ANEXO 1

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

1.Título del proyecto

Caracterización de sedimentos y las implicancias en la sostenibilidad de los canales de drenaje pluvial ciudad de Juliaca, Perú

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingenierías	**Recursos Hídricos**	**Ambiental**

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	○
Multidisciplinario	●
Director de tesis pregrado	○

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	**ALFARO ALEJO, Roberto**
Escuela Profesional	**INGENIERÍA AGRÍCOLA**
Celular	**984911952**
Correo Electrónico	**ralfaro@unap.edu.pe**

Apellidos y Nombres	**FERNANDEZ SILA, Guillermo Néstor**
Escuela Profesional	**INGENIERÍA CIVIL**
Celular	**962215101**
Correo Electrónico	**gnfernandez@unap.edu.pe**

Apellidos y Nombres	**MAMANI GOMEZ, José Antonio Arturo**
Escuela Profesional	**INGENIERÍA AGRÍCOLA**
Celular	**951655253**
Correo Electrónico	**jmamani@unap.edu.pe**

Apellidos y Nombres	**LAQUI VILCA, Wilber Fermín**
Escuela Profesional	**INGENIERÍA AGRÍCOLA**
Celular	**990088187**
Correo Electrónico	**wlaqui@unap.edu.pe**

I. Título

Caracterización de sedimentos y las implicancias en la sostenibilidad de los canales de drenaje pluvial ciudad de Juliaca, Perú.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El funcionamiento de un sistema de drenaje pluvial requiere una sección hidráulica optima y constante, así como garantizar su calidad en los cuerpos receptores. La ciudad de Juliaca se caracteriza por tener una pendiente en general muy baja del orden de 0.0003 a 0.001 por mil, en tal sentido está muy propensa a sufrir sedimentación en la mayoría de los tramos de los canales de drenaje existentes. El objetivo de la investigación es caracterizar los sedimentos de los drenes pluviales y sus implicancias en la sostenibilidad de los canales de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca. Estas condiciones incluyen verificar las características granulométricas del sedimento en distintos puntos de la ciudad y verificar el contenido de residuos de distintos tipos como plásticos y contaminantes como metales pesados. En este contexto, los sedimentos muestreados de las canales de drenaje, cunetas y calles analizados nos indican componentes de arena, limo y arcillas, así como plásticos y otros residuos que obstruyen fuertemente la capacidad hidráulica que hacen insostenible su operación en forma adecuada, causando inundaciones como fue registrado en distintos puntos de la ciudad, además ser un foco de contaminación a la salud pública.

III. Palabras claves (Keywords)

Canal de drenaje, Sedimento, Residuos sólidos, Metales pesados, Juliaca

IV. Justificación del proyecto

Los sedimentos, que resultan de procesos naturales, son una parte esencial, integral y dinámica de las cuencas fluviales, incluidos las cuencas urbanas, os estuarios y las zonas costeras. En general, los sedimentos provienen de la meteorización y la erosión de rocas, materiales orgánicos y suelos en áreas de cultivo y provocan la erosión de las quebradas y riberas de los ríos. Son susceptibles de ser transportados aguas abajo por aguas superficiales. La deforestación y la urbanización tienden a facilitar el lavado de los suelos superficiales por la lluvia, lo que aumenta la cantidad de partículas en el fondo de canales de drenaje y ríos. Asimismo, para que se desarrolle la sedimentación se requiere que las velocidades en los canales sean bajas (López De la Rosa et al., 2015). Estos sedimentos pueden incluir gravas, arenas, limos y arcillas., los suelos finos (limos y arcillas) son retenedores de grasas y bacterias; representando riesgo para la salud. Para propósitos de reciclado de los sedimentos de suelo de material orgánico existen varios aportes. Hoy en día, los sedimentos se han convertido en un problema económico y medioambiental debido a su acumulación en las infraestructuras de conducción, drenaje, navegación y la presencia de sustancias químicas. En muchas partes del mundo, los sedimentos de los canales y vías públicas se consideran desechos y es posible su reutilización como agregados secundarios si no hay riesgo para el medio ambiente.

En los componentes orgánicos, el contenido de metales pesados (Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Hg y Cr) está encendido, y también otras sustancias peligrosas (Mo, Se, As) para productos que contienen materiales de procesos industriales. Los productos deben mostrar un bajo nivel de patógenos primarios (Salmonella y *Escherichia coli*) y de semillas / propágulos de malezas viables. Además, los medios de crecimiento no deben afectar negativamente la emergencia de la planta o el crecimiento posterior y su conductividad eléctrica. El sedimento dragado es un material disponible en buenas cantidades en todo el mundo.

Las descargas de clima húmedo urbano de los sistemas de drenaje pluvial al agua receptora alteran la hidrogeomorfología del río, la calidad del agua y la calidad sanitaria (Becouze-Lareure et al. 2016). En general, un sistema de drenaje pluvial está diseñado para descargar la escorrentía pluvial en el agua receptora. Sin embargo, en los días de clima seco, las descargas de agua no pluvial también ingresan a los sistemas de drenaje pluvial, lo que da como resultado la liberación de aguas residuales sin tratar en el agua receptora urbana, especialmente en la metrópoli de China (Field et al. 1994; Li et al. 2014). Los desbordamientos de alcantarillado combinado y pluvial contribuyen significativamente a los contaminantes del clima húmedo en los ríos urbanos. Una gran fracción de estos contaminantes queda atrapada en los depósitos de sedimentos (Zgheib et al. 2011; David et al. 2013). Aunque Field & Struzeski (1972) mostró que entre el 20 % y el 30 % de la producción anual de sólidos de aguas residuales se asentaron y se descargaron durante tormentas en Buffalo (Nueva York, EE. UU.), aún no estaba claro qué tipo de partículas eran realmente erosionado durante eventos de lluvia en alcantarillado combinado y pluvial (SS).

Las cantidades y tipos de sólidos erosionados podrían verse afectados por muchos factores durante los períodos de lluvia, particularmente en términos de las propiedades bioquímicas y físicas de los depósitos, el período de clima seco anterior y la intensidad de la lluvia. Por ejemplo, Biggs et al. (2005) colocó los depósitos reales (sedimentos de Loenen, Países Bajos y Dundee, Reino Unido) en la base de un canal anular con diversas condiciones de consolidación. Sin embargo, el transporte y la cantidad de sedimentos erosionados también juegan un papel importante en este campo de investigación, pero rara vez se evalúan. Además, Banasiak et al. (2005) hizo uso de sedimentos de alcantarillado (de un sistema de alcantarillado combinado en la ciudad de Dendermonde, Bélgica) observando fuertes reacciones bioquímicas durante el período de formación del depósito. Desafortunadamente, estos investigadores no discutieron las diferencias entre los sedimentos de los sedimentos combinados y SS.

(Alfaro & Apolo, 2010) La contaminación en zona urbana, puede tener varios orígenes desde el aporte de la precipitación, los arrastres de la escorrentía superficial, los sedimentos existentes en la red de alcantarillado, una fracción de agua residual, esto es en caso de red unitaria.

En los últimos años, a nivel mundial, se sabe que la longitud de la tubería o canal para dragar el sistema de drenaje urbano ha ido incrementando, y la cantidad de sedimentación en los sistemas de drenaje urbano también fue mayor. Esto nos indica que la sedimentación en las áreas urbanas es más intensa que en las áreas rurales. Así, los sistemas de drenaje urbano se concentrarán en una grave sedimentación. Por

lo tanto, es muy razonable para nosotros seleccionar los sistemas de drenaje urbano como proyecto de investigación.

El objetivo de esta investigación es caracterizar los sedimentos y las implicancias en la sostenibilidad de los canales de drenaje de la ciudad de Juliaca.

V. Antecedentes del proyecto

(Mouri & Oki, 2010) en la ciudad de Matsuyama, sobre la concentración de sólidos suspendidos totales (TSS), se llevó a cabo una investigación intensiva de una carga de entrada extremadamente contaminada a la PTAR durante un clima lluvioso. Dado que la entrada durante el clima lluvioso puede ser hasta 400 veces mayor que en clima seco, casi todas las alcantarillas están desbordadas y desbordadas cuando un evento de lluvia es más que moderado. Otra preocupación es la energía consumida por el tratamiento de aguas residuales; este problema ha cobrado importancia desde el punto de vista de la reducción de las emisiones de $CO_{(2)}$ y de los costes globales. Por lo tanto, Si bien el establecimiento de una tecnología de predicción para las características de calidad del agua de entrada de una planta de eliminación de aguas residuales es una prioridad importante, el desarrollo de un método de gestión/control para un sistema de tratamiento de efluentes que minimice el consumo de energía y las emisiones de $CO_{(2)}$ debido a la eliminación del agua también es una prioridad importante. un tema de investigación apremiante con respecto a la calidad del agua tratada.

(López De la Rosa et al., 2015) nos presenta ejemplos en los que se aprecian problemáticas generadas, y se presentan opciones para evitar y solucionar otras, así como ejemplos de programas mediante los cuales se pueden realizar los modelos geo-hidrológicos y la evaluación de los volúmenes de sedimentos. Asimismo, se adjuntan resultados de una investigación para el análisis tanto del agua como de sedimentos presentes en un evento de precipitación.

(Koç & Yilmaz, 2014) en su estudio de canales de drenaje D-25, que se desarrolla en el sistema de riego Nazilli, Turquía, encontraron que la profundidad del sedimento acumulado en los canales de drenaje en el área de investigación se determinó a partir de la diferencia entre la elevación medida y la elevación dada en los proyectos de diseño. Las razones de la sedimentación en el grupo de canales de drenaje D-25 se han estudiado al observar los resultados de las mediciones de elevación realizadas en 2010-2012. Las mediciones realizadas en el grupo del canal de drenaje D-25 mostraron que había diferencias significativas entre las elevaciones del fondo de la estructura real (puente, alcantarilla y conducto) y las elevaciones dadas en los proyectos de diseño. Además, la longitud de algunos canales tampoco coincidiría con el proyecto de diseño. El 83,3% (93,3% en longitud) de los canales presentaba diferencias en las elevaciones del fondo de la estructura. Del total de 55 estructuras, 45 (81,8%) tenían una diferencia de 0,10 mo más en la elevación inferior del proyecto.

(Sekabira et al., 2010) estudiaron los sedimentos de la corriente que recolectaron y analizaron para determinar la concentración de metales pesados utilizando un

espectrofotómetro de absorción atómica de llama. El grado de contaminación en los sedimentos de la corriente canalizada de Nakivubo por plomo, cadmio, cobre, zinc, manganeso y hierro se evaluó utilizando el factor de enriquecimiento, el índice de geoacumulación y el índice de carga de contaminación. Los resultados indicaron que (1) los sedimentos han sido contaminados con plomo, cadmio y zinc y tienen altas influencias antropogénicas; (2) el cálculo del índice de geoacumulación sugiere que los sedimentos del arroyo Nakivubo tienen una concentración de fondo de cobre,Yo geo ≤ 0); (3) los resultados del análisis factorial revelan tres fuentes de contaminantes explicadas por tres factores (75,0 %). Estos fenómenos pueden presentar un riesgo de contaminación secundaria del agua debido a la perturbación de los sedimentos y/o cambios en la geoquímica de los sedimentos.

(Alfaro & Apolo, 2010) nos mencionan que en los canales de drenaje de Juliaca los valores correspondientes a los parámetros físicos son como sigue: las temperaturas varían de 11.4 para canales cubiertos a 20.3°C para los canales abiertos, en los cuales el incremento de la temperatura se debe a la temperatura ambiental. La conductividad varía de 0.11 a 1.46 mS/cm, los sólidos totales disueltos de 0.06 a 0.67 NTU y los sólidos suspendidos fluctúan entre 0.011 y 0.76 g/l. La cantidad de coliformes totales varía de 44 a 930 NMP/100 ml y la cantidad de coliformes fecales de 44 a 750 NMP/100 ml, eso significa que las aguas se encuentran dentro de los parámetros permisibles para diferentes usos, mas no para abastecimiento domestico con simple desinfección. Las mediciones se han realizado en las diferentes zonas de la ciudad, en su mayoría en la parte céntrica de la ciudad, en la red de canales existentes. Los datos recolectados fundamentalmente se refieren a la calidad del agua, en sus componentes físicas, químicas y biológicas.

(Abidli et al., 2017) nos indica que las altas concentraciones de microplásticos (MP) registradas en el complejo lago-canal de Bizerta sugieren que este sitio es un punto crítico para la contaminación por MP y existe la urgencia de comprender sus orígenes y efectos en la vida. Sus resultados proporcionan información básica útil para futuras investigaciones. Al igual que (Borges Ramirez et al., 2019) determinaron la presencia de MPs y ésteres de ftalato (PAE) en sedimentos costeros y en un sistema de drenaje urbano y natural, conocida como la "Ría" en la ciudad de San Francisco de Campeche. Se detectaron plásticos en todas las muestras tomadas de ambas regiones, con plásticos que varían en tamaño de 0,3 a 5 mm de diámetro. Esto indica que son partículas de plásticos, pinturas y fibras, que pueden provenir de embarcaciones y redes de nylon o productos sintéticos.

(Xu et al., 2017) en un estudio realizado en alcantarillas en la zona urbana de Shanghái, demostró que existen posibles cambios estructurales y separaciones de las capas superficiales y del fondo de los sedimentos. Los resultados también revelan que la materia orgánica, el tamaño de las partículas y la humedad tienen diferentes efectos sobre la resistencia a la erosión de los sedimentos. Además, las conexiones ilícitas se comportaron como un factor importante que afecta la viscosidad y la fuerza de fricción estática de las partículas.

(Chang et al., 2018) investigaron los impactos de los depósitos descargados de una tubería municipal en los sedimentos de los ríos urbanos en el río Hucang en Tianjin, China. Donde, a la salida de la estación de bombeo, las concentraciones promedio de nitrógeno total (TN), fósforo total (TP) y carbono orgánico total (TOC) en el

sedimento aumentaron considerablemente de 2390, 799 y 14,600 mg/kg a 6500, 3700 y 153 000 mg/kg, respectivamente, y se mantuvo estable en un nivel alto después de la temporada de lluvias.

(Chebbo et al., 2003) nos indican que cuando los alcantarillados tienen un comportamiento de tipo combinado, es evidente que, si bien existe un acuerdo general de que estos sólidos son en gran parte orgánicos y tienen un alto potencial de contaminación, sus modos de transporte y definición generalmente no están de acuerdo. Es posible que haya varios "tipos" de estos sólidos, definidos como: "sólidos cercanos al lecho" o "sedimentos fluidos/corrientes subterráneas densas", que posiblemente representen modos de transporte en flujos con diferentes rangos de velocidades ambientales (clima seco) y con diferentes diseños de alcantarillado.

(Ashley et al., 2000) nos menciona que, si bien los modelos informáticos actuales son buenos para representar el rendimiento hidráulico de los sistemas de alcantarillado, su manejo de los sólidos de alcantarillado y los procesos asociados aún es embrionario. Por lo tanto, cualquier intento de gestionar los sólidos en el alcantarillado de manera más eficaz requiere una diversidad de enfoques, tanto para un estudio de modelado como para la selección de la opción más adecuada.

(Liu et al., 2022) simuló inundaciones urbanas bajo diversas condiciones de sistemas de drenaje y uso de la tierra y describió el proceso histórico de construcción subterránea y su influencia en las variaciones espaciales en el anegamiento, tomando como ejemplo la ciudad de Handan. Los resultados obtenidos pueden brindar apoyo para la seguridad hídrica urbana y la gestión sostenible de los recursos hídricos urbanos. El cambio de uso del suelo, representado por la expansión de superficies selladas, tiene un impacto positivo en la distribución y el volumen de inundación en la ciudad de Handan, mientras que el sistema de drenaje tiene el efecto contrario. Los cambios en la distribución de inundaciones a lo largo de décadas revelan que el riesgo de inundaciones se reduce en la mayoría de las áreas debido a mejores condiciones de drenaje, pero se exacerba en áreas impermeables y riberas debido al aumento de áreas impermeables, el drenaje rápido de tuberías y malas condiciones de salida.

(Rojas & Humpiri, 2016) evaluaron los componentes de topografía e hidrología, con la finalidad de analizar e interpretar aspectos hidráulicos del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca, planteando un nuevo diseño del proyecto a través del modelamiento por computadora con el software SWMM.

VI. Hipótesis del trabajo

Con la evaluación de la caracterización de los sedimentos de los canales de drenaje pluvial se podrá conocer la sostenibilidad del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca.

VII. Objetivo general

El objetivo de esta investigación es obtener las características de los sedimentos de los canales de drenaje pluvial y ver las implicancias en la sostenibilidad de su funcionamiento.

VIII. Objetivos específicos

- Caracterizar los sedimentos mediante análisis granulométrico
- Caracterizar los sedimentos mediante un análisis de contaminantes de metales pesados
- Analizar la sostenibilidad mediante simulación hidráulica y transporte de sedimentos

IX. Metodología de investigación

9.1 Caracterización granulométrica de los sedimentos

Se refiere a la caracterización geotécnica de los materiales de los puntos escogidos, principalmente de los sedimentos ubicados en los canales de drenaje o también vías donde fueron arrastradas por la escorrentía pluvial.

En cada sitio, se recolectarán muestras de sedimento y se realizarán ensayos de laboratorio. De las pruebas granulométricas se obtendrán el diámetro medio de partícula (D50) y la fracción de suelo que pasa el tamiz #200 (ASTM D6913). El límite plástico, el límite líquido y el índice de plasticidad de cada muestra de suelo se determinaron siguiendo ASTM D4318, mediante ensayos de laboratorio y comparaciones (Alfaro & Espinoza, 2021; Das & Sobhan, 2014).

9.3 Contaminantes en los sedimentos

La muestra de sedimento se recolectará en los canales de drenaje de la ciudad de Juliaca (Zona A, zona B, zona C y zona D) mediante técnicas de dragado manual.

Se recolectarán muestras de sedimentos a lo largo del arroyo canalizado Torococha y sus afluentes (Fig. 1) y el canal Cabana (el control) utilizando una paleta manual, lavando la llana de mano con un detergente, se enjuagó y se secó antes de cada uso para minimizar la contaminación. Las muestras de sedimento se secarán en un horno a 105 °C durante la noche, se tamizarán mecánicamente con un tamiz de 0,5 mm, se homogeneizarán y se molieran hasta obtener un polvo fino de 0,063 mm porque se sabe que los metales se adhieren a las partículas finas.

Después de lo cual, se digirieran 1,25 g de cada muestra con 20 ml de agua regia (HCl/HNO3 3:1) en un vaso de precipitados (digestión de vaso abierto) en una placa caliente controlada termostáticamente.

El producto de la digestión se calentará casi hasta la sequedad y se enfriará a temperatura ambiente. Luego se añadirá 5,0 ml de peróxido de hidrógeno en partes para completar la digestión y la mezcla resultante se calentará de nuevo hasta casi sequedad en una campana extractora. Las paredes del vaso de precipitados se lavarán con 10 mL de agua desionizada y se añadieron 5 mL de HCl, se mezclaron y calentaron nuevamente. El producto de digestión resultante se dejará enfriar y se transfirió a un matraz estándar de 50 ml y se completó hasta la marca con agua desionizada. A continuación, se analizarán los elementos de metales pesados Pb, Cd, Cu, Zn, Mn y Fe mediante aspiración directa de la solución de muestra en un espectrofotómetro de absorción atómica (AAS) de llama Perkin-Elmer modelo 2380. Todos los metales se analizaran utilizando una llama de acetileno de aire azul pobre a una longitud de onda de 324,8 nm, un ancho de rendija de 0,2 nm y una prueba de sensibilidad de 5,0 mg/L. cobre; longitud de onda 228,8 nm, ancho de rendija 0,7 y verificación de sensibilidad de 2,0 mg/L Cd; longitud de onda 213,9 nm, tamaño de rendija 0,7 nm y verificación de sensibilidad 1,0 mg/L Zn; longitud de onda 217,0 nm, ancho de rendija 0,7 nm y verificación de sensibilidad 9,0 Pb y longitud de onda 279,5 nm, ancho de rendija 0,2 nm y verificación de sensibilidad 2,5 mg/L Mn. El pH del sedimento se medirá en una suspensión con una proporción de sedimento a agua de 1:2 usando un medidor de pH calibrado (WE-30200). La precisión del método analítico se evaluará comparando las concentraciones de metal esperadas en referencia certificada materiales con los valores medido, fundamentalmente efectuadas en laboratorios certificados por INACAL Perú.

9.3 Análisis hidráulico y de sostenibilidad

El modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM), que tiene las ventajas de ser de código abierto y rápido de computar, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) en 1971, es un modelo dinámico de simulación de lluvia-escorrentía-escorrentía subsuperficial utilizado para simulaciones de un solo evento a largo plazo (continuas) de la cantidad y calidad de la hidrología superficial/subsuperficial de áreas principalmente urbanas/suburbanas. Para un área grande como la ciudad de Handan, el SWMM puede calcular la cantidad acumulada de anegamiento del nodo en cada cuenca. Para visualizar los resultados, los datos obtenidos se distribuyeron por igual en cada subcuenca, y luego se alisó la superficie del agua para determinar la distribución espacial del anegamiento (Liu et al., 2022).

La escorrentía superficial puede ser generada por la lluvia, las nevadas o el derretimiento de la nieve o los glaciares. De acuerdo con el uso del suelo y la tendencia del drenaje superficial, una cuenca se puede dividir en varias subáreas de captación, y el proceso de escorrentía se calcula de acuerdo con las características de cada subárea de captación. La escorrentía en el SWMM se simula para lluvia única o continua y deshielo. El método de onda dinámica se usa para considerar las características del flujo durante la inundación superficial y los efectos de presión causados por la pendiente inversa en algunas partes de una cuenca. Se hará la comparación con las normas del reglamento nacional de edificaciones peruana (MVCS, 2021).

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

Abidli, S., Toumi, H., Lahbib, Y., & Trigui El Menif, N. (2017). The First Evaluation of Microplastics in Sediments from the Complex Lagoon-Channel of Bizerte (Northern Tunisia). *Water, Air, & Soil Pollution*, *228*(7), 262. https://doi.org/10.1007/s11270-017-3439-9

Alfaro, R., & Apolo, J. (2010). Contaminación de las aguas pluviales urbanas: efectos en los cuerpos receptores, caso Juliaca. *II Congreso Nacional Del Agua. Lima*.

Alfaro, R., & Espinoza, A. (2021). *Caracterización geotécnica de suelos mediante ensayos de laboratorio*. UNA Puno.

Ashley, R. M., Fraser, A., Burrows, R., & Blanksby, J. (2000). The management of sediment in combined sewers. *Urban Water*, *2*(4), 263–275. https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00010-3

Borges Ramirez, M. M., Dzul Caamal, R., & Rendón von Osten, J. (2019). Occurrence and seasonal distribution of microplastics and phthalates in sediments from the urban channel of the Ria and coast of Campeche, Mexico. *Science of The Total Environment*, *672*, 97–105. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.472

Chang, S., Tang, Y., Dong, L., Zhan, Q., & Xu, W. (2018). Impacts of sewer deposits on the urban river sediment after rainy season and bioremediation of polluted sediment. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(13), 12588–12599. https://doi.org/10.1007/S11356-018-1457-9/METRICS

Chebbo, G., Ashley, R., & Gromaire, M. C. (2003). The nature and pollutant role of solids at the water-sediment interface in combined sewer networks. *Water Science and Technology*, *47*(4), 1–10. https://doi.org/10.2166/WST.2003.0206

Das, B. M., & Sobhan, K. (2014). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica* (C. Learning, Ed.; 8º).

Koç, C., & Yilmaz, E. (2014). A Study on the Causes of Sediment Accumulation in the Drainage Systems. *Journal of Water Resource and Protection*, *6*, 224-235. doi: https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.64028

Liu, B., Xu, C., Yang, J., Lin, S., & Wang, X. (2022). Effect of Land Use and Drainage System Changes on Urban Flood Spatial Distribution in Handan City: A Case Study. *Sustainability 2022, Vol. 14, Page 14610*, *14*(21), 14610. https://doi.org/10.3390/SU142114610

López De la Rosa, O., Zúñiga De León, D., & Rodríguez Esparza, A. (2015). Caracterización y problemáticas generadas por los sedimentos arrastrados en el escurrimiento pluvial. *Cultura Científica y Tecnológica*, *0*(57).

Mouri, G., & Oki, T. (2010). Modelling sewer sediment deposition, erosion, and transport processes to predict acute influent and reduce combined sewer overflows and CO(2) emissions. *Water Science and Technology : A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, *62*(10), 2346–2356. https://doi.org/10.2166/WST.2010.249

MVCS. (2021). *Reglamento nacional de edificaciones*. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Rojas, P. C., & Humpiri, V. H. (2016). Evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del software SWMM [Universidad Nacional del Altiplano]. In *Universidad Nacional del Altiplano*. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2975

Sekabira, K., Origa, H. O., Basamba, T. A., Mutumba, G., & Kakudidi, E. (2010). Assessment of heavy metal pollution in the urban stream sediments and its tributaries. *International Journal of Environmental Science & Technology*, *7*(3), 435–446. https://doi.org/10.1007/BF03326153

Xu, Z., Wu, J., Li, H., Liu, Z., Chen, K., Chen, H., & Xiong, L. (2017). Different erosion characteristics of sediment deposits in combined and storm sewers. *Water Science and Technology*, *75*(8), 1922–1931. https://doi.org/10.2166/WST.2017.076

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

La calidad ambiental de los sedimentos y aguas los canales de drenaje, ríos están relacionados con las actividades humanas en su trayectoria, y más adelante los ríos están destinados a ser contaminados, sin embargo, pueden ser restaurados o mejorados en cuanto a su calidad. Lo mismo se ha observado en el caso de los canales de drenaje de la ciudad de Juliaca, que casi todo el tiempo se ven que están colmatados de sedimentos y residuos sólidos, ya que está involucrado la actividad urbana de la ciudad de Juliaca y los diversos comercios y debido a los vertimientos en el drenaje. Los habitantes, turistas, funcionarios públicos, experimentan una gran pérdida del paisaje y de confort, las inundaciones se pueden controlar hasta cierto punto, pero el gobierno no ha hecho mucho en las comunidades para controlar las inundaciones y tampoco hay beneficios dado a los agricultores que experimentan pérdidas debido a las inundaciones, por lo que los resultados son personas que dejan sus tierras ociosas o las venden a precios muy bajos para evitar el riesgo de pérdidas. Para hacer frente a este problema, los comuneros se están trasladando al extranjero dejando a la población dependiente en las comunidades. El gobierno debe tomar las medidas necesarias y ayudar a las personas que han sufrido a causa del mal funcionamiento del drenaje. Como el río según los comuneros no significa nada para ellos, el agua para riego se usa a través de canales revestidos en algunas zonas, el gobierno ha prohibido la extracción de arena en la región, por lo que la gente no puede usar la arena también para su uso personal, pero por otro lado es una gran organización, en muchos tramos todavía está haciendo la extracción de arena. Esto más adelante aumentará la contaminación y la posibilidad de toxicidad.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

El presente estudio tendrá un impacto importante en la ciencia y tecnología con los aportes de los análisis y obtención de los parámetros para el conocimiento de la ocurrencia y prevención de los riesgos, especialmente en lo referente a la sostenibilidad de los canales de drenaje y contaminación de los canales de drenaje de la ciudad de Juliaca en la región Puno Perú.

ii. Impactos económicos

Debido al continuo crecimiento de la población y en general al incremento del consumo de agua y consecuente escasez del recurso hídrico, es muy necesario evitar las pérdidas económicas y de vidas por efecto de los desastres naturales. Es por eso que el presente estudio contribuirá en el desarrollo económico para el bienestar de la población.

iii. Impactos sociales

El presente estudio de investigación tendrá un impacto en el aporte al conocimiento de la sociedad investigadora entre las cuales se encuentran instituciones de educación superior, así como en el aporte de entes gubernamentales, así como a la población de Juliaca, que debe participar activamente en la operación y mantenimiento del sistema de drenaje de la ciudad de Juliaca

iv. Impactos ambientales

Debido al estudio de tipo aplicado no tendrá un impacto ambiental el cual solo se plasmará en un documento. En cuanto a la toma de datos se cuenta con metodologías preestablecidas.

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

Los recursos que serán necesarios para este proyecto de investigación son:

• Personal:
Contaremos con el apoyo de Ingenieros especialistas en materia de calidad de agua, química, geomática y recursos hídricos, aprovechamiento de recursos del entorno.
• Materiales:
Se requerirá para esta investigación: Computadoras, Laptops, Equipo Topográfico, Softwares de aplicación, Libros, Impresoras, Artículos de investigación, equipo de campo de calidad de agua, laboratorio de calidad de agua, etc.
• Institucionales:
Contaremos con el apoyo de la Universidad Nacional del Altiplano, a través del Vicerrectorado de Investigación".

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

La ciudad de Juliaca está ubicada en el altiplano peruano con un área total de 93,45 km2. La población es de aproximadamente 380,000 habitantes, que es la más alta de la región Puno. Para propósito de estudio, hay un total de 4 sistemas de drenaje en el distrito de Juliaca (ver Figura 1). Zona A, zona B, Zona C y zona D son sistemas de drenaje pluvial separativos típicos por gravedad, en muchos casos casi clandestinamente el sistema de drenaje sanitario. Considerando una muestra representativa, los cuatro sistemas de drenaje anteriores fueron elegidos como área de muestreo.

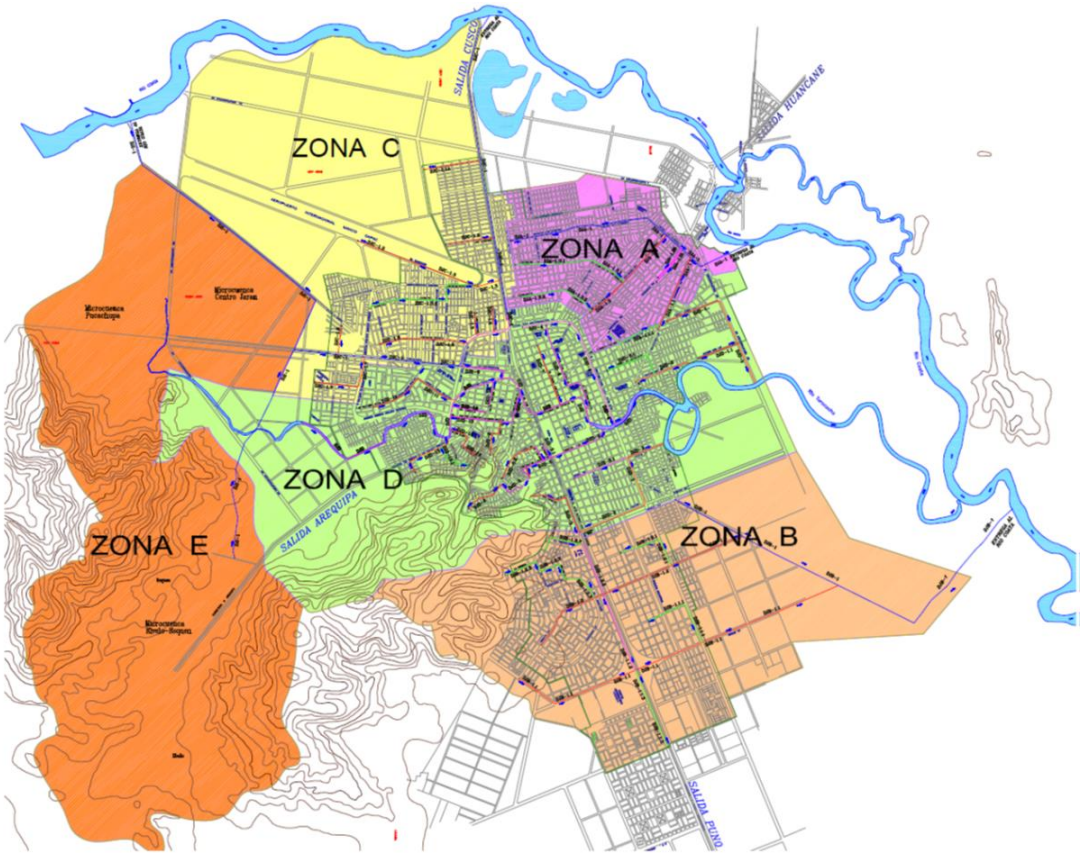

Figura 1. Ubicación de las zonas de estudio ciudad de Juliaca

XV. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	M E S E S (inicio enero 2023)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión de Literatura												
Reconocimiento del área de estudio en gabinete												
Toma de muestras sedimentos, campañas de encuestas												
Recopilación de información de áreas de drenaje y proceso												
Encuesta de percepción a pobladores de área												
Análisis de información Imágenes satelitales, Fotografías aéreas												
Fase de campo toma de muestras de suelos y sedimentos												
Análisis de uso de suelos y paisaje en corredor fluvial												
Análisis de modelado hidráulico												
Análisis de resultados y discusión												
Elaboración del Informe final												
Elaboración articulo científico												
Presentación de informe												

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad	Cantidad	Unitario S/.	Parcial S/.	Total S/.
1. Equipo y materiales de oficina:					2150.00
Papel bond tamaño A-4	Millar	4	25	100	
Impresora	Unidad	1	250	250	
Tinta impresora	Unidad	4	80	320	
Materiales básicos para oficina	Global	1	800	800	
Fotocopias y otros	Global	1	680	680	
2. Talleres:					2700.00
Alquiler del Movilidad y refrigerio para 100 personas	Evento	2	850	1700	
Papelería y materiales para el taller	Evento	2	500	1000	
3. Equipo y materiales de campo:					4900.00
Materiales para las encuestas, DVD, internet, fotocopias.	Global	1	700	700	
Recurso SIG. (hojas cartográficas, mapa base)	Global	1	1200	1200	
Mochila de campo	Unidad	3	70	210	
Botas de campo	Par	3	30	90	
Alquiler de GPS, equipo topográfico y laboratorio, otros para un mes.	Mes	3	900	2700	
4. Servicios:					13450.00
Apoyo del personal	Mes	3	1250	3750	
Transporte, viáticos, para eventos científicos	Global	1	5000	5000	
Alojamiento	Global	1	1500	1500	
Publicación.	Global	1	1500	1500	
Seguro de Computadora	Global	1	200	200	
Otros gastos	Global	1	1500	1500	
				TOTAL S/.	**23200**