



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

**Análisis de la curva epidémica de las olas del Covid-19 utilizando redes neuronales e integración de funciones: Caso Perú**

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingeniería de Sistemas / Ciencias de la Computación	Inteligencia Artificial y Sistemas Bio-Inspirados	

3. Duración del proyecto (meses)

**24 meses (un año de prórroga)**

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input checked="" type="checkbox"/>

5. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	VILCA HUAYTA, OLIVER AMADEO
Escuela Profesional	Ingeniería de Sistemas
Celular	966107864
Correo Electrónico	ovilca@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	SOSA MAYDANA, CARLOS BORIS
Escuela Profesional	Ingeniería de Sistemas
Celular	986739074
Correo Electrónico	cbsosa@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	MARTINEZ GARCIA, ALIOSKA JESSICA
Escuela Profesional	Arquitectura y urbanismo
Celular	962216157
Correo Electrónico	amartinez@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	INGALUQUE ARAPA, MARGA ISABEL
Escuela Profesional	Ingeniería de Sistemas
Celular	988557025
Correo Electrónico	miingaluque@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	JIMENEZ CHURA, ADOLFO CARLOS
Escuela Profesional	Ingeniería de Sistemas
Celular	994125511
Correo Electrónico	ajimenez@unap.edu.pe



## I. Título

Análisis de la curva epidémica de las olas del **Covid-19** utilizando redes neuronales e integración de funciones: Caso Perú.

## II. Resumen del Proyecto de Tesis

El Covid-19 ha causado muertes y contagios desde que comenzó y es un tema de investigación de mucha importancia, lidera el ranking de importancia en la base de datos Scival - Scopus, por otro lado, el desarrollo de un modelo de predicción es útil para tomar las medidas potencialmente útiles. El objetivo del proyecto es analizar la curva epidémica de las olas del Covid-19 utilizando redes neuronales e integración de funciones en el caso de Perú. Se obtendrán dos funciones de que integran todas las oleadas de Covid-19, es decir, la curva epidémica de la variable número global de muertos/contagiados por día; este se comparará con los resultados de las redes neuronales. Finalmente, se efectuarán las inferencias y conclusiones.

## III. Palabras claves

COVID-19; coronavirus; redes neuronales; modelo; aprendizaje automático

## IV. Justificación del proyecto

El Covid-19 ha causado muertes y contagios desde que comenzó y es un tema de investigación de gran importancia social, económica, y principalmente porque se trata de vidas humanas. El problema no terminó, por ejemplo, en Japón tuvo una de las tasas de mortalidad más baja, pero las muertes subieron a valores extremos históricos el 19 y 20 de enero del 2023, proporcionalmente más que Perú y Estados Unidos. En Perú, en el mes de enero, la media de muertos por día es 22. Nada garantiza que no habrá más variantes o sub-variantes y hay discrepancias respecto a su comportamiento futuro. Por lo tanto, el desarrollo de un modelo de predicción es útil para tomar las medidas que correspondan (e.g gubernamentales), para dicho fin se plantea utilizar las redes neuronales y la integración de funciones.

## V. Antecedentes del proyecto

- Aferni et al. utilizó una forma básica de integrar dos funciones para dos olas consecutivas de Covid-19. En la función integrada  $F(x)$ , se utilizan valores de cero y uno para  $p$  y se aplicó el modelo matemático sigmoideal-Boltzmann para estudiar la propagación del Covid-19 en 15 países diferentes (el Aferni et al., 2021).
- Existen varios trabajos de investigación sobre la propagación del Covid-19, en el proyecto se consideran tres casos iniciales (Dharani & Bojja, 2022b; Nieto-Chaupis, 2020; Torkey et al., 2020).
- Vilca et al. publicaron un artículo científico "Efficient function integration and a case study with Gompertz functions for Covid-19 waves", donde demuestra la forma de integrar funciones e.g. olas del Covid-19 en una sola función. Este procedimiento de integración de funciones se utilizará en el presente proyecto, pero utilizando otra función que representa mejor los datos (Vilca et al, 2022).

## VI. Hipótesis del trabajo

La red neuronal para curva epidémica de las olas del Covid-19 presenta una exactitud mayor al 85%.  
La función que representa la curva epidémica de las olas del Covid-19 presenta una correlación positiva y significativa con los datos.

## VII. Objetivo general

Analizar la curva epidémica de las olas del Covid-19 utilizando redes neuronales e integración de funciones: Caso Perú.

## VIII. Objetivos específicos

Implementar una red neuronal para curva epidémica de las olas del Covid-19.  
Calcular la función que representa la curva epidémica de las olas del Covid-19.  
Elaborar pronósticos para 30 días.

## IX. Metodología de investigación

Se utilizará redes neuronales artificiales, y se comparará con los resultados de la construcción de una función de regresión compuesta por varias funciones para cada ola (e.g. Boltzmann), específicamente para los datos de Covid-19 caso Perú. Se empleará la inferencia estadística y medidas de exactitud para las redes neuronales.

## X. Referencias

- Alali, Y., Harrou, F., & Sun, Y. (2022). A proficient approach to forecast COVID-19 spread via optimized dynamic machine learning models. *Scientific Reports* 2022 12:1, 12(1), 1–20. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06218-3>
- Albuquerque, P. C., Cajueiro, D. O., & Rossi, M. D. C. (2022). Machine learning models for forecasting power electricity consumption using a high dimensional dataset. *Expert Systems with Applications*, 187, 115917. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2021.115917>
- Chalkiadakis, I., Yan, H., Peters, G. W., & Shevchenko, P. v. (2021). Infection rate models for COVID-19: Model risk and public health news sentiment exposure adjustments. *PLoS ONE*, 16(6), 1–39. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0253381>
- Chintalapudi, N., Battineni, G., & Amenta, F. (2021). Second wave of COVID-19 in Italy: Preliminary estimation of reproduction number and cumulative case projections. *Results in Physics*, 28, 104604. <https://doi.org/10.1016/J.RINP.2021.104604>
- Ćmiel, A. M., & Ćmiel, B. (2021). A simple method to describe the COVID-19 trajectory and dynamics in any country based on Johnson cumulative density function fitting. *Scientific Reports* 2021 11:1, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97285-5>
- Dharani, N. P., & Bojja, P. (2022a). Analysis and Prediction of COVID-19 by using Recurrent LSTM Neural Network Model in Machine Learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(5), 2022. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130521>
- Dharani, N. P., & Bojja, P. (2022b). Analysis and Prediction of COVID-19 by using Recurrent LSTM Neural Network Model in Machine Learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(5), 2022. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130521>
- el Aferni, A., Guettari, M., & Tajouri, T. (2021). Mathematical model of Boltzmann's sigmoidal equation applicable to the spreading of the coronavirus

- (Covid-19) waves. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(30), 40400–40408. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-11188-Y/FIGURES/8>
- Garcia-Vicuña, D., Esparza, L., & Mallor, F. (2021). Hospital preparedness during epidemics using simulation: the case of COVID-19. *Central European Journal of Operations Research*, 1–37. <https://doi.org/10.1007/S10100-021-00779-W/TABLES/9>
  - Hamami, Y. (2022). MATHEMATICAL RIGOR AND PROOF. *The Review of Symbolic Logic*, 15(2), 409–449. <https://doi.org/10.1017/S1755020319000443>
  - James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). Linear Regression. 59–128. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1_3)
  - Mishra, R. K., Urolagin, S., Jothi, J. A. A., Nawaz, N., & Ramkissoon, H. (2021). Machine Learning based Forecasting Systems for Worldwide International Tourists Arrival. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(11), 55–64. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121107>
  - Nieto-Chaupis, H. (2020). Modeling and Interpretation of Covid-19 Infections Data at Peru through the Mitchell's Criteria. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(9), 717–722. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110986>
  - Papacharalampous, G., & Tyrallis, H. (2022). A review of machine learning concepts and methods for addressing challenges in probabilistic hydrological post-processing and forecasting. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2206.08998>
  - Pinasco, G. C., Moreno, E., de Mattos Farina, J., Novaes, F., Filho, B., Fiorotti, W. F., Coradini, M., Ferreira, M., Cristina De Souza Cruz, S., Louzada Colodette, A., Loureiro, L. R., Comério, T., Cunha, D., Farias, S., de Fátima, E., Lima, A., & Valéria Manhambusque, K. (2022). An interpretable machine learning model for covid-19 screening. *Journal of Human Growth and Development*, 32(2), 268–274. <https://doi.org/10.36311/JHGD.V32.13324>
  - Ramírez-Valverde, G., Ramírez-Valverde, B., Ramírez-Valverde, G., & Ramírez-Valverde, B. (2021). Modelo estadístico para defunciones y casos positivos de COVID-19 en México. *EconoQuantum*, 18(1), 1–20. <https://doi.org/10.18381/EQ.V18I1.7223>
  - Torky, M., Torky, M. S., Azza, A. A., Hassanein, A. E., & Said, W. (2020). Investigating Epidemic Growth of COVID-19 in Saudi Arabia based on Time Series Models. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(12), 459–466. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111256>
  - Vilca-Huayta Oliver and Ubaldo Yancachajlla Tito. (2022). "Efficient Function Integration and a Case Study with Gompertz Functions for Covid-19 Waves" *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 13(8), <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130863>
  - Xiong, Y., Ma, Y., Ruan, L., Li, D., Lu, C., & Huang, L. (2022). Comparing different machine learning techniques for predicting COVID-19 severity. *Infectious Diseases of Poverty*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.1186/S40249-022-00946-4/FIGURES/4>

## XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Es útil para pronosticar contagios (rebrotos o próximas olas).  
Sirven para tomar medidas (e.g. gubernamentales) ante una posible ola del Covid-19 u otras epidemias que podrían surgir.  
Se obtendrán modelos que representan las curvas epidémicas.  
Procedimiento importante para otras investigaciones.

## XII. Impactos esperados

### i. Impactos en Ciencia y Tecnología



La investigación de la determinación de la curva epidemiológica de la COVID 19 contribuirá con una metodología que ampliará el conocimiento para analizar esta enfermedad.

**ii. Impactos económicos**

La investigación respecto de la curva epidemiológica de la COVID 19 puede ser utilizado para predecir el comportamiento futuro de la enfermedad y sobre dicha base tomar decisiones sobre la economía y muchos otros.

**iii. Impactos sociales**

La curva epidemiológica de la COVID 19 es para analizar las consecuencias y toma de medidas sociales para evitar la propagación del virus que producía esta enfermedad.

**iv. Impactos ambientales**

No tiene impacto ambiental negativo.

**XIII. Recursos necesarios**

HUMANOS: Los autores.  
Financiamiento: FEDU y/o canon minero.

**XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)**

El proyecto se realizará en los ambientes de la Universidad Nacional del Altiplano Puno

**XV. Cronograma de actividades**

ACTIVIDADES	2023								2024			
	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
1. Revisión de literatura	X	X										
2. Recopilación de datos			X									
3. Elaboración de modelos			X									
4. Inferencias y redacción del primer borrador				X	X	X	X					
5. Revisión y traducción.								X	X			
6. Presentación en una revista.									X	X		
7. Mejora											X	
8. Corrección											X	
9. Espera de publicación y otros												X



## XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Asesoramiento	1	5000	1	5000
Digitador	1	1200	11	3200
Impresión	1	0.12	500	60
Copias	1	0.2	400	80
Gastos administrativos	900	900	2	1800
Consultor estadístico	1	1200	5	6000
Traducción	1	2500	1	2500
			TOTAL	18640