



"Año de la Unidad la Paz y el Desarrollo"

MEMORANDO DE APROBACIÓN DE EXPEDIENTE N° 0050-2023-OASG-DIGA-UNFV

A : Bach. Manuel Jesús Ortiz Chávez
Jefe de la Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

ASUNTO : Aprobación de Expediente CONTRATACIÓN INTERNACIONAL N° 009-2023-UNFV para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA.

Ref. : Oficio N° 4592-2023-UCSB-OASG-UNFV

Fecha : 19 de Octubre del 2023

Mediante documento en referencia, se solicita la Aprobación del Expediente de Contratación INTERNACIONAL N° 009-2023-UNFV para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA, solicitado por el Instituto Central de Gestion de la Investigacion. El monto estimado es de S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles) financiado con Recursos Directamente Recaudados.

El expediente está sustentado por:

1.- Requerimiento del Usuario y Especificaciones Técnicas:

Mediante **OFICIO N° 518-2023-OPI-ICGI**, el **INSTITUTO CENTRAL DE GESTION DE LA INVESTIGACION**, remite las Especificaciones Técnicas, **SERVICIO** DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA

2.- Estudio de Mercado:

Resumen Ejecutivo N° 070-2023-UCSB-OASG-UNFV, **Valor Estimado de** S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles)

3.- Certificación Presupuestal:

OFICIO N° 2691-2023-OCPL-UNFV, en el cual adjunta la Certificación Presupuestal por el importe de S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles).

...///



"Año de la Unidad la Paz y el Desarrollo"

///...Continúa **MEMORANDO DE APROBACIÓN DE EXPEDIENTE N° 0050-2023-OASG-DIGA-UNFV**

Por lo indicado, de conformidad con el D.L. N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado y el D.S. N° 0344-2018-EF, Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado; asimismo, la Resolución Rectoral N° 2724-2018-UNFV que aprueba la Directiva que norma la Organización Interna y Desarrollo de los Procesos de Adquisiciones y Contrataciones del Estado en la Universidad Nacional Federico Villarreal, que en el numeral 4.1 delega la facultad de aprobar los expedientes de Contratación a la Jefatura de la Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales; se Aprueba el Expediente de Contratación del Procedimiento de Selección: Suma alzada **SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA** con el valor estimado de **S/ 16,700 soles**.

Atentamente,



Lic. JULIO GREGORIO TALLA RAMOS
JEFE
OFICINA DE ABASTECIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES

NT:68146
JGTR/jmpm

FORMATO N° 10
APROBACIÓN DE EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN

1	DATOS DE LA APROBACIÓN	Número	N° 050-2023-OASG-DIGA-UNFV
		Fecha	19 de octubre de 2023

2	BASE LEGAL
	<p><u>Numeral 42.1 del Artículo 42° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado</u>: "El órgano encargado de las contrataciones lleva un expediente del proceso de contratación, en el que se ordena, archiva y preserva la información que respalda las actuaciones realizadas desde la formulación del requerimiento del área usuaria hasta el cumplimiento total de las obligaciones derivadas del contrato (...).";</p> <p><u>Numeral 42.3 del Artículo 42 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado</u>: "(...) Para su aprobación, el expediente de contratación contiene: a) El requerimiento, indicando si este se encuentra definido en una ficha de homologación, en el listado de bienes y servicios comunes, o en el Catálogo Electrónico de Acuerdo Marco; b) La fórmula de reajuste, de ser el caso; c) La declaratoria de viabilidad en el caso contrataciones que forman parte de un proyecto de inversión o la aprobación de las inversiones de optimización, ampliación marginal, reposición y rehabilitación reguladas en la normativa aplicable; d) En el caso de obras contratadas bajo la modalidad llave en mano que cuenten con equipamiento, las especificaciones técnicas de los equipos requeridos; e) En el caso de ejecución de obras, el sustento de que procede efectuar la entrega parcial del terreno, de ser el caso; f) El informe técnico de evaluación de software, conforme a la normativa de la materia, cuando corresponda; g) El documento que aprueba el proceso de estandarización, cuando corresponda; h) La indagación de mercado realizada, y su actualización cuando corresponda; i) El valor referencial o valor estimado, según corresponda; j) La opción de realizar la contratación por paquete, lote y tramo, cuando corresponda; k) La certificación de crédito presupuestario y/o la previsión presupuestal, de acuerdo a la normativa vigente; l) La determinación del procedimiento de selección, el sistema de contratación y, cuando corresponda, la modalidad de contratación con el sustento correspondiente; m) El resumen ejecutivo, cuando corresponda; y, n) Otra documentación necesaria conforme a la normativa que regula el objeto de la contratación.</p>

3	OBSERVACIONES
	<p>Ref: Oficio N° 4592-2023-UCSB-OASG-UNFV - Aprobación de Expediente CONTRATACIÓN INTERNACIONAL N° 009-2023-UNFV para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA - FOPCA.</p>

4	DECISIÓN QUE SE ADOPTA
	<p>Teniendo a la vista el expediente de contratación, por el presente documento el funcionario que suscribe aprueba dicho expediente, considerando que la información consignada en la solicitud se ajusta a las disposiciones de la Ley de Contrataciones del Estado, su T.U.O., su Reglamento y modificatorias.</p>

5	<div style="text-align: center;">  <p>LIC. JULIO GREGORIO TALLA RAMOS Jefe Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales</p> </div>
	NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO QUE APRUEBA EL EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN



UNIDAD DE CONTRATACIONES Y SERVICIOS BASICOS

"Año de la unión, la paz y el desarrollo"

Pueblo Libre, 19 de octubre de 2023

OFICIO N° 4592-2023-UCSB-OASG-UNFV

Señor Lic

JULIO GREGORIO TALLA RAMOS

Jefe de la Oficina Abastecimiento y Servicios Generales

Presente. -

Asunto: Aprobación de Expediente CONTRATACIÓN INTERNACIONAL N° 009-2023-UNFV para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA.

Referencia: PROVEIDO N° 11136-2023-DIGA-UNFV

Es grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y a la vez remitir para su aprobación el expediente de contratación para el servicio materia del asunto, para el presente procedimiento de selección se cuenta con la siguiente información:

Objeto de la Convocatoria	Contratación Internacional
Valor Estimado	S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles)
Certificación Presupuestal	OFICIO N°2691-2023-OCPL-UNFV
Tipo de procedimiento de selección	Contratación Internacional
Modalidad de Selección	-
Sistema de Contratación	Suma Alzada
Finalidad publica según usuario (s)	El instituto Central de Gestión de la Investigación tiene como parte de sus funciones promover la investigación, producción científica, innovación y emprendimiento de los docentes y estudiantes de la Universidad Nacional Federico Villarreal, estableciendo estrategias que coadyuven a cumplir con las metas propuestas.

Atentamente,



Manuel Ortiz Chavez

Bach. MANUEL ORTIZ CHAVEZ
Jefe Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

MOCH//nbch
NT: 68146-2023



UNIDAD DE CONTRATACIONES Y SERVICIOS BASICOS

"Año de la unión, la paz y el desarrollo"

INFORMACIÓN SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

Descripción: SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA	Denominación: Contratación Internacional N° 009-2023-UNFV
S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles)	Indagación de Mercado: Resumen Ejecutivo N° 070-2023-UCSB-OCSA-UNFV

RESPALDO PRESUPUESTAL

PROCEDIMIENTO PROGRAMADO:	SI () NO (x)
Monto Estimado: S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles)	Documentación que autoriza: —
Fuente de Financiamiento: Recursos Directamente Recaudados	
Observaciones: ----	Certificación Presupuestal: OFICIO N°2691-2023-OCPL-UNFV Certificado N° 1589

Atentamente,



Bach. MANUEL JESUS ORTIZ CHÁVEZ

Jefe

Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

FORMATO N° 08
FORMATO PARA SOLICITAR APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN

SOLICITUD DE APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN


(PARA SER LLENADO POR EL ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES DE LA ENTIDAD)

1 NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	OFICIO N° 4592-2023-UCSB-OASG-UNFV	
	Fecha	19/10/2023	
2 DEPENDENCIA QUE APROBARÁ EL EXPEDIENTE	Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales		
3 OBJETO DE LA SOLICITUD	Por medio de la presente, el órgano encargado de las contrataciones de la Entidad, solicita la aprobación del expediente contratación del procedimiento que se detalla en el presente documento.		
4 DATOS DEL REQUERIMIENTO			
4.1 DEPENDENCIA USUARIA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		
4.2 REQUERIMIENTO	Número	PROVEIDO N° 1139-2023-VRINUNFV	
	Fecha	19/10/2023	
5 VINCULACIÓN DEL REQUERIMIENTO CON EL POI Y EL PAC			
5.1 POI	Actividad del POI	-	
5.2 PAC	N° de referencia del PAC	NO APLICA	
6 PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA	Código del proyecto	-	
	Fecha del formato de Declaratoria de Viabilidad	-	
	Fecha del formato de Verificación de Viabilidad	-	
7 DATOS DEL VALOR REFERENCIAL			
7.1 VALOR REFERENCIAL	Número del informe	Cuadro Comparativo N° 070-2023-UCSB-OASG-UNFV	
	Fecha de emisión del informe	17 DE OCTUBRE 2023	
	Monto del valor referencial	S/16,700.00 (Dieciséis mil setecientos con 00/100 soles)	
	Se actualizó el valor referencial	SI	
		NO	X
7.2 ANTIGÜEDAD DEL VALOR REFERENCIAL	1 mes		
8 DATOS DE LA CERTIFICACIÓN DE CRÉDITO PRESUPUESTARIO (CCP) Y/O PREVISIÓN PRESUPUESTAL			
8.1 CERTIFICACIÓN DE CRÉDITO PRESUPUESTARIO (CCP) Y/O PREVISIÓN PRESUPUESTAL	Número de la CCP	1589	
	Fecha de la CCP	19 DE OCTUBRE DE 2023	
	Número del documento de Previsión Presupuestal	-	
	Fecha del documento	-	
	Fuente(s) de Financiamiento	RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	
8.2 DEVENGADO DE LAS OBLIGACIONES CONTRACTUALES:			
	Las obligaciones contractuales devengarán totalmente en el presente ejercicio fiscal	X	
	Las obligaciones contractuales devengarán totalmente en posteriores ejercicios fiscales		

FORMATO N° 08**FORMATO PARA SOLICITAR APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN**


		Las obligaciones contractuales devengarán parte en el presente ejercicio fiscal y parte en el(los) próximo(s) ejercicio(s) fiscal(es)	
--	--	---	--

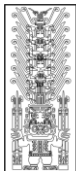
FORMATO N° 08
FORMATO PARA SOLICITAR APROBACIÓN DEL EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN

9	DATOS DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN			
9.1	DENOMINACIÓN DE LA CONVOCATORIA	SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARIN MACHUCA – FOPCA		
9.2	TIPO DE PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN:			
	Licitación Pública		Adjudicación Simplificada	
	Concurso Público		Selección de Consultores Individuales	
	Contratación Internacional	X		
	EN CASO CORRESPONDA A UNA CONTRATACIÓN DIRECTA, DEBE INDICARSE EL SUPUESTO SEGÚN LO PREVISTO EN EL ARTÍCULO 27 DE LA LEY:			
	Contratación Directa		Supuesto	
9.3	LA CONTRATACIÓN INCLUYE:			
	Item(s)	X	Paquete(s)	
9.4	SISTEMA DE CONTRATACIÓN:			
	A Suma Alzada	X	A Precios Unitarios	
	Esquema Mixto de Suma Alzada y Precios Unitarios		Tarifas	
	En base a Porcentajes		En base a un Honorario Fijo y una Comisión de Éxito	
9.5	MODALIDAD DE EJECUCIÓN:			
	Llave en mano	SI		
		NO	X	
	Concurso oferta	SI		
		NO	X	
		N° Res		
9.6	FÓRMULA DE REAJUSTE		SI	
			NO	X
10	BASE LEGAL			
	<p>Numeral 42.1 del Artículo 42° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado: "El órgano encargado de las contrataciones lleva un expediente del proceso de contratación, en el que se ordena, archiva y preserva la información que respalda las actuaciones realizadas desde la formulación del requerimiento del área usuaria hasta el cumplimiento total de las obligaciones derivadas del contrato (...).</p>			
11	OBSERVACIONES			
	Dada la naturaleza de la prestación, se realizará una Contratación Internacional, considerandose la única cotización válida recibida que cumple con los Términos de Referencia, la misma que ha sido validada por el área usuaria de forma previa			
12	SOLICITUD			
	Por el presente, se solicita la aprobación del expediente de contratación de la Contratación Internacional N° 009-2023-UNFV-1, mencionado en el presente documento			
13				
				
	NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO COMPETENTE DEL ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES			

FORMATO								
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS ACTUACIONES PREPARATORIAS N° 071-2023-UCSB-OASG-UNFV (BIENES)								
1. DATOS GENERALES								
1.1	FECHA DE EMISIÓN DEL FORMATO	19-Oct						
1.2	ÁREA USUARIA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN						
1.3	DENOMINACIÓN DE LA CONTRATACIÓN	ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN DE RED PARA AMBIENTES DE LA FTM LOCAL SL10						
1.4	ACTIVIDAD DEL POI VINCULADA A LA CONTRATACIÓN	SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA						
1.5	N° DE REFERENCIA DEL PAC	NO APLICA						
1.6	PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA	Código						
		Documento que declaró la viabilidad						
2. INFORMACIÓN SOBRE EL REQUERIMIENTO								
2.1	DATOS DEL REQUERIMIENTO	Documento de requerimiento	PROVEIDO N° 1139-2023-VRIN-UNFV		Fecha de recepción	19-Oct		
2.2	MODIFICACIONES EFECTUADAS AL REQUERIMIENTO POR PARTE DEL ÁREA USUARIA	Fecha de la segunda versión		De oficio		Con motivo de observaciones		
		Fecha de la tercera versión		De oficio		Con motivo de observaciones		
		Fecha de la cuarta versión		De oficio		Con motivo de observaciones		
		Fecha de la quinta versión		De oficio		Con motivo de observaciones		
2.3	SEÑALAR SI LA CONTRATACIÓN INCLUIRÁ PAQUETE(S)	SI			NO	X		
		De ser afirmativa la respuesta, detallar el sustento técnico del área usuaria o el órgano encargado de las contrataciones, según el caso.						
2.4	SEÑALAR SI LA CONTRATACIÓN SE EFECTUARÁ POR ITEMS	SI		NO	X			
2.5	SEÑALAR SI SE HA LLEVADO A CABO UN PROCESO DE ESTANDARIZACIÓN	SI		NO	X			
		Documento de aprobación de la estandarización			Fecha de aprobación			
2.6	SEÑALAR SI EL SERVICIO OBJETO DE LA CONTRATACIÓN HA SIDO HOMOLOGADO	SI		NO	X			
		N° de Resolución que aprobó la Ficha de Homologación			Fecha de inicio de vigencia			
2.7	REQUERIMIENTO	Lo indicado se visualiza en el Capítulo III de la Sección Específica de las Bases.						
2.8	OBSERVACIONES AL REQUERIMIENTO							
	N° Item	Cantidad total de observaciones	Cantidad de observaciones formuladas por el OEC	Comunicación con la cual se remitió al área usuaria las observaciones al requerimiento	Fecha de remisión de la comunicación	Cantidad de observaciones formuladas por los proveedores	Comunicación con la cual se remitió al área usuaria las observaciones al requerimiento	Fecha de remisión de la comunicación
	Consignar una síntesis de las observaciones							

FORMATO							
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS ACTUACIONES PREPARATORIAS N° 071-2023-UCSB-OASG-UNFV (BIENES)							
	Consignar una síntesis de las observaciones						
	Consignar una síntesis de las observaciones						
2.9	RESPUESTA DEL ÁREA USUARIA						
	N° Item	Cantidad total de respuestas a las observaciones	Cantidad de respuestas a las observaciones formuladas por el OEC	Comunicación de respuesta del área usuaria	Fecha de remisión de la comunicación	Cantidad de respuestas a las observaciones formuladas por los proveedores	Comunicación de respuesta del área usuaria
	Consignar una síntesis de las respuestas a las observaciones						
	Consignar una síntesis de las respuestas a las observaciones						
	Consignar una síntesis de las respuestas a las observaciones						
2.10	AJUSTES QUE SE REALIZARON AL REQUERIMIENTO						
	N° Item	Ajustes realizados al requerimiento					
3.	INFORMACIÓN SOBRE LA DETERMINACIÓN DEL VALOR REFERENCIAL						
3.1	SOBRE EL VALOR REFERENCIAL EN CASO DE CONSULTORÍA DE OBRAS						
3.1.1	ESTRUCTURA DE COMPONENTES O RUBROS						
	DEL PROVEEDOR						
	N° Item	Detalle de la Estructura de Componentes o Rubros					
	DE LA ENTIDAD						
	N° Item	Detalle de la Estructura de Componentes o Rubros					
3.1.2	VALOR REFERENCIAL DE LA CONSULTORÍA DE OBRA	MONEDA	Nuevos Soles		Dólares		Otro: Señalar otra moneda
		MONTO					
	En el caso de consultoría de obras, además, detallar los costos directos, los gastos generales, fijos y variables, y la utilidad de acuerdo a las características, plazos y demás condiciones definidas en el requerimiento.						
4.	INFORMACIÓN RELEVANTE ADICIONAL COMO RESULTADO DE LAS INDAGACIONES DE MERCADO						
4.1	FECHA DE INICIO DE LAS INDAGACIONES EN EL MERCADO	29-Set			FECHA DE CULMINACIÓN DE LAS INDAGACIONES EN EL MERCADO	29/09/2023	

FORMATO				
RESUMEN EJECUTIVO DE LAS ACTUACIONES PREPARATORIAS N° 071-2023-UCSB-OASG-UNFV (BIENES)				
4.2	PLURALIDAD DE PROVEEDORES QUE CUMPLEN CON EL REQUERIMIENTO	SI		NO X
<p>La presente contratación de acuerdo a la documentación remitida por el área usuaria, se está realizando con un proveedor no domiciliado en el país, en concordancia con las consideraciones establecidas en el literal f) del numeral 5.1 del artículo 5 del T.U.O. de la Ley de Contrataciones del Estado, como supuesto excluido del ámbito de aplicación de la Ley, pero sujetos a supervisión por el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), y deberá tramitarse de acuerdo a lo establecido en la Directiva "Lineamientos y procedimientos para el acceso al financiamiento del servicio de las publicaciones en revistas indizadas", aprobada mediante Resolución R. N° 236-2022-UNFV.</p>				
4.3	POSIBILIDAD DE DISTRIBUIR LA BUENA PRO (EN CASO DE SERVICIOS EN GENERAL, DE CORRESPONDER)	SI		NO X
<p>De ser afirmativa la respuesta, sustentar la posibilidad de distribuir la buena pro.</p>				
4.4	SOBRE LA INFORMACIÓN QUE PUEDA UTILIZARSE PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EVALUACIÓN	SI		NO X
<p>De ser afirmativa la respuesta, detallar la información que pueda utilizarse para la determinación de los factores de evaluación.</p>				
4.5	SOBRE OTROS ASPECTOS NECESARIOS QUE TENGAN INCIDENCIA EN LA EFICIENCIA DE LA CONTRATACIÓN	SI		NO X
<p>De ser afirmativa la respuesta, detallar.</p>				
5.	<div style="text-align: center;">  </div>			
NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO COMPETENTE DEL ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES				
<p>NOTA: El presente formato se utilizará en servicios en general, servicios de consultoría en general y en consultoría de obras.</p>				



Oficina Central de Planificación

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

San Miguel, 19 de octubre del 2023

OFICIO N°2691-2023-OCPL-UNFV

Señor Lic.

JULIO GREGORIO TALLA RAMOS

Jefe de la Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales

Presente. –

**ASUNTO: CERTIFICACIÓN PRESUPUESTAL N°1589 –
SERVICIO DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS
CIENTÍFICOS EN REVISTA INTERNACIONAL**

REF. : OFICIO N°4520-2023-UCSB-OASG-UNFV

N.T. 68146-23

En cumplimiento a lo dispuesto en la Directiva para la Ejecución Presupuestaria N°0005-2022-EF/50.01, Artículo 12° - Certificación del Crédito Presupuestario y su registro en el SIAF - SP, la Oficina Central de Planificación a través de la Oficina de Presupuesto, previo los procedimientos técnicos realizados en el "Módulo de Proceso Presupuestario del Sistema Integrado de Administración Financiera MPP-SIAF", así como el registro de la solicitud de certificación efectuada por la Oficina de su representada, emite la siguiente Nota de Certificación de Crédito Presupuestario, conforme el Proveído N°1139-2023-OPI-VRIN-UNFV que se indica en el presente expediente.

- **Compromiso del Gasto para el Servicio de Publicación de Artículo Científico en Revista Indizada Internacional, "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA, requerimiento solicitado por el Instituto Central de Gestión de la Investigación - VRIN; según detalle siguiente:**

CCP. N°	META	ESP. DE GASTO	FTE FTO	ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN	PAO	IMPORTE S/
1589	0019	23.22.41	RDR	90013999999500000222 0060007	SERVICIO DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO EN REVISTA INTERNACIONAL.	2078	16,700.00

La presente certificación se efectúa en concordancia al Artículo IV, numeral 1.8 – Principio de buena fe procedimental del Decreto Supremo N°004-2019-JUS que aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley N°27444 – Ley del Procedimiento Administrativo General.

Atentamente,



ECON. CESAR SALUSTIANO CARRION VALLE
Jefe (e) de la Oficina de Programación
y Evaluación Presupuestal

Firmado digitalmente por:

RODRIGUEZ ZAPATA Maria

Piedad FAU 20170934289 soft

Motivo: Doy V° B°

Fecha: 19/10/2023 13:02:53-0500

V°B°

ECON. MARIA PIEDAD RODRIGUEZ ZAPATA

Jefe de la Oficina Central

de Planificación

Incluye Expediente en dos (02) folios y Nota de Certificación N°1589
MPRZ/CSCV/LAT.

CERTIFICACIÓN DE CREDITO PRESUPUESTARIO
NOTA Nº 0000001589
(EN SOLES)

SECTOR : 10 EDUCACION
PLIEGO : 524 U.N. FEDERICO VILLARREAL
EJECUTORA : 001 UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL [000102]

MES : OCTUBRE
FECHA DE DOCUMENTO : 18/10/2023
TIPO DOCUMENTO : MEMORANDUM
JUSTIFICACIÓN : CCMN-002078: PUBLICACIONES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTA INTERNACIONAL, Mathematical Modeling of COVID

Nº DE DOCUMENTO 001006
FECHA APROBACION : 18/10/2023
ESTADO CERTIFICACION : APROBADO

DETALLE DEL GASTO

SECUENCIA PRGPROD/PRYACT/AI/OBR FN. DIVF GRPF META FF RB CGTT G SG SGD ESPESPD	MONTO
0001 INICIAL	
9001 3999999 5000002 22 006 0007 CONDUCCION Y ORIENTACION SUPERIOR	16,700.00
0019 COORDINACION Y SUPERVISION DE LA EDUCACION SUPERIOR UNIVERSITARIA	16,700.00
2 09 RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS	16,700.00
5 GASTOS CORRIENTES	16,700.00
2.3 BIENES Y SERVICIOS	16,700.00
2.3.2 CONTRATACION DE SERVICIOS	16,700.00
2.3.2.2 SERVICIOS BASICOS, COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSION	16,700.00
2.3.2.2.4 SERVICIO DE PUBLICIDAD, IMPRESIONES, DIFUSION E IMAGEN INSTITUCIONAL	16,700.00
2.3.2.2.4.1 SERVICIO DE PUBLICIDAD	16,700.00
TOTAL	16,700.00
TOTAL CERTIFICACION	16,700.00
TOTAL NOTA	16,700.00



Presupuesto y Planificación
Sello Y Firma



UNIDAD DE CONTRATACIONES Y SERVICIOS BASICOS

"Año de la unión, la paz y el desarrollo"

Pueblo Libre, 17 de octubre de 2023

OFICIO N° 4520-2023-UCSB-OASG-UNFV

Economista

MARIA PIEDAD RODRIGUEZ ZAPATA

Jefa de la Oficina Central de Planificación

Presente. -

Asunto: CERTIFICACIÓN PRESUPUESTAL - SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA.

Referencia: Proveído N° 1139-2023-VRIN-UNFV

Es grato dirigirnos a Ud. para saludarla cordialmente y en atención a los documentos de la referencia, remitir la solicitud de Certificado de Crédito Presupuestario para el año 2023, respaldando el mismo presupuestalmente y llevar a cabo el procedimiento de selección por Contratación Internacional para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA, de acuerdo al siguiente detalle:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECÍFICA	FF/RB	PAO	CERTIFICACIÓN 2023	TOTAL
I	SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA	2.3. 2 2. 4 1	2-09	2078	S/ 16,700.00	S/ 16,700.00

A fin de garantizar la programación de los recursos suficientes para atender el pago de las obligaciones en el presente año fiscal, en cumplimiento con la Directiva "Lineamientos y procedimientos para el acceso al financiamiento del servicio de las publicaciones en revistas indizadas", aprobada mediante Resolución R. N° 236-2022-UNFV.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle las muestras de nuestra especial consideración y estima personal.



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Oficina de Abastecimiento y
Servicios Generales

UNIDAD DE CONTRATACIONES Y SERVICIOS BASICOS

"Año de la unión, la paz y el desarrollo"

Atentamente,



V°B°

Lic. JULIO GREGORIO TALLA RAMOS

Jefe

Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales




Bach. MANUEL JESUS ORTIZ CHÁVEZ

Jefe

Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

MOCH/nbch
NT: 68146-2023

FORMATO Nº 01
SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN DE CRÉDITO PRESUPUESTARIO

1	NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número	Proveído Nº 1139-2023-VRIN-UNFV			
		Fecha	04.10.2023			
2	DEPENDENCIA A LA QUE SE DIRIGE LA SOLICITUD	OFICINA CENTRAL DE PLANIFICACIÓN				
3	DEPENDENCIA QUE SOLICITA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN				
4	DENOMINACIÓN DE LA CONVOCATORIA	SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA				
5	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA	NO APLICA			Código del proyecto —	
6	OBJETO DE LA SOLICITUD	Emisión de la certificación de crédito presupuestario para respaldar el procedimiento de selección por Contratación Internacional para el SERVICIO DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA				
7	VALOR REFERENCIAL	MONEDA	Nuevos Soles	X	Dólares	Otro:
		MONTO	S/16,700.00			
8	TIPO DE PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN					
	Licitación Pública		Adjudicación Simplificada		Subasta Inversa Electrónica	
	Concurso Público		Selección de Consultores Individuales		Comparación de Precios	
	Contratación Internacional	X				
	EN CASO CORRESPONDA A UNA CONTRATACIÓN DIRECTA, DEBE INDICARSE EL SUPUESTO SEGÚN LO PREVISTO EN EL ARTÍCULO 27 DE LA LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO					
	Contratación Directa		Supuesto			
9	DENOMINACIÓN DEL ÁREA USUARIA	VICERRECTORADO DE LA INVESTIGACIÓN - VRIN				
10	NÚMERO DE REFERENCIA EN EL PAC	NO APLICA				
11	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN	Hasta cien (100) días calendario siguientes, computados a partir del día siguiente de recibido el pago correspondiente.				
12	TRATÁNDOSE DE EJECUCIONES CONTRACTUALES QUE SE DEVENGUEN TOTAL O PARCIALMENTE EN EL AÑO FISCAL EN QUE SE PRODUCE LA CONVOCATORIA, SE DEBE PRECISAR EL MONTO TOTAL O PARCIAL DE LOS RECURSOS QUE SE REQUIEREN					
	AÑO DE LA CERTIFICACIÓN	2023	MONTO DE LA CERTIFICACIÓN	S/16,700.00		
13	TRATÁNDOSE DE EJECUCIONES CONTRACTUALES QUE SUPEREN EL AÑO FISCAL TOTAL O PARCIALMENTE, SE DEBE PRECISAR ADICIONALMENTE EL AÑO O LOS AÑOS SIGUIENTES Y MONTO(S) DE LOS RECURSOS QUE SE REQUIEREN					
	AÑO DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE A LA PREVISIÓN PRESUPUESTAL	NO APLICA	MONTO DE LA PREVISIÓN PRESUPUESTAL	—		
15	 Vº Bº Manuel Ortiz Chavez Jefe Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO COMPETENTE DEL ÓRGANO ENCARGADO DE LAS CONTRATACIONES					

IMPORTANTE:

La certificación de crédito presupuestario debe contener la fuente de financiamiento y la cadena funcional programática y del gasto.

SOLICITUD DE CERTIFICACION DE CREDITO PRESUPUESTARIO Nro CCMN: 002078**1.-Información del Proc.**

Tipo de Proc. de Selección : CONVENIOS INTERNACIONALES
 Objeto del Proc. : SERVICIOS
 Síntesis del CCMN : PUBLICACIONES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTA INTERNACIONAL, Mathematical Modeling of CO
 Nro. de Ref. en el PAC :
 Incluido en el PAC mediante Resolución:
 Base Legal : Artículo 19° de la Ley de Contrataciones del Estado

2.-Contenido del Expediente de Contratación

Requerimiento :
 Informado con Documento N° :
 Valor Referencial : S/. 16,700.00 Soles



Firma del Responsable de Logística

3.- Disponibilidad Presupuestal

FF/Rb	Meta/ MNemo	Cadena Funcional	Clasif. Gasto	Valor Ref. S/.	Saldo
2023					
2 - 09	0019	22.006.0007.9001.3999999.5000002	2.3.2 2.4 1	16,700.00	118,909.00
Sub Total				16,700.00	
Total				16,700.00	118,909.00

Resumen Presupuestal por Producto / Proyecto

FF/Rb	Producto / Proyecto	Valor Ref. S/.
2 - 09	3999999 SIN PRODUCTO	16,700.00
Total		16,700.00

Nota :

La presente solicitud de certificación presupuestal se realiza al amparo del artículo 21° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado y en atención a lo establecido en el artículo 13° de la Directiva N° 005-2010-EF/76.01- Directiva para la Ejecución Presupuestaria, modificada por la R.D. N° 022-2011-EF/50.01



Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FORMATO N° 07

INFORME DE INDAGACIÓN EN EL MERCADO N° 0070-2023-UCSB-OASG-UNFV

1	ÁREA USUARIA	
	VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	

	DOCUMENTO CON EL QUE SE REMITE EL REQUERIMIENTO	FECHA	N° PEDIDO SIGA
	PROVEIDO N° 1139-2023-VRIN-UNFV	10.10.2023	2555

3	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	MONTO PRESUPUESTADO (S/)
	RDR	S/ 16,700.00

4	RELACIÓN DE PROVEEDORES DEL RUBRO INVITADOS Y COTIZACIONES OBTENIDAS		
	NOMBRE O RAZON SOCIAL		FECHA DE OBTENCIÓN
	a)	MDPI	29/09/2023
5	DETERMINACIÓN DEL PROVEEDOR SELECCIONADO Y JUSTIFICACIÓN		
	Para el requerimiento se considera la única cotización validada por el área usuaria, adicionando el costo promedio del impuesto aplicable, porcentaje de retención y otros gastos que afectan al costo final de la contratación, en cumplimiento con los Términos de Referencia.		
	La presente contratación de acuerdo a la documentación remitida por el área usuaria, se está realizando con un proveedor no domiciliado en el país, en concordancia con las consideraciones establecidas en el literal f) del numeral 5.1 del artículo 5 del T.U.O. de la Ley de Contrataciones del Estado, como supuesto excluido del ámbito de aplicación de la Ley, pero sujetos a supervisión por el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE), y deberá tramitarse de acuerdo a lo establecido en la Directiva "Lineamientos y procedimientos para el acceso al financiamiento del servicio de las publicaciones en revistas indizadas", aprobada mediante Resolución R. N° 236-2022- UNFV.		
	Al haberse verificado que se realizará una Contratación Internacional, se deberán aplicar las normas tributarias y tratados internacionales correspondientes y vigentes a la fecha de la presentación del expediente de contratación.		
6	Sin perjuicio de aplicación de los principios generales de derecho público, para la contratación de servicios del exterior, rigen los principios establecidos en la Ley de Contrataciones del Estado en lo que sea aplicable.		


6	VALOR DE LA CONTRATACIÓN (S/) (Incluye impuestos y todo tipo de costos)	
	S/ 16,700.00 soles	



Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

JUSTIFICACIÓN DE CANTIDAD MENOR DE COTIZACIONES (marcar solo si aplica)	
7	Al haberse verificado que se realizará una Contratación Internacional, dada la naturaleza de la prestación, se considerará la única cotización válida recibida que cumple con los Términos de Referencia, la misma que ha sido validada por el área usuaria de forma previa.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL INFORME	17 de octubre de 2023
 NELSON BONIFACIO CHAVEZ	



Manuel

º Bº Manuel Jesús Chávez Ortiz

Jefe de la Unidad de Contrataciones y Servicios Básicos

CUADRO COMPARATIVO N° 0070-2023-UCSB-OASG-UNFV

SERVICIO PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA

ITEM Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COTIZACIONES RECIBIDA		FUENTE: PRECIOS DEL SEACE		PROCEDIMIENTO Y/O METODOLOGÍA UTILIZADO PARA DETERMINAR EL V.E.	VALOR ESTIMADO DEL ITEM	TIPO DE CAMBIO (07.09.2023)	VALOR ESTIMADO DEL ITEM EN MONEDA NACIONAL INCLUYENDO EL 18% DE IG.V. EL 30% DE RENTA Y LOS GASTOS OPERATIVOS Y COMISIONES. Según formato N° 03
				MDPI		ENTIDAD CONVOCANTE:	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL				
				RUC:	PROVEEDOR EXTRANJERO	TIPO Y Nº PROCESO DE SELECCIÓN:	INTER-PROC-6-2023-UNFV-1				
				CONTACTO:	MS. ARIANA LORETA GUGA / MS MAG WANG	FECHA DE CONSENTIMIENTO DE LA BUENA PRO:	28/08/2023				
				TELÉFONO:	41 61 683 77 34	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL ADJUDICATARIO:	RESEARCH GLOBAL PUBLIC HEALTH				
				E-MAIL:	BILLING@MDPI.COM						
				PRECIO UNITARIO (Consignar moneda del valor estimado)	PRECIO TOTAL (Consignar moneda del valor estimado)	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL ADJUDICADO				
1	SERVICIO PUBLICACIÓN EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA – FOPCA	SERVICIO	1.00	2430	2430	4,000.00	4,000.00	Se considera la unica cotización validada por el Funcionario responsable del area usuaria, adicionando el costo promedio del impuesto aplicable, porcentaje de retencion y otros gastos que afecten el costo final de la contratación en cumplimiento a los terminos de referencia.	2430	4.57	S/16,700.00
			INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA FUENTE	PLAZO DE ENTREGA	SEGÚN TDR		NO APLICA				
				GARANTÍA	SEGÚN TDR		NO APLICA				
				FORMA DE PAGO	SEGÚN TDR		NO APLICA				
				MONEDA DE LA FUENTE	FRANCOS SUIZOS		NO APLICA				
				PRECIO UNITARIO EN LA MONEDA CONSIGNADA EN LA FUENTE	2430		NO APLICA				
				TIPO DE CAMBIO QUE SE USA	4.568		NO APLICA				
			ACCIONES ADMINISTRATIVAS REALIZADAS	FECHA DE SOLICITUD	3/09/2023		NO APLICA				
				CANTIDAD DE VECES QUE SE REITERO LA SOLICITUD	1		NO APLICA				
				FECHA DE RECEPCIÓN	29/09/2023		NO APLICA				
				PROVEEDOR SE DEDICA AL OBJETO DE LA CONTRATACIÓN	SI		NO APLICA				
				LA DEPENDENCIA USUARIA PARTICIPO EN LA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS TDR	SI, SEGÚN VALIDACIÓN REALIZADA POR LA OFICINA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y LA DIRECCIÓN DEL INSTITUTO CENTRAL DE GESTION DE LA INVESTIGACIÓN. Formato N° 2		NO APLICA				
				CUMPLE CON LOS TDR O LA CONTRATACIÓN ES IGUAL O SIMILAR AL REQUERIMIENTO	SI, SEGÚN VALIDACIÓN REALIZADA POR LA OFICINA DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y LA DIRECCIÓN DEL INSTITUTO CENTRAL DE GESTION DE LA INVESTIGACIÓN. Formato N° 2		NO APLICA				
				SE TOMO EN CUENTA PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR ESTIMADO	SI		NO				

FECHA DE ELABORACION: 17 de octubre de 2023

Cuadro elaborado por: NELSON BONIFACIO CHAVEZ
Unidad de Contrataciones y Servicios Basicos

Vº Bº Manuel Ortiz Chavez
Jefe Unidad de Contrataciones y Servicios Basicos



(1 of 1)110

Opciones del procedimiento

Ver documentos del procedimiento	Ver listado de ítem	Ver acciones generales al procedimiento	Ver contratos	Ver oficios de supervisión	Ver historial de contrataciones	Ver listado de acciones de supervisión	Ver Notificaciones de Supervisión	Ver integrantes y encargado
Visualizar listado de participantes								

Regresar

Central de Consultas: 6143636 | Horario de Atención: 08:30 A 17:30. Sede Central: Av. Gregorio Escobedo cdra. 7 s/n Jesú
visualizar correctamente el portal deberá usar el navegador Internet Explorer 11.0, Mozilla Firefox 39, Google Chrome 47, Safari
mínima de pantalla de 1280x600.
Términos y Condiciones de Uso

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

PROVEIDO N° 11136-2023-DIGA-UNFV

RECURRENTE DR. PEDRO MANUEL AMAYA PINGO
VICE- RECTORADO DE INVESTIGACION - VRIN
PROVEIDO N° 1139-2023-VRIN-UNFV

NT 068146 - 2023

ASUNTO SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA
VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF
COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING
THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN
MACHUCA – FOPCA

FECHA 12 DE OCTUBRE DEL 2023

DESTINATARIO LIC. JULIO GREGORIO TALLA RAMOS
OFICINA DE ABASTECIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES - OASG

PARA SU ATENCION Y TRAMITE DE LO SOLICITADO POR EL ICGI; RESPÉCTO A
FINANCIAMIENTO PUBLICACION EN REVISTA INDIZADA ART. INDICADO EN EL
ASUNTO, DEL DR. OLEGARIO M. MACHUCA -FOPCA; DE A CUERDO A
LINEAMIENTOS SEGUN RR N°.236-22-UNFV; PREVIA REVISION Y SEGUN
NORMATIVIDAD.

ATENTAMENTE,



ECON. JOSÉ GUALBERTO CONDORI QUÍSPE
JEFE

JGCQ / wats

FOLIOS: 40



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

PROVEIDO N° 1139-2023-VRIN-UNFV

RECURRENTE : DR. JOSÉ HÉCTOR LIVIA SEGOVIA
INSTITUTO CENTRAL DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

REFERENCIA : OFICIO N° 518-2023-OPI-ICGI-VRIN-UNFV

NT. : 068146

ASUNTO : SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA
VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF
COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS
DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN
MACHUCA – FOPCA

FECHA : SAN MIGUEL, 10 DE OCTUBRE DE 2023

PASE A : ECON. JOSÉ GUALBERTO CONDORI QUISPE
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

PARA : SU ATENCIÓN CORRESPONDIENTE.

ATENTAMENTE,


DR. PEDRO MANUEL AMAYA PINGO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

PMAP/bjlp
C. C.: Archivo

PRIORIDAD: NORMAL
FOLIO: 38

Lima Cercado, 05 de octubre 2023

OFICIO N° 518-2023-OPI-ICGI-VRIN-UNFV

Señor Doctor

PEDRO M. AMAYA PINGO

Vicerrector de Investigación

Presente.

Asunto: Solicito financiamiento para publicación de artículo
DR: OLEGARIO MARIN MACHUCA.

Referencia: PROVEIDO N° 983-2023-ICGI-VRIN-UNFV
PROVEIDO N° 1128-2023-VRIN-UNFV

NT. 068146

Tengo el agrado de dirigirme a su Despacho para saludarlo cordialmente e informar respecto a la solicitud que presenta el Dr. OLEGARIO MARIN MACHUCA, docente permanente de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA); para que a mérito a la Resolución R. N° 236-2022-UNFV que aprueba la Directiva “Lineamientos y Procedimientos para el acceso al financiamiento del servicio de publicaciones en revistas indizadas”, se autorice el financiamiento del artículo “Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of Pandemic in Peru”, aceptado para su publicación; toda vez que cumple con los requisitos:

2.1.1 Filiación Universidad Nacional Federico Villarreal

2.1.2 a) Solicitud firmada por el autor o coautor de la UNFV

b) Es docente ordinario Principal TC.

c) Es autor del artículo “Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of Pandemic in Peru”.

d) Adjunta copia del manuscrito a publicar

Asimismo, se adjunta los siguientes formatos:

- Validación de los términos de referencia
- Conversión de moneda y cálculo de obligaciones tributarias
- Autorización para realizar el pago previo a la publicación por derecho a la revista indexada
- Ficha técnica de la revista
- Formato SIGA 002555, por el monto de S/ 16,700.00 soles.

Por lo manifestado, se solicita su aprobación correspondiente a fin de continuar el trámite hasta su atención.

Sin otro particular, hacemos propicia la ocasión para reiterarle nuestra especial consideración.

Atentamente,



Dra. Graciela Martina Monroy Correa
Jefa(e) Oficina de Proyectos de
Investigación



Dr. JOSE HECTOR LIVIA SEGOVIA
Director del Instituto Central
de Gestión de la Investigación

PEDIDO DE SERVICIO N°

002555

UNIDAD EJECUTORA : 001 UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
NRO. IDENTIFICACIÓN : 000102

Tipo Uso : Consumo

Dirección Solicitante : VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN.
Entregar a Sr(a) : AMAYA PINGO PEDRO MANUEL
Fecha : 05/10/2023
Actividad Operativa : C0420 APROBAR Y SUPERVISAR LAS PUBLICACIONES DEL VRIN
Motivo : PUBLICACIONES DE ARTICULOS CIENTÍFICOS EN REVISTA INTERNACIONAL, Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of Pandemic in Peru, Dr. Olegario Marín Machuca

FF/Rb	META / MNEMONICO	Función	División Func.	Grupo Func	Programa	Prod/Pry	Act/AI/Obr
2-09	0019	22	006	0007	9001	3999999	5000002

Código	Descripción / Términos de Referencia	Valor S/.	Unidad Medida
150100020007	PUBLICACIONES DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS EN REVISTA INTERNACIONAL	16,700.00	SERVICIO



[Handwritten signature]

Firma del Solicitante



Firma Autorizada



ANEXO 1

SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN (DOCENTES)

Lima de 29 de septiembre del 2023

Señor Vicerrector (a) de la Universidad Nacional Federico Villarreal
Dr. Pedro Manuel Amaya Pingo.

Yo, Olegario Marín Machuca, Docente secretario de la Comunidad del Conocimiento en proceso “Gestión, innovación, Ingeniería y Tecnología” GIIT, adscrito a la Facultadde Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA), Nombrado, en la Categoría: Principal a TC, con domicilio en Mz. E, Lote 22. Urb. Los Jardines de San Vicente, distrito de San Juan de Lurigancho, Identificado con código UNFV N° 89085, DNI N° 08810382, e-mail omarin@unfv.edu.pe, en calidad de autor del artículo:

“Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of Pandemic in Peru”.

Solicito financiamiento para su publicación en la revista VACCINES/Scopus Index Journal
Teniendo como autores y coautores:

Olegario Marín-Machuca (autor)

Ruy D. Chacón (coautor)

Natalia Alvarez-Lovera (coautor)

Pedro Pesantes-Grados (coautor)

Luis Pérez-Timaná (coautor)

Obert Marín-Sánchez (coautor)

Para lo cual adjunto el artículo virtual, la aceptación, certificado de aceptación y el costo para su publicación en dicha revista.

Atentamente,

Dr. Olegario Marín Machuca
Docente responsable



FORMATO N° 01
TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA SERVICIOS

1. ÁREA USUARIA

Instituto Central de Gestión de la Investigación

2. DENOMINACIÓN DE LA CONTRATACIÓN

Servicio de publicación de artículo científico en revista indizada internacional

3. FINALIDAD PÚBLICA

El Instituto Central de Gestión de la Investigación tiene como parte de sus funciones, promover la investigación, producción científica, innovación y emprendimiento de los docentes y estudiantes de la Universidad Nacional Federico Villarreal, estableciendo estrategias que coadyuven a cumplir con las metas propuestas.

Debiendo contar para ello con la evidencia necesaria de las múltiples investigaciones que realizan los docentes y estudiantes de la comunidad villarrealina, a través de la publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto a nivel internacional.

4. ANTECEDENTES

En el marco de las estrategias establecidas nuestra casa de estudios ha a través de sus recursos directamente recaudados otorgara financiamiento por servicio de publicación de artículos científicos en revistas especializadas e indexadas a nivel internacional. R. R. N° 236-2022-UNFV San Miguel, 28 abril de 2022. Directiva LINEAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL ACCESO AL FINANCIAMIENTO DEL SERVICIO DE LAS PUBLICACIONES EN REVISTAS INDIZADAS.

5. OBJETIVO DE LA CONTRATACIÓN

Financiar el servicio de publicación de artículos científicos en una revista indexada a nivel Internacional.

6. REQUERIMIENTO, CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES

6.1. REQUERIMIENTO

N° Ítem	Código Siga	Descripción del servicio	Unidad de Medida	Cantidad
01	002555	Publicación de Artículos en revista Indexada	Servicio	01

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA REVISTA

Deberá ser una revista científica de investigación a nivel internacional. Deberá tener publicaciones mensuales y acceso libre e inmediato a su contenido a través de las páginas web. La revista deberá figurar en las bases de datos especializadas en revistas científicas indexadas, como: Scopus, Web of Science, Scielo.

6.3. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

6.3.1. Plazo de reposición

En caso de detectarse errores ortográficos y/o gramaticales, luego de la publicación del artículo en la revista indizada, el área usuaria dentro de los dos (02) días hábiles siguientes de realizada la publicación, solicitará a través de la Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales, se notifique al proveedor el sentido de las observaciones y el plazo para su reposición (nueva publicación).

6.3.2. Garantía comercial

El proveedor otorgará una garantía comercial para avalar que el servicio prestado cumple con todas las características y condiciones establecidas en los términos de referencia, el cual no podrá ser menor a un (01) año, computados a partir de la entrega de la Constancia del artículo publicado.

Para lo cual una vez identificado el servicio que presenta defectos, se notificará al proveedor para su reposición inmediata en un plazo máximo de tres (03) días calendarios computados luego de la notificación de la carta por parte de la Oficina de Abastecimiento.

6.3.3. Responsabilidad por vicios ocultos

El plazo máximo de responsabilidad del contratista es de un (01) año, contado a partir de la conformidad otorgada por la Entidad.

6.4. LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA PRESTACIÓN

No aplica

6.5. CONDICIONES DE LA PRESTACIÓN

La publicación se realizará a través de una plataforma especializada de forma virtual, de acuerdo con las condiciones establecidas por el proveedor.

6.6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA PRESTACIÓN

Entregable	Plazo
Constancia del artículo publicado.	Hasta cien (100 días calendario siguientes, computados a partir del día siguiente de recibido el pago correspondiente.

6.7. FORMA DE PAGO

La Entidad debe pagar las contraprestaciones pactadas a favor del contratista de forma previa en pago único, a la publicación de artículo por derecho a la revista indexada, siempre que se verifiquen las condiciones establecidas en los términos de referencia y previa presentación del Formato N° 04 - Autorización para realizar el pago previo a la publicación por derecho a la revista indexada, por parte del área usuaria.

6.8. CONFORMIDAD

La conformidad de la prestación será dada expresamente por el Director del Instituto Central de Gestión de la Investigación - ICGI de la UNFV, dentro de los dos (02) días hábiles siguientes de la verificación y cumplimiento de la prestación de acuerdo al requerimiento y la orden de servicio.

6.9. PENALIDADES

No aplica.





6.10. CONFIDENCIALIDAD

El proveedor deberá guardar absoluta confidencialidad en el manejo de la información y documentación a la que tenga acceso durante la prestación del servicio, no podrá revelar detalles sobre el alcance del servicio a terceros, excepto cuando resulte estrictamente necesario para el cumplimiento de la prestación. En ambos casos el proveedor deberá dar cumplimiento y será responsable de la aplicación a todas las políticas definidas por UNFV en materia de seguridad de la información.

6.11. VICIOS OCULTOS

El plazo máximo de responsabilidad del contratista es de un (01) año, contado a partir de la conformidad otorgada por la Entidad.



6.12. NORMATIVA ESPECÍFICA

No aplica

6.13. ANEXOS U OTROS DOCUMENTOS EN RELACIÓN CON LA CONTRATACIÓN

- Carta de aceptación remitida por el proveedor.
- Invoice remitida por el proveedor.
- Formato de Validación de los Términos de Referencia.
- Formato de Conversión de moneda y Cálculo de obligaciones tributarias.
- Formato de Autorización para realizar el pago previo a la publicación por derecho a la revista indexada, de ser caso.
- Ficha técnica de la revista.
- El artículo a publicar en formato digital.



FORMATO N° 2					
VALIDACIÓN DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA					
Revisión y/o verificación del cumplimiento de los Términos de Referencia					
1	DENOMINACIÓN DE LA CONTRATACIÓN			"Publicación de artículo en revista científica"	
2	DEPENDENCIA USUARIA			VICERRECTORADO DE INVESTIGACION	
ÍTEM N°	DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM			PROVEEDOR	
	Descripción clara y precisa del objeto de la contratación	Cantidad	Cumple	Razón Social	MDPI
	Deberá ser una revista científica de investigación a nivel internacional	1	SI	RUC	PROVEEDOR DEL EXTRANJERO
	La editorial dueña de la revista debe tener varias publicaciones especializadas en enseñanza multicultural.	1	SI	Número de Cotización / Invoice / Factura / Orden	INVOICE N° 2603908
	La revista debe figurar en las bases de datos especializadas en revistas científicas indexadas como: Scopus, Web of Sciences, Scielo.	1	SI	Fecha del documento remitido	29/09/2023
				Otros (País proveedor)	SUIZA
3	NOTAS / OBSERVACIONES			SE REQUIERE EL PAGO PREVIO	
4	FECHA DE ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO:			05 de octubre de 2023	
5	EMITIDO Y APROBADO POR:  V°B° Dr. Jose H. Livia Segovia Director - ICGI			 Dra. Graciela Martina Monroy Correa	

FORMATO N° 3

CONVERSIÓN DE MONEDA Y CÁLCULO DE OBLIGACIONES TRIBUTARIAS

1	DENOMINACIÓN DE LA CONTRATACIÓN	"Publicación de artículo en revista científica"
---	---------------------------------	---

2	DEPENDENCIA USUARIA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
---	---------------------	---------------------------------

3	DATOS DEL PROVEEDOR				
	Razón Social	MDPI			
	RUC	PROVEEDOR DEL EXTRANJERO			
	Número de Cotización / Invoice / Factura / Orden	INVOICE N° 2603908			
	Fecha del documento remitido	29/09/2023			
	Moneda y monto del importe	Moneda del importe:	FRANCOS SUIZOS	Monto del importe:	2,430.00



3	CALCULO DE PAGO	
	Moneda y monto del importe	CHF 2,430.00
	Tipo de cambio SBS al día 03.10.2023	S/ 4.568
	Moneda y monto del importe según conversión	S/11,100.24
	Cálculo de pago IGV no domiciliado (18%)	S/ 1,998.04
	Periodo en que se realiza el cálculo de pago IGV no domiciliado	OCT-2023
	Retenciones (30%) según sea el caso	S/ 3,330.10
	Gastos operativos / Comisiones	S/ 271.62
IMPORTE TOTAL PARA CERTIFICAR		S/ 16,700.00

4	FECHA DE ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO:	05 de octubre de 2023
---	-------------------------------------	-----------------------

5	EMITIDO Y APROBADO POR:	   <p>V°B° Dr. Jose H. Livia Segovia Director – ICGI</p> <p>Dra. Graciela Martina Monroy Correa</p>
---	-------------------------	---

FORMATO N° 4

AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR EL PAGO PREVIO A LA PUBLICACIÓN POR DERECHO A LA REVISTA INDEXADA

1	FECHA DE EMISIÓN DEL DOCUMENTO	05 de octubre del 2023																	
2	DEPENDENCIA USUARIA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACION																	
3	DATOS DEL PROVEEDOR	<table border="1"> <tr> <td>Razón Social</td> <td>MDPI</td> </tr> <tr> <td>RUC / Código</td> <td>PROVEEDOR DEL EXTRANJERO</td> </tr> <tr> <td>Dirección</td> <td>St. Alban-Anlage 66- 4052 Basel Switzerland</td> </tr> <tr> <td>Nombre de contacto</td> <td>Ms. Ariana Loreta Guga / Ms Mag Wang</td> </tr> <tr> <td>Número telefónico</td> <td>Tel: +41 61 683 77 34</td> </tr> <tr> <td>E-mail</td> <td>billing@mdpi.com</td> </tr> </table>	Razón Social	MDPI	RUC / Código	PROVEEDOR DEL EXTRANJERO	Dirección	St. Alban-Anlage 66- 4052 Basel Switzerland	Nombre de contacto	Ms. Ariana Loreta Guga / Ms Mag Wang	Número telefónico	Tel: +41 61 683 77 34	E-mail	billing@mdpi.com					
Razón Social	MDPI																		
RUC / Código	PROVEEDOR DEL EXTRANJERO																		
Dirección	St. Alban-Anlage 66- 4052 Basel Switzerland																		
Nombre de contacto	Ms. Ariana Loreta Guga / Ms Mag Wang																		
Número telefónico	Tel: +41 61 683 77 34																		
E-mail	billing@mdpi.com																		
4	DATOS DE LA CONTRATACIÓN	<table border="1"> <tr> <td>Ítem</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Descripción del objeto de la contratación</td> <td>"SERVICIO DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO ENREVISTA INDIZADA INTERNACIONAL"</td> </tr> <tr> <td>Monto de la contratación</td> <td>S/ 16,700.00</td> </tr> <tr> <td>Forma de pago</td> <td>PAGO PREVIO</td> </tr> <tr> <td>Plazo de la prestación</td> <td>HASTA CIEN DIAS CALENDARIOS SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DEL DIA SIGUIENTE DE RECIBIDO EL PAGO CORRESPONDIENTE</td> </tr> <tr> <td>Validación de TdR</td> <td>Según formato adjunto</td> </tr> </table>	Ítem	1	Descripción del objeto de la contratación	"SERVICIO DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO ENREVISTA INDIZADA INTERNACIONAL"	Monto de la contratación	S/ 16,700.00	Forma de pago	PAGO PREVIO	Plazo de la prestación	HASTA CIEN DIAS CALENDARIOS SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DEL DIA SIGUIENTE DE RECIBIDO EL PAGO CORRESPONDIENTE	Validación de TdR	Según formato adjunto					
Ítem	1																		
Descripción del objeto de la contratación	"SERVICIO DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO ENREVISTA INDIZADA INTERNACIONAL"																		
Monto de la contratación	S/ 16,700.00																		
Forma de pago	PAGO PREVIO																		
Plazo de la prestación	HASTA CIEN DIAS CALENDARIOS SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DEL DIA SIGUIENTE DE RECIBIDO EL PAGO CORRESPONDIENTE																		
Validación de TdR	Según formato adjunto																		
6	OBSERVACIONES	PROVEEDOR CON SEDE SUIZA																	
7	AUTORIZACIÓN EN CASO DE REALIZAR EL PAGO PREVIO A LA PUBLICACIÓN	<p>El funcionario que suscribe el presente documento, dada la naturaleza de la contratación autoriza la realización del pago previo a la publicación, a fin de alcanzar la finalidad de la contratación.</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="8">CONDICIONES PARA EL PAGO PREVIO</td> <td>Monto para pagar</td> <td>S/ 16,700.00</td> </tr> <tr> <td>Plazo para realizar el pago</td> <td>25 DIAS CALENDARIO</td> </tr> <tr> <td>Nombre y dirección del banco destino</td> <td>UBS Switzerland AG, Bahnhofstrasse 45 8001 Zürich Switzerland</td> </tr> <tr> <td>Nombre de cuenta</td> <td>Nombre del beneficiario: MDPI AG</td> </tr> <tr> <td>Número de cuenta</td> <td>0233 00222721.01Y</td> </tr> <tr> <td>CCI / Código Swift</td> <td>UBSWCHZH80A</td> </tr> <tr> <td>Código ABA / IBAN</td> <td>CH74 0023 3233 2227 2101 Y</td> </tr> <tr> <td>Otras consideraciones</td> <td>Tenga en cuenta que la tarifa por usar PayPal es del 5% del monto facturado.</td> </tr> </table>	CONDICIONES PARA EL PAGO PREVIO	Monto para pagar	S/ 16,700.00	Plazo para realizar el pago	25 DIAS CALENDARIO	Nombre y dirección del banco destino	UBS Switzerland AG, Bahnhofstrasse 45 8001 Zürich Switzerland	Nombre de cuenta	Nombre del beneficiario: MDPI AG	Número de cuenta	0233 00222721.01Y	CCI / Código Swift	UBSWCHZH80A	Código ABA / IBAN	CH74 0023 3233 2227 2101 Y	Otras consideraciones	Tenga en cuenta que la tarifa por usar PayPal es del 5% del monto facturado.
CONDICIONES PARA EL PAGO PREVIO	Monto para pagar	S/ 16,700.00																	
	Plazo para realizar el pago	25 DIAS CALENDARIO																	
	Nombre y dirección del banco destino	UBS Switzerland AG, Bahnhofstrasse 45 8001 Zürich Switzerland																	
	Nombre de cuenta	Nombre del beneficiario: MDPI AG																	
	Número de cuenta	0233 00222721.01Y																	
	CCI / Código Swift	UBSWCHZH80A																	
	Código ABA / IBAN	CH74 0023 3233 2227 2101 Y																	
	Otras consideraciones	Tenga en cuenta que la tarifa por usar PayPal es del 5% del monto facturado.																	
8	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  <p>V°B° Dr. Jose H. Livia Segovia Director – ICGI</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Dra. Graciela Martina Monroy Correa</p> </div> </div> <p align="center">NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL FUNCIONARIO RESPONSABLE DEL ÁREA USUARIA</p>																		



Formato 12

FICHA TECNICA DE LA REVISTA

Nombre	vaccines
URL	https://www.mdpi.com/journal/vaccines
ISSN	2076-393x
Indexaciones	WOS SCOPUS PUBMED
Año de publicación	2023
Periodicidad	MENSUAL
Editor	Milica Jokovic
Factor de impacto	7.8
Cuartil de la revista	Q1
Entidad patrocinadora	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
País	SUIZA



Graciano El



Olegario Marín Machuca
Universidad Nacional Federico Villarreal
Calle Roma 350, Miraflores
Lima 15074
Peru

INVOICE

MDPI
St. Alban-Anlage 66
4052 Basel
Switzerland
Tel.: +41 61 683 77 34
E-Mail: billing@mdpi.com
Website: www.mdpi.com
VAT nr. CHE-115.694.943

Date of Invoice:	29 September 2023
Manuscript ID:	vaccines-2603908
Invoice Number:	2603908
Your Order:	by e-mail (omarin@unfv.edu.pe) on 26 August 2023
Article Title:	"Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of Pandemic in Peru"
Name of co-authors:	Olegario Marín-Machuca, Ruy D. Chacón, Natalia Alvarez-Lovera and Obert Marín-Sánchez Additional Author Information
Institutional Open Access Program (IOAP):	University of São Paulo (USP)
Terms of payment:	5 days
Due Date:	4 October 2023
License:	CC BY

Description	Currency	Amount
Article Processing Charges	CHF	2 700.00
IOAP discount (10%)	CHF	(270.00)
Subtotal without VAT	CHF	2 430.00
VAT (0%)	CHF	0.00
Total with VAT	CHF	2 430.00

Accepted Payment Methods

1. Online Payment by Credit Card in Swiss Francs (CHF)

Please visit <https://payment.mdpi.com/2540530> to pay by credit card. We accept payments in Swiss Francs (CHF) made through VISA, MasterCard, Maestro, American Express, Diners Club, Discover, China UnionPay and Alipay+.

2. Paypal in Swiss Francs (CHF)

Please visit <https://payment.mdpi.com/payment/paypal> and enter the payment details. Note that the fee for using Paypal is 5% of the invoiced amount.

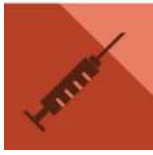
3. Wire Transfer in Swiss Francs (CHF)

Important: **Please provide the Manuscript ID (vaccines-2603908) when transferring the payment**

Payment in CHF must be made by wire transfer to the MDPI bank account. Banks fees must be paid by the customer for both payer and payee so that MDPI can receive the full invoiced amount.

IBAN: CH74 0023 3233 2227 2101 Y
SWIFT Code / BIC (Wire Transfer Address): UBSWCHZH80A
Beneficiary's Name: MDPI AG
Beneficiary's Address: St. Alban-Anlage 66, 4052 Basel, Switzerland
Bank Account Number (CHF, Swiss Francs Account for MDPI): 0233 00222721.01Y
Bank Name: UBS Switzerland AG
Bank Address:

UBS Switzerland AG
Bahnhofstrasse 45
8001 Zürich
Switzerland



vaccines

an Open Access Journal by MDPI



CERTIFICATE OF ACCEPTANCE

Certificate of acceptance for the manuscript (vaccines-2603908) titled:
Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years
of Pandemic in Peru

Authored by:

Olegario Marín-Machuca; Ruy D. Chacón; Natalia Alvarez-Lovera; Pedro Pesantes-Grados; Luis Pérez-Timaná; Obert Marín-Sánchez

has been accepted in *Vaccines* (ISSN 2076-393X) on 29 September 2023



Basel, October 2023



Universidad Nacional
Federico Villarreal

INSTITUTO CENTRAL DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

PROVEIDO N° 983-2023-ICGI-VRIN-UNFV

RECURRENTE: Dr. PEDRO MANUEL AMAYA PINGO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

ASUNTO: SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN
EN LA REVISTA VACCINES/SCOPUS INDEX JOURNAL –
"MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 CASES AND
DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS DURING
THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO
MARÍN MACHUCA – FOPCA.

REFERENCIA: PROVEIDO N° 1128-2023-VRIN-UNFV

NT: 068146-2023

FECHA : Lima, 04 de octubre del 2023

PASE A : **Dra. Graciela M. Monroy Correa**
Jefa de la Oficina de Proyectos de investigación.

PARA : Su atención y fines correspondiente


Dr. JOSÉ H. LIVIA SEGOVIA
Director

Instituto Central de Gestión de la Investigación

Cc. CARLOS DOMINGUEZ
Adj.: 29 folios



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

PROVEIDO N° 1128-2023-VRIN-UNFV

RECURRENTE : DR. OLEGARIO MARÍN MACHUCA
FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA

REFERENCIA : FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE

NT. : 068146

ASUNTO : SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA
VACCINES/SCOPUS ÍNDEX JOURNAL - "MATHEMATICAL MODELING OF
COVID-19 CASES AND DEATHS AND THE IMPACT OF VACCINATIONS
DURING THREE YEARS OF PANDEMIC IN PERU" - DR. OLEGARIO MARÍN
MACHUCA – FOPCA

FECHA : SAN MIGUEL, 03 DE OCTUBRE DE 2023

PASE A : DR. JOSÉ HÉCTOR LIVIA SEGOVIA
INSTITUTO CENTRAL DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

PARA : SU ATENCIÓN CORRESPONDIENTE.

ATENTAMENTE,


DR. PEDRO MANUEL AMAYA PINGO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN



Sello recepción

SECRETARIA GENERAL
OFICINA DE TRÁMITE DOCUMENTARIO

FORMULARIO ÚNICO DE TRÁMITE

(Gratuito)

VRIN	Nº Trámite: OTROS (FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN) SUMILLA (Ver al reverso)
Dependencia a quien se dirige:	

DATOS DEL SOLICITANTE:

Estudiante () Docente (X) Administrativo ()
Empresa o Entidad Pública ()

Apellidos y Nombres y/o Razón Social de la Entidad:

MARÍN MACHUCA, OLEGARIO

Facultad:	Escuela Profesional:	Código:
FOPCA	ALIMENTARIA	89085

DNI o Pasaporte o Carné Extranjería	DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Av. Jr. Calle - Pasaje - Mz. Lt. Urbanización	Nº y/o Dpto.	Distrito:
08810382	Mz. E; Lote 22. Urb. los JARDINES S.V.	-	S.J.L.

Teléfono fijo:	Celular:	Correo Electrónico:
-----	999638815	omarin@unfv.edu.pe

Fundamentación de lo Solicitado:

FINANCIAMIENTO PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

Documentos que se adjunta:	Total folios:
1) SOLICITUD 2) CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN 3) ARTÍCULO CIENTÍFICO 4) INVOICE	04

Lugar y Fecha:	Firma y Post Firma del Solicitante:
MIRAFLORES, 02 DE OCTUBRE 2023	

SG-UNFV-001

Article

Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of the Pandemic in Peru

Olegario Marín-Machuca ¹, Ruy D. Chacón ^{2,*}, Natalia Alvarez-Lovera ³, Pedro Pesantes-Grados ⁴, Luis Pérez-Ti-maná ³, and Obert Marín-Sánchez ^{5,*}

- ¹ Departamento Académico de Ciencias Alimentarias, Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, Universidad Nacional Federico Villarreal, Calle Roma 350, Miraflores 15074, Peru; omarin@unfv.edu.pe (O.M.-M.)
 - ² Department of Pathology, School of Veterinary Medicine, University of São Paulo, Av. Prof. Orlando M. Paiva, 87, São Paulo 05508-270, Brazil; ruychaconv@usp.br (R.D.C.)
 - ³ Escuela Profesional de Genética y Biotecnología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Carlos Germán Amezcaga 375, Lima 15081, Peru; natalia.alvarez@unmsm.edu.pe (N.A.-L.); luis.perez30@unmsm.edu.pe (L.P.-T.)
 - ⁴ Unidad de Posgrado, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Carlos Germán Amezcaga 375, Lima 15081, Peru; pedro.pesantes@unmsm.edu.pe (P.P.-G.)
 - ⁵ Departamento Académico de Microbiología Médica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Carlos Germán Amezcaga 375, Lima 15081, Peru; omarins@unmsm.edu.pe (O.M.-S.)
- * Correspondence: ruychaconv@usp.br (R.D.C.); omarins@unmsm.edu.pe (O.M.-S.)

Abstract: The COVID-19 pandemic has caused widespread infections, deaths, and substantial economic losses. Vaccine development efforts have led to authorized candidates reducing hospitalizations and mortality, although variant emergence remains a concern. Peru faced a significant impact due to healthcare deficiencies. This study employed logistic regression to mathematically model COVID-19's dynamics in Peru over three years and assessed the correlations between cases, deaths, and people vaccinated. We estimated the critical time (t_c) for cases (627 days), deaths (389 days), and people vaccinated (268 days), which led to the maximum speed values on those days. Negative correlations were identified between people vaccinated and cases (-0.40) and between people vaccinated and deaths (-0.75), suggesting reciprocal relationships between those pairs of variables. In addition, Granger causality tests determined that the vaccinated population dynamics can be used to forecast the behavior of deaths (p -value < 0.05), evidencing the impact of vaccinations against COVID-19. Also, the coefficient of determination (R^2) indicated a robust representation of the real data. Using the Peruvian context as an example case, the logistic model's projections of cases, deaths, and vaccinations provide crucial insights into the pandemic, guiding public health tactics and reaffirming the essential role of vaccinations and resource distribution for an effective fight against COVID-19.

Keywords: infections; deaths; vaccines; correlation; logistic model; pandemic; SARS-CoV-2

Citation: Marín-Machuca, O.; Chacón, R.D.; Alvarez-Lovera, N.; Pesantes-Grados, P.; Pérez-Ti-maná, L.; Marín-Sánchez, O. Mathematical Modeling of COVID-19 Cases and Deaths and the Impact of Vaccinations during Three Years of the Pandemic in Peru. *Vaccines* **2023**, *11*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Academic Editor: Ralph A. Tripp

Received: 26 August 2023

Revised: 27 September 2023

Accepted: 29 September 2023

Published: date



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic began in Wuhan, China, in December 2019 [1]. This disease is caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2). In the first week of the pandemic, asymptomatic cases barely reached 1%. Among infected people, 81% had mild symptoms, 14% were severe, and 5% were critical or fatal [2]. Thus, since its emergence, this virus has spread rapidly worldwide,

causing more than 676 million infections, 6.8 million deaths, 13.3 billion total vaccine doses administered, and trillions of USD in economic losses [3,4].

This disease presents some particular characteristics that have favored its spread and catastrophic impact: (1) the etiological agent, an RNA virus, which is endowed with evolutionary mechanisms such as a high mutation rate and genetic recombination [5]; (2) its long incubation period, which allows asymptomatic infected people to transmit the virus [6]; (3) susceptible individuals with a higher risk of fatality, including the elderly, immunosuppressed, and people with underlying diseases [7]; (4) various sources of contagion, including droplets from sneezing, coughing, and contact with or ingestion of contaminated objects [8].

Since the first reports of increased community spread, developing vaccines against COVID-19 has been a global struggle, including the participation of both the public and private sectors. Consequently, there are currently 382 vaccine candidates, including 199 in preclinical development and 183 in the clinical phase [9]. The emergency nature of the pandemic has stimulated the development of several vaccine platforms, including classical vaccines (i.e., live attenuated virus and inactivated virus) and new-generation vaccines (e.g., protein subunits, viral vectors, DNA, RNA, virus-like particles) [10].

Vaccine candidates that have successfully passed preclinical and clinical evaluations and been authorized for emergency use have significantly reduced hospitalizations and mortality rates [11]. However, the differences in the efficacy of the vaccines and the great mutational capacity of SARS-CoV-2 have allowed for the emergence of variants of concern with the ability of immunological evasion, leading to new waves of infection [12].

Peru was one of the countries most affected by the pandemic, due to deficiencies in its hospital system, and exhibited the highest infection–fatality ratio (IFR) [13]. The number of confirmed infections is over 4.5 million, while the deaths are over 220,000. The vaccines used in Peru are CoronaVac, AstraZeneca, Pfizer, Jansen, and Moderna. Over 89.5 million vaccine doses have been administered, and over 28.6 million people are fully vaccinated [3].

Mathematical modeling is a powerful tool that is used to study the spread of COVID-19 in many countries. Mathematical models can predict how the disease will spread over time by tracking the flow of individuals between different compartments, such as susceptible, infectious, recovered, and dead. Each of these types of models has its strengths and weaknesses [14]. SIR (susceptible–infected–recovered) models are relatively simple to understand and can be used to make quick predictions. However, they must consider the full complexity of the disease's spread [15]. SEIR (susceptible–exposed–infected–recovered) models are more complex but can provide a more accurate picture of how a disease spreads [16,17]. SEIRD (susceptible–exposed–infected–recovered–dead) models are extensions of SEIR models that add a compartment for individuals who have died from the disease. This allows SEIRD models to track the entire course of an epidemic, from the early stages to the end [18,19].

Additionally, logistic models are curve-fitting models that can be used to fit a sigmoidal (S-shaped) curve to data. This curve is often seen in the spread of infectious diseases, as the number of cases typically increases slowly at first, then faster, and then slows down again as the population reaches herd immunity. One advantage of logistic models is that they are relatively simple to understand and use, and they can also be employed to predict an epidemic's course. However, logistic models do not consider all of the factors that can influence the spread of a disease, such as the contact rate between individuals and the effectiveness of public health interventions [20,21]. Studies applying logistic regression have been successfully adapted to a wide range of COVID-19 research applications, including the assessment of clinical severity [22], risk analysis [23], the use of vaccines [24], and immune protection by neutralizing antibody levels [25], among others, highlighting the versatility and importance of this type of model.

The objective of this study was to use logistic regression to mathematically model the dynamics of COVID-19 in Peru during 30 months of the pandemic, encompassing cases,

deaths, and people vaccinated. Furthermore, potential correlations were assessed between cases or deaths and the number of people vaccinated.

2. Materials and Methods

2.1. Data Collection

Raw data on infections, deaths, and people vaccinated in Peru were retrieved from the World Health Organization's COVID-19 Dashboard [3]. These data included the period from 6 March 2020 to 20 March 2023. Data variables included total cases, total deaths, and people vaccinated.

To describe the epidemiological panorama of COVID-19 in Peru, we plotted the progression of the variables of cases, deaths, and people vaccinated throughout the selected period. The definition of these variables was as follows:

- Cases: Total confirmed cases of COVID-19. Counts can include probable cases, where reported (from 6 March 2020 to 20 March 2023).
- Deaths: Total deaths attributed to COVID-19. Counts can include probable deaths, where reported (from 6 March 2020 to 20 March 2023).
- People vaccinated: Total number of people who received at least one vaccine dose (from 9 February 2021 to 20 March 2023).

All data is available in the supplementary file (Table S1).

2.2. Mathematical Modeling

Mathematical modeling was based on the empirical modeling theory of Bronshtein and Semendiaev and applied to logistic regression for estimating the dynamics of COVID-19 cases in Peru, encompassing cases, deaths, and people vaccinated. The logistic model was derived from the Verhulst–Pearl logistic model, which describes growth that is initially exponential but slows down as the population nears its carrying capacity [26,27].

The formula to calculate the dynamics of COVID-19 in Peru describes a logistic dispersion of the following form:

$$N = \frac{M}{(1 + Q \times e^{-k \times t})} \quad (1)$$

where “ M ” is the maximum number of cases, deaths, and people vaccinated, “ Q ” is a pre-exponential amount, “ k ” is a proportionality constant, “ t ” is the elapsed time (in days), and “ N ” is the number of cases, deaths, and people vaccinated, depending on the case.

The formula for calculating “ M ” for the three events involves three independent random values and their corresponding dependent values from the database, using the following formula:

$$M = \frac{A \times B - I^2}{A + B - 2} \quad (2)$$

The first value (A) is the dependent variable value corresponding to the independent variable (t_1), where the behavior presents an inflection point. If the inflection (mean) value obtained is not an integer, the next integer value is taken (through rounding). If this latter value is not present in the data table, the next higher value displayed—more significant than the obtained value—is considered, including the linked value.

The second value (B) is the dependent variable value corresponding to the last value of the independent variable (t_2). The third value (I) is the dependent variable value related to the semi-sum of the independent variables t_1 and t_2 , denoted by $t_3 = \frac{t_1+t_2}{2}$. If the mean value obtained is not an integer, the next integer value is taken (through rounding), and the latter value is considered, including the linked value.

The determined value of M is then replaced in the logistic model. If the value obtained is not an integer, the next integer value is taken (through rounding). The logistic model is mathematically linearized, and the least squares method is applied to adopt the

The statistical process of linear regression can be performed by entering the ordered pairs (x, y) in the format $[(\frac{M}{N} - 1)]$. Once all ordered pairs have been entered, we search for $\ln Q$ and k . The value of k is the slope of the linear equation; that is, the “C” value in the linear equation $y = A + Cx$, where the value of A is $\ln B$ and, therefore, $Q = e^A$. During the same linear regression process, we evaluated the correlation statistic Pearson’s “r”. To estimate the rates of cases, deaths, and people vaccinated (people/day) due to COVID-19 in Peru, we derived the determined logistic model, which takes the following form:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{M \times Q \times k \times e^{-k \times t}}{[1 + Q \times e^{-k \times t}]^2} \quad (3)$$

To determine the critical time (t_c) at which the number of cases, deaths, and people vaccinated with respect to COVID-19 will be the maximum value, we derive Expression (3), set it equal to zero, and determine the word:

$$t_c = -\frac{1}{k} \times \ln\left(\frac{1}{Q}\right) \quad (4)$$

If the value obtained is not an integer, the next integer value is taken (through rounding), and the latter value is considered for estimating the searched value in the original model.

We used the tidyverse package in the R programming language in Rstudio IDE [28]. Tidyverse is a set of R packages designed to import, transform, visualize, and model the information used in data science processes. It contains the ggplot2 package used to make the graphs in this article.

2.3. Statistical Analysis

We used the nortest and stats packages in the R programming language within R Studio IDE. Nortest is a collection of R functions specifically designed for conducting normality tests, while stats encompass R functions dedicated to statistical tests and data analysis. Correlation tests were conducted to evaluate whether vaccines reduce infections and deaths. Before performing these tests, a normality test was conducted for each population (cases, deaths, and people vaccinated).

Additionally, the tseries and lmtest packages were used because they provide a series of specific functions for time-series analysis. The data collected were presented in the form of time series, because this is a process of continuous counting of the new daily values and cumulative values of our populations. The time series for each of our populations were subjected to stationarity analysis and, subsequently, the causal relationship between the dynamics of infected and deceased with respect to the vaccinated was analyzed.

2.3.1. Normality Tests for the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

To assess whether the data for each variable (cases, deaths, and people vaccinated) followed a normal distribution, hypothesis testing was conducted. These tests provide a p -value representing the probability of observing a data distribution similar to or even further from normality, assuming the null hypothesis indicates that the variable follows a perfect normal distribution in the population. If the p -value exceeds the significance level, there is insufficient evidence to reject the null hypothesis, suggesting that the variable follows a normal distribution [29]. Since the data in each population exceeded $N > 50$, the Kolmogorov–Smirnov test was performed using the lillie.test function from the nortest package for each population.

Hypothesis test:

Hypothesis 0 (H0): The data follow a normal distribution.

Hypothesis 1 (H1): The data do not follow a normal distribution.

A significance level (α) of 0.05 was set.

2.3.2. Correlation Test between People Vaccinated and Cases

Based on the normality test results, a correlation test was conducted using Spearman's method, since the data in all populations did not follow a normal distribution [30]. The `cor.test` (vaccinations, daily_cases, method = "spearman") function was employed to conduct the test.

Additionally, the `cor` (vaccinations, daily_cases, method = "spearman") function was used to visualize the type of correlation (positive or negative), where a negative rho value indicates a negative correlation, while a positive rho value indicates a positive correlation.

Hypothesis test:

Hypothesis 0 (H0): *The variables are not correlated.*

Hypothesis 1 (H1): *The variables are correlated.*

A significance level (α) of 0.05 was set.

Correlation tests were conducted with real data and modeled data. For modeled data, the values for cases_velocity were employed instead of those for daily_cases.

2.3.3. Correlation Test between People Vaccinated and Deaths

Based on the normality test results, a correlation test was conducted using Spearman's method, since the data in all populations did not follow a normal distribution [30]. The `cor.test` (people vaccinated, daily_deaths, method = "spearman") was used to conduct the test. Additionally, the `cor` (people vaccinated, daily_deaths, method = "spearman") function was employed to visualize the type of correlation (positive or negative), where a negative rho value indicates a negative correlation, while a positive rho value indicates a positive correlation.

Hypothesis test:

Hypothesis 0 (H0): *The variables are not correlated.*

Hypothesis 1 (H1): *The variables are correlated.*

A significance level (α) of 0.05 was set.

Correlation tests were conducted with real data and modeled data. For modeled data, the values for deaths_velocity were employed instead of those for daily_deaths.

2.3.4. Causality Tests for the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

In order to establish a causal relationship between the study variables (cases, deaths, and vaccinated), the Granger causality test was performed. This is a hypothesis test used to determine whether a time series is statistically and significantly useful for predicting the behavior of another time series [31–33].

This causality relationship, also known as Granger-causality, is because a cause precedes an effect, and because knowing how the history of one time series affects the dynamics of the other improves its prediction, i.e., strictly speaking, this causality relationship refers to the precedence and predictive capacity of one series over another. Therefore, when we state that a time series X causes another time series Y "in the Granger sense", we mean that X is a statistically significant predictor of Y [31,32].

This test gives us a *p*-value from the F-statistic; if its value exceeds the given significance level, we can reject the null hypothesis, which suggests that time series X is useful for the prediction of series Y. The hypotheses and decision rule used are as follows:

Hypothesis 0 (H0): *Time series X does not cause (in the Granger sense) time series Y.*

Hypothesis 1 (H1): *Time series X is a causal predictor of time series Y. A significance level (α) of 0.05 was used.*

2.3.5. Stationarity Tests for the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

Granger causality testing requires the time series to be stationary. To verify this requirement, we performed the augmented Dickey–Fuller (ADF) test, which checks for stationarity between a pair of time series. This test analyzed the stationarity in each of the time series studied (cases, deaths, and people vaccinated). In this test, if the p -value is less than the significance level, then we reject the null hypothesis and suggest that the series is stationary. The hypotheses to test for a time series X are the following:

Hypothesis 0 (H0): *Time series X is not stationary.*

Hypothesis 1 (H1): *Time series X is stationary.*

A significance level (α) of 0.05 was used.

2.3.6. Information Criteria for Determining the Lag-Orders

In the Granger test, the lag selected refers to the time lag that will be used to predict one time series from the other. On the other hand, the lag in the augmented Dickey–Fuller test refers to the number of lags in the difference of the time series, which is used to assess its stationarity. Therefore, the optimal lag selected for the Granger test cannot be used directly in the augmented Dickey–Fuller test.

Both the Granger causality test and the augmented Dickey–Fuller test require that a lag value be specified. For this purpose, the Akaike information criterion (AIC) and the Bayesian information criterion (BIC) were used. These criteria are used to compare different models with different lag values and determine which one provides the best fit to the data, because their performance depends on the sample size and the lag order [32,34]. The information criteria penalize models that are more complex in terms of the number of lags included [35]. Therefore, by calculating these criteria for various lag values, one can identify the model that has the lowest value of AIC or BIC, which suggests that it is the best-fitting model for one's data, i.e., the lag value that minimizes AIC or BIC is the one that is considered optimal according to these criteria.

2.3.7. Comparison of Modeled Variables against Real Data

To verify whether the mathematical model explained the behavior of the real data, the coefficient of determination R^2 was calculated [30]. R^2 represents the proportion of the total variability in the response variable explained by the model. A value of R^2 closer to 1 indicates a good fit of the model, suggesting that the model explains a large portion of the response variable's variability. On the other hand, an R^2 value close to 0 indicates that the model does not adequately explain the variability of the response variable. The following mathematical formula was employed to calculate R^2 : $R^2 = 1 - (SSR/SST)$, where SSR (sum of squares residual) is the sum of the squared differences between the predicted values from the model and the actual values of the response variable, while SST (sum of squares total) is the sum of the squared differences between the actual values of the response variable and its mean.

3. Results

3.1. Epidemiological Panorama of COVID-19 in Peru

The first case of COVID-19 in Peru was confirmed on 6 March 2020. Since then, the number of cases has been increasing. Five epidemiological waves reaching or exceeding ten cases (infections) per thousand were observed, with peaks around September 2020, April 2021, February and July 2022, and January 2023 (Figure 1).

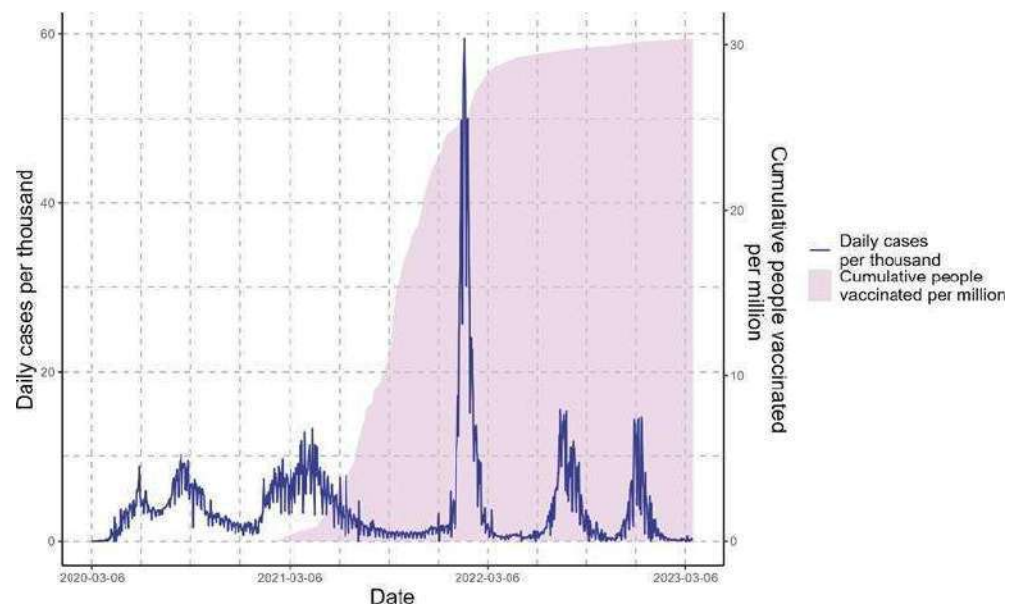


Figure 1. Epidemiological overview of daily cases and cumulative people vaccinated in three years of the COVID-19 pandemic in Peru.

Regarding deaths, the temporal progression of COVID-19 deaths in Peru from March 2020 to March 2023 is shown in Figure 2. The graph depicts the three distinct waves of death. Each wave is characterized by reaching or surpassing a threshold of 200 daily deaths.

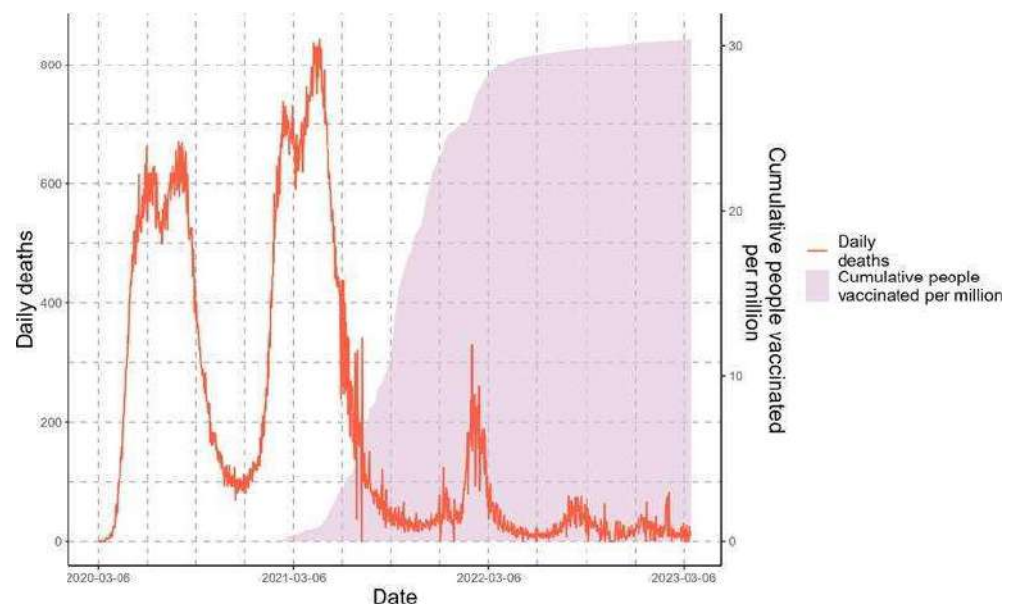


Figure 2. Epidemiological overview of daily deaths and cumulative people vaccinated in three years of the COVID-19 pandemic in Peru.

The vaccination process in Peru began on 9 February 2021 and has taken into account the synchronic data from the beginning of the COVID-19 pandemic until 20 March 2023. The data of new daily and accumulated vaccinations are shown in Figure 3. This graph shows different vaccination cycles, which are characterized by peaks exceeding 100,000 daily vaccinations.

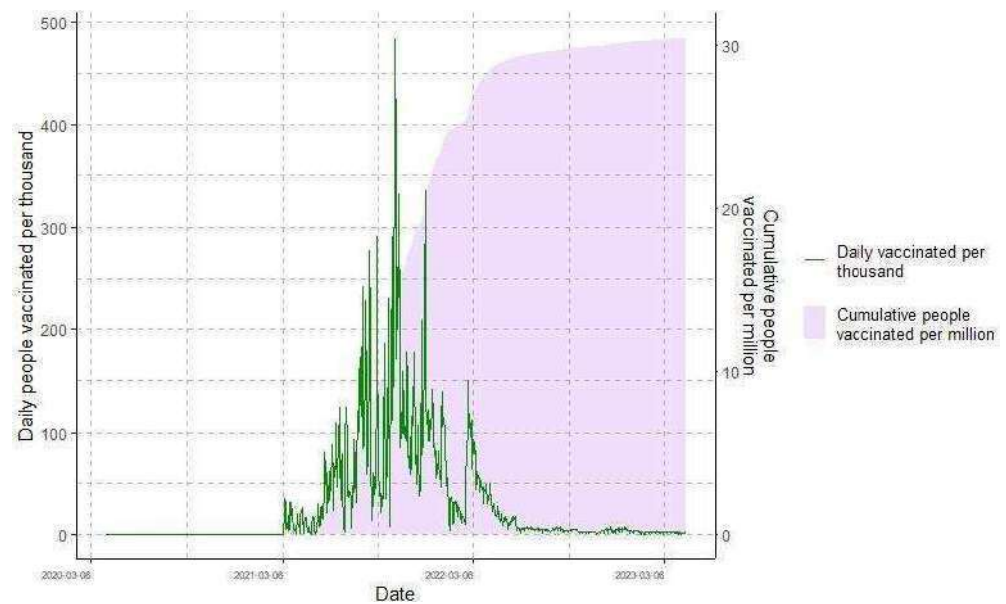


Figure 3. Epidemiological overview of daily and cumulative people vaccinated in three years of the COVID-19 pandemic in Peru.

The epidemiological scenario for the cumulative data for the three variables simultaneously can be observed in Figure 4. The graph shows the temporal progression of COVID-19 cases, deaths, and people vaccinated in Peru from March 2020 to March 2023. The graph depicts the cumulative cases and people vaccinated per million, along with the cumulative deaths per hundred thousand.

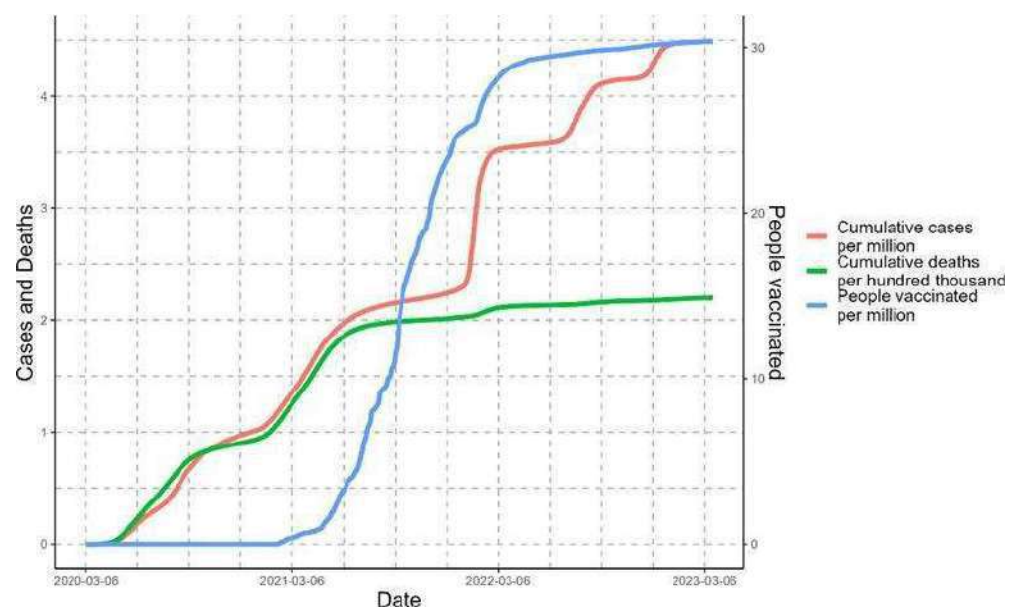


Figure 4. Epidemiological overview of cumulative cases, deaths, and people vaccinated in three years of the COVID-19 pandemic in Peru.

3.2. Mathematical Modeling

The obtained parameters were summarized using the above methodology and procedures (Table 1). The table shows the values for cases, deaths, and people vaccinated obtained by the logistic model.

Table 1. Basic parameters obtained by the logistic model.

Parameter	Cases	Deaths	People Vaccinated
t_1	642	343	222
A	2,245,146	110,184	15,348,800
t_2	1109	1109	769
B	4,489,377	219,648	30,374,977
t_3	876	726	496
I	3,889,029	210,672	29,526,095
M	4,834,759	220,528	30,429,043
a	4.1998	3.2259	3.5568
Q	66.673	25.176	35.051
k	−0.0067	−0.0083	−0.0133
t_c	627	389	268
Maximum speed at t_c	8098	459	101,175
Maximum value at t_c	2,418,709	141,432	19,890,913

The detailed procedures for applying the model for cases, deaths, and people vaccinated are delineated in the following subsections:

3.2.1. Mathematical Modeling for Cases

The first value: $t_1 = 642$ days; corresponds to $A = 2,245,146$ people.

The second value, $t_2 = 1109$ days; corresponds to $B = 4,489,377$ people.

The third value: $t_3 = \frac{642 + 1109}{2} = 872$ days; corresponds to $I = 3,889,092$ people.

Now, replacing in (2): $M = \frac{2,245,146 + 4,489,377 - 2 \times 3,889,029}{4,834,759} = 4,834,759$ people.

Then, the model $Q = \frac{4,834,759}{(1 + B \times e^{-k \times t})}$ can be written as $Q = \frac{4,834,759}{(1 + B \times e^{-k \times t})}$

Applying the least squares method to the expression $\ln \left(\frac{4,834,759}{Q} - 1 \right) = A + k \times t$, we can obtain the prediction or estimation model.

$$Q = \frac{4,834,759}{(1 + 66.6730 \times e^{-0.0067 \times t})} \quad (5)$$

With a correlation coefficient $r = -0.8554$, and deriving Equation (5), we can obtain the equation for the speed of infected people, expressed by Equation (6):

$$\frac{dQ}{dt} = \left[\frac{2,159,730.84 \times e^{-0.0067 \times t}}{(1 + 66.6730 \times e^{-0.0067 \times t})^2} \right] \quad (6)$$

Deriving Equation (5) and equaling to zero, we can determine the critical time (t_c) for which the velocity of the infected people is maximum.

$$t_c = -1/0.0067 \ln \left(\frac{1}{66.6730} \right) = 627 \text{ days}$$

Then, $t_c = 627$ days, and the maximum speed is $\left(\frac{dN}{dt} \right)_{\max} = 8,098$ people/day (Figure 5).

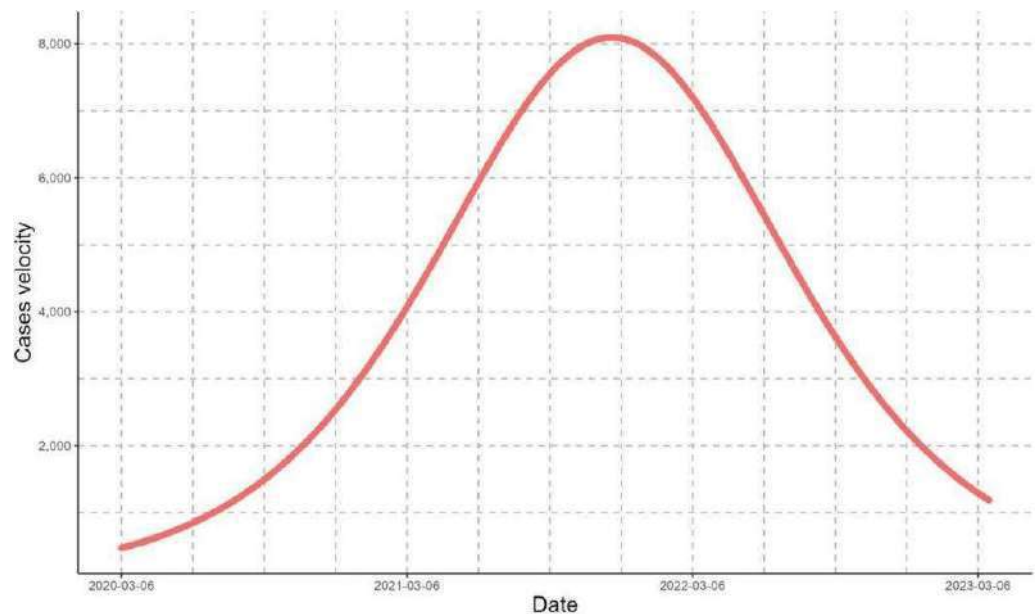


Figure 5. The velocity of the progression of COVID-19 cases represented by the red line. The graph depicts the critical time of the progression at which Peru had the maximum daily value for cases.

For COVID-19 in Peru, the maximum rate of estimated cases was on November 23, 2021; the number of estimated cases was determined by Equation (5), and the rate of change or rate of estimated cases was determined by Equation (6).

3.2.2. Mathematical Modeling for Deaths:

The first value: $t_1 = 343$ days; corresponds to $A = 110,184$ people.

The second value: $t_2 = 1,109$ days; corresponds to $A = 219,648$ people.

The third value: $t_3 = \frac{343 + 1,109}{2} = 726$ days; corresponds to $I = 210,672$ people.

Now, replacing in (2): $M = \frac{110,184 \times 219,648 - 210,672^2}{220,528} = 220,528$ people.

Then, the model: $Q = \frac{220,528}{(1 + B \times e^{-k \times t})}$.

Applying the least squares method to the expression

$\ln\left(\frac{220,528}{Q} - 1\right) = A + k \times t$, we can obtain the prediction or estimation model:

$$Q = \frac{220,528}{(1 + 25.1760 \times e^{-0.0083 \times t})} \quad (7)$$

with a correlation coefficient $r = -0.8902$. Deriving Equation (7), we can obtain the equation for the speed of dead people, expressed by Equation (8):

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{46,081.7073 \times e^{-0.0083 \times t}}{(1 + 25.1760 \times e^{-0.0083 \times t})^2} \quad (8)$$

Deriving Equation (7) and equaling to zero, we can determine the critical time (t_c) for which the velocity of the dead people is maximum.

$$t_c = -1/0.0083 \ln\left(\frac{1}{25.1760}\right) = 389 \text{ days}$$

Then, $t_c = 389$ days, and the maximum speed is $\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\max} = 459$ people/day (Figure 6).

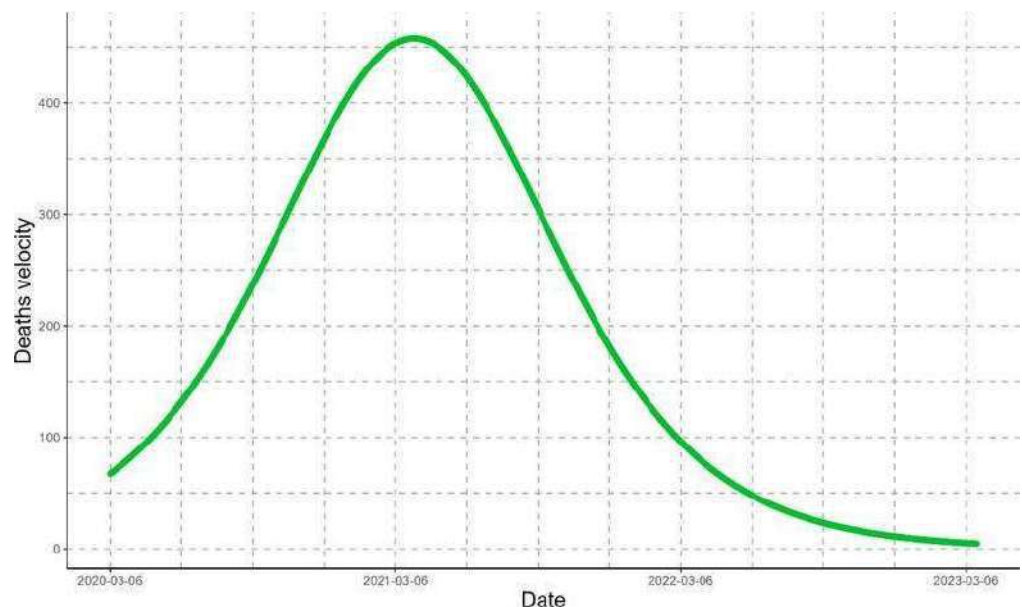


Figure 6. The velocity of the progression of COVID-19 deaths represented by the green line. The graph depicts the critical time of the progression at which Peru had the maximum daily value for deaths.

For COVID-19 in Peru, the maximum rate of estimated fatalities was on November 30, 2021; the number of estimated deaths was determined by Equation (7), and the rate of change or rate of estimated deaths was determined by Equation (8).

3.2.3. Mathematical Modeling for People Vaccinated:

The first value: $t_1 = 222$ days; corresponds to $A = 15,348,800$ people.

The second value: $t_2 = 769$ days; corresponds to $B = 30,774,977$ people.

The third value: $t_3 = \frac{222 + 769}{2} = 496$ days; corresponds to $I = 29,556,095$ people.

Now, replacing in (2): $M = \frac{15,348,800 \times 30,774,977 - 29,556,095^2}{15,348,800 + 30,774,977 - 2 \times 29,556,095} = 30,429,043$ people.

Then, the model $Q = \frac{M}{(1 + B \times e^{-k \times t})}$ can be written as $Q = \frac{30,429,043}{(1 + B \times e^{-k \times t})}$.

Applying the least squares method to the expression

$\ln\left(\frac{30,429,043}{Q} - 1\right) = A + k \times t$, we can obtain the prediction or estimation model:

$$Q = \frac{30,429,043}{(1 + 35.0510 \times e^{-0.0133 \times t})} \quad (9)$$

with a correlation coefficient $r = -0.722$. Deriving Equation (9), we can obtain the equation for the speed of people vaccinated, expressed by Equation (10):

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{14,185,359.54 \times e^{-0.0133 \times t}}{(1 + 35.0510 \times e^{-0.0133 \times t})^2} \quad (10)$$

Deriving Equation (9) and equaling to zero, we can determine the critical time (t_c) for which the velocity of the people vaccinated is maximum:

$$t_c = -1/0.0133 \ln\left(\frac{1}{35.0510}\right) = 268 \text{ days}$$

Then, $t_c = 268$ days, and the maximum speed is $\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\max} = 101,175$ people/day (Figure 7).

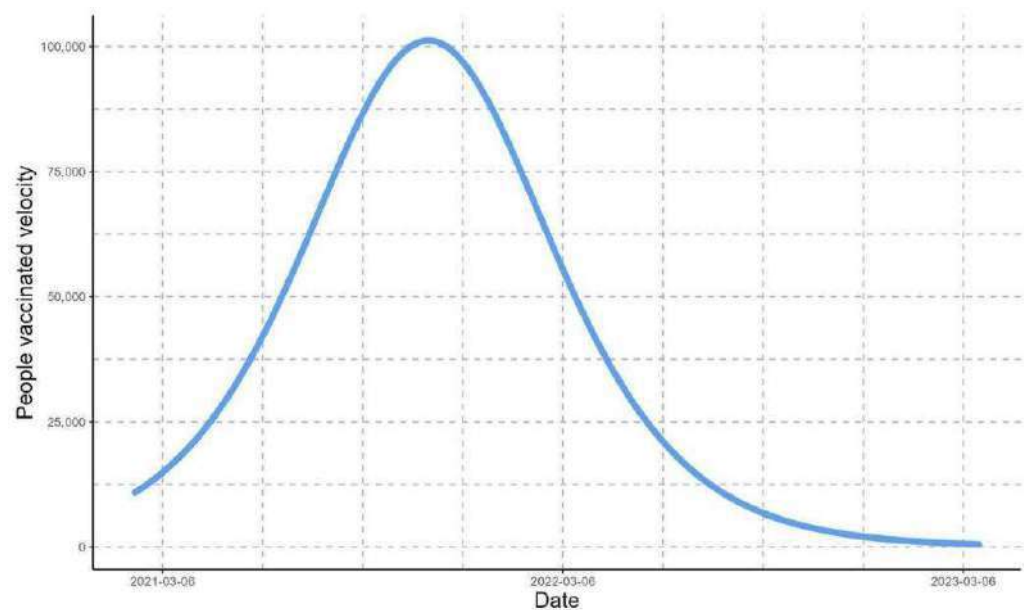


Figure 7. The velocity of the progression of people vaccinated for COVID-19 represented by the blue line. The graph depicts the critical time of the progression at which Peru had the maximum daily value for people vaccinated.

The maximum estimated rate of people vaccinated against COVID-19 in Peru was on November 4, 2021; the estimated number of people vaccinated was determined by Equation (9), and the estimated rate of change or rate of people vaccinated was determined by Equation (10). The epidemiological scenario based on the modeled data for the three variables simultaneously can be observed in Figure 8.

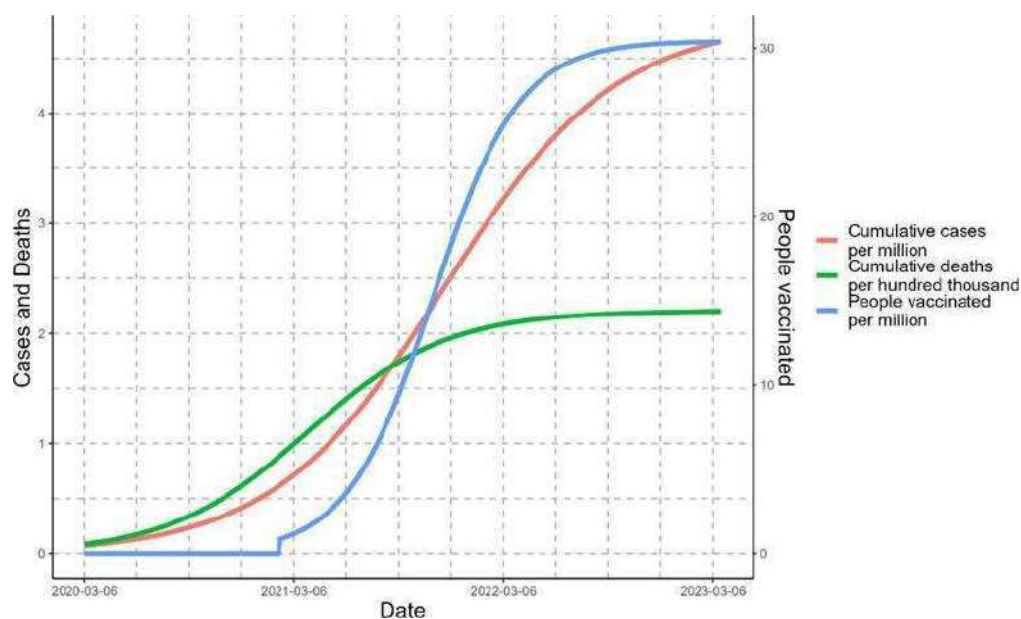


Figure 8. Epidemiological temporal progression of COVID-19 cases, deaths, and people vaccinated in Peru from March 2020 to March 2023 using a logistic method. The graph depicts the cumulative cases and people vaccinated per million, along with the cumulative deaths per hundred thousand.

Once we had mathematically modeled all of the variables, it was possible to compare the progression of the real data with that of the modeled data for cases (Figure 9), deaths (Figure 10), and people vaccinated (Figure 11).

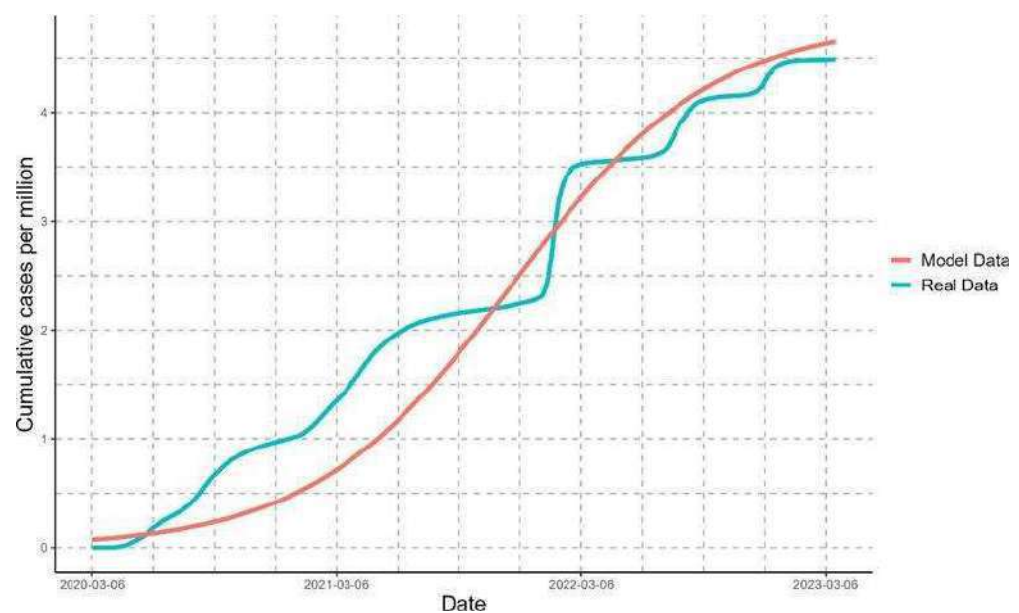


Figure 9. Comparison of the real data of cases with the modeled data of cases. Every million cases represents cumulative cases.

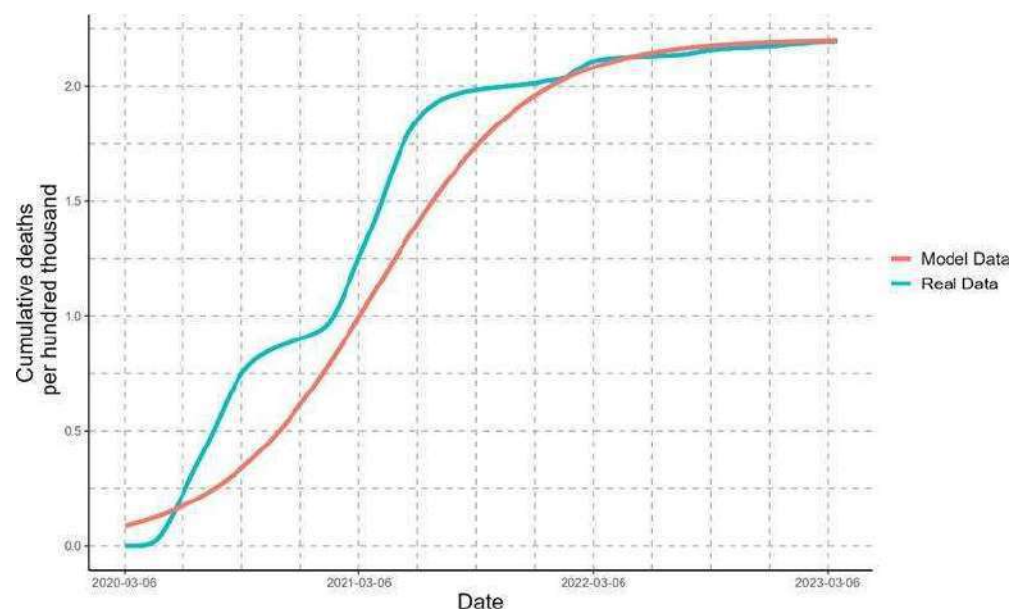


Figure 10. Comparison of the real data of deaths with the modeled data of deaths. Every hundred thousand deaths represents cumulative deaths.

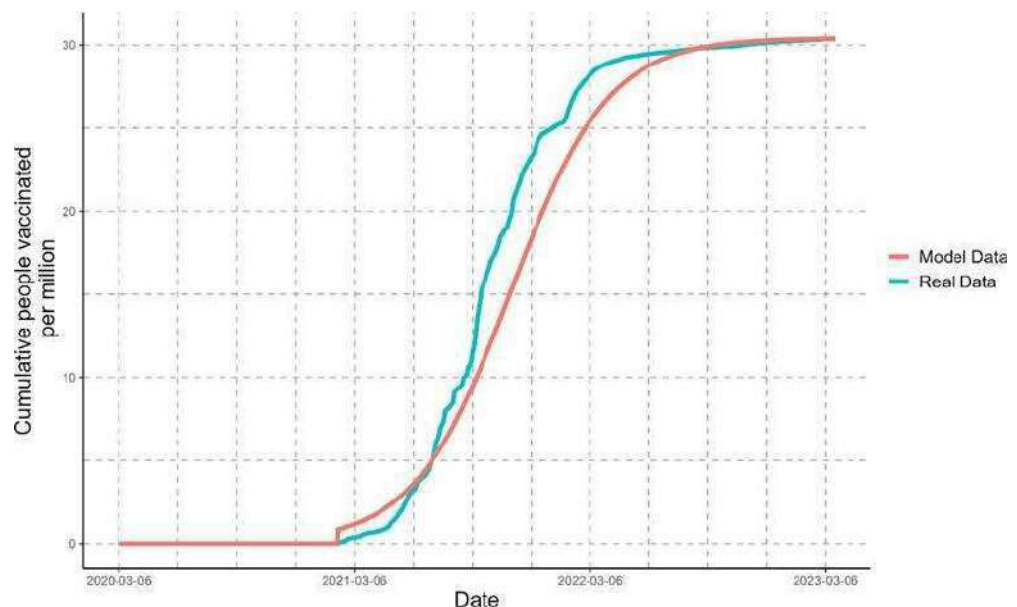


Figure 11. Comparison of the real data of people vaccinated with the modeled data. Every million people vaccinated represents cumulative vaccinations.

3.3. Statistical Analysis

3.3.1. Normality Tests for the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

The data for all three populations (cases, deaths, and people vaccinated) did not exhibit a normal distribution. The p -value for the “people vaccinated” data was $< 2.2 \times 10^{-16}$, indicating rejection of the null hypothesis and that the data did not follow a normal distribution. The p -value for the “cases” data was $< 2.2 \times 10^{-16}$, indicating rejection of the null hypothesis and that the data did not follow a normal distribution. The p -value for the “deaths” data was $< 2.2 \times 10^{-16}$, indicating rejection of the null hypothesis and that the data did not follow a normal distribution.

3.3.2. Correlation Test between People Vaccinated and Cases

The correlation test was conducted to evaluate whether the number of people vaccinated influenced the decrease in the number of infections. For real data, the p -value obtained was $< 2.2 \times 10^{-16}$, rejecting the null hypothesis and indicating a correlation between the variables. The `cor()` function yielded a rho value of -0.4001837 , indicating a negative correlation. This negative correlation implies that an increased number of people vaccinated corresponds to a decrease in cases. For modeled data, the results were similar; the p -value obtained was $< 2.2 \times 10^{-16}$, rejecting the null hypothesis and indicating a correlation between the variables. The `cor()` function yielded a rho value of -0.4204788 , indicating a negative correlation. This negative correlation implies that an increased number of people vaccinated corresponds to a decrease in cases.

3.3.3. Correlation Test between People Vaccinated and Deaths

The correlation test was conducted to evaluate whether the number of people vaccinated influenced the decrease in deaths. For real data, the p -value was $< 2.2 \times 10^{-16}$, rejecting the null hypothesis and indicating a correlation between the variables. The `cor()` function yielded a rho value of -0.7530406 , indicating a negative correlation. This negative correlation implies that an increased number of people vaccinated leads to decreased deaths. For modeled data, the p -value was $< 2.2 \times 10^{-16}$, rejecting the null hypothesis and indicating a correlation between the variables. The `cor()` function yielded a rho value of

−0.9977608, indicating a negative correlation. This negative correlation implies that an increased number of people vaccinated leads to decreased deaths.

Furthermore, it should be noted that the rho value obtained in the `cor()` test conducted for the people vaccinated and deaths populations was lower than the rho value obtained in the `cor()` test conducted for the people vaccinated and cases, indicating that the negative correlation for people vaccinated and deaths was stronger than the negative correlation for people vaccinated and cases. This result was obtained in a similar way for both the real data and the modeled data. Therefore, increasing the number of people vaccinated has a greater impact on reducing deaths than reducing cases.

3.3.4. Information Criteria for Determining the Lag Orders

In determining the lag order for the augmented Dickey–Fuller stationarity test, each of the time series (cases, deaths, and people vaccinated daily) was subjected to a different lag order (from 1 to 25), and the values of AIC and BIC corresponding to each lag were obtained, choosing the lowest of them. These results are shown in Table 2.

Table 2. Criterion information results for the optimal lag order used in the augmented Dickey–Fuller test.

Time Series	Lag-Order	AIC	AIC Value	Lag-Order	BIC	BIC Value
People vaccinated	9		24,998.81	9		25,053.94
Cases	10		19,654.12	10		19,714.27
Deaths	16		10,476.19	15		10,562.1

The following lag-order values were selected for the time series of vaccinated, cases, and deceased: 9, 10, and 16, respectively.

In the case of the lag order for the Granger causality test, the minimum values of the AIC and BIC criteria found are shown in Figure 12 and Table 3, and all of the values found for the lag order range from 1 to 25 for the deaths–people vaccinated series.

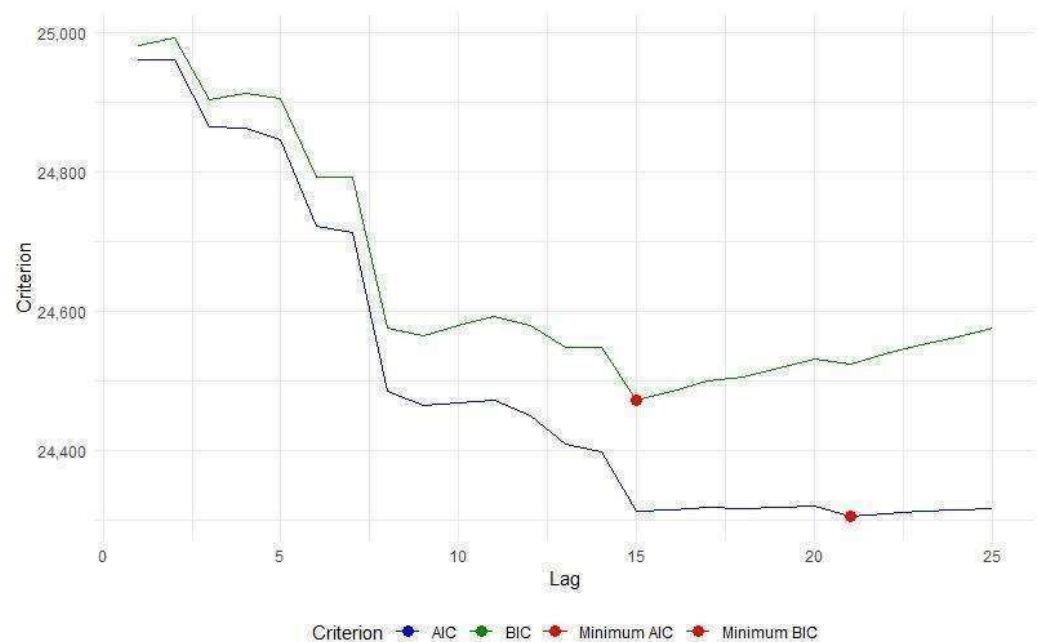


Figure 12. Plot between the different lags evaluated by the AIC and BIC criteria for the pair of time series deaths–people vaccinated.

In this case, we selected a lag order of 15 for both pairs of series.

Table 3. Criterion information results for the optimal lag order used in the Granger causality test.

Pair of Time Series	Lag-Order AIC	AIC Value	Lag-Order BIC	BIC Value
Deaths–people vaccinated	21	24,296.05	15	24,464.87
Cases–people vaccinated	21	24,305.82	15	24,472.33

3.3.5. Stationarity Tests for the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

The time series for all three populations (cases, deaths, and people vaccinated) can be considered stationary. According to the Dickey–Fuller test augmented with lag-order values of 9 (vaccinated), 10 (cases), and 16 (deaths), using the `adf.test()` function of the `tseries` package, we found p -values < 0.01 (that is, p -values < 0.05 (significance level)) for all three populations; therefore, we can reject the null hypothesis and establish that the three time series are stationary, i.e., they exhibit a constant variance over time.

3.3.6. Causality Tests between the Variables: Cases, Deaths, and People Vaccinated

Since the three time series were stationary, we proceeded to perform the Granger causality test for two pairs of series: cases–vaccinated and deaths–vaccinated. We analyzed both causality directions in each pair of series with a lag order of 15, using the `grangertest (X, Y, order)` function of the `lmtest` package; the following table (Table 4) shows the results:

Table 4. Summary results for the Granger causality test in each analyzed direction.

Pair of Time Series	Deaths → Vaccinated	Vaccinated → Deaths	Cases → Vaccinated	Vaccinated → Cases
p -Value	0.1828	0.01608	0.6495	0.9276

Due to the p -value in the causality direction vaccinated → deaths being less than the significance level ($\alpha = 0.05$), we can reject the null hypothesis, i.e., the values of the vaccinated people can be used to predict the values of the deaths. The other causality direction showed a p -value > 0.05 ; in these cases, we cannot reject the null hypothesis, i.e., there is no Granger causality between them.

3.3.7. Comparison of Modeled Variables against Real Data

The comparison of the real data with the data obtained by the mathematical model for cases, deaths, and people vaccinated resulted in the following coefficients of determination (R^2): 0.9263022, 0.9099109, and 0.9814848, respectively. These values indicate that the mathematical model strongly represents the real data for all of the variables.

4. Discussion

The COVID-19 pandemic was an unprecedented catastrophe due to the emergence of the first pandemic-causing coronavirus and its uncontrollable spread, significantly mitigated only by using vaccines. Other contemporary social, political, and economic factors also influenced the impact. The intricate interplay of biological and non-biological factors contributed significantly to the transmission and dissemination of SARS-CoV-2, causing millions of cases and deaths worldwide. Due to the underlying dynamics of COVID-19, which exhibit variation across different geographical regions, we endeavored to employ mathematical modeling, specifically logistic regression, to analyze the dynamics of COVID-19 in Peru during three years of the pandemic period, encompassing cases, deaths, and people vaccinated. Additionally, we assessed potential correlations between cases or deaths and the number of people vaccinated.

Predicting and understanding infectious diseases' behavior in epidemiology is critical for effective public health interventions and policymaking. Among the various modeling approaches, the logistic mathematical model has proven valuable for its simplicity, adaptability, and ability to capture the essential dynamics of disease progression in a wide range of COVID-19 research applications [22–25].

Mathematical modeling, specifically logistic regression, helps elucidate the dynamics of the COVID-19 pandemic in Peru over three years, encompassing data on cases, deaths, and people vaccinated. This research is further justified by the unique challenges posed by COVID-19, such as its rapid global spread, high mutation rate, and the emergence of variants that can evade immunity. While vaccines have been a pivotal tool in mitigating the pandemic's effects, disparities in their efficacy and the virus's mutational capabilities necessitate comprehensive modeling to predict future trends and inform public health strategies. Additionally, many publications endorse the logistic model's usage for predicting COVID-19 cases, deaths, and vaccinations [36–40].

This study's approach, rooted in the empirical modeling theory, employed logistic regression to estimate the dynamics of COVID-19 cases, deaths, and people vaccinated in Peru. The choice of a logistic model derived from the Verhulst–Pearl logistic model is apt for capturing growth patterns that start exponentially but decelerate as they approach a carrying capacity [27]. Such models are particularly suited for infectious diseases' spread, where initial growth is rapid but slows down as factors like herd immunity come into play [14]. The detailed formulae, including the logistic dispersion and the method to calculate the maximum numbers of cases, deaths, and people vaccinated, offer a comprehensive mathematical framework. However, as highlighted by Kumari and Sharma [41], it would be beneficial to provide a rationale for the choice of specific parameters and constants, ensuring that the model's assumptions align with the real-world dynamics of the disease.

In the logistic model, the critical time (t_c) represents the maximum rate at which the population experiences infections, deaths, or vaccinations. It also signifies the inflection point of the logistic curve. From this point onward, the growth rate of the three cumulative populations begins to decrease, eventually stabilizing at their respective maximum values (i.e., the maximum numbers of cases, deaths, and people vaccinated). These critical times hold immense significance because they mark a reduction in the rate of infection or mortality, indicating that the epidemic is starting to come under control. It is imperative to maintain the conditions that foster this trend, such as increasing primary care, promoting preventive measures against contagion, and so on. Conversely, in the case of vaccinated individuals, this critical point suggests a change in vaccination policy. The vaccination rate has slowed down, which could be attributed to factors like vaccine shortages, saturation of the eligible population, or other causes. In addition, the implications of vaccination usage in our study help us to better understand its impact on the progression of the pandemic. This can indirectly provide insights into vaccine efficacy, potential resistance, and the need for booster doses or new formulations. Such knowledge can influence vaccine development, administration strategies, and patient counseling. From a broader public health perspective, these findings can guide strategic planning, allocation of resources, and public communication efforts.

This study's utilization of the R programming language, and specifically the tidyverse package, is commendable [42]. Tidyverse is a robust toolset for data science processes, and its inclusion ensures rigorous data handling and visualization. However, as Mishra et al. noted [43], the statistical analysis section could benefit from a more in-depth exploration of the data's characteristics before applying specific tests. While the normality tests and hypothesis testing are well structured, providing some descriptive statistics or preliminary visualizations would be advantageous to give readers a clearer understanding of the data's distribution.

The correlation tests, focusing on the relationship between people vaccinated and cases or deaths, are crucial for understanding the vaccine's impact. Spearman's method is an appropriate choice given the non-normal distribution of the data [30]. However, discussing the implications of the correlation results in the context of public health and vaccination strategies would be beneficial. The present study identified vaccinations' impact as negative correlations between vaccinated people and cases or deaths. Furthermore, the effect of vaccinations on reducing deaths was more pronounced, exhibiting a stronger negative correlation. The correlation concerning cases can be explained by the fact that vaccines do not prevent infections but, rather, mitigate them through a gradual decrease in antibodies among vaccinated individuals and new variants of SARS-CoV-2 with immune-evasion characteristics [11,12]. However, it is important to note that correlation only shows a reciprocal relationship between two variables and does not imply causality.

To determine the causality effect between two variables, some statistical strategies have been developed; for example, propensity score matching (PSM) is widely used in the epidemiological context when it is desired to minimize the bias of non-randomized studies and to determine the effects of control measures or treatments on populations of interest; however, this methodology is essentially applicable only to cross-sectional studies and requires cofounders or covariables to perform a robust study [44–48]. In addition, some methodologies have been implemented in time-varying treatment or exposure, but this methodology could be inappropriate [49,50]. Considering the nature of the variables addressed in this study, we implemented the Granger test to evaluate causality. In general, if the relevant variables and the relationships between them are known and can be formalized by means of vector autoregressive models (i.e., models that consider the past and present relationships of the variables, generally represented as difference equations), then the Granger test can be useful to study the level of predictability of one variable from another variable [51]. Since our data are in the form of time series (i.e., discrete values at regular, finite intervals, and with stationary characteristics), the Granger test can be applied. The Granger causality test allowed us to determine with statistical significance that the vaccinated population dynamics can be used to forecast the behavior of deaths. However, vaccination does not seem to have a direct effect on contagion and the spread of the disease; this is consistent with the characteristics of the vaccines applied in Peru, which were designed with the purpose of reducing the severity and, therefore, mortality, but not the contagion of the disease.

Despite the above, we must bear in mind that the causality test used is not free of bias, and that even when all of the requirements for its application are met, the results of the causality test must be interpreted in conjunction with the other components (i.e., the variables and relationships between them) of the system, in addition to the fact that non-linear relationships between variables tend to diminish its reliability. Moreover, it does not take into account the effect of a third time series that could actually cause the behavior observed when analyzing pairs of populations [31,33]. In the context of our study, although a predictive effect of the dynamics of the vaccinated population with respect to the number of deaths was determined, the level of that effect was not estimated in comparison with other health measures, such as the implementation of pharmacological treatment for symptomatic patients, isolation, social distancing, the use of mechanical protectors, genetic and behavioral factors, etc. On the other hand, we should mention that since the model based on differential equations is a limiting case of equations in differences, causality in the Granger sense would give us evidence and indirect support to explicitly state this relationship in a mathematical model in differential equations with two or more variables and, therefore, extend the logistic model proposed to characterize the dynamics of each population.

Comparing modeled variables against real data using the coefficient of determination, R^2 , is critical in validating the model's accuracy [52]. An R^2 value close to 1 would indeed suggest a good fit, but as Härdle and Simar [53] emphasized, it is essential to interpret this in the context of the disease's dynamics. Even a model with a high R^2 might have limitations, especially if it does not account for external factors like public health interventions or behavioral changes in the population. It would be beneficial to juxtapose the R^2 value with other goodness-of-fit metrics and perhaps compare the logistic model's performance with other potential modeling approaches.

The inherent nature of the logistic model, which captures the sigmoidal (S-shaped) curve often seen in infectious diseases' spread, makes it an appropriate choice. The initial slow rise, followed by a rapid increase and eventual plateauing, mirrors the real-world progression of many epidemics, including COVID-19 [54]. This is particularly significant given the unpredictable nature of the virus's spread, influenced by factors such as public health interventions, behavioral changes, and vaccination rates. The logistic model's ability to predict the potential carrying capacity (i.e., the maximum number of cases, deaths, or people vaccinated) is useful for policymakers and health officials to anticipate healthcare needs and strategize interventions.

Complex compartmental models like SIR, SEIR, and SEIRD offer detailed insights into disease dynamics, but they often require many parameters and assumptions. Conversely, the logistic model provides a straightforward approach to understanding the general trend of the epidemic without delving into the intricacies of disease transmission dynamics [14]. This makes it a powerful tool for quick assessments and predictions, especially when timely decisions are paramount.

While the logistic model offers many advantages, it is crucial to recognize its limitations. The model inherently assumes a symmetrical rise and fall, which might only sometimes align with real-world data, especially in the face of external interventions or the emergence of new variants [20]. Moreover, the model does not account for factors like contact rates between individuals or the effectiveness of public health measures. Therefore, while the logistic model provides a valuable overview, it should ideally be used with other models or data sources to better understand the epidemic's dynamics.

Peru's unique challenges during the pandemic have made it a focal point for international professionals. The nation presented the highest infection–fatality ratio during the most catastrophic months of the pandemic worldwide. Coupled with the challenges introduced by its healthcare system's limitations, including the lesser quantities of mechanical respirators and intensive care units in the region, Peru offers a compelling case study for managing an outbreak under strained circumstances. Insights gained from Peru can be invaluable for nations with similar healthcare infrastructure or those facing similar external challenges. Moreover, understanding the effects of the pandemic on diverse populations, such as the Amazonian indigenous community in Peru, can shed light on disease dynamics in varied sociocultural contexts [55]. These findings can guide tailored interventions, resource allocation, and policymaking in other regions, emphasizing the universal relevance of localized studies [56].

5. Conclusions

This study concludes that mathematical modeling, particularly logistic regression, provided a valuable tool for analyzing the dynamics of COVID-19 in Peru over three years, focusing on cases, deaths, and vaccinations.

The identified critical times represented the maximum rates of cases, deaths, and vaccinations, signifying a shift in the epidemic's dynamics towards stabilization. The significance of these points influences the understanding of disease dynamics by identifying the events that occurred before and after those rates, enabling timely measures for better pandemic control.

Negative correlations were observed between the number of people vaccinated and both cases and deaths, indicating a reciprocal relationship between these variables. Furthermore, according to the statistical evidence, it can be concluded that the dynamics of the vaccinated population is a good predictor to determine the behavior of the deceased; however, the effects of other variables (e.g., pharmacological treatment and non-pharmacological measures) as possible predictors of the deceased cannot be ruled out.

While the logistic model offered simplicity and quick assessments, it had inherent limitations when applied to real-world scenarios, such as assuming a symmetrical rise and omitting more complex or circumstantial variables.

Finally, insights from Peru's unique pandemic challenges, including healthcare deficiencies and diverse populations, can provide valuable lessons for countries with similar infrastructure or external challenges. This can guide tailored interventions, resource allocation, and policymaking, emphasizing their universal relevance.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: www.mdpi.com/xxx/s1, Table S1: Real and modeled data on infections, deaths, and people vaccinated in Peru.

Author Contributions: Conceptualization, O.M.-M., R.D.C., and O.M.-S.; methodology, O.M.-M., R.D.C., N.A.-L., and O.M.-S.; software, N.A.-L. and O.M.-S.; validation, N.A.-L. and O.M.-S.; formal analysis, O.M.-M., R.D.C., N.A.-L., L.P.-T., P.P.-G., and O.M.-S.; investigation, O.M.-M., R.D.C., N.A.-L., L.P.-T., P.P.-G., and O.M.-S.; data curation, R.D.C. and O.M.-S.; writing—original draft preparation, O.M.-M., R.D.C., N.A.-L., L.P.-T., P.P.-G., and O.M.-S.; writing—review and editing, O.M.-M., R.D.C., N.A.-L., L.P.-T., P.P.-G., and O.M.-S.; visualization, N.A.-L., L.P.-T., P.P.-G., and O.M.-S.; supervision, R.D.C., and O.M.-S.; funding acquisition, O.M.-M. and O.M.-S. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding for its execution. The Vicerrectorado de Investigación of the Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV) sponsored the publication fee.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Raw data on infections, deaths, and vaccinations for Peru were retrieved from the World Health Organization's COVID-19 Dashboard [3]. These data included the period from 6 March 2020 to 20 March 2023.

Acknowledgments: We wish to thank the following bodies of the Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV): Vicerrectorado de Investigación, Dirección General de Administración, Oficina Central de Planificación, and Oficina de Abastecimiento y Servicios Generales, for enabling the financing of the article processing charge (APC) in open access.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Zhu, N.; Zhang, D.; Wang, W.; Li, X.; Yang, B.; Song, J.; Zhao, X.; Huang, B.; Shi, W.; Lu, R.; et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N. Engl. J. Med.* **2020**, *382*, 727–733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>.
2. Wu, Z.; McGoogan, J.M. Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* **2020**, *323*, 1239–1242. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>.
3. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available online: <https://covid19.who.int/> (accessed on 20 March 2023).
4. Kolahchi, Z.; De Domenico, M.; Uddin, L.Q.; Cauda, V.; Grossmann, I.; Lacasa, L.; Grancini, G.; Mahmoudi, M.; Rezaei, N. COVID-19 and Its Global Economic Impact. *Adv. Exp. Med. Biol.* **2021**, *1318*, 825–837. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63761-3_46.
5. Markov, P.V.; Ghafari, M.; Beer, M.; Lythgoe, K.; Simmonds, P.; Stilianakis, N.I.; Katzourakis, A. The Evolution of SARS-CoV-2. *Nat. Rev. Microbiol.* **2023**, *21*, 361–379. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00878-2>.
6. Jiang, X.; Rayner, S.; Luo, M.-H. Does SARS-CoV-2 Has a Longer Incubation Period than SARS and MERS? *J. Med. Virol.* **2020**, *92*, 476–478. <https://doi.org/10.1002/jmv.25708>.
7. Guan, W.-J.; Ni, Z.-Y.; Hu, Y.; Liang, W.-H.; Ou, C.-Q.; He, J.-X.; Liu, L.; Shan, H.; Lei, C.-L.; Hui, D.S.C.; et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N. Engl. J. Med.* **2020**, *382*, 1708–1720. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>.

8. Lotfi, M.; Hamblin, M.R.; Rezaei, N. COVID-19: Transmission, Prevention, and Potential Therapeutic Opportunities. *Clin. Chim. Acta* **2020**, *508*, 254–266. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.05.044>.
9. Thanh Le, T.; Andreadakis, Z.; Kumar, A.; Gómez Román, R.; Tollefsen, S.; Saville, M.; Mayhew, S. The COVID-19 Vaccine Development Landscape. *Nat. Rev. Drug Discov.* **2020**, *19*, 305–306. <https://doi.org/10.1038/d41573-020-00073-5>.
10. Creech, C.B.; Walker, S.C.; Samuels, R.J. SARS-CoV-2 Vaccines. *JAMA* **2021**, *325*, 1318–1320. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.3199>.
11. Ghazy, R.M.; Ashmawy, R.; Hamdy, N.A.; Elhadi, Y.A.M.; Reyad, O.A.; Elmalawany, D.; Almaghraby, A.; Shaaban, R.; Taha, S.H.N. Efficacy and Effectiveness of SARS-CoV-2 Vaccines: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Vaccines* **2022**, *10*, 350. <https://doi.org/10.3390/vaccines10030350>.
12. Carabelli, A.M.; Peacock, T.P.; Thorne, L.G.; Harvey, W.T.; Hughes, J.; COVID-19 Genomics UK Consortium; Peacock, S.J.; Barclay, W.S.; de Silva, T.I.; Towers, G.J.; et al. SARS-CoV-2 Variant Biology: Immune Escape, Transmission and Fitness. *Nat. Rev. Microbiol.* **2023**, *21*, 162–177. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00841-7>.
13. COVID-19 Forecasting Team Variation in the COVID-19 Infection-Fatality Ratio by Age, Time, and Geography during the Pre-Vaccine Era: A Systematic Analysis. *Lancet* **2022**, *399*, 1469–1488. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)02867-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02867-1).
14. Bouchnita, A.; Chekroun, A.; Jebrane, A. Mathematical Modeling Predicts That Strict Social Distancing Measures Would Be Needed to Shorten the Duration of Waves of COVID-19 Infections in Vietnam. *Front. Public Health* **2020**, *8*, 559693. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.559693>.
15. Alanazi, S.A.; Kamruzzaman, M.M.; Alruwaili, M.; Alshammari, N.; Alqahtani, S.A.; Karime, A. Measuring and Preventing COVID-19 Using the SIR Model and Machine Learning in Smart Health Care. *J. Healthc. Eng.* **2020**, *2020*, 8857346. <https://doi.org/10.1155/2020/8857346>.
16. He, S.; Peng, Y.; Sun, K. SEIR Modeling of the COVID-19 and Its Dynamics. *Nonlinear Dyn.* **2020**, *101*, 1667–1680. <https://doi.org/10.1007/s11071-020-05743-y>.
17. Ghostine, R.; Gharamti, M.; Hassrouny, S.; Hoteit, I. An Extended SEIR Model with Vaccination for Forecasting the COVID-19 Pandemic in Saudi Arabia Using an Ensemble Kalman Filter. *Mathematics* **2021**, *9*, 636. <https://doi.org/10.3390/math9060636>.
18. Loli Piccolomini, E.; Zama, F. Monitoring Italian COVID-19 Spread by a Forced SEIRD Model. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0237417. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237417>.
19. Fonseca i Casas, P.; García i Carrasco, V.; Garcia i Subirana, J. SEIRD COVID-19 Formal Characterization and Model Comparison Validation. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 5162. <https://doi.org/10.3390/app10155162>.
20. Fang, Y.; Nie, Y.; Penny, M. Transmission Dynamics of the COVID-19 Outbreak and Effectiveness of Government Interventions: A Data-Driven Analysis. *J. Med. Virol.* **2020**, *92*, 645–659. <https://doi.org/10.1002/jmv.25750>.
21. Attanayake, A.M.C.H.; Perera, S.S.N.; Jayasinghe, S. Phenomenological Modelling of COVID-19 Epidemics in Sri Lanka, Italy, the United States, and Hebei Province of China. *Comput. Math. Methods Med.* **2020**, *2020*, 6397063. <https://doi.org/10.1155/2020/6397063>.
22. Wolter, N.; Jassat, W.; Walaza, S.; Welch, R.; Moultrie, H.; Groome, M.; Amoako, D.G.; Everatt, J.; Bhiman, J.N.; Scheepers, C.; et al. Early Assessment of the Clinical Severity of the SARS-CoV-2 Omicron Variant in South Africa: A Data Linkage Study. *Lancet* **2022**, *399*, 437–446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)00017-4).
23. Venancio-Guzmán, S.; Aguirre-Salado, A.I.; Soubervielle-Montalvo, C.; Jiménez-Hernández, J.D.C. Assessing the Nationwide COVID-19 Risk in Mexico through the Lens of Comorbidity by an XGBoost-Based Logistic Regression Model. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 11992. <https://doi.org/10.3390/ijerph191911992>.
24. Shmueli, L. Predicting Intention to Receive COVID-19 Vaccine among the General Population Using the Health Belief Model and the Theory of Planned Behavior Model. *BMC Public Health* **2021**, *21*, 804. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10816-7>.
25. Khoury, D.S.; Cromer, D.; Reynaldi, A.; Schlub, T.E.; Wheatley, A.K.; Juno, J.A.; Subbarao, K.; Kent, S.J.; Triccas, J.A.; Davenport, M.P. Neutralizing Antibody Levels Are Highly Predictive of Immune Protection from Symptomatic SARS-CoV-2 Infection. *Nat. Med.* **2021**, *27*, 1205–1211. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01377-8>.
26. Kot, M. *Elements of Mathematical Ecology*, 1st ed.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2001; pp. 3–12.
27. Bacaër, N. Verhulst and the Logistic Equation (1838). In *A Short History of Mathematical Population Dynamics*, 1st ed.; Bacaër, N., Ed.; Springer: London, UK, 2011; pp. 35–39.
28. Wickham, H.; Bryan, J. *R Packages*, 2nd ed.; O'Reilly Media, Inc.: Sebastopol, CA, USA, 2023; pp. 1–381.
29. Pereira, S.M.C.; Leslie, G. Hypothesis Testing. *Aust. Crit. Care* **2009**, *22*, 187–191. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2009.08.003>.
30. Schober, P.; Boer, C.; Schwarte, L.A. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesth. Analg.* **2018**, *126*, 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>.
31. Amblard, P.-O.; Michel, O.J.J. The Relation between Granger Causality and Directed Information Theory: A Review. *Entropy* **2013**, *15*, 113–143. <https://doi.org/10.3390/e15010113>.
32. Bruns, S.B.; Stern, D.I. Lag Length Selection and P-Hacking in Granger Causality Testing: Prevalence and Performance of Meta-Regression Models. *Empir. Econ.* **2019**, *56*, 797–830. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1446-3>.
33. Stokes, P.A.; Purdon, P.L. A Study of Problems Encountered in Granger Causality Analysis from a Neuroscience Perspective. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **2017**, *114*, E7063–E7072. <https://doi.org/10.1073/pnas.1704663114>.
34. Cheung, Y.-W.; Lai, K.S. Lag Order and Critical Values of the Augmented Dickey-Fuller Test. *J. Bus. Econ. Stat.* **1995**, *13*, 277–280. <https://doi.org/10.2307/1392187>.

35. Kihoro, J.M.; Otieno, R.O.; Wafula, C. Seasonal Time Series Forecasting: A Comparative Study of Arima and Ann Models. *Afr. J. Sci. Technol.* **2004**, *5*, 41–49. <https://doi.org/10.4314/ajst.v5i2.15330>.
36. Jewell, N.P.; Lewnard, J.A.; Jewell, B.L. Predictive Mathematical Models of the COVID-19 Pandemic: Underlying Principles and Value of Projections. *JAMA* **2020**, *323*, 1893–1894. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.6585>.
37. Hsiang, S.; Allen, D.; Annan-Phan, S.; Bell, K.; Bolliger, I.; Chong, T.; Druckenmiller, H.; Huang, L.Y.; Hultgren, A.; Krasovich, E.; et al. The Effect of Large-Scale Anti-Contagion Policies on the COVID-19 Pandemic. *Nature* **2020**, *584*, 262–267. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2404-8>.
38. Chimmula, V.K.R.; Zhang, L. Time Series Forecasting of COVID-19 Transmission in Canada Using LSTM Networks. *Chaos Solitons Fractals* **2020**, *135*, 109864. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109864>.
39. Anastassopoulou, C.; Russo, L.; Tsakris, A.; Siettos, C. Data-Based Analysis, Modelling and Forecasting of the COVID-19 Outbreak. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0230405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230405>.
40. Petropoulos, F.; Makridakis, S. Forecasting the Novel Coronavirus COVID-19. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0231236. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231236>.
41. Kumari, N.; Sharma, S. Modeling the Dynamics of Infectious Disease under the Influence of Environmental Pollution. *Int. J. Appl. Comput. Math* **2018**, *4*, 84. <https://doi.org/10.1007/s40819-018-0514-x>.
42. Wickham, H.; Averick, M.; Bryan, J.; Chang, W.; McGowan, L.D.; François, R.; Grolemond, G.; Hayes, A.; Henry, L.; Hester, J. Welcome to the Tidyverse. *J. Open Source Softw.* **2019**, *4*, 1686.
43. Mishra, P.; Pandey, C.M.; Singh, U.; Gupta, A.; Sahu, C.; Keshri, A. Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data. *Ann. Card. Anaesth.* **2019**, *22*, 67–72. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18.
44. Walzer, P.; Estève, C.; Barben, J.; Menu, D.; Cuenot, C.; Manckoundia, P.; Putot, A. Impact of Influenza Vaccination on Mortality in the Oldest Old: A Propensity Score-Matched Cohort Study. *Vaccines* **2020**, *8*, 356. <https://doi.org/10.3390/vaccines8030356>.
45. Shiba, K.; Kawahara, T. Using Propensity Scores for Causal Inference: Pitfalls and Tips. *J. Epidemiol.* **2021**, *31*, 457–463. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20210145>.
46. Zhong, H.; Li, W.; Boarnet, M.G. A Two-Dimensional Propensity Score Matching Method for Longitudinal Quasi-Experimental Studies: A Focus on Travel Behavior and the Built Environment. *Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci.* **2021**, *48*, 2110–2122. <https://doi.org/10.1177/2399808320982305>.
47. Hardgrave, H.; Wells, A.; Nigh, J.; Klutts, G.; Krinock, D.; Osborn, T.; Bhusal, S.; Rude, M.K.; Burdine, L.; Giorgakis, E. COVID-19 Mortality in Vaccinated vs. Unvaccinated Liver & Kidney Transplant Recipients: A Single-Center United States Propensity Score Matching Study on Historical Data. *Vaccines* **2022**, *10*, 1921. <https://doi.org/10.3390/vaccines10111921>.
48. Son, C.-S.; Jin, S.-H.; Kang, W.-S. Propensity-Score-Matched Evaluation of Adverse Events Affecting Recovery after COVID-19 Vaccination: On Adenovirus and mRNA Vaccines. *Vaccines* **2022**, *10*, 284. <https://doi.org/10.3390/vaccines10020284>.
49. Zhang, Z.; Li, X.; Wu, X.; Qiu, H.; Shi, H.; AME Big-Data Clinical Trial Collaborative Group. Propensity Score Analysis for Time-Dependent Exposure. *Ann. Transl. Med.* **2020**, *8*, 246. <https://doi.org/10.21037/atm.2020.01.33>.
50. Wijn, S.R.W.; Rovers, M.M.; Hannink, G. Confounding Adjustment Methods in Longitudinal Observational Data with a Time-Varying Treatment: A Mapping Review. *BMJ Open* **2022**, *12*, e058977. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-058977>.
51. Asghar, Z. Simulation Evidence on Granger Causality in Presence of a Confounding Variable. *Int. J. Appl. Econom. Quant. Stud.* **2008**, *5*, 71–86.
52. Chicco, D.; Warrens, M.J.; Jurman, G. The Coefficient of Determination R-Squared Is More Informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in Regression Analysis Evaluation. *PeerJ Comput. Sci.* **2021**, *7*, e623. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>.
53. Härdle, W.K.; Simar, L. Conjoint Measurement Analysis. In *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 2nd ed.; Härdle, W.K., Simar, L., Eds.; Springer: Berlin, Germany, 2015; pp. 473–486.
54. Mishra, B.K.; Keshri, A.K.; Saini, D.K.; Ayesha, S.; Mishra, B.K.; Rao, Y.S. Mathematical Model, Forecast and Analysis on the Spread of COVID-19. *Chaos Solitons Fractals* **2021**, *147*, 110995. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.110995>.
55. Soto-Cabezas, M.G.; Reyes, M.F.; Soriano, A.N.; Rodríguez, J.P.V.; Ibarguen, L.O.; Martel, K.S.; Jaime, N.F.; Munayco, C.V. COVID-19 among Amazonian Indigenous in Peru: Mortality, Incidence, and Clinical Characteristics. *J. Public Health* **2022**, *44*, e359–e365. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdac058>.
56. Grillo Ardila, E.K.; Santaella-Tenorio, J.; Guerrero, R.; Bravo, L.E. Mathematical Model and COVID-19. *Colomb. Med.* **2020**, *51*, e4277. <https://doi.org/10.25100/cm.v51i2.4277>.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.