



ANEXO 1

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

1. Título del proyecto

Modelo matemático para determinar la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ciencias naturales	Recursos ambientales y medio ambiente	Ciencias ambientales

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Interdisciplinario	<input checked="" type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Villafuerte Prudencio Nazario
Escuela Profesional	Ingeniería Química
Celular	950954344
Correo Electrónico	nvillafuerte@unap.edu.pe
Apellidos y Nombres	Teves Ponce Luz Marina
Escuela Profesional	Ingeniería Química
Celular	930850561
Correo Electrónico	ltevesp@unap.edu.pe

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Modelo matemático para determinar la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)



El presente proyecto de investigación se ejecutará en la ciudad de Puno(Perú), durante el año 2022. El objetivo general es: Determinar el modelo matemático de la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno(Perú). Para determinar el modelo matemático, se usará los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua de lluvia durante el año 2021, realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA. Puno. Para el procesamiento de los datos se utilizaran el **Minitab Statistical Software**. Los resultados esperados es la generación de un modelos matemáticos que relacione los indicadores físicos con los indicadores químicos.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Correlación, modelo matemático, indicadores físicos y químicos.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

La actual crisis del agua que aqueja al planeta ,manifestada en la pérdida considerable del recurso hídrico, obliga el aprovechamiento de otras fuentes alternativas como el agua de lluvia que abunda en los meses lluviosos. La calidad del agua de lluvia en el Perú, no se ha estudiado a fondo, se desconocen en varias localidades sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas que dependen de los diversos componentes presentes en el aire por las actividades antrópicas y condiciones naturales.

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

La actual crisis del agua que aqueja al planeta, manifestada en la pérdida considerable del recurso hídrico debido al cambio climático, obliga el aprovechamiento de otras fuentes alternativas como el agua de lluvia (Ospina & Ramirez, 2014). . El agua es necesaria para todas las actividades del hombre. En algunos países en desarrollo, un aumento de población no está complementada con un aumento en el suministro de agua potable, lo que ha llevado una mayor dependencia de fuentes alternativas de agua como lagos, ríos, arroyos y, a veces agua de lluvia en áreas con alta precipitación pluvial (Imarhiagbe & Osarenotor , 2020). La captación de agua de lluvia que se hace en las áreas rurales desde décadas, a comenzado a ser considerada como una opción conveniente para áreas urbanas. El agua de lluvia presenta una serie de ventajas respecto a algunos de sus



parámetros fisicoquímicos, frente al agua de red o subterránea. Tiene menor dureza y sólidos totales en suspensión, lo que lo hace adecuado para algunos usos como lavandería o torres de enfriamiento. La jardinería y el paisajismo son usos tradicionales del agua de lluvia en los sitios urbanos (Sánchez, Cohin, & Kalid, 2015). Junto con los programas de conservación del agua, el interés por las fuentes de agua que son alternativas a los sistemas tradicionales de suministro de agua. En las últimas décadas se han prestado especial atención a la reutilización del agua, la recuperación del agua y la captación de agua de lluvia como una opción conveniente para áreas urbanas y desarrolladas (Sánchez, Cohin, & Kalid, 2015) La composición del agua de lluvia juega un papel importante para conocer los componentes contaminantes de la atmósfera (Wang & Han, 2011). La composición del agua de lluvia proporciona información útil de la composición de la atmósfera y la importancia de las diferentes fuentes de contaminantes gaseosos y de material particulado (Keresztesi, Nita, Birsan, Bodor, & Szép, 2020) El agua de lluvia no siempre es una buena fuente de agua limpia que esté listo para ser consumida; físicamente, no tiene color, sabor. El agua de lluvia se ve afectada por el área donde cae la lluvia. En las zonas rurales, el agua de lluvia podría estar contaminada por los desechos producidos por las actividades de desmonte, pesticidas y de los desechos de los animales, mientras que en las zonas urbanas, el agua de lluvia podría estar contaminada por sustancias químicas disueltas en el agua que son insípidas e incoloras que no se ven a simple vista. Una sustancia química como el plomo (Pb) podría provenir de materiales como techos de calamina, pintura, estaño, alquitrán, polvo, asbesto y de la emisión de gases de la quema de combustibles de vehículos e industrias (Khayan, Husodo, Astuti, Sudarmadji, & Djohan, 2019). La circulación atmosférica es responsable de la transferencia de humedad y partículas de suelo arrastrados por el viento y, por lo tanto, ejerce un papel importante en la definición de las características químicas de cualquier forma dada de precipitación atmosférica (García, Lecomte, & Depetris, 2022). Existe correlación positiva entre el pH con la DBO5 y DQO, así como entre la conductividad eléctrica y los coniformes totales, existiendo una correlación más significativa para el punto de muestreo en la presa Hemingway I, por lo que los modelos definidos en este trabajo permiten estimar para los puntos de muestreo estudiados el comportamiento de los parámetros de DBO5, DQO y CT a partir de la medición de los parámetros fisicoquímico pH y CE de fácil determinación (Péres, López, Hernández, & González, 2009). El uso de agua de lluvia como un posible sustituto en los electrodomésticos que usan agua caliente (por ejemplo, una lavadora) en áreas urbanas que proporcionan agua dura del



grifo reduce significativamente el impacto ambiental de los hogares (Morales , Luruña, Gabarrell, Gasol, & Rieradevall, 2014).

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

H:G: El modelo matemático de la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno relaciona los indicadores físicos y los indicadores químicos.

H.E 1. Hay una relación directa entre los indicadores físicos y químicos de las agua de lluvia de la ciudad de Puno.

H.E.2. El modelo matemático de la calidad fisicoquímica de las aguas de lluvia de la ciudad de Puno expresa la relación de los indicadores físicos y químicos:

- Correlación entre pH y Dureza total
- Correlación entre pH y Alcalinidad
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones cloruro
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones sulfato.
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones calcio y magnesio

VII. Objetivo general

Determinar el modelo matemático de la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno(Perú)

VIII. Objetivos específicos

7.1. Determinar la correlación entre los indicadores físicos con los indicadores químicos del agua de lluvia de la ciudad de Puno

7.2. Generar modelos matemáticos de la calidad fisicoquímica del agua de lluvia de la ciudad de Puno: Correlación entre pH y Dureza total

- Correlación entre pH y Alcalinidad
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones cloruro
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones sulfato.
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones calcio y magnesio

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

Para alcanzar el objetivo específico 1, se hará uso de los resultados de análisis de laboratorio referidos a los análisis fisicoquímico de las aguas de lluvia durante el año 2021. Relacionándolos los indicadores físicos de pH y conductividad eléctrica con los indicadores químicos : dureza total, alcalinidad, iones cloruro e iones sulfato, iones calcio y magnesio.



Para alcanzar el objetivo específico 2, se harán pruebas de análisis de regresión y varianza que correlacionen los parámetros físicos con los químicos:

- Correlación entre pH y Dureza total
- Correlación entre pH y Alcalinidad
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones cloruro
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones sulfato.
- Correlación entre conductividad eléctrica e iones calcio y magnesio

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

- García, M., Lecomte, K., & Depetris, P. (2022). Natural and anthropogenic sources of solutes in the wet precipitation of a densely populated city of Southern America. *Chemosphere*(387).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132307>
- Imarhiagbe, E. E., & Osarenotor, O. (2020). Evaluación de los riesgos para la salud y la calidad del agua no recolectada en los techos de una comunidad productora de petróleo en Nigeria. *Environ Monit Evaluar*, 169 - 192.
doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-020-8102-z>
- Keresztesi, A., Nita, I. A., Birsan, M. V., Bodor, Z., & Szép, R. (2020). El riesgo de contaminación transfronteriza y la influencia del clima regional en la química del agua de lluvia en los Cárpatos del sur de Rumanía. *Investigación en ciencias ambientales ny contamaninación*(27), 9382 - 9402.
doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-019-07478-9>
- Khayan, K., Husodo, A., Astuti, I., Sudarmadji, S., & Djohan, T. (2019). El agua de lluvia como fuente de agua potable: impactos en la salud y tratamiento de agua de lluvia. *Hindawi*. doi:<https://doi.org/10.1155/2019/1760950>
- Ospina, O. E., & Ramirez, H. (2014). Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingeniería Solidaria*, 10(17), 125-138. doi:<http://dx.doi.org/10.169225/in.v9i17.812>
- Péres, J., López, T., Hernández, G., & González, F. (2009). Modelo matemático para determinar la calidad del agua en dos puntos de arroyo Guachimango. *Revistas Ciencia Técnicas Agropecuarias*, 18(3), 19 - 23 . Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215944004>
- Sánchez, A. S., Cohin, E., & Kalid, R. A. (2015). A review on physicochemical and microbiological contamination of roof-harvested rainwater in urban areas. *Sustainability of Water Quality and Ecology* 6 (2015) 119–137(6), 119-137.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.04.002>
- Sánchez, A. S., Cohin, E., & Kalid, R. A. (2015). A review on physicochemical and microbiological contamination of roof - harvested rainwater in urban areas. *Sustainability of Water Quality and Ecology*(6), 119 - 137.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.swaqe.2015.04.002>
- Wang, H., & Han, G. (2011). Composición química del agua de lluvia e influencias antropogénicas en Chengdu, sureste de China. *Investigación atmosférica*(99), 190 - 196. Obtenido de www.elsevier.com/locate/atmos



XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

El modelo matemático, se usará en la determinación de la calidad del agua de lluvia en la ciudad de Puno.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Generación de nuevos conocimientos referidos a la calidad de agua de lluvia de la ciudad de Puno.

ii. Impactos económicos

Uso adecuado del agua de lluvia en los Barrios marginales de la ciudad de Puno.

iii. Impactos sociales

El uso adecuado del agua de lluvia puede generar un ahorro en los ingresos de los pobladores.

iv. Impactos ambientales

Aprovechamiento del agua de lluvia como recurso renovable

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Minitab Statistical Software

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

En la ciudad de Puno(Perú).

XV. Cronograma de actividades

Actividad	MESES DEL 2022											
Búsqueda de artículos de investigación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sistematización de antecedentes de investigación	X	X	X	X	X	X	X					
Análisis de resultados			X	X	X	X	X	X	X			
Elaboración del informe final										X	X	X



XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Servicios de software especializado.	Software	1 500.00	01	1 500,00
Imprevistos				800,00
Total				2 300,00