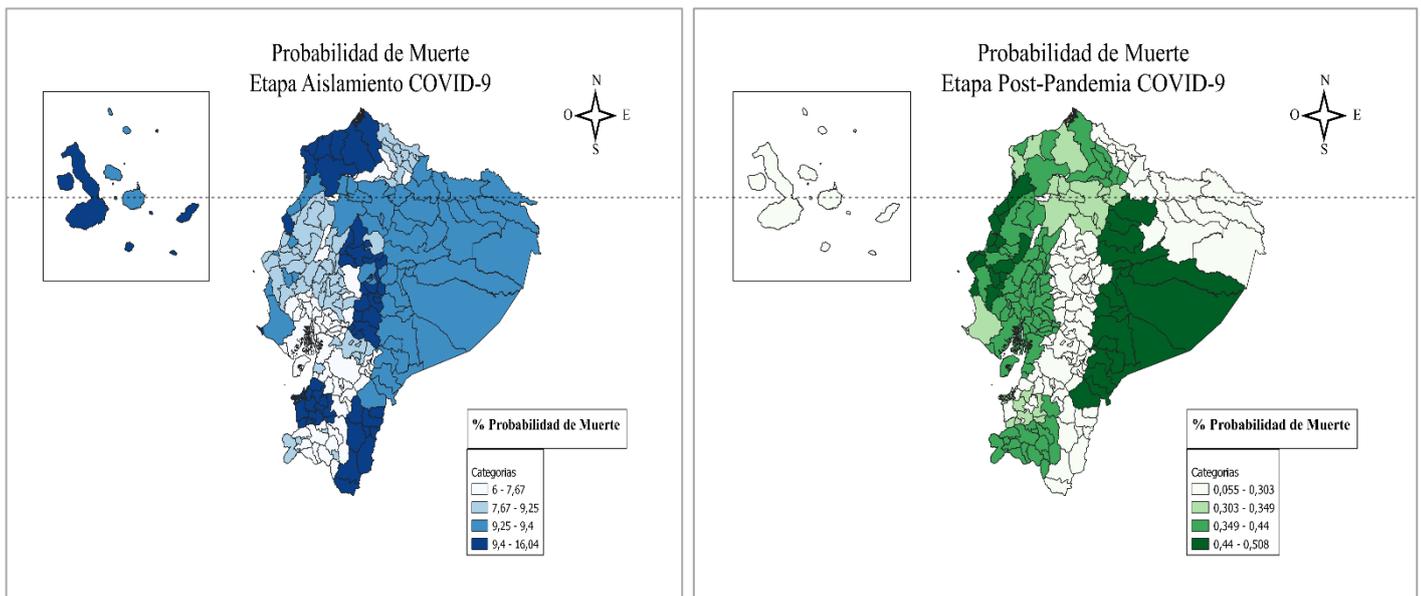
CAPÍTULO III

ESTADÍSTICAS DE LETALIDAD Y PROBABILIDAD DE MUERTE POR CANTONES

En base a los datos proporcionados por el Ministerio de Salud Pública se ha construido la probabilidad de muerte y tasa de letalidad cantonal, que corresponde a la primera (Aislamiento) y última etapa del periodo de análisis (Postpandemia). La letalidad de la enfermedad es el cociente entre el número de personas que fallecieron por la COVID-19 en el periodo de tiempo de referencia (sin importar su fecha de contagio) y el número de personas contagiadas durante el periodo de tiempo de referencia. La probabilidad de muerte en un cantón se calcula tomando como denominador los contagios en un periodo dado y como numerador, el número de muertes correspondientes a esos contagiados, aunque se hayan dado en un periodo posterior. De esta manera, se considera a los mismos individuos.

En la Tabla 2, se muestra que a nivel nacional la letalidad promedio en la etapa de aislamiento bajó de 8.34% a 2.39% en la postpandemia. Lo mismo ocurre con la probabilidad de muerte. Se observa además que la tasa de letalidad promedio es menor a la probabilidad de muerte puesto que esta última considera las muertes posteriores a contagios de un periodo determinado. Según se puede observar en el mapa del Ecuador presentado en la Figura 12, durante la etapa de Aislamiento se observa que los cantones con mayor probabilidad de muerte están dispersos entre noroeste, centro y sureste del país, mientras que al final del periodo de análisis (Postpandemia) la mayor probabilidad de muerte se concentra en el oeste y este del país.

Figura 12: Probabilidad de muerte Cantonal COVID-19



Elaboración Propia.
 Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

Durante la etapa de Aislamiento, en la Tabla 2 se puede apreciar que los cantones con mayor y menor probabilidad de muerte se encuentran en dos provincias: El Oro y Azuay, respectivamente. Para el caso de la provincia de El Oro, cabe destacar que durante la etapa de Aislamiento esta provincia llegó a ser la segunda con más contagios del país durante abril 2020, solo detrás de Guayas. Sin embargo, debido a su cantidad menor de centros de atención prioritaria y UCI, fue la provincia con mayor probabilidad de muerte. Por otro lado, los cantones con menor probabilidad de muerte son de la provincia del Azuay tomó prontas medidas de aislamiento, que fueron ampliamente acatadas por la población, adicionalmente su capacidad de centro de atención y UCI explican su baja probabilidad de muerte. El promedio probabilidad de muerte de esta etapa fue de 9.28% mientras que Quito, Guayaquil y Cuenca mantuvieron probabilidades de muerte: 9.34%, 7.61% y 6.15%, respectivamente.

Tabla 2: Ranking de probabilidad de muerte cantonal COVID-19 Etapa Aislamiento

Cantones con mayor probabilidad de muerte		
Fase de Aislamiento		
Provincia	Cantón	Probabilidad de muerte (%)
El Oro	1. Santa Rosa	16.04
El Oro	2. Zaruma	16.01

El Oro	3. Las Lajas	16.00
El Oro	4. Portovelo	15.94
El Oro	5. Pasaje	15.92
El Oro	6. Piñas	15.90
El Oro	7. Huaquillas	15.70
Cantones con menor probabilidad de muerte		
Fase de Aislamiento		
Provincia	Cantón	Probabilidad de muerte (%)
Azuay	215.Cuenca	6.15
Azuay	216.Girón	6.12
Azuay	217.Santa Isabel	6.11
Azuay	218.Paute	6.01
Azuay	219.Pucará	6.01
Azuay	220.Gualaceo	6.00
Azuay	221.San Fernando	6.00

Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Tabla 3, podemos apreciar que la probabilidad de muerte de la fase Postpandemia. Manabí encabeza la lista de provincias donde se registra la probabilidad de muerte más elevada al finalizar el periodo de estudio, principalmente debido aquellos cantones con deficiente sistema sanitario. Morona Santiago es la segunda provincia en esta situación, con cantones en condiciones similares. El promedio de probabilidad de muerte de esta etapa fue de 0.32% mientras que Quito, Guayaquil y Cuenca mantuvieron probabilidades de muerte: 0.32%, 0.39% y 0.06%, respectivamente.

Tabla 3: Ranking de probabilidad de muerte cantonal COVID-19 Etapa Post Pandemia

Cantones con mayor probabilidad de muerte		
Fase Post-Pandemia		
Provincia	Cantón	Probabilidad de muerte (%)
Manabí	1. San Vicente	0.48
Manabí	2. Jaramijó	0.47
Manabí	3. Puerto López	0.47
Manabí	4. Jama	0.47
Morona Santiago	5. Morona	0.47
Morona Santiago	6. Gualaquiza	0.47

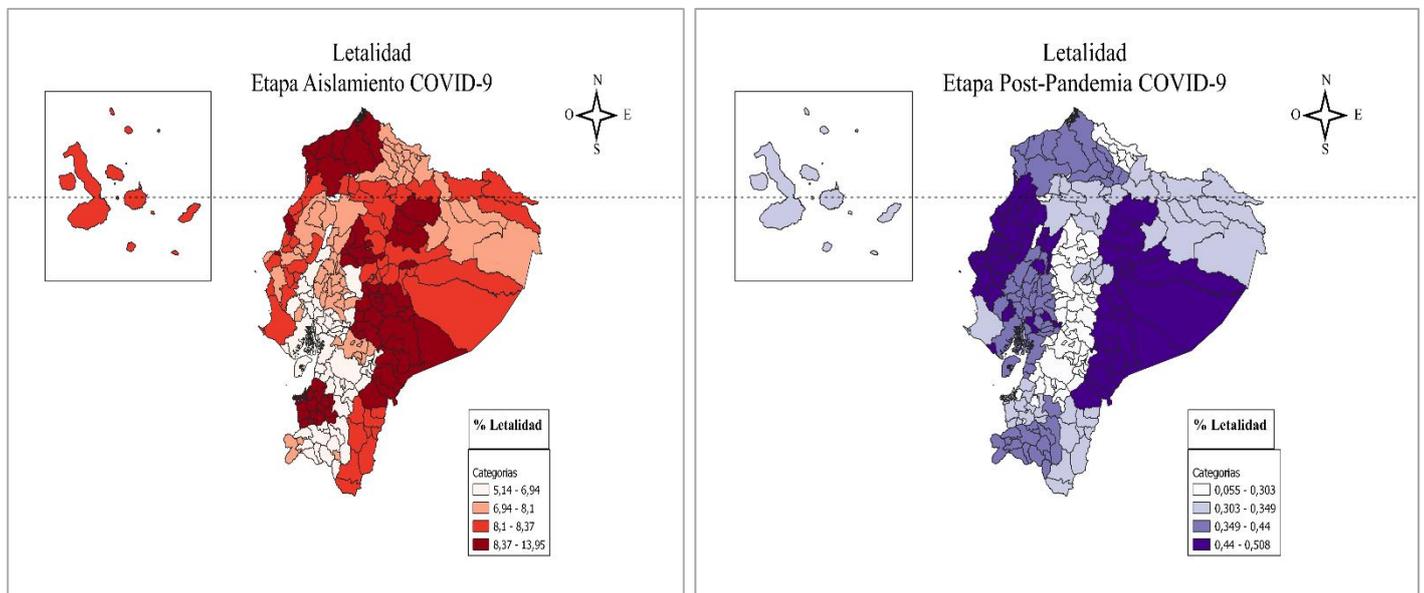
Morona Santiago	7. Limón Indaza	0.47
Cantones con menor probabilidad de muerte		
Fase Post-Pandemia		
Provincia	Cantón	Probabilidad de muerte (%)
Azuay	215.Paute	0.08
Azuay	216.Pucará	0.08
Azuay	217.San Fernando	0.08
Azuay	218.Gualaceo	0.08
Azuay	219.Nabón	0.08
Azuay	220.Girón	0.06
Azuay	221.Cuenca	0.06

Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Figura 13, se puede observar la letalidad de la COVID-19 durante la etapa de Aislamiento y Post-Pandemia. Los cantones con mayor letalidad están dispersos entre noroeste, suroeste y sureste del país, mientras que al final del periodo de análisis la mayor letalidad se concentra en el este y oeste del país.

Figura 13: Letalidad Cantonal COVID-19



Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

Específicamente, en la Tabla 4 se evidencia que durante la etapa de Aislamiento las mayores y menores tasas de letalidad están divididas en dos provincias: El Oro y Azuay

respectivamente. Aunque la forma de estimar la probabilidad de muerte y letalidad de la COVID-19 sean distintas, nos presentan los mismos cantones a excepción de Marcabelí que reemplaza a Huaquillas en el ranking de cantones con mayor letalidad. Por otra parte, cabe destacar que Cuenca no pertenece al ranking con menor letalidad en esta etapa. El promedio de letalidad de esta etapa fue de 8.24% mientras que Quito, Guayaquil y Cuenca mantuvieron letalidades: 8.14%, 6.85% y 5.47%, respectivamente.

Tabla 4: Ranking de letalidad cantonal COVID-19 Etapa Aislamiento

Cantones con mayor letalidad Fase de Aislamiento		
Provincia	Cantón	% Letalidad
El Oro	1. Santa Rosa	13.95
El Oro	2. Zaruma	13.93
El Oro	3. Las Lajas	13.92
El Oro	4. Portovelo	13.79
El Oro	5. Pasaje	13.74
El Oro	6. Piñas	13.73
El Oro	7. Marcabelí	13.53
Cantones con menor letalidad Fase de Aislamiento		
Provincia	Cantón	% Letalidad
Azuay	215. Sevilla de Oro	5.37
Azuay	216. Gualaceo	5.33
Azuay	217. Nabón	5.30
Azuay	218. Santa Isabel	5.26
Azuay	219. Pucara	5.15
Azuay	220. Paute	5.15
Azuay	221. San Fernando	5.14

Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

En la Tabla 5, tenemos a las provincia y cantones con mayor y menor letalidad durante el último periodo de análisis (Post-Pandemia). Inicialmente las provincias con mayor letalidad de esta fase son Manabí y Morona Santiago, con sus cantones más desatendidos en materia de infraestructura de Salud. Por otra parte, los cantones con menor letalidad se encuentran en la provincia del Azuay, específicamente en cantones con estructura sanitaria suficiente para las necesidades de la población. El promedio de letalidad de esta

etapa fue de 0.34% mientras que Quito, Guayaquil y Cuenca mantuvieron letalidades: 0.34%, 0.42% y 0.06%, respectivamente.

Tabla 5: Ranking de letalidad cantonal COVID-19 Etapa Post Pandemia

Cantones con mayor letalidad Fase de Fase Post-Pandemia		
Provincia	Cantón	% de Letalidad
Manabí	1. San Vicente	0.51
Manabí	2. Jaramijó	0.51
Manabí	3. Puerto López	0.51
Manabí	4. Jama	0.51
Morona Santiago	5. Morona	0.50
Morona Santiago	6. Gualaquiza	0.50
Morona Santiago	7. Limón Indaza	0.50
Cantones con menor letalidad Fase de Fase Post-Pandemia		
Provincia	Cantón	% Letalidad
Azuay	215.Paute	0.08
Azuay	216.Pucará	0.08
Azuay	217.San Fernando	0.08
Azuay	218.Gualaceo	0.08
Azuay	219.Nabón	0.08
Azuay	220.Girón	0.06
Azuay	221.Cuenca	0.06

Elaboración Propia.

Fuente: Ministerio de Salud Pública (2022)

CAPÍTULO IV

4.1 DATOS

Para el estudio de la probabilidad de muerte por COVID-19, se utilizó una base de datos a nivel individual provista por el Ministerio de Salud, la cual cuenta con la información de reportes de las instituciones de salud encargadas de realizar pruebas de COVID-19. La Dirección Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud, Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica y COE Nacional, en cuanto a fecha de notificación de resultados de las pruebas, fecha en caso de muerte, edad y sexo del paciente. Esta base de datos fue depurada de errores e inconsistencias en cuanto a las fechas de notificación de contagio y muerte y se eliminaron los datos con una edad mayor

a los 95 años. En la Tabla 6, se muestran las variables recopiladas y su fuente de información respectiva. Se utiliza la información del año más reciente disponible.

Tabla 6: Definición de variables

VARIABLES A NIVEL INDIVIDUAL		
Estado Final del Paciente	Variable dependiente binaria toma el valor de uno si el paciente murió por COVID-19 y cero en caso contrario.	Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021)
Edad	Edad declarada del paciente al momento de notificar su contagio	Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021)
Hombre	Autodefinición "Hombre" o "Mujer" del paciente, variable binaria 1 y 0 respectivamente.	Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021)
Proxies de variables individuales		
Incidencia de enfermedades		
N.º personas con enf. respiratorias / 10000 hab. en cada cantón.	Número de pacientes atendidos (por cada 10000 habitantes) en hospitales, por enfermedades respiratorias según clasificación CIE_10 (J).	Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios (2019)
N.º de personas con enf. renales graves / 10000 hab. en cada cantón.	Número pacientes atendidos (por cada 10000 habitantes) en hospitales, por enfermedades renales según clasificación CIE_10 (N).	Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios (2019)
N.º personas con diabetes / 10000 hab. en cada cantón.	Número de pacientes atendidos (por cada 10000 habitantes) en hospitales, por diabetes según clasificación CIE_10 (E).	Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios (2019)
N.º personas con enf. cardíacas graves / 10000 hab. en cada cantón.	Número de pacientes atendidos (por cada 10000 habitantes) en hospitales, por enfermedades cardíacas según clasificación CIE_10 (I).	Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios (2019)
N.º personas con enf. hepáticas / 10000 hab. en cada cantón.	Número de pacientes atendidos (por cada 10000 habitantes) en hospitales, por enfermedades hepáticas según clasificación CIE_10 (K).	Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios (2019)
VARIABLES A NIVEL CONTEXTUAL		
Variables de infraestructura de salud		

N.º centros de atención nivel 1 / 10000 hab. en cada cantón.	Número de establecimientos de salud de atención primaria más próximos a la población sobre la población total del cantón (por cada 10000 habitantes).	Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (2021)
N.º centros de atención nivel 2 / 10000 hab. en cada cantón.	Número de establecimientos de salud que prestan servicios en cuatro especialidades básicas: medicina interna, ginecología, cirugía general, anestesiología y hospitalización de pacientes referidos desde el primer nivel sobre el total de la población del cantón (por cada 10000 habitantes).	Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (2021)
N.º centros de atención nivel 3 / 10000 hab. en cada cantón.	Número de establecimientos de salud regionales que proporcionan todos los servicios de atención sobre la población total del cantón (por cada 10000 habitantes).	Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (2021)
N.º camas UCI en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.	Número de camas UCI en establecimientos de salud por cada diez mil habitantes en el cantón.	Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021)
Miles de dólares gastados en inversión provincial para el sector salud, per cápita.	Miles de dólares en inversión en el sector salud per cápita a diciembre 2021 a nivel provincial.	Plan anual de inversiones de la secretaria planificación (PAI, 2021)
% viviendas con acceso a agua potable en el cantón	Porcentaje de acceso al agua potable de las casas dentro de la jurisdicción del prestador en el cantón.	Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (2021)
% viviendas con acceso a alcantarillado en el cantón	Porcentaje de acceso a alcantarillado de las casas dentro de la jurisdicción del prestador en el cantón.	Censo de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados (2021)
Variables de vacunación		
% población cantonal que recibieron el esquema completo de vacunación contra la COVID-19 (dos dosis).	Porcentaje de la población con el esquema completo de vacunación a marzo 2021.	Ministerio de Salud (MPS, 2021)
Variables de riqueza cantonal		

% personas con empleo adecuado en la provincia	Porcentaje de empleo adecuado sobre el total de la población económicamente activa provincial.	Encuesta de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU, 2019)
Valor Agregado Bruto Cantonal Per Cápita en miles de dólares	Producción total de los bienes y servicios menos el consumo intermedio en el cantón.	Banco Central (2020)
Índice Verde Urbano (m^2 de áreas verdes por habitante en la zona urbana del cantón)	Total, de áreas verdes (m^2) sobre el total de la población urbana.	Índice Verde Urbano (2012)
Climático		
Promedio de altura provincial en m sobre el nivel del mar	Altura media en metros sobre el nivel del mar provincial.	Ministerio del Ambiente (2022)
Contagios		
% crecimiento de contagios diarios de COVID-19 en el cantón de residencia	Tasa de crecimiento porcentual de contagios de COVID-19 diaria en el cantón de residencia del paciente, correspondiente a su fecha de contagio.	Ministerio de Salud Pública (MSP, 2021)

Elaboración Propia.

4.2 METODOLOGÍA

Para la determinación de probabilidad de muerte por COVID-19, en la literatura se emplean modelos logit y probit. Uno de los supuestos del modelo logit /probit de un solo nivel es que las unidades medidas son independientes. En concreto, suponemos que los residuos no están correlacionados entre sí. Si los datos están agrupados y no hemos tenido en cuenta los efectos de grupo en nuestro modelo de regresión, el supuesto de independencia no se cumplirá por lo que los estimadores presentarán excesiva varianza por lo que no serán estables y precisos, lo que representa un problema de correlación debido a que los grupos de observaciones muestran poca variabilidad. Entonces, para analizar la probabilidad de muerte a nivel individual, considerando factores contextuales, en la literatura existente se emplean modelos multinivel (Hanchen Yu et al., 2021; Mahmoudabadi, 2021; Simpson-Yap et al., 2022).

Las implicaciones de ignorar las agrupaciones son: los errores estándar de los coeficientes de regresión se subestimarán. En consecuencia, los intervalos de confianza serán

demasiado estrechos y los valores p demasiado pequeños, lo que a su vez puede llevarnos a inferir que un predictor tiene un efecto "real" sobre el resultado cuando en realidad el efecto podría atribuirse al azar. La subestimación de los errores estándar es especialmente grave en el caso de los coeficientes de los predictores que se miden a nivel de grupo. Sólo se estimarán errores estándar correctos si se tiene en cuenta la variación entre grupos en el análisis, y la modelización multinivel proporciona un medio eficaz de hacerlo, adicionalmente, la modelización multinivel permite a los investigadores estudiar la naturaleza de la variabilidad entre grupos y los efectos de las características a nivel de grupo en los resultados individuales (University of Bristol, 2011).

Dadas las características de los datos, se utilizará una estructura de dos niveles con las personas I en el nivel 1, las cuales están anidadas dentro de J cantones, en el nivel 2. Así, se tienen n_j individuos en el cantón j . Se denota Y_{ij} la respuesta para el individuo i en el cantón j , X_j vector de variables contextuales del cantón j , y W_{ij} vector de variables a nivel individual i en el cantón j . El modelo multinivel se especifica así:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_j + W_{ij} + u_j + e_{ij}$$

donde se supone que los efectos de cantón o residuos de nivel 2: u_j y los residuos de nivel 1: e_{ij} , son independientes y siguen distribuciones normales con media cero:

$$u_j \sim N(0, \sigma_u^2), e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$$

También podemos expresar el modelo en términos de la media o valor esperado de y_{ij} para un individuo del cantón j :

$$E(y_{ij} | x_{ij}, u_j) = \beta_0 + \beta_1 X_j + W_{ij} + u_j$$

Para una respuesta binaria y_{ij} , tenemos $E(y_{ij} | x_{ij}, u_j) = \pi_{ij} = \Pr(y_{ij} = 1)$ y se describe un modelo de intercepto aleatorio para la dependencia de la probabilidad de respuesta π_{ij} de x_{ij} :

$$F^{-1}(\pi_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 X_j + W_{ij} + u_j$$

donde F^{-1} ("F inversa") es la función de enlace, tomada como la función de distribución acumulativa inversa:

4.2.1 Logit

$$\log\left(\frac{\pi_{ij}}{1 - \pi_{ij}}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_j + W_{ij} + u_j$$

La primera función de enlace que consideramos se denomina logit, que se basa en una transformación logística

$$\pi = F(z) = \left(\frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)}\right)$$

Donde β_0 se interpreta como los log-odds de que $y = 1$ cuando $x = 0$ y $u = 0$ y se denomina intercepto global en la relación lineal entre los log-odds y x . Si tomamos la exponencial de β_0 , $\exp(\beta_0)$, obtenemos los odds de que $y = 1$ para $x = 0$ y $u = 0$.

Al igual que en el modelo de un solo nivel, β_1 es el efecto de un cambio de 1 unidad en x sobre el log-odds de que $y = 1$, pero ahora es el efecto de x después de ajustar (o mantener constante) el efecto de cantón, u_j .

β_0 es el intercepto global en la relación lineal entre el logaritmo de las probabilidades y x , el intercepto para un cantón j determinado es $\beta_0 + u_j$, que será mayor o menor que el intercepto global dependiendo de si u_j es mayor o menor que cero. Nos referimos a u_j como efecto (aleatorio) de cantón, o residuo de nivel 2.

4.2.2 Probit

$$\Phi^{-1}(\pi_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 X_j + W_{ij} + u_j$$

La segunda función de enlace se denomina probit, donde Φ^{-1} es la función de distribución inversa de una distribución normal estándar Φ , también denominada función probit.

$$\Phi = F(z) = \int_{-\infty}^z \phi(v) dv$$

Los coeficientes de un modelo probit no tienen una interpretación directa. Una forma de interpretar el modelo es calcular las probabilidades previstas para diferentes valores de x , utilizando Φ con las estimaciones de β_0 y β_1 .

La varianza de los interceptos entre cantones es $var(u_j) = \sigma_u^2$, que se denomina varianza entre grupos ajustada por x , varianza residual entre grupos o simplemente varianza residual de nivel 2.

Para determinar si dicha varianza entre cantones es significativa o no, se usa el test de Wald, en función del resultado se concluye si se usa o no el multinivel. Con la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: \sigma_u^2 = 0$$

$$H_a: \sigma_u^2 \neq 0$$

Para realizar el test, se parte de un modelo vacío (*Modelo Vacío*), a veces denominado modelo de componentes de la varianza, de donde se toma el cuadrado de la ratio de la varianza estimada y su error estándar, que se compara con una distribución chi-cuadrado en 1 grado de libertad. Si el p-valor es menor al 0.05 se concluye que la varianza entre grupos es significativa y se justifica el uso del modelo multinivel.

Estos modelos se estiman para 4 etapas identificadas de la pandemia de la COVID-19: Aislamiento, Distanciamiento Social, Vacunación y Postpandemia.

Durante las etapas de Aislamiento y Distanciamiento Social de la pandemia, X_j corresponde al vector de todas las variables explicativas a nivel cantonal excepto aquella que determina el porcentaje de personas vacunadas con esquema completo (primera vacuna y su refuerzo) dentro del cantón, debido a que durante esta etapa no existen personas con vacunas contra el COVID-19.

Durante las etapas de Vacunación y Post-Pandemia, el vector X_j corresponde a todas las variables contextuales indicadas en la Tabla 8. Adicionalmente, durante todas las etapas el vector W_{ij} corresponde a las variables a nivel individual de cada paciente i en el cantón j . Por otro lado, el vector u_{0j} corresponde al intercepto de efecto aleatorio que varía según corresponda al cantón j .

Debido a que la estimación de los modelos Probit y Logit multinivel se realiza por el método de cuasi máxima verosimilitud la medida convencional de la bondad de ajuste, R

cuadrado, no es significativa para estos modelos, en su lugar se utilizará Pseudo R cuadrado de McFadden que se basa en el logaritmo de la verosimilitud del modelo. Y para probar la hipótesis nula respecto de que todos los coeficientes de pendiente son simultáneamente iguales a cero, se utiliza el estadístico de la razón de verosimilitud (RV) equivalente a la prueba F convencional. Con la hipótesis nula, el estadístico RV sigue la distribución χ^2 con grados de libertad igual al número de variables explicativas (Gujarati & Porter, 2010)

En la estimación de un modelo Logit (o Probit) hay la posibilidad de tener un problema cuando existe una alta proporción de ceros (0) en la variable dependiente. Desafortunadamente, con muchos más ceros que unos, el valor máximo de $P(X | Y = 0)$ y el área en la cola derecha de $P(X | Y = 0)$ se estimará bien, pero el mínimo $P(X | Y = 1)$ y el área en la cola izquierda de $P(X | Y = 1)$ se subestimarán. Y estará sesgado en la dirección de favorecer a los ceros a expensas de los unos y, por tanto, $Pr(Y = 1)$ será demasiado pequeña (King & Zeng, 2001)

Entre las soluciones a este inconveniente se destacan diferentes estrategias, principalmente para la recopilación de datos, por ejemplo, el sobre muestreo de grupos que probablemente tengan $Y = 1$, de tal forma que se pueden recoger todos los unos (o todos los disponibles) y una pequeña muestra aleatoria de ceros y no perder coherencia ni mucha eficacia con respecto a la muestra completa. Es decir, dado que uno de los problemas para estimar un modelo logit es simplemente la falta de observaciones con valor 1, la solución ideal es asegurarse de que se dispone de suficientes observaciones estimando un modelo balanceado es decir con observaciones cero y uno, iguales o proporcionales según sea el caso (King & Zeng, 2001). En el anexo A se muestra el modelo estimado con observaciones de la variable dependiente balanceada, y los resultados no difieren respecto del modelo completo.

Adicionalmente se calculó el coeficiente de partición de varianza (CPV) que se interpreta como el porcentaje de la varianza residual total en la propensión a estar en la categoría de respuesta 1 (fallece por COVID-19) y que se debe a las diferencias entre cantones.

$$CPV = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_e^2}$$

donde σ_e^2 es igual a 1 para un modelo Probit y $\frac{\pi^2}{3}$ (3.29) para un modelo Logit (Austin & Merlo, 2017; University of Bristol, 2011). Según su resultado, podemos asumir que la diferencia entre el porcentaje de CPV del modelo nulo y el porcentaje de CVP del modelo completo, corresponde a la contribución de las variables a nivel cantonal para explicar la diferencia entre cantones.

En el anexo C, se muestran las pruebas de bondad de ajuste y validación del modelo. Según la Tabla 7, el Outlier test concluye que se rechaza existencia de observaciones significativamente influyentes para todos los modelos. La prueba de especificación del modelo Dispersion Test rechaza errores de especificación como omisión de variable relevante o inclusión de variable irrelevante para todos los modelos.

Tabla 7: Pruebas de Especificación y Outliers de los modelos de cada etapa de la pandemia

P valor	Aislamiento	Distanciamiento social	Vacunación	Post-Pandemia
Dispersion test	0.344	0.26	0.34	0.49
Outlier test	0.21	0.34	0.12	0.226

Las pruebas de bondad de ajuste para los modelos Logit mostraron buena capacidad predictiva según las matrices de confusión y las curvas ROC con valores en área bajo la curva de 0.87, 0.9, 0.89 y 0.93 en las etapas de Aislamiento, Distanciamiento Social, Vacunación y Post-Pandemia, respectivamente.

Según la Tabla C.1. la prueba VIF para detectar multicolinealidad indica que ninguna variable registra un valor mayor a 10, por lo que no hay problemas graves de multicolinealidad.

En la Tabla 8 se muestra la estadística descriptiva de las variables a nivel contextual e individual donde se puede destacar que el 50.75% son mujeres y el resto son hombres y tienen una edad promedio de 40 años. La distribución por rangos de edad es: Niñez, Adolescencia, Adulto y Adulto Mayor. La categoría de Adulto (19 a 59 años) representa el mayor porcentaje de la muestra (76.9%); seguido por los Adultos Mayores (mayores de 59 años), 15.35%; en penúltimo lugar están los Adolescentes (13 a 18 años) con el 4.16% y por último la categoría Niño (1 a 12 años) con el 3.58%.

En promedio a nivel cantonal, existe mayor cantidad de centros de atención sanitaria de nivel 1 (1.084 centros por cada 10 000 habitantes) que centros de salud de nivel 2 (0.063 centros por cada 10 000 habitantes) y de nivel 3 (0.029 centros por 10 000 habitantes). A marzo 2021, se tiene que la media de vacunación a nivel cantonal era de 86.76%. La media de cobertura de agua potable en los cantones es de 87%, mientras que la cobertura en alcantarillado es de 77%. Por último, cabe destacar que las enfermedades respiratorias por cada 10 000 habitantes es la de mayor incidencia a nivel cantonal (56.93 por cada 10 000 habitantes).

Tabla 8: Estadística descriptiva de variables independientes y variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE				
	Frecuencia Relativa		Frecuencia Absoluta	
	0 (Vivo)	1 (Muerto)	0 (Vivo)	1 (Muerto)
Estado Final del Paciente	98.22	1.78	1027522	18638
VARIABLES INDEPENDIENTES CUANTITATIVAS				
	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Edad	40.35	17.44	0.002	95
Proxies de variables individuales				
Incidencia de enfermedades				
N.º personas con enf. respiratorias / 10000 hab. en cada cantón.	56.93	21.19	6.42	237.70
N.º de personas con enfermedades renales graves / 10000 hab. en cada cantón.	19.47	6.57	0	74.72
N.º personas con diabetes / 10000 hab. en cada cantón.	10.15	4.89	0	51.37
N.º personas con enfermedades cardiacas graves / 10000 hab. en cada cantón.	25.59	8.21	1.62	64.08
N.º personas con enfermedades hepáticas / 10000 hab. en cada cantón.	3.66	1.35	0	16.84
Variable Contextuales				
Variables de infraestructura de salud				

N.º centros de atención nivel 1 / 10000 hab. en cada cantón.	1.08	1.31	0.31	16.53
N.º centros de atención nivel 2 / 10000 hab. en cada cantón.	0.06	0.12	0.00	1.46
N.º centros de atención nivel 3 / 10000 hab. en cada cantón.	0.02	0.03	0.00	0.24
N.º camas UCI en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.	0.66	0.44	0	1.51
Miles de dólares gastados en inversión provincial para el sector salud, per cápita.	66.34	59.23	8.15	148.17
% viviendas con acceso a agua potable en el cantón	87.05	17.50	8.64	100
% viviendas con acceso a alcantarillado en el cantón	77.02	23.13	0.01	100
VARIABLES DE VACUNACIÓN				
% población cantonal que recibieron el esquema completo de vacunación contra la COVID-19 (dos dosis).	86.76	9.50	19.27	100
VARIABLES DE RIQUEZA CANTONAL				
% personas con empleo adecuado en la provincia	41.27	11.50	15.68	65.17
VAB Cantonal Per Cápita en miles de dólares	6.08	2.97	0.77	45.18
Índice Verde Urbano (m^2 de áreas verdes por habitante en la zona urbana del cantón)	14.90	16.81	0.01	259.03
Climático				
Promedio de altura provincial en m sobre el nivel del mar	1818.19	1228.97	15.00	3900
Contagios				
% crecimiento de contagios diarios en el cantón de residencia	160.65	616.81	-99.20	22500.00
VARIABLE INDEPENDIENTE CUALITATIVA				
	Frecuencia Relativa		Frecuencia Absoluta	
	0 (Mujer)	1 (Hombre)	0 (Mujer)	1 (Hombre)

Hombre (Variable binaria)	50.75	49.25	530969	515191
---------------------------	-------	-------	--------	--------

Elaboración Propia

Para estimar la necesidad del modelo multinivel se realiza la prueba de componentes de la varianza entre cantones con un *Modelo Vacío*, el cual consiste en estimar únicamente la variable dependiente (Y) y su cantón de residencia, para estimar los efectos aleatorios del cantón (u_j). En la Tabla 9 se identifica: i) la varianza entre comunidades σ_u^2 , ii) el ratio de la razón de verosimilitud logarítmica que corresponde a la diferencia entre la razón de verosimilitud logarítmica del modelo vacío en un nivel con la razón de verosimilitud logarítmica del modelo vacío de dos niveles, iii) el estadístico de prueba es $799,8 (-2 * (\sigma_u^2))$, iv) la distribución chi cuadrado con 1 grado de libertad (3.84). Al realizar la prueba de hipótesis para los modelos vacíos se determina que se rechaza la hipótesis nula de varianza entre comunidades igual a cero en todas las etapas de la pandemia. A partir de estos resultados en la prueba de hipótesis de varianza entre comunidades y la diferencia significativa de los residuos cantonales se concluye la necesidad de un modelo multinivel o de efectos aleatorios donde se permite que el intercepto del modelo pueda variar aleatoriamente (efectos aleatorios) entre cantones.

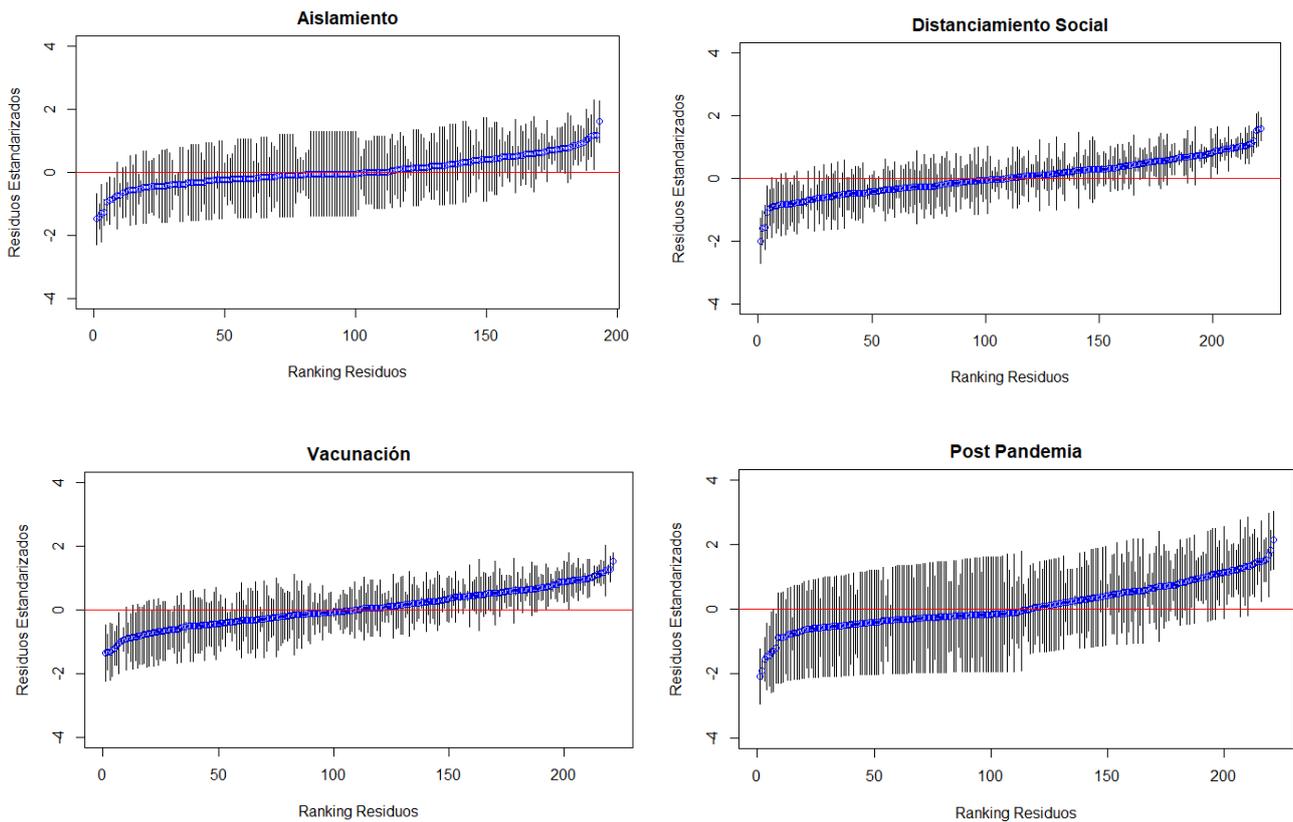
Tabla 9: Prueba de Hipótesis de varianza entre cantones significativa

	Varianza entre comunidades σ_u^2	Ratio de razón de verosimilitud (logarítmico)	Estadístico de prueba	Chi Cuadrado 1gl	Resultado
Aislamiento	0.4865	-383.2597	613062.2161	3.8400	Rechaza H0
Distanciamiento Social	0.4554	-1459.3520	2334379.4592	3.8400	Rechaza H0
Vacunación	0.4817	-1208.4470	1933031.8212	3.8400	Rechaza H0
Post-Pandemia	0.9610	-369.0373	590312.0651	3.8400	Rechaza H0

Elaboración Propia

Adicionalmente en la Figura 14 se evidencia los diagramas de oruga para los cantones (eje horizontal) y sus respectivos residuos estandarizados (u_j) del modelo vacío para cada etapa de la pandemia. Se identifican cantones cuyos residuos estandarizados no solapan n la línea roja ($u_j = 0$) en un intervalo de confianza al 95% (eje vertical). Los cantones que se ubican por encima tienen una probabilidad de muertes mayor que la media y los que se ubican por debajo, tienen una probabilidad de muertes menor que la media.

Figura 14: Gráfico de oruga de letalidad cantonal COVID-19



Elaboración Propia

En el Anexo B se indica el ranking de cantones con sus efectos aleatorios o residuos cantonales obtenidos a partir del modelo vacío. Quito (-0.3810) y Guayaquil (-0.8615), epicentros de la pandemia, se encontraban en los puestos 159 y 187, respectivamente, durante la etapa de Aislamiento, al final del periodo de análisis (Postpandemia) se encontraron en los puestos 220 y 86 con residuos -1.9161 y 0.2551. En la estimación del modelo vacío existieron 15 cantones cuyos residuos fueron significativos durante las cuatro etapas de la pandemia, entre ellos se encuentran los cantones Cuenca y Quito que presentaron residuos significativamente menores que la media, mientras que Machala, El

Guabo, Huaquillas, Quevedo, Chone, Sucre, Veinticuatro de Mayo presentan residuos significativamente mayores que la media durante las cuatro etapas de la pandemia. Adicionalmente se verifica que el cantón Guayaquil obtuvo residuos significativamente menores a la media durante las tres primeras etapas de la pandemia y residuos significativamente mayores a la media durante la última etapa de la pandemia. Loja obtuvo residuos menores que la media durante Aislamiento, Distanciamiento Social y Postpandemia, y residuos mayores a la media durante Vacunación. Por último, Esmeraldas, Portoviejo y Santo Domingo de los Tsáchilas obtuvieron residuos menores a la media en la etapa de Aislamiento y residuos mayores a la media durante las posteriores etapas de la pandemia.

Existen 94 cantones que no presentaron residuos significativos durante todas las etapas de la pandemia, los mismo que se encuentran 10 en la provincia del Azuay, 9 en Zamora Chinchipe, 8 en Guayas, 8 en Loja, 7 en El Oro, 7 en Morona Santiago, 6 en Cañar, 5 en Los Ríos, 5 en Bolívar, 5 en Chimborazo, 4 en Carchi, 4 en Sucumbíos, 3 en Cotopaxi, 3 en Napo, 3 en Pichincha, 2 en Imbabura, 1 en Manabí, 1 en Esmeraldas, 1 en Pastaza, 1 en Tungurahua, y 1 en Orellana.

Los cantones La Maná, Flavio Alfaro, Jipijapa, Pelileo, Santa Elena, La Libertad, obtuvieron residuos significativamente positivos durante las 3 primeras etapas de la pandemia y que obtuvieron residuos no significativos durante la última etapa de la pandemia. No existen cantones que obtuvieron residuos significativos positivos durante las tres primeras etapas de la pandemia y negativos durante la última etapa.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la estimación del modelo multinivel logístico durante las 4 etapas de la pandemia. Se presentan los resultados de los Coeficientes de Partición de la Varianza (CPV) de los modelos al final de la tabla. Partiendo de los resultados del modelo vacío en Aislamiento podemos interpretar que las diferencias desconocidas de las características contextuales de los cantones explican el 12.882% de la varianza residual total del modelo mientras que el restante corresponde a las diferencias individuales (87.12%), para la etapa de Distanciamiento Social 12.159% (varianza

individual 87.84%) y Vacunación 12.771% (varianza individual 87.23%) e incrementa en la etapa de Postpandemia a 22.606% (varianza individual 77.39%).

Al incrementar las variables explicativas al modelo se verifica que las diferencias desconocidas de las características contextuales de los cantones se reducen a 6.406% durante el Aislamiento, 6.627% durante Distanciamiento Social, 9.471% durante Vacunación y 8.242% durante Postpandemia. Por lo que los porcentajes de diferencia entre los modelos vacíos y los modelos completos se atribuyen a las características cantonales. Durante la etapa de Postpandemia se alcanzó el porcentaje de explicación de la varianza por inclusión de variables más elevado 14.365%, seguido por Aislamiento (6.476%), Distanciamiento Social (5.532%) y Vacunación (3.300%).

Tabla 10: Resultado Modelo Logit Multinivel

	Aislamiento			Distanciamiento Social			Vacunación			Post-Pandemia		
	Modelo Vacío	Coefficiente	Efectos Marginales	Modelo Vacío	Coefficiente	Efectos Marginales	Modelo Vacío	Coefficiente	Efectos Marginales	Modelo Vacío	Coefficiente	Efectos Marginales
Efecto Aleatorio		0.1408 (0.3752)			0.2120 (0.4605)			0.2591 (0.5090)			0.1953 (0.4419)	
Efecto Fijo (Intercepto)	-1.93477***	-5.1918*** (0.4164458)		-3.63975***	-7.6505*** (0.2398473)		-3.89058***	-7.8352*** (0.3222547)		-5.693214***	-9.1877*** (0.5864349)	
Hombre		0.4893*** (0.0504803)	0.0325		0.5983*** (0.0236372)	0.0121		0.4536*** (0.028234)	0.0074		0.4703*** (0.0684354)	0.0013
Edad		0.0819*** (0.0016391)	0.0054		0.0875*** (0.0007159)	0.0018		0.081*** (0.0008433)	0.0013		0.0947*** (0.0020385)	0.0003
Sector Salud												
N.º centros de atención nivel 1 / 10000 hab. en cada cantón.		-0.1208* (0.0601206)	-0.0080		-0.0753** (0.0236634)	-0.0015		-0.1462*** (0.0315666)	-0.0024		-0.022 (0.044612)	-0.0001
N.º centros de atención nivel 2 / 10000 hab. en cada cantón.		-0.5603 (0.657944)	-0.0372		-0.3126 (0.2491831)	-0.0063		0.3989 (0.3084218)	0.0065		0.5056 (0.4973327)	0.0014
N.º centros de atención nivel 3 / 10000 hab. en cada cantón.		-0.7125 (1.8638201)	-0.0473		1.0487 (1.3422902)	0.0212		-0.5948 (1.628004)	-0.0097		-0.4844 (1.9405921)	-0.0014
% población cantonal que recibieron el esquema completo de vacunación contra la COVID-19 (dos dosis).								0.0081* (0.0035167)	0.0001		0.0017 (0.0060555)	0.0000
Miles de dólares gastados en inversión provincial para el sector salud, per cápita.		-0.0026 (0.0028756)	-0.0002		-0.0009 (0.0017221)	0.0000		-0.0021 (0.0020842)	0.0000		-0.0158*** (0.0034016)	0.0000
N.º camas UCI en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.		-0.0963 (0.2174432)	-0.0064		0.3312* (0.1478044)	0.0067		0.2022 (0.1794179)	0.0033		0.3038 (0.2232538)	0.0009
Variables económicas e infraestructura												

% personas con empleo adecuado en la provincia	-0.0242** (0.007595)	-0.0016	-0.0173*** (0.0045214)	-0.0004	-0.0158** (0.0056343)	-0.0003	-0.0138. (0.0076879)	0.0000
VAB Cantonal Per Cápita en miles de dólares	-0.3008** (0.1144106)	-0.0200	-0.0688 (0.0698574)	-0.0014	0.0834 (0.0861281)	0.0014	0.0201 (0.1209222)	0.0001
% viviendas con acceso a agua potable en el cantón	-0.0028 (0.0037613)	-0.0002	-0.0032 (0.002601)	-0.0001	-0.0024 (0.0030903)	0.0000	0.0026 (0.0040081)	0.0000
% viviendas con acceso a alcantarillado en el cantón	0.001 (0.0029534)	0.0001	0.0007 (0.0021064)	0.0000	-0.0002 (0.0024683)	0.0000	-0.009** (0.0032767)	0.0000
Índice Verde Urbano (m2 de áreas verdes por habitante en la zona urbana del cantón)	0.0019 (0.003555)	0.0001	0.0016 (0.0016254)	0.0000	-0.004. (0.0023892)	-0.0001	-0.0059 (0.0038254)	0.0000
Incidencia de Enfermedades								
% crecimiento de contagios diarios de COVID-19 en el cantón de residencia	-0.057*** (0.0108719)	-0.0038	-0.0165*** (0.0022759)	-0.0003	-0.033*** (0.0045827)	-0.0005	-0.029* (0.0124908)	-0.0001
N.º personas con enf. respiratorias / 10000 hab. en cada cantón.	-0.006 (0.0048814)	-0.0004	-0.0106*** (0.0024262)	-0.0002	-0.0088** (0.002867)	-0.0001	-0.0181*** (0.0046406)	-0.0001
N.º de personas con diabetes / 10000 hab. en cada cantón.	0.0053 (0.0197199)	0.0003	-0.0028 (0.0098924)	-0.0001	0.0037 (0.011412)	0.0001	0.0004 (0.0160095)	0.0000
N.º personas con enfermedades cardíacas graves / 10000 hab. en cada cantón.	-0.0158 (0.0129793)	-0.0011	0.0072 (0.0062935)	0.0001	-0.0015 (0.007863)	0.0000	-0.0145 (0.0113958)	0.0000
N.º de personas con enfermedades renales graves / 10000 hab. en cada cantón.	0.0457** (0.0144086)	0.0030	0.0119. (0.0069974)	0.0002	-0.0008 (0.0084922)	0.0000	0.0115 (0.0126722)	0.0000
N.º personas con enfermedades hepáticas / 10000 hab. en cada cantón.	0.0366 (0.047237)	0.0024	-0.0009 (0.0215994)	0.0000	0.0703** (0.0243693)	0.0002	0.0852* (0.0379822)	0.0002
Observaciones	26252	26252	387349	387349	320798	320798	311772	311772
Varianza entre individuos ($\frac{\pi^2}{3}$)	3.29 (87.12%)	3.29 (93.59%)	3.29 (87.84%)	3.29 (93.37%)	3.29 (87.23%)	3.29 (90.53%)	3.29 (77.39%)	3.29 (91.76%)

Coefficiente de Partición de Varianza	0.4865	0.2252	0.4554	0.2335	0.4817	0.3442	0.961	0.2955
Cantonal	(12.88%)	(6.41%)	(12.16%)	(6.63%)	(12.77%)	(9.47%)	(22.61%)	(8.24%)
CPV								
Variación Total Modelo	3.7765	3.5152	3.7454	3.5235	3.7717	3.6342	4.251	3.5855
	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

En paréntesis se observa la desviación estándar.

Significancia estadística *** 0.00 ** 0.05 *0.1

Elaboración propia

En primer lugar, a nivel individual tenemos las variables sexo y edad, las cuales presentan un resultado esperado de acuerdo con la revisión de la literatura donde se espera que una mayor edad y pertenecer al sexo masculino incrementan la probabilidad de muerte por COVID-19. (Plasencia-Urizarri et al., 2020; Wang et al., 2020). Estas variables son estadísticamente significativas y sus efectos marginales en ambos casos disminuyen progresivamente entre etapas. La diferencia de la probabilidad de muerte de hombres y mujeres disminuye de 0.0325 en la etapa de Aislamiento hasta 0.0013 en la etapa de Postpandemia. La probabilidad de muerte por COVID-19 conforme avanza la edad pasa de 0.0054 en la etapa de Aislamiento a 0.0003 en la etapa de Postpandemia. Esta disminución de los efectos marginales de la edad implica que a medida que avanza la pandemia la edad influyó con menor intensidad en la probabilidad de muerte de un individuo, lo que puede atribuirse a un efecto beneficioso de la vacunación, la cual fue aplicada preferentemente a los grupos vulnerables, entre ellos las personas mayores de edad (Russell & Greenwood, 2021).

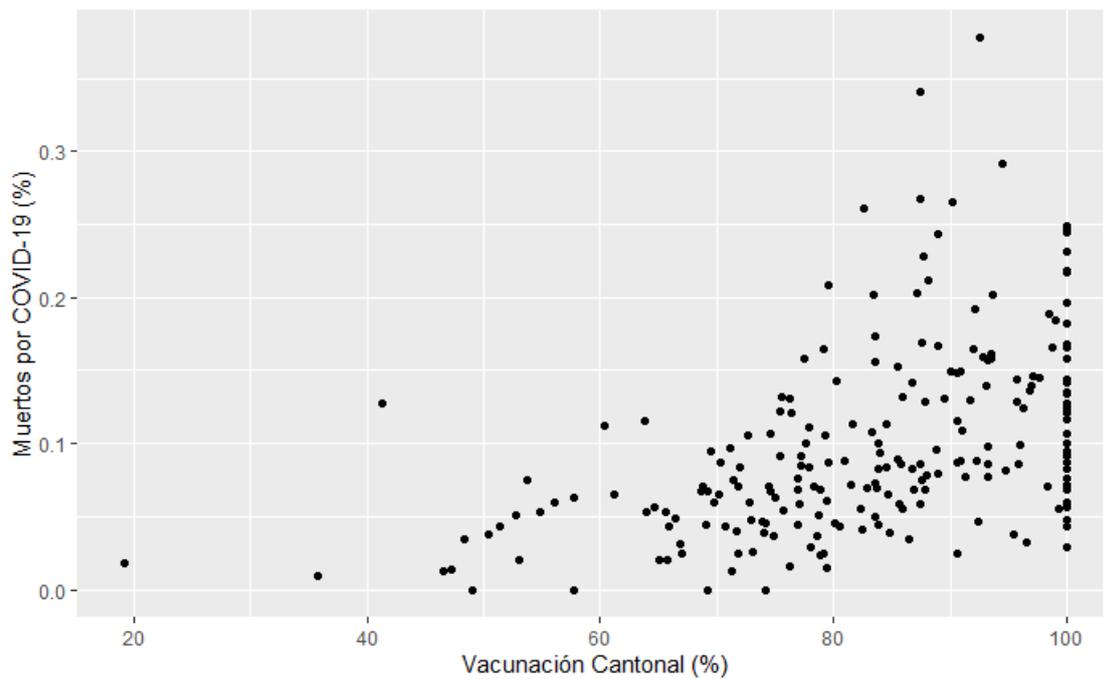
La variable Número de centros de atención nivel 1, por cada diez mil habitantes se muestra significativa y con signo negativo durante las etapas de Aislamiento, Distanciamiento Social y Vacunación, lo que indica que menor cantidad de centros de salud incrementa la probabilidad de muerte del individuo durante esas etapas. Adicionalmente sus efectos marginales -0.0080, -0.0015 y -0.0024, respectivamente indican que a pesar de la gravedad de la situación inicial de la pandemia mantener centros de atención de nivel 1 se volvía más importante para disminuir la probabilidad de muerte. Los centros de atención nivel 1 es el primer contacto de paciente, en consecuencia, cuenta con los recursos que permite resolver las necesidades de atención básicas y más frecuentes, que pueden ser resueltas por actividades de promoción de salud, prevención de la enfermedad y por procedimientos de recuperación y rehabilitación. Es la puerta de entrada al sistema de salud. Se caracteriza por contar con establecimientos de baja complejidad, como consultorios, centros de salud, etc. (Julio et al., 2011; Van der Stuyft & De Vos, 2008). Según la OPS (2020) los centros de atención nivel 1 realizan acciones de detección, rastreo, aislamiento y vigilancia de los infectados con la finalidad de detener la transmisión del virus, con base en los protocolos para el manejo de pacientes con sospecha o diagnóstico confirmado de COVID-19 en estado leve o moderado; e identificación oportuna de las señales de alarma y de deterioro para indicar el traslado de

los pacientes a los niveles 2 y 3 optimizando la disponibilidad de los recursos en los hospitales y en las unidades de cuidados intensivos, donde se han concentrado los esfuerzos para dar respuesta a la pandemia, de ahí radica su importancia para reducir la mortalidad por COVID-19.

En la etapa Postpandemia en promedio más del 75% de la población en los cantones tenían el esquema completo de vacunación. Ante la efectividad de las vacunas para reducir los síntomas de la COVID-19 (Sadarangani et al., 2021), la tendencia a acudir a los centros de salud nivel 1 pudo haber sido menor. Algo similar pudo suceder con las variables Nro. centros de salud de nivel 2 y 3 por cada diez mil habitantes, sin embargo, estas variables no son significativas en ninguna etapa del análisis de la pandemia posiblemente por ser una cantidad significativamente menor que los centros de salud de nivel 1 (en promedio, existen aproximadamente 22 centros de atención nivel 1 por cada centro de salud nivel 2 y 478 centros de atención nivel 1 por cada centro de atención nivel 3, por cada diez mil habitantes).

El porcentaje de la población con esquema completo de vacunación en el cantón (dos dosis) es significativa en la etapa de Vacunación y deja de serlo en la etapa de Postpandemia donde fueron analizadas. Resultados como los de Scruzzi et al. (2022) López et al. (2022) sugieren la significancia de esta variable y una relación inversa con la probabilidad de muerte por COVID-19, sin embargo, esta variable muestra una relación directa con la probabilidad de muerte ya que su correlación es de 0.470, lo que puede atribuirse a la concentración de vacunación en sectores con mayor densidad poblacional.

Figura 15: Gráfico de dispersión del porcentaje de Vacunación y Muertes por COVID-19 cantonal



Elaboración Propia

La inversión per cápita en salud en miles de dólares señala que un incremento en esta variable disminuye la probabilidad de muerte del individuo. En los cantones que tienen mayor gasto en salud por habitantes (a nivel provincial), la probabilidad de muerte es menor que los cantones con bajo nivel de inversión en salud por habitante (a nivel provincial). En términos generales, según Kruk et al. (2018), la cobertura sanitaria universal en las condiciones recomendadas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) podría evitar entre 8 y 6 millones de muertes al año, pero sólo si la ampliación de la cobertura de los servicios va acompañada de inversiones en sistemas sanitarios de alta calidad. En términos específicos para la COVID-19, Balakrishnan et al. (2021) mostraron que aquellos estados en la India, que priorizaron la reactivación económica, sin incrementar el gasto en salud pública per cápita, elevaron significativamente la mortalidad de la enfermedad. Durante las etapas de distanciamiento social y vacunación, el gasto en salud no fue suficiente para reducir la probabilidad de muerte, mostrándose no significativo en estas etapas. Sin embargo, en Postpandemia, el gasto de inversión pública de salud que se destinó durante Prepandemia posiblemente fue suficiente como para reducir la probabilidad de muerte de las personas, por lo que se vuelve significativa nuevamente. Al comparar la inversión per cápita provincial en salud y los residuos de la estimación del modelo en la etapa de Aislamiento, se concluye que,

en su mayoría, aquellas provincias donde existe mayor probabilidad de muerte existe menor inversión per cápita en salud mientras que en aquellas provincias con menor probabilidad de muerte existe mayor inversión en salud, por ejemplo el cantón Huaquillas cuyos residuos son 1.11, por encima del promedio de probabilidad de muerte tuvo una inversión en salud provincial per cápita de 17.41 mil dólares por habitante mientras que el promedio de inversión en salud per cápita es de 31.90 mil dólares, por otro lado, el cantón Limón Indaza tuvo residuo 0 (probabilidad de muerte igual a la del promedio) mientras que su inversión provincial per cápita en salud fue de 50.93 mil dólares.

La variable número de camas UCI por cada diez mil habitantes en el cantón es significativa y da muestra de un incremento en la probabilidad de muerte de los individuos cuando incrementan la cantidad de camas UCI en el cantón, esto se debe a que la presencia de camas UCI atrae a los individuos con peores cuadros sintomáticos al cantón, donde se supera la cantidad de las camas existentes y los pacientes comenzaron a fallecer en sus inmediaciones, incrementando la probabilidad de morir del individuo cuando no ha alcanzado una cama UCI disponible. Esta variable es significativa únicamente en la etapa de Distanciamiento Social después pierde significancia posiblemente debido a la disminución de los casos graves de COVID-19 debido al efecto de la vacunación. Adicionalmente la variable número de médicos puede estar representada con el número de centros de atención de salud niveles 1, 2 y 3 dentro de los cantones por lo que fue eliminada del modelo al no resultar significativa.

En los cantones con tasas de empleo adecuado altas, la probabilidad de muerte por COVID-19 es menor, esto indica mientras más personas tengan un trabajo estable, tienen mayores posibilidades de afrontar favorablemente una pandemia ya que es un proxy de la capacidad de consumo de salud privado y público. El índice urbano verde se vuelve significativo únicamente en las etapas de Vacunación y Postpandemia donde las personas comenzaban a retornar a los ambientes sociales como los espacios verdes lo que propicia la salud en general del individuo.

La tasa de crecimiento de contagios por COVID-19 en el cantón es estadísticamente significativa durante todas las etapas de la pandemia, sin embargo, su signo es negativo, lo que es aparentemente contradictorio. Según Randolph & Barreiro (2020), si una fracción de la población tiene inmunidad, lo que indica que fue contagiada y se recuperó previamente, la probabilidad de contagio entre pacientes contagiados y susceptibles se

reduce, por lo tanto, la mortalidad en la región también se reduce. Si la fracción de individuos susceptibles en una población es demasiado reducida, el patógeno no podrá propagarse con éxito y su prevalencia disminuirá. La Organización Mundial de la Salud (2020), recomienda alcanzar la inmunidad de rebaño a través de la vacunación.

De las enfermedades asociadas como agravantes del COVID- 19 tenemos que las enfermedades respiratorias son significativas durante las 3 primeras etapas de la pandemia, su signo negativo indica que un incremento en la incidencia de enfermedades respiratorias en el cantón disminuye la probabilidad de muerte del individuo. Esto se sustenta debido al registro histórico del sistema inmunológico contra enfermedades respiratorias leves y cuyas defensas son utilizadas con la COVID-19 (Domínguez, 2020).

Por último, las enfermedades renales se muestran significativas en las 2 primeras etapas de la pandemia, su signo indica que un incremento del número de personas con enfermedades renales en el cantón provoca una mayor probabilidad de muerte en el paciente (Federico et al., 2020; Gebhard et al., 2020; Ortiz-Hernández & Pérez-Sastré, 2020).¹

En la Figura 16 se indica el mapa del Ecuador a nivel cantonal con la información de los residuos aleatorios estimados a través del modelo Logit Multinivel completo. En color rojo se muestran a los cantones cuyos residuos son significativamente positivos, lo que indica que tienen una mayor probabilidad de muerte, mientras que el color azul se muestran los cantones cuyos residuos son significativamente negativos indicando menor probabilidad de muerte. En blanco se muestran aquellos cantones que no obtuvieron residuos estadísticamente significativos. En general, se observa que la probabilidad de muerte de los cantones no es fija a lo largo de las etapas. Por ejemplo, Quito y Huaquillas fueron los únicos cantones que tuvieron residuos significativos durante todo el periodo de análisis. Quito tuvo la probabilidad más alta de muerte en la etapa de Postpandemia (residuo 0.44), seguido de Aislamiento (residuos 0.23), mientras que durante Distanciamiento Social (residuo -0.38) y en la etapa de Vacunación (residuo -0.64) los residuos fueron menores que la media.

¹ Contrario a lo que se espera según estudios previos para los países europeos (OpenSAFELY Collaborative et al., 2020; White & Nafilyan, 2020), para el caso ecuatoriano no existe variables étnicas significativas en ninguna etapa de la pandemia, lo que puede deberse a la diversidad étnica del país, por lo que fueron eliminadas del modelo.

Estos resultados se desprenden a partir del número de casos detectados y mortales en esos periodos. En el caso de Quito se obtiene la mayor probabilidad de muerte a la media observada Postpandemia (0.020927615) y Aislamiento (0.006376634) que corresponden a la primera y la última etapa de la pandemia; y menor probabilidad de muerte a la media de Vacunación (0.015223711) y Distanciamiento Social (0.023237614). Durante Postpandemia existieron 94873 casos detectados que no tuvieron un resultado mortal mientras que las muertes sumaron 45. En el periodo de Aislamiento se contabilizó 2078 casos no fatales o recuperados y 205 casos fatales con 8.9% de letalidad. Por otra parte, durante el periodo de Distanciamiento social existieron 128394 casos no fatales y 1719 casos fatales con 0.76%, mientras que Vacunación hubo 100547 casos no fatales y 779 casos fatales con 0.77% de letalidad y en el periodo de Post-pandemia existieron 49 muertos y 94873 con una letalidad de 0.051%. Para el promedio nacional se observa 9.49% en Aislamiento, 2.40% en Distanciamiento Social, 1.86% en Vacunación y 0.31% en Postpandemia. Las estadísticas sugieren que Quito tuvo mayor control de movilidad y propagación en la etapa de Distanciamiento Social (variable de crecimiento diario de contagios) y mayor concentración de vacunación (variable de vacunación) por lo que su probabilidad de muerte durante estas etapas sería más baja para el modelo logístico.

Huaquillas tuvo residuos significativos por encima de la media durante Vacunación (residuo 1.29), Distanciamiento Social (residuo 1.25), Aislamiento (residuo 1.13) y Postpandemia (residuo 0.89).

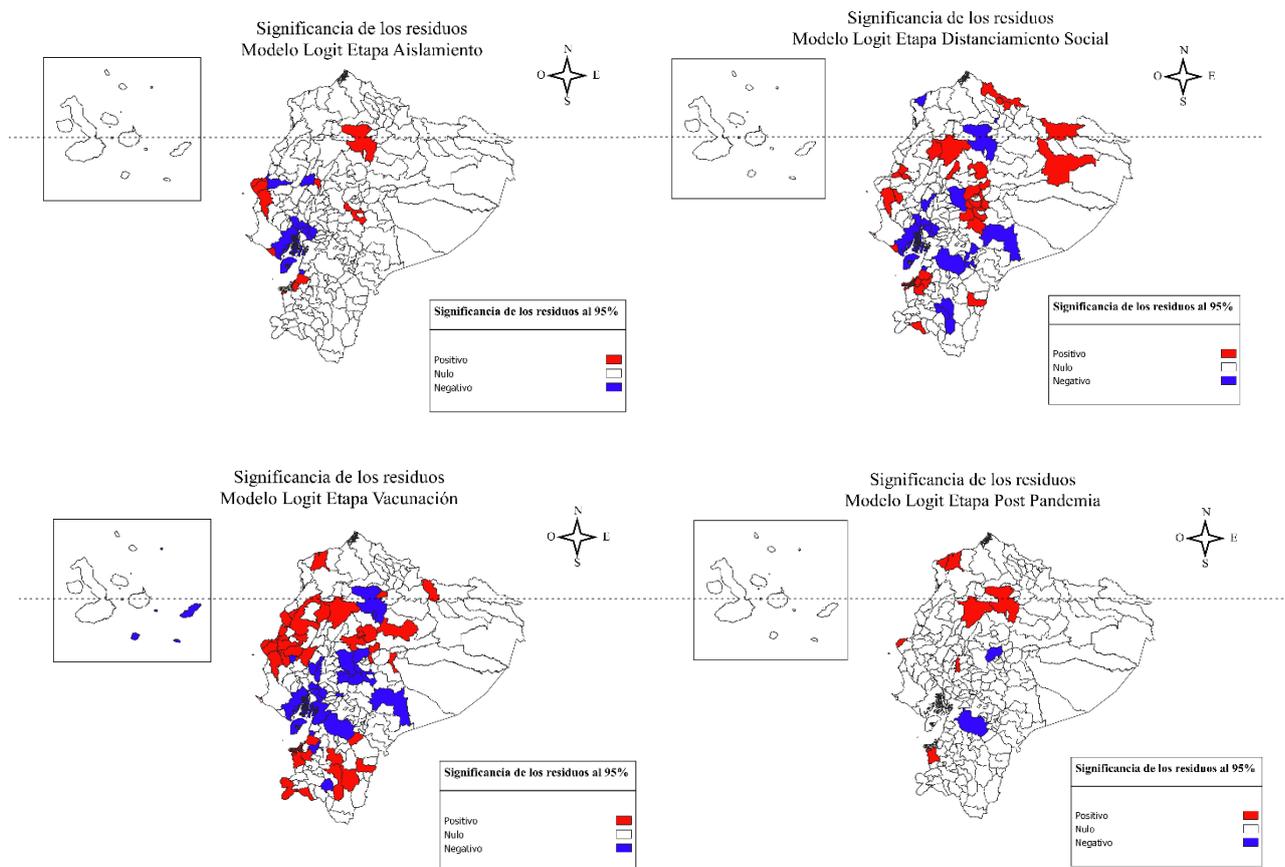
Para el caso de Guayaquil sucede algo similar, ya que tiene residuos significativos por debajo de la media (negativos) en las etapas de Aislamiento (-0.48), Distanciamiento Social (-0.53), Vacunación (-0.38) y no significativos durante Postpandemia (-0.0002), posiblemente debido a que su mortalidad fue Aislamiento (5.7%), Distanciamiento Social (1.7%), Vacunación (1.7%) y Postpandemia (0.43%), en promedio su mortalidad es 0.024, menor que la mortalidad promedio en Quito (0.027). A nivel nacional los residuos promedio fueron 0.0063 en Aislamiento, 0.0152 en Distanciamiento Social 0.0232 en Vacunación y 0.0209 en Postpandemia.

Riobamba, también pasó de tener residuos significativos más alto en las tres primeras etapas a perder significancia en sus residuos para la última etapa, lo que puede atribuirse a su proximidad con Quito cantón con el que tendría mayor contacto una vez finalizada la etapa de Vacunación lo que regularía la situación.

Por último, cabe destacar que existieron 138 cantones que no obtuvieron residuos significativos en todas las etapas de la pandemia.

Los resultados de los residuos sugieren que los cantones del país en cada etapa afectan de manera distinta la probabilidad de muerte de un individuo. Dadas las características de un individuo y su cantón de residencia, según Stier et al. (2021) y Guevara (2023), las características de una ciudad con cierto nivel de desarrollo económico, como sus rutas de transporte y comercio o sus principales actividades laborales, pueden conducir a la proliferación de virus y enfermedades, por lo que las hace más vulnerables a esparcir el virus entre sus habitantes, en comparación con los pueblos más pequeños y las zonas rurales. Por ejemplo, en Ecuador los cantones más ricos y con más conexiones internacionales registraron más casos que los cantones pobres y con menos conexiones internacionales, adicionalmente, los cantones con una mayor proporción de población económicamente activa se vieron más afectados.

Figura 16: Residuos Significativos Modelo Logit Multinivel completo



Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

La COVID-19 afectó de manera desproporcionada a ciertos cantones del Ecuador. Durante el año 2020 existieron meses donde ciertos cantones (Quito, Guayaquil) que presentaron picos con más de 50 muertes diarias mientras que otros cantones no registraron muertes. El presente trabajo de investigación busca determinar la probabilidad de muerte de un individuo en el Ecuador durante la pandemia del COVID-19 desde el 27 de febrero de 2020 hasta el 03 de abril del 2022 caracterizada en cuatro etapas: Aislamiento, Distanciamiento Social, Vacunación y Postpandemia. El análisis de los datos mostró la necesidad de un modelo contextual logístico y probabilístico debido a que los individuos se encuentran agrupados en cantones con diferentes características contextuales. Se examinó el impacto de los factores individuales y contextuales a nivel cantonal en la probabilidad de muerte por COVID-19.

Durante todas las etapas de la pandemia antes mencionadas, los resultados a nivel individual indican mayor probabilidad de muerte a medida que aumenta la edad del individuo y mayor probabilidad de muerte cuando el individuo es hombre con respecto a las mujeres.

Para las características contextuales de los cantones se analizaron los aspectos de: salud, economía, infraestructura; e incidencia de las enfermedades. Los resultados muestran que, en cuanto a las variables de Stock, únicamente el número de centros de atención sanitaria de nivel 1, repercute negativamente en la probabilidad de muerte del individuo durante las tres primeras etapas de la pandemia, por lo que se recomienda el fortalecimiento de estos establecimientos para que estén a disposición de la ciudadanía.

Por otro lado, en cuanto a las variables de flujo como la inversión per cápita, resulta afectar de manera importante la probabilidad de muerte de un individuo, esto se evidenció en una tasa de letalidad baja en el periodo de Postpandemia. El stock de camas UCI resultó estar asociada a una mayor probabilidad de muerte de las personas, lo que pudo deberse a que los pacientes acudían a ciudades grandes con más y mejores instalaciones de UCI. Esto sobrepasó la capacidad instalada de estas unidades lo que provocó un incremento de la probabilidad de muerte en estos cantones. En base a esto, se resalta la necesidad de aumentar el stock de estas unidades médicas cantones pequeños.

Algo similar sucedió con el Esquema Completo de vacunación durante la etapa de Vacunación cuando el stock de vacunas estaba concentrado en los epicentros de la pandemia y demás ciudades principales del país, por lo que aumenta la probabilidad de muerte en aquellos cantones donde se avanzó más rápido con la vacunación. Cuando se compara la importancia de la Variables de flujo con las variables de stock en el sector salud se concluye la importancia de ambos elementos integrados como un solo sistema que se debe fortalecer para reducir en conjunto la probabilidad de muerte de un individuo.

Las características cantonales económicas y de infraestructura demostraron que no tener acceso a empleo adecuado y no tener acceso al sistema alcantarillado, provoca un incremento en la probabilidad de muerte de un individuo. En el caso del empleo adecuado, se debe a que es la fuente principal de los recursos de subsistencia y acceso a salud de un individuo, y en el caso del acceso al alcantarillado, se debe a la garantía de la gestión adecuada de los desechos humanos y la eliminación adecuada de aguas residuales. Esto es fundamental para mantener un entorno limpio y libre de contaminación, lo que reduce la propagación de enfermedades infecciosas como el COVID-19.

Además, el aumento del crecimiento de contagios reduce la probabilidad de muerte del individuo, el cual se puede atribuir a la inmunidad de rebaño que se presenta en la población que ha alcanzado un nivel alto de contagios. El incremento de la incidencia de las enfermedades respiratorias reduce la probabilidad de muerte del individuo. Esto puede deberse a que el sistema inmune de los individuos que han superado enfermedades respiratorias leves como una gripe común, está mejor preparado para soportar enfermedades graves como la COVID-19. Por su parte, las enfermedades como la diabetes enfermedades renales y cardíacas inciden en la probabilidad de morir por COVID-19, por lo que se ratifica la necesidad de enfocarse en salud preventiva que reduzca la incidencia de estas enfermedades en los cantones.

A partir de los resultados se puede apreciar algunas recomendaciones de política pública para abordar la crisis del COVID-19. Las políticas públicas deben estar enfocadas en proteger la salud y el bienestar de la población. Esto implica la implementación de medidas preventivas como el distanciamiento social, el uso de mascarillas y la promoción de la higiene personal. Además, se deben asegurar pruebas y rastreos efectivos de casos para controlar la propagación del virus. Es importante que el gobierno invierta en el sector de la salud para aumentar la capacidad de los sistemas de atención médica, la producción

y distribución de suministros médicos, y la investigación de vacunas y tratamientos. Esto permitirá una mejor respuesta a futuras pandemias y emergencias sanitarias.

En base a los resultados, las políticas públicas deben tener en cuenta a las poblaciones vulnerables, como las personas mayores, y los grupos de bajos ingresos que pueden ser especialmente afectados por la pandemia. Esto implica brindar apoyo financiero y recursos adicionales para garantizar que estas poblaciones tengan acceso a los servicios de salud necesarios y estén protegidos durante la crisis.

La disponibilidad de los datos fue una de las principales limitantes. Las características a nivel individual que no se incluyen en este estudio por falta de disponibilidad pero que son importantes para explicar la probabilidad de muerte son: Enfermedades coexistentes o comorbilidades. Sin embargo, se incorporaron variables contextuales que aproximan a las de nivel individual como: Incidencia de enfermedades comorbilidades en el cantón de residencia del individuo.

Durante el inicio de la pandemia existió una ineficiente metodología de registro de información para la obtención de datos de contagios y muertes por COVID-19, lo que provocó subregistros en la información. A partir de una comparación de los datos provenientes del MSP y COE Nacional, que se utilizan en este estudio, con los datos del INEC, se observa que el INEC reporta un mayor número de casos tanto de muertes como de contagios. La información de muertes generales por COVID-19 presentada actualmente por el INEC se clasifica en *Virus Identificado* y *Virus no identificado*². Cabe anotar que la información del INEC está agregada a nivel nacional y solo cuenta con información para las ciudades principales del país, no para todos los cantones. En ese sentido, no se puede utilizar la información del INEC para el presente estudio, el cual busca determinar la probabilidad de muerte de un individuo influenciada por aspectos individuales como por factores contextuales de su cantón de residencia. La información presentada a nivel de individual por parte del MSP y el COE cantonal es muy valiosa y permite la modelización de la probabilidad de muerte de un individuo por factores contextuales mediante un modelo Logit Multinivel.

² La OMS define a Virus identificado como el “diagnóstico clínico o epidemiológico de COVID-19” y a Virus no identificado como el “diagnóstico clínico o epidemiológico de COVID-19 donde la confirmación de laboratorio no es concluyente o no está disponible”.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrams, E. M., & Szeffler, S. J. (2020). COVID-19 and the impact of social determinants of health. *The Lancet Respiratory*, 8, 659–661. <https://doi.org/10.1101/2020.03.26.20076531>
- Ahmed, F., Ahmed, eem, Pissarides, C., & Stiglitz, J. (2020). Why inequality could spread COVID-19. *The Lancet Public Health*, 5, e240. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30673-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30673-5)
- Austin, P. C., & Merlo, J. (2017). Intermediate and advanced topics in multilevel logistic regression analysis. *Statistics in Medicine*, 36(20), 3257–3277. <https://doi.org/10.1002/SIM.7336>
- Balakrishnan, P., Namboodhary, S. K., Balakrishnan, P., & Namboodhary, S. K. (2021). The importance of investing in a public health system: evidence from COVID-19 mortality. *Indian Economic Review*, 123(56), 233–254. <https://doi.org/10.1007/s41775-021-00116-7>
- Butler-Jones, D., & Wong, T. (2016). Infectious disease, social determinants and the need for intersectoral action. *Canada Communicable Disease Report*, 42(S1), S1-18-S1-20. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v42is1a04>
- Cortés, A., & Ponciano, G. (2021). Impacto de los determinantes sociales de la COVID-19 en México. *Boletín COVID-19 Salud Pública*, 2(17), 1–13. <https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/03/COVID-19-No.17-04-Impacto-de-los-determinantes-sociales-de-la-COVID-19-en-Mexico-v2.pdf>
- Dominguez, N. (2020). La vacuna de la gripe puede potenciar la inmunidad contra el coronavirus. *El País*. <https://elpais.com/ciencia/2020-11-12/la-vacuna-de-la-gripe-puede-potenciar-la-inmunidad-contra-el-coronavirus.html>
- Drefahl, S., Wallace, M., Mussino, E., Aradhya, S., Kolk, M., Brandén, M., Malmberg, B., & Andersson, G. (2020). A population-based cohort study of socio-demographic risk factors for COVID-19 deaths in Sweden. *Nature Communicatios*, 11(5097), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18926-3>
- Duncan, C. J., & Scott, S. (2005). What caused the Black Death? *Postgrad Med J*, 81, 315–320. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2004.024075>
- Federico, M. J., McFarlane, A. E., Szeffler, S. J., & Abrams, E. M. (2020). The Impact of Social Determinants of Health on Children with Asthma. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 8(6), 1808–1814. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.03.028>

- Gebhard, C., Regitz-Zagrosek, V., Neuhauser, H. K., Morgan, R., & Klein, S. L. (2020). Impact of sex and gender on COVID-19 outcomes in Europe. In *Biology of Sex Differences* (Vol. 11, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13293-020-00304-9>
- Guevara-Rosero, G. C. (2023). The effect of health system structure on the COVID-19 dynamics in Ecuador. *Regional Science Policy & Practice*. <https://doi.org/10.1111/RSP3.12666>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (McGRAW-HILL, Ed.; 5th ed.).
- Hanchen Yu, Xin Lao, Hengyu Gu, Zhihao Zhao, & Honghao He. (2021). Determinants on COVID-19 Case Fatality Rates of Cities in China: A Logit-NB Hurdle Model Analysis. *Research Square*, 1–21. <https://assets.researchsquare.com/files/rs-179394/v1/382c3f2a-47a8-4a04-b4d7-029beb93f099.pdf?c=1631874384>
- Julio, V., Vacarezza, M., Álvarez, C., & Sosa, A. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1). http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-423X2011000100003
- Karaca-Mandic, P., Sen, S., Georgiou, A., Zhu, Y., & Basu, A. (2020). Association of COVID-19-Related Hospital Use and Overall COVID-19 Mortality in the USA. *Society of General Internal Medicine*, 1–3. <https://doi.org/10.1007/s11606-020-06084-7>
- King, G., & Zeng, L. (2001). Logistic Regression in Rare Events Data. *Political Analysis*, 9(2), 137–163. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pan.a004868>
- Kruk, M. E., Gage, A. D., Joseph, N. T., Danaei, G., García-Saisó, S., & Salomon, J. A. (2018). Mortality due to low-quality health systems in the universal health coverage era: a systematic analysis of amenable deaths in 137 countries. *The Lancet*, 392(10160), 2203–2212. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31668-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31668-4)
- Lal, A., Erondy, N. A., Heymann, D. L., Gitahi, G., & Yates, R. (2021). Fragmented health systems in COVID-19: rectifying the misalignment between global health security and universal health coverage. *The Lancet*, 397(10268), 61–67. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32228-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32228-5)
- López, L., Portugal, W., Huamán, K., & Obregón, C. (2022). Efectividad de vacunas COVID-19 y riesgo de mortalidad en Perú: un estudio poblacional de cohortes pareadas. *Anales de La Facultad de Medicina*, 83(2). <https://doi.org/10.15381/anales>
- Mahmoudabadi, A. (2021). Developing a Probit Regression Model for Estimating the Chance of Mortality for Coronavirus Disease-2019 Patients. *Public Health Open J*, 6(2), 62–67. <https://doi.org/10.17140/PHOJ-6-160>

- Messner, W., & Payson, S. E. (2021). Contextual factors and the COVID-19 outbreak rate across U.S. counties in its initial phase. *Health Science Reports*, 4(1).
<https://doi.org/10.1002/HSR2.242>
- Mukherjee, S., & Pahan, K. (2021). Is COVID-19 Gender-sensitive? In *Journal of Neuroimmune Pharmacology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 38–47). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s11481-020-09974-z>
- OpenSAFELY Collaborative, T., Williamson, E., Walker, A. J., Bhaskaran, K., Bacon, S., Bates, C., Morton, C. E., Curtis, H. J., Mehrkar, A., Evans, D., Inglesby, P., Cockburn, J., McDonald, H. I., MacKenna, B., Tomlinson, L., Douglas, I. J., Rentsch, C. T., Mathur, R., Wong, A., ... Goldacre, B. (2020). OpenSAFELY: factors associated with COVID-19-related hospital death in the linked electronic health records of 17 million adult NHS patients. *The Pre-Print Server for Health Sciences*, 1.
<https://doi.org/10.1101/2020.05.06.20092999>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, December 31). *Inmunidad colectiva, confinamientos y COVID-19*. Inmunidad Colectiva, Confinamientos y COVID-19.
<https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/herd-immunity-lockdowns-and-covid-19>
- Ortiz-Hernández, L., & Pérez-Sastré, M. A. (2020). Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44, 1.
<https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.106>
- Patel, P., Hiam, L., Sowemimo, A., Devakumar, D., & Mckee, M. (2020). Ethnicity and covid-19 Public Health England's review of disparities in covid-19 is a serious missed opportunity. *BMJ*, 1, 1–2. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2282>
- Pijls, B. G., Jolani, S., Atherley, A., Derckx, R. T., Dijkstra, J. I. R., Franssen, G. H. L., Hendriks, S., Richters, A., Venemans-Jellema, A., Zalpuri, S., & Zeegers, M. P. (2021). Demographic risk factors for COVID-19 infection, severity, ICU admission and death: a meta-analysis of 59 studies. *BMJ Open*, 11, 44640. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044640>
- Plasencia-Urizarri, T. M., Aguilera-Rodríguez, R., & Mederos, L. E. A. (2020). Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(0), 3389.
<http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3389/2607>

- Randolph, H. E., & Barreiro, L. B. (2020). Herd Immunity: Understanding COVID-19. *Immunity*, 52(5), 737–741. <https://doi.org/10.1016/J.IMMUNI.2020.04.012>
- Reveiz, L., & Torres, M. (2020). *CONSIDERACIONES PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN EN EL MANEJO DE LA PANDEMIA DE COVID-19*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53112/OPSIMSHSSCOVID-19200035_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Russell, F. M., & Greenwood, B. (2021). Who should be prioritised for COVID-19 vaccination? *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, 17(5), 1317–1321. <https://doi.org/10.1080/21645515.2020.1827882>
- Sadarangani, M., Abu Raya, B., Conway, J. M., Iyaniwura, S. A., Falcao, R. C., Colijn, C., Coombs, D., & Gantt, S. (2021). Importance of COVID-19 vaccine efficacy in older age groups. *Vaccine*, 39(15), 2020–2023. <https://doi.org/10.1016/J.VACCINE.2021.03.020>
- Scruzzi, G. F., Aballay, L. R., Carreño, P., Anabel, G., Rousseau, D., Franchini, C. G., Cecchetto, E., Willington, A. P., Barbás, M. G., & López, L. (2022). *Investigación original Vacunación contra SARS-CoV-2 y su relación con enfermedad y muerte por COVID-19 en Argentina*. 46. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.39>
- Seligmanid, B., Ferranna, M., & Bloomid, D. E. (2021). Social determinants of mortality from COVID-19: A simulation study using NHANES. *PLoS Med*, 18, 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003490>
- Simpson-Yap, S., Pirmani, A., Kalincik, T., De Brouwer, E., Geys, L., Parciak, T., Helme, A., Rijke, N., Hillert, J. A., Moreau, Y., Edan, G., Sharmin, S., Spelman, T., McBurney, R., Schmidt, H., Bergmann, A. B., Braune, S., Stahmann, A., Middleton, R. M., ... Peeters, L. M. (2022). Updated Results of the COVID-19 in MS Global Data Sharing Initiative. *Neurology - Neuroimmunology Neuroinflammation*, 9(6). <https://doi.org/10.1212/NXI.0000000000200021>
- Stier, A. J., Berman, M. G., & A Bettencourt, L. M. (2021). Early pandemic COVID-19 case growth rates increase with city size. *Urban Sustain*, 1, 1–31. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00030-0>
- Stokes, A. C., Lundberg, D. J., Bor, J., Elo, I. T., Hempstead, K., & Preston, S. H. (2021). Association of Health Care Factors with Excess Deaths Not Assigned to COVID-19 in the US. *JAMA Network Open*. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.25287>
- University of Bristol. (2011, June 28). *LEMMA (Learning environment for multilevel methodology and applications)*. National Centre For Research Methods.

- Upshaw, T. L., Brown, C., Smith, R., Perri, M., Ziegler, C., & Pinto, A. D. (2021). Social determinants of COVID-19 incidence and outcomes: A rapid review. *PLOS ONE*, *16*(3), e0248336. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248336>
- Van der Stuyft, P., & De Vos, P. (2008). La relación entre los niveles de atención constituye un determinante clave de la salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, *34*(4). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000400014
- Wagstaff, A. (2002). Poverty and health sector inequalities. *Policy and Practice*, *80*(2), 97–105.
- Wang, W., Tang, J., & Fangqiang, W. (2020). Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in Wuhan, China. *Journal of Medical Virology*, *92*, 441–447. <https://doi.org/10.1002/jmv.25689>
- White, C., & Nafilyan, V. (2020, May 7). *Coronavirus (COVID-19) related deaths by ethnic group, England and Wales - Office for National Statistics*. <https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/birthsdeathsandmarriages/deaths/articles/coronavirusrelateddeathsbyethnicgroupenglandandwales/2march2020to10april2020>

ANEXOS

Anexo A

Tabla 11: Tabla A.1 Estimación del modelo Logit con datos balanceados en observaciones la variable dependiente.

	Aislamiento		Distanciamiento Social		Vacunación		Post-Pandemia	
	Coefficiente	Efectos Marginales	Coefficiente	Efectos Marginales	Coefficiente	Efectos Marginales	Coefficiente	Efectos Marginales
Efecto Aleatorio	0.1408		0.2120		0.2591		0.1953	
	-0.3752		-0.4605		-0.5090		-0.4419	
Efecto Fijo (Intercepto)	8.1780		-3.024		-4.623		-50.32*	
	(16.25)		(14.3)		(16.47)		(23.12)	
Hombre	0.534***	0.0325	0.6125***	0.0121	0.4885***	0.0075	0.4915***	0.0013
	(0.07628)		(0.04243)		(0.05155)		(0.08792)	
Edad	0.091***	0.0054	0.1011***	0.0018	0.0944***	0.0013	0.0978***	0.0003
	(0.002698)		(0.001456)		(0.001745)		-0.0019	
Sector Salud								
N.º centros de atención nivel 1 / 10000 hab. en cada cantón.	0.0079	-0.0033	-0.0483	-0.0016	-0.1752***	-0.0029	0.0005	-0.0001
	(0.09348)		(0.04005)		(0.0446)		(0.05959)	
N.º centros de atención nivel 2 / 10000 hab. en cada cantón.	-1.537.	-0.0206	-0.2229	-0.0054	-0.3342	-0.0014	0.2761	-0.0007
	(0.9157)		(0.3276)		(0.3606)		(0.5727)	
N.º centros de atención nivel 3 / 10000 hab. en cada cantón.	2.359	-0.0591	0.8203	0.0173	0.1472	0.0008	-0.5177	0.0010
	(2.326)		(1.452)		(1.489)		(1.83)	
% población cantonal que recibieron el esquema completo de vacunación contra la COVID-19 (dos dosis).					-0.0007	0.0001	0.0038	0.0000
					(0.004852)		(0.007032)	
	-0.0087*	-0.0005	-0.0013	0.0000	0.0004	0.0000	-0.0084*	0.0000

Miles de dólares gastados en inversión provincial para el sector salud, per cápita.	(0.003952)		(0.002363)		(0.002544)		(0.003887)	
N.º camas UCI en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.	-0.0949 (0.2764)	0.0008	0.4396* (0.1805)		-0.0072 (0.1918)		0.293 (0.2417)	
N.º médicos en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.	-0.009 (0.01514)	-0.0005	0.0049 (0.006053)		0.0097 (0.00852)		-0.01 (0.01022)	
Variables económicas e infraestructura								
% personas con empleo adecuado en la provincia	-0.0186 (0.01313)	-0.0012	-0.0281** (0.009222)	-0.0005	-0.0156 (0.00996)	-0.0005	-0.0381** (0.01222)	-0.0001
VAB Cantonal Per Cápita en miles de dólares	0 (0.0000001795)	0.0000	0 (0.0000001773)	0.0000	0 (0.0000001787)	0.0000	0 (0.0000001989)	0.0000
% viviendas con acceso a agua potable en el cantón	0.0048 (0.004553)	0.0001	0.0004 (0.003288)	0.0000	-0.0001 (0.003494)	-0.0004	0.0053 (0.004369)	0.0014
% viviendas con acceso a alcantarillado en el cantón	-0.0039 (0.003595)	-0.0001	-0.0047. (0.002783)	0.0000	0 (0.0029)	0.0018	-0.0052 (0.003688)	-0.0018
% hogares que viven hacinados en la provincia	-0.076* (0.03235)	-0.0057	-0.0552** (0.02103)	-0.0010	-0.065** (0.02376)	-0.1012	0.0281 (0.03185)	-0.0059
Promedio de calificación (sobre 10) asignada a su satisfacción con la vialidad en el cantón	-0.1651 (0.1227)	-0.0127	0.0587 (0.07551)	0.0000	-0.1605* (0.08071)	-0.0013	0.1602 (0.1076)	0.0002
Índice Verde Urbano (m2 de áreas verdes por habitante en la zona urbana del cantón)	0.0033 (0.005489)	0.0000	-0.0025 (0.002195)	0.0000	-0.0085** (0.002831)	-0.0001	-0.0044 (0.004425)	0.0000
Promedio de altura provincial en m sobre el nivel del mar	0 (0.0001473)	0.0000	-0.0001 (0.00009765)	0.0000	-0.0005*** (0.0001074)	0.0000	-0.0003. (0.0001388)	0.0000
Incidencia de Enfermedades	-0.0122.	-0.0009	-0.008*	-0.0002	-0.0066.	0.0000	-0.0162**	0.0000

N.º personas con enf. respiratorias / 10000 hab. en cada cantón.	(0.007213)		(0.003238)		(0.003392)		(0.005131)	
N.º de personas con diabetes / 10000 hab. en cada cantón.	0.001 (0.025)	0.0002	-0.0094 (0.01332)	-0.0001	0.0089 (0.01386)	0.0000	-0.0019 (0.01698)	0.0002
N.º personas con enfermedades cardiacas graves / 10000 hab. en cada cantón.	-0.0077 (0.01674)	-0.0010	-0.0053 (0.00848)	0.0000	-0.0001 (0.009157)	0.0003	-0.0129 (0.01209)	0.0001
N.º de personas con enfermedades renales graves / 10000 hab. en cada cantón.	0.0489** (0.01826)	0.0031	0.0209* (0.009314)	0.0003	-0.0071 (0.01042)	0.0002	0.0161 (0.01488)	-0.0001
N.º personas con enfermedades hepáticas / 10000 hab. en cada cantón.	0.0398 (0.06311)		-0.042 (0.0311)	-0.0001	0.0145 (0.03121)	0.0002	0.0755. (0.04492)	-0.0001
Etnias								
% personas autodefinidas Indígenas en el cantón	-0.102 (0.1612)	-0.0124	-0.0071 (0.1422)	-0.0002	0.0275 (0.1636)	-0.0779	0.4219. (0.2297)	0.0724
% personas autodefinidas afroecuatoriano en el cantón	-0.0974 (0.161)	-0.0122	-0.0047 (0.1426)	-0.0003	0.0257 (0.1641)	-0.0794	0.432. (0.23)	0.0749
% personas autodefinidas montubio en el cantón	-0.1063 (0.1601)	-0.0129	-0.0122 (0.1413)	-0.0004	0.0147 (0.1628)	-0.0870	0.432. (0.2287)	0.0745
% personas autodefinidas mestizo en el cantón	-0.0991 (0.1628)	-0.0123	-0.0028 (0.1428)	-0.0002	0.038 (0.1641)	-0.0608	0.4343. (0.2306)	0.0748
% personas autodefinidas blanco en el cantón	-0.1786 (0.1574)	-0.0176	-0.072 (0.1413)	-0.0017	-0.0591 (0.1634)	-0.2245	0.4787* (0.2293)	0.0793
Observaciones	4978		18524		11876		12825	

En paréntesis se observa la desviación estándar.

Significancia estadística

*** 0.00 ** 0.05 *0.1

Elaboración Propia

Anexo B

Tabla 12: Tabla B.1 Ranking de residuos significativos del modelo vacío.

Rank	Aislamiento	Distanciamiento Social	Vacunación	Post Pandemia
ing	Cantón	Cantón	Cantón	
1	El Guabo	Colta	Puebloviejo	2.1315
2	Jipijapa	Cevallos	Atacames	1.8060
3	Flavio Alfaro	Penipe	Muisne	1.6762
4	Huaquillas	Guano	Quinindé	1.5292
5	La Maná	Flavio Alfaro	La Concordia	1.4849
6	Guamote	Tisaleo	Colimes	1.4748
7	Playas	Junín	Manta	1.4747
8	Sucre	Guamote	Puerto López	1.4721
9	Colta	El Carmen	Zapotillo	1.4103
10	Chone	El Guabo	Buena Fe	1.3879
11	Urdaneta	Píllaro	Naranjito	1.3205
		Veinticuatro de	Lomas de	
12	Píllaro	Mayo	Sargentillo	1.3148
13	Quero	Riobamba	Gonzalo Pizarro	1.3134
	Alfredo Baquerizo			
14	Moreno	Huaquillas	Pichincha	1.2658
		Coronel Marcelino		
15	Pasaje	Maridueña	Isidro Ayora	1.2647
16	Pelileo	Pelileo	Arenillas	1.2318
		Veinticuatro de		
17	Pujilí	La Maná	Huaquillas	1.2069
18	Riobamba	Jipijapa	Bolívar	1.1953
			Veinticuatro de	
19	Vinces	Tosagua	Mayo	1.1839
20	Machala	Gonzanamá	Santa Ana	1.1360
21	Guano	San Lorenzo	Valencia	1.1237
22	Puerto López	Playas	Palenque	1.1236
	Veinticuatro de	Alfredo Baquerizo		
23	Mayo	Moreno	Santo Domingo	1.1140
24	El Carmen	Machala	Pedro Carbo	1.1078
25	Pedernales	Sucre	Ventanas	1.0824
26	Quinsaloma	Santa Ana	Olmedo	1.0810
27	San Vicente	Bolívar	Mocache	1.0810
28	Buena Fe	Chone	Baba	1.0362
29	Pichincha	Ambato	Cascales	1.0033
			Centinela del	
30	Baba	Quilanga	El Guabo	0.9920
31	Isidro Ayora	Archidona	Macará	0.9621
32	Quevedo	Pedernales	El Carmen	0.9478
	Camilo Ponce			
33	Enríquez	Mocha	Sucre	0.9232
34	La Libertad	Quero	Quevedo	0.9182
35	Valencia	Jama	Quinsaloma	0.9175

36	Tosagua	0.4875	Latacunga	0.6698	Palestina	0.6494	Naranjal	0.9073
37	Jaramijó	0.4850	Santa Elena	0.6592	Salinas	0.6436	Pangua	0.8671
38	San Lorenzo	0.4767	Santo Domingo	0.6250	Esmeraldas	0.6317	Las Lajas	0.8415
39	Santa Ana	0.4403	Rioverde	0.6110	Santa Elena	0.6235	Rocafuerte	0.8146
40	Saquisilí	0.4388	Patate	0.6044	Quinsaloma	0.6205	Tosagua	0.8124
41	Paltas	0.4388	Santa Rosa	0.5906	Quinindé	0.6037	Montalvo San Jacinto De	0.8099
42	Eloy Alfaro Coronel Marcelino	0.4132	Simón Bolívar	0.5892	Pedro Moncayo	0.6023	Yaguachi	0.7554
43	Maridueña	0.4132	San Vicente	0.5575	Santo Domingo	0.6022	Vinces	0.7411
44	Saraguro	0.4002	Puyango	0.5552	Oña	0.5988	Chone	0.7392
45	Zapotillo	0.4002	Sozoranga	0.5513	Sachas	0.5915	Macará	0.7210
46	Santa Elena	0.3946	Pallatanga	0.5505	Arenillas	0.5913	Espíndola	0.7126
47	Paján	0.3697	Calvas	0.5355	Paján	0.5737	El Triunfo	0.7003
48	Portovelo	0.3677	Pedro Carbo	0.5336	Rocafuerte	0.5556	Rioverde	0.6992
49	Santa Rosa	0.3645	Pasaje	0.5251	Archidona	0.5542	Zamora	0.6961
50	Rioverde	0.3248	Nabón	0.5068	Cevallos	0.5253	Pallatanga	0.6863
51	Las Naves	0.3247	La Concordia San Pedro de	0.4881	Santa Rosa	0.5221	Olmedo	0.6567
52	Guachapala	0.3245	Huaca	0.4878	Suscal	0.5183	La Maná	0.6451
53	Atahualpa	0.3245	El Triunfo	0.4692	Puyango	0.5135	Esmeraldas	0.6351
54	Montecristi	0.2891	Balzar	0.4557	Yantzaza	0.5112	Paján	0.6244
55	Naranjito	0.2675	Lago Agrio	0.4434	Zamora	0.5083	Milagro	0.5820
56	Nabón	0.2568	Quevedo	0.4433	Puerto López	0.5043	Machala	0.5811
57	Chambo Pedro Vicente	0.2568	Chaguarpamba	0.4206	Cascales	0.4711	Nobol	0.5567
58	Maldonado	0.2568	Muisne	0.4173	Chinchipe	0.4706	Saraguro	0.5537
59	Montalvo	0.2152	Balao	0.4153	Chilla	0.4633	Logroño	0.5448
60	Cuyabeno	0.1957	Rocafuerte	0.4152	Espejo	0.4557	Lago Agrio	0.5434
61	Pallatanga	0.1957	Pedro Moncayo	0.3653	Saraguro	0.4460	Chaguarpamba	0.5409
62	Penipe	0.1957	Zapotillo	0.3631	Tosagua	0.4410	El Empalme	0.5300
63	Echeandía San Jose de	0.1840	La Libertad	0.3589	Olmedo	0.4389	El Chaco	0.5153
64	Chimbo	0.1824	Balsas	0.3383	Loja	0.4344	Chunchi	0.5105
65	Archidona	0.1824	Chambo	0.3203	El Empalme	0.4152	Salitre	0.5074
66	Bolívar	0.1654	Macará	0.3203	Sígsig	0.4129	Junín	0.4781
67	El Triunfo	0.1423	Celica	0.3095	Machala	0.4096	Santa Rosa	0.4645
68	Palestina	0.1411	Tena	0.3015	Buena Fe	0.4056	Girón	0.4642
69	San Miguel	0.1407	Paltas	0.2983	Moreno	0.3949	Pichincha	0.4592
70	Montúfar	0.1399	Montalvo	0.2956	Quevedo	0.3869	Gonzanamá	0.4428
71	Baños	0.1399	Portoviejo	0.2920	Puebloviejo	0.3829	Jipijapa	0.4371
72	Cevallos	0.1399	La Troncal	0.2831	Marcabellí	0.3350	Portoviejo	0.4079
73	Manta	0.1227	Olmedo	0.2827	Girón	0.3150	Chinchipe	0.3992
74	Ambato	0.1069	Nangaritzá	0.2803	Lago Agrio	0.3149	Santa Lucía	0.3810
75	Balao	0.1062	Las Lajas	0.2729	Catamayo	0.2957	Durán	0.3780
76	Palora	0.1013	Marcabellí	0.2728	Tisaleo	0.2877	Cumandá	0.3547
77	Sígsig	0.0886	Buena Fe	0.2725	Maridueña	0.2675	Eloy Alfaro	0.3461
78	Catamayo	0.0787	Baba	0.2691	Cumandá	0.2583	Jaramijó	0.3349

79	Puebloviejo	0.0530	Paján	0.2597	Baños	0.2575	Quero	0.3294
80	Pedro Moncayo	0.0410	Babahoyo	0.2530	Pimampiro	0.2546	Montúfar	0.3219
81	Chillanes	0.0286	Chilla	0.2479	Montúfar	0.2427	Pedernales	0.2964
82	Latacunga	0.0016	Salitre	0.2436	Chunchi	0.2334	Flavio Alfaro	0.2792
83	Bolivar San Pedro de	-0.0033	Espejo	0.2198	Mera	0.2327	Paltas	0.2781
84	Huaca	-0.0033	Esmeraldas	0.2007	Ibarra	0.2144	Urdaneta	0.2617
85	Santa Isabel	-0.0033	Quinindé	0.1988	Pedro Carbo	0.2029	Caluma	0.2559
86	Simón Bolivar	-0.0033	Tulcán	0.1988	Urdaneta	0.1916	Guayaquil	0.2552
87	Mocache	-0.0033	Paquisha	0.1961	Pangua	0.1879	Santa Elena	0.2199
88	Arenillas	-0.0051	Cumandá	0.1719	Naranjito	0.1874	La Libertad	0.2155
89	Piñas	-0.0051	Yantzaza	0.1604	San Fernando	0.1807	Catamayo	0.2090
90	Muisne	-0.0051	Pichincha	0.1553	Babahoyo	0.1737	Pasaje	0.2010
91	Rocafuerte	-0.0080	Olmedo	0.1464	La Concordia	0.1542	Pimampiro	0.1961
92	Salitre	-0.0354	Salcedo	0.1459	Mocha	0.1399	Zaruma	0.1792
93	Puerto Quito	-0.0449	Alausí	0.1261	Pucará	0.1302	Jama	0.1593
94	San Fernando	-0.0583	Nobol	0.1229	Balsas	0.1299	Puyango	0.1366
95	Chordeleg	-0.0583	Valencia	0.1218	Olmedo	0.1152	Santa Isabel	0.1245
96	Suscal	-0.0583	Puerto López	0.0985	Jama	0.1126	Colta	0.1068
97	Mira	-0.0583	Ibarra Carlos Julio	0.0960	Tulcán	0.1047	Bolivar	0.1010
98	Las Lajas	-0.0583	Arosemena Tola	0.0875	La Troncal	0.0958	Espejo	0.0858
99	Celica	-0.0583	Arenillas	0.0834	Durán	0.0674	Balzar	0.0821
100	Espindola	-0.0583	El Pangui	0.0760	Vinces	0.0662	Gualaceo	0.0765
101	Olmedo	-0.0583	Pujilí	0.0758	Ventanas	0.0629	Celica	0.0565
102	Taisha	-0.0583	Montúfar Centinela del	0.0737	Loreto	0.0574	Orellana	0.0470
103	Tiwintza	-0.0583	Cóndor	0.0673	Palenque San Miguel de Los	0.0537	Guano San Miguel de	0.0383
104	Quijos Carlos Julio	-0.0583	Pastaza	0.0654	Bancos	0.0511	Urcuquí	0.0249
105	Arosemena Tola San Miguel de Los	-0.0583	Naranjito	0.0602	Mocache	0.0488	Saquisilí	-0.0149
106	Bancos	-0.0583	Biblán	0.0449	Pallatanga	0.0488	Antonio Ante	-0.0314
107	Nangaritza	-0.0583	Loreto	0.0372	Sigchos	0.0464	Riobamba	-0.0352
108	Yacuambi	-0.0583	San Fernando	0.0327	Paltas Lomas de	0.0451	Piñas	-0.0476
109	Gonzalo Pizarro	-0.0583	Jaramijó	0.0313	Sargentillo	0.0403	Sucumbíos	-0.0776
110	Putumayo	-0.0583	Pucará	0.0198	Rioverde	0.0246	Cotacachi	-0.1006
111	Loreto	-0.0583	Cañar	0.0072	Alausí	-0.0010	San Miguel	-0.1157
112	Santa Lucía	-0.0640	Sígsig	-0.0097	Salcedo	-0.0017	Chilla	-0.1228
113	Quinindé	-0.0674	El Empalme	-0.0097	Gonzalo Pizarro	-0.0087	Otavalo	-0.1232
114	El Empalme	-0.0969	Manta	-0.0242	Valencia San Pedro de	-0.0274	Echeandía	-0.1247
115	Ventanas	-0.1006	Orellana	-0.0258	Huaca	-0.0290	Yacuambi	-0.1253
116	Salinas	-0.1009	Pimampiro	-0.0285	Atacames	-0.0407	Daule	-0.1509
117	Otavalo	-0.1064	Durán	-0.0404	Echeandía	-0.0509	Palanda	-0.1524
118	Girón	-0.1114	Salinas	-0.0405	Mira	-0.0684	Suscal	-0.1620
119	Sevilla de Oro	-0.1114	Montecristi	-0.0461	Santa Isabel	-0.0712	Pablo Sexto	-0.1643
120	Déleg	-0.1114	Puebloviejo	-0.0477	Antonio Ante	-0.0747	Santa Clara	-0.1643
121	Pangua	-0.1114	Suscal	-0.0534	Milagro	-0.0770	Guachapala	-0.1667

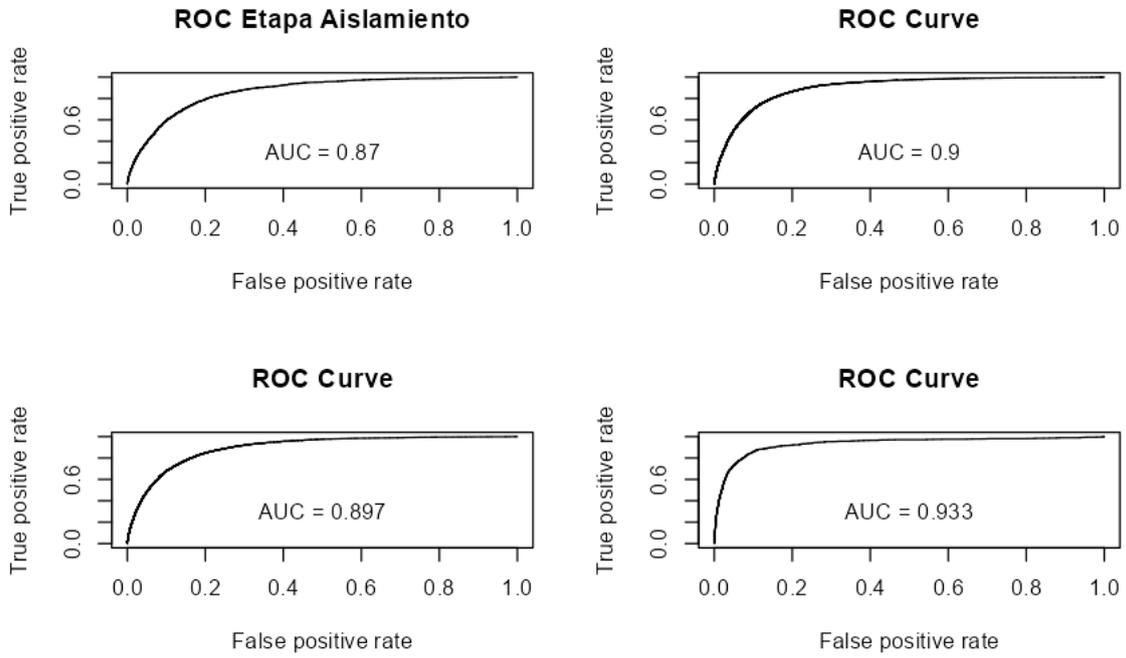
122	Huamboya	-0.1114	Sigchos	-0.0678	Ambato	-0.0819	Oña	-0.1714
123	Pablo Sexto Lomas de	-0.1114	Las Naves	-0.0715	Espíndola	-0.0879	El Pan	-0.1714
124	Sargentillo	-0.1123	Naranjal	-0.0751	Playas	-0.0944	Pucará	-0.1760
125	Salcedo	-0.1534	Palanda	-0.0823	Daule	-0.0998	San Fernando	-0.1760
126	El Tambo	-0.1558	Catamayo	-0.0826	Piñas	-0.1013	Paute	-0.1773
127	Guaranda	-0.1588	Isidro Ayora Pedro Vicente	-0.0962	Palanda	-0.1080	Mocha	-0.1783
128	Chaguarpamba	-0.1600	Maldonado	-0.0973	Bolívar	-0.1140	Simón Bolívar	-0.1851
129	Macará	-0.1600	Mocache	-0.1012	Pasaje Camilo Ponce	-0.1208	Pindal	-0.1919
130	Tisaleo	-0.1600	Caluma	-0.1024	Enríquez	-0.1253	Salinas	-0.1923
131	La Troncal	-0.1841	San Miguel	-0.1271	Orellana	-0.1275	San Juan Bosco	-0.1985
132	Palenque	-0.1890	Saquisilí	-0.1367	Déleg	-0.1309	Palestina Carlos Julio	-0.2007
133	Pedro Carbo	-0.2009	Pindal	-0.1392	Quilanga	-0.1382	Arosemena Tola	-0.2095
134	Sigchos	-0.2049	Loja	-0.1419	Guayaquil	-0.1535	Putumayo	-0.2116
135	Zaruma	-0.2049	El Pan	-0.1431	San Lorenzo	-0.1536	Aguarico	-0.2202
136	Calvas	-0.2049	Zamora	-0.1490	Sozoranga	-0.1557	Babahoyo	-0.2228
137	Gualaquiza Centinela del	-0.2049	Milagro	-0.1544	Balao Carlos Julio	-0.1587	Penipe	-0.2286
138	Cóndor	-0.2049	Puerto Quito Lomas de	-0.1585	Arosemena Tola	-0.1608	Paquisha	-0.2286
139	Paquisha	-0.2049	Sargentillo	-0.1799	Yacuambi	-0.1642	Samborondón	-0.2350
140	Cañar	-0.2207	Cascales	-0.1870	Cayambe San Miguel de	-0.1747	La Troncal	-0.2470
141	Tena	-0.2225	Santa Clara San Jose de	-0.2096	Urcuquí	-0.1795	Sozoranga	-0.2492
142	Ibarra	-0.2349	Chimbo	-0.2197	Pedernales	-0.2043	Arajuno Alfredo Baquerizo	-0.2492
143	La Concordia	-0.2394	Cayambe	-0.2423	Gonzanamá	-0.2108	Moreno	-0.2532
144	Balzar	-0.2455	Santiago	-0.2529	Atahualpa	-0.2133	Déleg	-0.2552
145	Isabela	-0.2467	San Juan Bosco	-0.2591	Quero	-0.2154	Balao	-0.2611
146	Shushufindi	-0.2467	Colimes La Joya de los	-0.2619	Las Lajas	-0.2368	Sígsig San Pedro de	-0.2673
147	Babahoyo	-0.2493	Sachas	-0.2621	Nangaritza	-0.2431	Huaca	-0.2767
148	Alausí	-0.2509	Quijos	-0.2633	Shushufindi	-0.2493	Quilanga	-0.2786
149	Pimampiro	-0.2858	Déleg	-0.2697	El Triunfo	-0.2606	Cañar Centinela del	-0.2817
150	Yantzaza La Joya de los	-0.2858	Quinsaloma	-0.2761	Puerto Quito	-0.2780	Cóndor General Antonio	-0.2824
151	Sachas General Antonio	-0.2858	Atacames	-0.2779	Nobol	-0.2801	Elizalde	-0.2843
152	Elizalde	-0.3185	Oña	-0.2828	Santa Clara	-0.3013	Chambo	-0.3011
153	Colimes	-0.3201	Mira	-0.2839	Riobamba	-0.3025	Nangaritza	-0.3011
154	Biblían	-0.3226	Chinchi	-0.2842	Pastaza	-0.3064	Las Naves	-0.3084
155	Antonio Ante	-0.3226	Echeandía	-0.3022	Cuyabeno	-0.3130	Portovelo	-0.3135
156	Cotacachi	-0.3226	Palenque	-0.3041	Paquisha	-0.3230	Chordeleg	-0.3227
157	Sucúa	-0.3226	Chunchi	-0.3136	Simón Bolívar	-0.3316	Loreto	-0.3227
158	Cumandá	-0.3342	Bolívar	-0.3146	Santa Lucía	-0.3362	Isabela	-0.3245
159	Quito	-0.3811	Gonzalo Pizarro	-0.3354	Isidro Ayora	-0.3362	Nabón	-0.3263
160	Gualaceo	-0.3901	Otavalo	-0.3418	Cañar	-0.3375	Huamboya	-0.3263

161	Arajuno	-0.3901	Mejía	-0.3466	Colta	-0.3377	Cuyabeno	-0.3280
162	Esmeraldas	-0.3901	Arajuno	-0.3559	Pablo Sexto	-0.3439	Cevallos	-0.3315
163	Santo Domingo	-0.4021	Eloy Alfaro Camilo Ponce	-0.3563	Palora	-0.3497	Sevilla de Oro	-0.3470
164	Mejía	-0.4052	Enríquez	-0.3656	El Pangui	-0.3761	Tisaleo	-0.3537
165	Junín	-0.4085	Atahualpa	-0.3696	Otavalo	-0.3846	Ibarra	-0.3545
166	Olmedo	-0.4213	Yacuambi San Miguel de Los	-0.3756	Guano	-0.3918	Calvas	-0.3559
167	Nobol	-0.4510	Bancos	-0.3792	Mejía	-0.3946	Latacunga	-0.3672
168	Cayambe	-0.4510	Guayaquil	-0.4031	Azogues San Jose de	-0.4046	Atahualpa	-0.3686
169	Santa Clara	-0.4539	Piñas	-0.4135	Chimbo	-0.4166	San Cristóbal Pedro Vicente	-0.3837
170	Durán	-0.4543	Cotacachi	-0.4188	Cotacachi	-0.4248	Maldonado	-0.4157
171	Caluma	-0.4557	El Chaco	-0.4197	Guamote	-0.4286	Mera	-0.4172
172	Azogues	-0.4569	Portovelo	-0.4201	Gualaquiza	-0.4428	Guamote	-0.4187
173	Zamora	-0.4715	Zaruma	-0.4247	Isabela	-0.4429	Palora Coronel Marcelino	-0.4231
174	Paute	-0.4793	Rumiñahui	-0.4387	Chordeleg	-0.4455	Maridueña Camilo Ponce	-0.4261
175	Morona	-0.4793	Ventanas	-0.4701	Limón Indanza	-0.4477	Enríquez	-0.4436
176	Portoviejo	-0.5276	Tiwintza	-0.4706	Caluma	-0.4683	Alausí	-0.4522
177	Naranjal	-0.5297	Pangua	-0.4734	Biblían	-0.4686	Marcabellí	-0.4522
178	Atacames	-0.5575	El Tambo	-0.4769	El Pan	-0.4726	Tiwintza	-0.4578
179	Tulcán	-0.5670	Cuyabeno	-0.4830	Montalvo	-0.4757	Salcedo	-0.4720
180	Mera	-0.5816	Vinces General Antonio	-0.4882	Sevilla de Oro	-0.4947	Tena	-0.4748
181	Milagro	-0.5937	Elizalde	-0.4914	Baba Pedro Vicente	-0.5020	El Tambo	-0.4825
182	Pastaza	-0.6286	Gualaquiza	-0.4925	Maldonado	-0.5068	San Lorenzo	-0.4907
183	Rumiñahui	-0.6519	San Cristóbal	-0.4964	Sucumbíos	-0.5125	Playas	-0.4998
184	Cuenca	-0.7325	Pablo Sexto	-0.5093	San Juan Bosco	-0.5164	El Pangui	-0.5191
185	San Cristóbal	-0.7476	Palora	-0.5208	Naranjal	-0.5222	Sigchos	-0.5229
186	Loja	-0.7890	Baños	-0.5343	Cuenca	-0.5397	Balsas	-0.5353
187	Guayaquil	-0.8615	Palestina	-0.5459	Sucúa	-0.5412	Tulcán	-0.5357
188	Orellana San Jacinto De	-0.9048	Urdaneta San Miguel de	-0.5478	Logroño	-0.5749	Quijos	-0.5402
189	Yaguachi	-0.9389	Urcuquí	-0.5761	Chillanes	-0.5830	Shushufindi	-0.5427
190	Samborondón	-1.2766	Huamboya	-0.5846	Huamboya	-0.6252	Taisha San Miguel de Los	-0.5511
191	Lago Agrio	-1.2955	Saraguro	-0.5877	Portovelo	-0.6270	Bancos	-0.5548
192	Daule	-1.4093	Taisha	-0.5975	San Miguel	-0.6287	Santiago	-0.5583
193	Santa Cruz	-1.4908	Santa Lucía	-0.6131	Gualaceo	-0.6313	Mira La Joya de los	-0.5607
194	Pucará		Gualaceo	-0.6137	Zaruma	-0.6479	Sachas	-0.5759
195	Oña		Chillanes	-0.6166	Chambo	-0.6628	Guaranda	-0.5832
196	El Pan		Antonio Ante	-0.6192	El Chaco	-0.6814	Puerto Quito	-0.6007
197	Espejo		Espíndola	-0.6517	Aguarico	-0.6856	Archidona	-0.6063
198	Chunchi		Quito	-0.6796	Penipe San Jacinto De	-0.6923	Píllaro	-0.6063
199	Balsas		Guaranda	-0.6812	Yaguachi	-0.7238	Biblían	-0.6264
200	Chilla		Chordeleg	-0.6887	Guachapala	-0.7261	Patate	-0.6268

201	Marcabellí	Cuenca	-0.7529	Salitre	-0.7446	Pujilí	-0.6403
202	San Miguel de Urququí	Shushufindi	-0.7575	Nabón	-0.7477	Baños San Jose de	-0.6558
203	Gonzanamá	Azogues	-0.7648	Putumayo	-0.7787	Chimbo	-0.6846
204	Puyango	Santa Isabel	-0.7673	Quijos General Antonio	-0.7815	Gualaquiza	-0.7285
205	Sozoranga	Sucumbíos	-0.7676	Elizalde	-0.8144	Limón Indanza	-0.7410
206	Pindal	Sevilla de Oro	-0.7967	Muisne	-0.8238	Chillanes	-0.7428
207	Quilanga	Mera San Jacinto De	-0.7990	El Tambo	-0.8320	Loja	-0.7729
208	Jama	Yaguachi	-0.8209	Paute	-0.8597	Santa Cruz	-0.7797
209	Limón Indanza	Limón Indanza	-0.8230	Las Naves	-0.8660	Yantzaza	-0.7937
210	Santiago	Guachapala	-0.8243	Santa Cruz	-0.8783	Morona	-0.8565
211	San Juan Bosco	Sucúa	-0.8311	Tena	-0.8899	Sucúa	-0.8862
212	Logroño	Logroño	-0.8468	Santiago	-0.9150	Pelileo	-0.9043
213	El Chaco	Aguarico	-0.8618	Rumiñahui	-0.9456	Pedro Moncayo	-0.9050
214	Mocha	Girón	-0.8818	Quito	-0.9755	Cayambe	-1.2292
215	Patate	Daule	-0.8852	Tiwintza	-1.0599	Pastaza	-1.2970
216	Chinchipe	Putumayo	-0.9345	Samborondón	-1.1251	Mejía	-1.3464
217	El Pangui	Paute	-0.9357	Morona	-1.2141	Azogues	-1.4587
218	Palanda	Isabela	-1.0856	San Cristóbal	-1.2646	Rumiñahui	-1.4862
219	Sucumbíos	Samborondón	-1.5688	Arajuno	-1.3225	Cuenca	-1.5677
220	Cascales	Morona	-1.5850	Guaranda	-1.3291	Quito	-1.9162
221	Aguarico	Santa Cruz	-1.9974	Taisha	-1.3735	Ambato	-2.0915

Elaboración propia

Figura 17: Curvas ROC



Elaboración Propia

Tabla 13: Tabla C.1 Prueba VIF Multicolinealidad

	Aislamiento	Distanciamiento Social	Vacunación	Post-pandemia
	VIF	VIF	VIF	VIF
Hombre	1.006134	1.000869	1.00044	1.000723
Edad	1.010541	1.002979	1.002489	1.00292
N.º centros de atención nivel 1 / 10000 hab. en cada cantón.	2.169341	1.813461	1.97356	1.943672
N.º centros de atención nivel 2 / 10000 hab. en cada cantón.	1.971438	1.873367	1.894226	1.811208
N.º centros de atención nivel 3 / 10000 hab. en cada cantón.	1.447329	1.270297	1.255977	1.273911
% población cantonal que recibieron el esquema completo de vacunación contra la COVID-19 (dos dosis).			1.741932	1.63028
Miles de dólares gastados en inversión provincial para el sector salud, per cápita.	3.329347	5.204093	4.910356	4.884225
% personas con empleo adecuado en la provincia	2.555652	3.133075	3.061544	3.038147
VAB Cantonal Per Cápita en miles de dólares	2.879504	2.535589	2.915376	2.865429
% viviendas con acceso a agua potable en el cantón	3.294479	3.429426	3.115733	3.574145
% viviendas con acceso a alcantarillado en el cantón	3.419662	3.837621	3.47144	4.02987
Índice Verde Urbano (m2 de áreas verdes por habitante en la zona urbana del cantón)	1.921651	1.451329	1.593928	1.605342
N.º personas con enf. respiratorias / 10000 hab. en cada cantón.	5.618344	3.117197	3.042471	3.385635

N.º de personas con enfermedades renales graves / 10000 hab. en cada cantón.	4.644051	3.926622	4.028137	3.99671
N.º de personas con diabetes / 10000 hab. en cada cantón.	3.203825	2.843191	2.94848	3.059304
N.º personas con enfermedades cardíacas graves / 10000 hab. en cada cantón.	6.911219	3.543905	3.770649	3.808276
N.º personas con enfermedades hepáticas / 10000 hab. en cada cantón.	2.418622	1.642574	1.651387	1.652758
N.º camas UCI en establecimientos de salud / 10000 hab. en cada cantón.	5.047919	2.933191	3.010734	3.012943
% crecimiento de contagios diarios de COVID-19 en el cantón de residencia	1.087189	1.040519	1.018883	1.032209

Matrices de confusión

Aislamiento			Distanciamiento Social			Vacunación			Post-pandemia		
FALSE	TRUE		FALSE	TRUE		FALSE	TRUE		FALSE	TRUE	
0	23408	355	0	377750	337	0	314750	110	0	310692	131
1	2029	460	1	9005	257	1	5869	69	1	904	45

