



ANEXO 1

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

1. Título del proyecto

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UN SUELO NATURAL DE LA REGIÓN DE PUNO CON ADICIONES DE FIBRAS DE VIDRIO Y DE POLIPROPILENO

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingeniería, tecnología	Infraestructura y construcciones	Ingeniería de la construcción

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

Apellidos y Nombres	ARREDONDO MAMANI, JAMES ROLANDO
Escuela Profesional	Ing. Electrónica
Celular	985005690
Correo Electrónico	jarredondo@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	APAZA CRUZ, JORGE LUIS
Escuela Profesional	Ing. Electrónica
Celular	951800159
Correo Electrónico	jlapaza@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)

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE UN SUELO NATURAL DE LA REGIÓN DE PUNO CON ADICIONES DE FIBRAS DE VIDRIO Y DE POLIPROPILENO

- 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)

Los suelos son empleados como material de construcción en obras, sin embargo, no siempre presentan las propiedades de resistencia necesarias para atender los requisitos mínimos de los proyectos. Una posible alternativa, es adecuar las características del material a tales requisitos. En este escenario, la adición de algún agente estabilizante representa una forma de viabilizar el empleo del suelo sin la necesidad de sustitución. El presente proyecto tiene como objetivo evaluar la influencia de adición de fibras de vidrio y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión simple de un suelo natural de la región de Puno con visión al mejoramiento del comportamiento mecánico del suelo. Serán analizados cuerpos de prueba de suelo natural, con adición de 0.5% de fibras de polipropileno y con adición de 0.5% de fibras de vidrio, compactados en las respectivas humedades óptimas y pesos específicos aparentes secos máximos, que se obtendrán en ensayos de compactación. Las muestras moldeadas serán analizadas para la obtención de grados de compactación y desvíos de humedad. Así también, ensayos de resistencia y compresión simple serán realizados en las muestras de suelo natural y la combinación de fibras. Se espera como resultados el aumento a la resistencia a la compresión del suelo natural que pueda contribuir como alternativa en la construcción sostenible bajo parámetros técnicos de construcción.

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

Estabilización de suelos, suelos reforzados con fibras, fibras de vidrio, fibras de polipropileno

- 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)

El suelo es el material de construcción más cuantioso en obras de construcción, y establece el soporte de las estructuras como edificaciones, vías, puentes, entre otros; así también, se utiliza como material de terraplenes viales, muros de tierra reforzada, rellenos de adecuación en áreas urbanas; por ello, la necesidad de estudiar los suelos desde las diferentes ópticas en el ámbito de la construcción (Duque & Escobar, 2018).

En el Perú, existen tipos de suelos que se encuentran en la zona sur, algunos de estos suelos no tiene las características mínimas de soporte para obras como carreteras, puentes o edificaciones. En tal sentido, es una realidad que este deba sustituirse por un material con mejores propiedades de resistencia y permeabilidad.

En la región de Puno, existen suelos de baja y alta plasticidad que no cumplen con los parámetros de las normas técnicas. Dentro de este marco, el presente proyecto se enfocará en evaluar la influencia de la adición de fibras, esta contribución permitirá la construcción sostenible considerando los parámetros que rige en las especificaciones Técnicas generales para construcción.

Entre los diversos elementos que pueden ser adicionados al suelo, las fibras presentan propiedades que pueden generar al suelo un incremento de resistencia. Estudios citan en sus resultados el incremento en la resistencia de suelo a la tracción y resistencia al cizallamiento (Feuerharmel, 2019; Casagrande, 2020). El reforzamiento de suelo con fibras



se torna atrayente en casos en que la resistencia máxima a grandes deformaciones sea condición mínima del proyecto. El mecanismo del proceso de fibra con el suelo se da por medio de la transmisión de los esfuerzos de suelo hacia las fibras, las fibras asumen y distribuyen esos esfuerzos, optimizando el comportamiento del suelo (Consoli & Festigato, 2015).

El presente proyecto, busca contribuir la calidad de suelos mediante el mejoramiento de las propiedades de suelos naturales de la Región de Puno. Cabe mencionar que la importancia de este estudio también pretende generar información que aporte a las obras de arte como carreteras, terraplenes u otros. Los resultados de la experimentación que se realice pueden ser usadas para investigar sobre nuevas muestras de opciones en porcentajes, mezclas y patrón de fibras de diferentes materiales que se puedan usar para el mejoramiento de los suelos, teniendo en cuenta la relación costo beneficio.

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)

El análisis de la influencia del uso de fibras para optimizar la resistencia del suelo se ha convertido en estos últimos años en una opción idónea en el ámbito de la construcción, ya que, son muchas las posibilidades a la hora de optar por el tipo de fibra a incluir en el suelo a reforzar. En general, se opta por materiales caracterizados por una alta resistencia mecánica y alta durabilidad. Las fibras usualmente más utilizadas son de polipropileno (Consoli et al., 1998; Ibraim y Fourmont, 2006; Zhang et al., 2006; Tang et al., 2007; Jadhao y Nagarnaik, 2008).

Las fibras, entre los diversos materiales que pueden ser adicionados al suelo, presentan propiedades que pueden producir mayor resistencia, algunas investigaciones citan incrementos en la resistencia a la tracción y en la resistencia al cizallamiento de suelos arenosos (Feuerharmel, 2019).

Numerosas variables influyen en el comportamiento de un suelo reforzado. Entre las principales se pueden citar (Gray y Ohashi, 1983; Consoli et al., 2003; Michalowski y Cermak, 2003; Ibraim y Fourmont, 2006; Jadhao y Nagarnaik, 2008), el tipo de fibra, longitud, forma, relación longitud - diámetro, rugosidad. Características del suelo, distribución granulométrica; tamaño, forma y rugosidad de partículas; contenido de humedad; entre otros.

Figueiredo (2020) caracteriza las fibras como elementos discontinuos, cuya longitud es mayor que la dimensión de sección transversal, y, que usualmente tiene la capacidad de distribuirse aleatoriamente en el material, reforzando todo el elemento donde fue aplicada. En la actualidad, existen algunos tipos de fibras comerciales disponibles que actúan controlando la fisuración del concreto, destacan las fibras de vidrio y las fibras de polipropileno.

Las fibras de vidrio son materiales constituidos por sustancias minerales, solidificados de una combinación de cuarzo, carbonato de calcio y carbonato de sodio, dispuestos en fajas, de espesor extremadamente fino. Este tipo de fibra es obtenido mediante el paso del vidrio en fusión por un orificio de dimensiones mínimas (Matheus, 2018). Una adición de fibras de vidrio en concretos mejora la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, la tenacidad y otras propiedades, considerando que la fibra de vidrio actúa como un nexo de transferencia de tensiones a través de las fisuras (Figueiredo, 2020). Por su lado las fibras de polipropileno son compuestas por filamentos completamente finos, producido a través de procesos de extrusión. Este material es indicado para el uso de concretos y morteros ya que permite reducir el índice de fisuras causadas por retracción y asentamiento, y propicia el control sobre la exudación y segregación, ya que es capaz de retener el agua en su interior. Una vez endurecido, el concreto con adición de fibras de polipropileno tiene el incremento de su resistencia al desgaste, al impacto y al fuego (Maccaferri, 2018).

También se utilizan fibras de monofilamento de poliamida (Michalowski y Cermak, 2003) y alcohol de polivinilo (Park, 2009). Existen además numerosos estudios que emplean otros materiales sintéticos provenientes de la reutilización de desechos, tales como fibras de polietileno tereftalato PET (Consoli et al., 2002), polietileno de alta densidad (Sobhan y



Mashnad, 2002) y fibras de gomas de neumático (Hataf y Rahimi, 2006; Akbulut et al., 2007). Con respecto a los contenidos de fibras usuales en el suelo, las publicaciones existentes utilizan un porcentaje que varía entre el 0.25% y el 3% respecto al peso de suelo seco. Más allá de este límite, el aumento en la resistencia del suelo debido al refuerzo de fibras es prácticamente nulo.

Un ejemplo de aplicación con fibras de polipropileno en suelos arenosos fue realizado por Consoli y Festugato (2019). El estudio analizó el comportamiento de la resistencia *versus* la deformación sobre diferentes confinamientos en ensayos triaxiales, y se observó el aumento en la resistencia del suelo con elevadas deformaciones.

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

Evaluar la influencia de adición de fibras de vidrio y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión simple de un suelo natural, ayudará a mejorar el comportamiento mecánico del suelo.

VII. Objetivo general

Evaluar la influencia de adición de fibras de vidrio y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión simple de un suelo natural de la región de Puno con visión al mejoramiento del comportamiento mecánico del suelo.

VIII. Objetivos específicos

Analizar los cuerpos de prueba de suelo natural, con adición de 0.5% de fibras de polipropileno
Analizar los cuerpos de prueba de suelo natural, con adición de 0.5% de fibras de vidrio
Calcular los grados de compactación y desvíos de humedad.
Analizar la resistencia y compresión simple en las muestras de suelo natural y en la mezcla de ambas fibras.

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)

La metodología de esta investigación será de un nivel de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con diseño cuantitativo explicativo, que permita describir y comparar las variables proporcionando resultados numéricos con la finalidad de evaluación práctica e inmediata. En la experimentación, se realizarán pruebas de caracterización de la muestra de suelo. Se realizarán pruebas mecánicas como la de Proctor, para obtener la humedad óptima y la densidad máxima seca, con el propósito de emplear parámetros adecuados. La investigación aplicada, se enfoca en la solución de un problema inmediato, ofrece elementos para aplicaciones tecnológicas y para toma de decisiones (Müggenburg, 2017).



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

- Abbasi Dezfouli, A., & Orak, M. (2019). Effect of Using Different Fibers on Slab on Grades. *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, 3(2), 91-99.
- Ahmad F., Bateni F., Azmi M. (2010), "Performance evaluation of silty sand reinforced with fibres". *Geotextiles and Geomembranes*. Vol. 28, pp. 93-99.
- Casagrande, M.T. (2020). Study of the behavior of a soil reinforced with polypropylene fibers aiming to use it as a base for surface foundations. Master's thesis at the federal university of rio grande do sul, proto Alegre, 109p.
- Consoli, N.C.; Fetsugato, L. (2019). Fiber reinforced floors. In: Veretematti, J.C. *Geosynthetics Manual*. Blucher.Sao Paulo. 2nd edition Cap4.-Subcap.4.10, p222-231
- Consoli N. C., Prietto D. M. P., Ulbrich A. L. (2015), "Influence of Fiber and Cement Addition on Behavior of Sandy Soil". *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Vol 24, No. 12, pp. 1211-1214.
- Consoli N. C., Casagrande M. D. T., Thome A., Rosa D. F., Fahey M. (2009a), "Effect of relative density on plate loading tests on fibre-reinforced sand". *Geotechnique*, Vol. 59, No 5, pp. 471-476
- Duque, G., & Escobar, C. (2018). *Geomechanics*. Colombia: National University of Colombia.
- Feurerharmel, M. R. (2019). Behavior of soils reinforced with polypropylene fibers. Master's dissertation. Federal University of Rio Grande do Sul, 152 p.
- Figueiredo, A. D. (2020) Fiber reinforced concrete. Thesis of (livre teaching) – University of São Paulo – São Paulo, 236p.
- Garzon Novoa, R. E., & Carvajal Yate, A. M. (2019). Evaluacion de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras PET (Doctoral dissertation).
- Gray D. H., Ohashi H. (1983), "Mechanics of fiber-reinforcement in sand." *Journal of Geotechnical Engineering, ASCE*. Vol. 109, No. 3, pp. 335-353.
- Hataf N., Rahimi M.M. (2006), "Experimental investigation of bearing capacity of sand reinforced with randomly distributed tire shreds". *Construction and Building Materials*. Vol. 20, pp. 910- 916.
- Kheyroddin, A., Arshadi, H., Ahadi, M. R., Taban, G., & Kioumarsi, M. (2021). The impact resistance of Fiber-Reinforced concrete with polypropylene fibers and GFRP wrapping. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5433-5438.
- Maccaferri, M. A. (2018). *Fiberglass – aprenda fibra de vidro*. Sao Paulo, 132p.
- Matheus, M. A. (2018). Study of the behavior of composite materials for application as base reinforcement of shallow foundations. Doctoral thesis. Federal University of Rio Grande do Sul.
- Müggenburg Rodríguez V., M. C., & Pérez Cabrera, I. (2017). Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enf. Universitaria*, 4(1), 35-38.
- Nguyen, K. T., Navaratnam, S., Mendis, P., Zhang, K., Barnett, J., & Wang, H. (2020). Fire safety of composites in prefabricated buildings: From fibre reinforced polymer to textile reinforced concrete. *Composites Part B: Engineering*, 187, 107815.
- Orouji, M., Zahrai, S. M., & Najaf, E. (2021, October). Effect of glass powder & polypropylene fibers on compressive and flexural strengths, toughness and ductility of concrete: an environmental approach. In *Structures* (Vol. 33, pp. 4616-4628). Elsevier.
- Proença, M., Garrido, M., Correia, J. R., & Gomes, M. G. (2021). Fire resistance behaviour of GFRP-polyurethane composite sandwich panels for building floors. *Composites Part B: Engineering*, 224, 109171.
- Sobhan K., Mashnad M. (2002), "Tensile Strength and Toughness of Soil–Cement–Fly Ash Composite Reinforced with Recycled High-Density Polyethylene Strips". *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 14, No. 2, pp. 177-184.
- Zerbino, R. L. (2020). El hormigón reforzado con fibras y sus proyecciones dentro de la industria de la construcción.



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

El proyecto de investigación contribuirá en datos relacionados a la resistencia de suelos a través de la adición de fibras en la región de Puno y la toma de criterios y decisiones en el ámbito de la construcción.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Impacto en el desarrollo de nuevas técnicas de mejoramiento en la resistencia de suelos para uso en la construcción. La inclusión de fibras en el suelo produce una disminución de la densidad debido a que las fibras son más livianas ya que proveen mayor resistencia a los métodos de compactación usuales.

ii. Impactos económicos

Los materiales que pueden ser usados para las fibras son de muy bajo costo, haciendo a este tipo de refuerzo altamente competitivo.

iii. Impactos sociales

Estabilidad y resistencia del suelo para la construcción de obras, para evitar los conflictos sociales al verse afectados con la baja calidad o fallas en las obras. La sociedad puneña se podrá beneficiar de los resultados de investigación en la calidad de suelo.

iv. Impactos ambientales

El uso de fibras para reforzamiento de suelo es una alternativa de construcción sostenible ya que además de mejorar la resistencia del suelo, minimiza el uso de material contaminante en el proceso.

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

Computadoras
Componentes mecánicos
Instrumentos
Laboratorio de suelos
Otros varios

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

Ubicación Política:
País : Perú
Región : Puno
Provincia : Puno
Distrito : Puno
Ubicación Geográfica
Latitud : 15°55'-S



Longitud : 70°02-O
Altitud : 3826 m.s.n.m.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Recolección de información y referencias		X	X	X	X	X						
Recolección de muestras y pruebas							X	X	X			
Análisis laboratorial y evaluación de datos										X	X	
Evaluación y recolección de datos y presentación de resultados												X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Computadoras	Und.	3500	1	3500
Componentes mecánicos	varios	3500	1	3500
Instrumentos	varios	500	1	400
Laboratorio especializado	Und.	1200	1	1200
Otros varios Materiales de oficina	varios	300	1	300
TOTAL				8900