

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecanicas y Quimicas de Concreto
 $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con Incorporación de Roca Pizarra**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Deysy Luzdelia Sucasaca Parillo
Richard Angel Pari Mamani

Asesor:

Mg. Ruben Fitzgerald Sosa Aquisé

Juliaca, septiembre del 2026

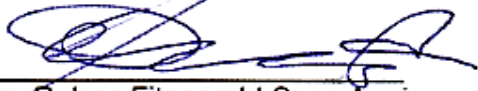
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Ruben Fitzgerald Sosa Aquise, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas y Químicas de Concreto $f'_c=210$ kg/cm² con Incorporación de Roca Pizarra"** de los autores Deysy Luzdelia Sucasaca Parillo y Richard Angel Pari Mamani tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Puno, a los 18 días del mes de septiembre del año 2026



Mg. Ruben Fitzgerald Sosa Aquise

01372787

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a 10 día(s) del mes de septiembre del año 2026, a las 8:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Herson Dukyery Pari Gui

el (la) secretario(a): Msc. Eder Mamani Chanter

y los demás miembros: Dsc. Jose Pacori Pacori

y el (la) asesor(a): Mg. Ruben Fitzgerald Rosa Aquis

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado:

Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas y Químicas de Concreto

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Incorporación de Roca Pizarra

del(los) bachiller(es): a) Deyzy Luzdelia Lucasaca Parillo

b) Richard Angel Pari Mamani

c)

conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Civil
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Deyzy Luzdelia Lucasaca Parillo

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (b): Richard Angel Pari Mamani

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy Bueno</u>

Bachiller (c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente/a

[Firma]
Asesor/a

[Firma]
Bachiller (a)

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (b)

[Firma]
Secretario/a

[Firma]
Miembro

[Firma]
Bachiller (c)

Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas y Químicas de Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Incorporación de Roca Pizarra

Evaluation of the Physico-Mechanical and Chemical Properties of $f'c=210$ kg/cm² Concrete Incorporating Slate Rock

Richard Angel Pari Mamani ^{a1}, Deysy Luzdelia Sucasaca Parillo ^{a2}

^aEP. Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

La presente investigación se desarrolló debido a la problemática existente en las zonas altoandinas de la región de Puno, donde la escasez de agregados convencionales incrementa considerablemente los costos de transporte y producción del concreto en obras civiles; por ello, se planteó evaluar la roca pizarra proveniente de canteras y desmontes mineros de localidades como Ananea-La Rinconada como agregado grueso alternativo en concretos de $f'c = 210$ kg/cm². El objetivo principal fue evaluar las propiedades físico-mecánicas y químicas del concreto de $f'c = 210$ kg/cm² con incorporación de roca pizarra. La investigación presentó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicativo y diseño experimental, elaborándose cinco tipos de mezcla y fabricándose 225 especímenes entre probetas cilíndricas y viguetas prismáticas, sometidos a ensayos de compresión, tracción indirecta y flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, además de ensayos químicos frente a soluciones de cloruros, sulfatos y sales-cloruros conforme a la norma EN 12370. El procesamiento estadístico se realizó mediante estadística inferencial ANOVA y pruebas post hoc de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los resultados demostraron que las mezclas con incorporación de roca pizarra presentaron un comportamiento favorable respecto al concreto patrón, destacando la mezcla con 75% de sustitución, la cual alcanzó una resistencia a la compresión de 236.26 kg/cm², una resistencia a la tracción indirecta de 26.68 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 37.35 kg/cm². El análisis estadístico evidenció diferencias significativas en compresión, tracción indirecta y flexión ($p < 0.05$). En el comportamiento químico, las pérdidas de masa fueron menores al 1%, evidenciando alta resistencia frente a agentes agresivos. En el análisis económico se observó una reducción progresiva de costos, alcanzándose el mayor ahorro con la sustitución al 100%. En la discusión, los resultados coincidieron con investigaciones previas que señalan que los materiales tipo pizarra mejoran la resistencia y durabilidad del concreto debido a su estructura mineral compacta y baja absorción. Finalmente, se concluye que la roca pizarra constituye una alternativa técnica, mecánica, química y económicamente viable para su utilización en concretos estructurales en zonas altoandinas.

Palabras clave: Análisis de costos; Concreto; Durabilidad; Propiedades mecánicas; Roca pizarra.

This research was conducted in response to the shortage of conventional aggregates in the high Andean regions of Puno, Peru, where the limited availability of construction materials significantly increases the transportation and production costs of concrete for civil engineering projects. Therefore, slate rock obtained from quarries and mining waste deposits in the Ananea–La Rinconada area was evaluated as an alternative coarse aggregate for concrete with a design compressive strength of $f'c = 210$ kg/cm². The main objective was to evaluate the physical-mechanical and chemical properties of concrete incorporating slate rock. The study followed a quantitative approach with an applied, experimental research design. Five concrete mixtures were produced, and a total of 225 specimens, including cylindrical specimens and prismatic beams, were manufactured and tested for compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength at curing ages of 7, 14, and 28 days. In addition, chemical durability tests against chloride, sulfate, and chloride-salt solutions were carried out in accordance with EN 12370. Statistical analysis was performed using one-way ANOVA and Tukey's post hoc test with a significance level of $\alpha = 0.05$. The results showed that concrete

¹ Autor de correspondencia:

Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima

Tel.: +0-000-000-0000

E-mail: deysy.sucasaca@upeu.edu.pe, richard.pari@upeu.edu.pe

mixtures incorporating slate rock exhibited better performance than the control concrete, with the 75% replacement mixture achieving the highest mechanical properties, reaching a compressive strength of 236.26 kg/cm², a splitting tensile strength of 26.68 kg/cm², and a flexural strength of 37.35 kg/cm². Statistical analysis revealed significant differences in compressive, splitting tensile, and flexural strengths ($p < 0.05$). Chemical durability tests showed mass losses of less than 1%, indicating high resistance to aggressive agents. The economic analysis also demonstrated a progressive reduction in production costs, with the greatest savings achieved at 100% replacement. The discussion showed that these findings are consistent with previous studies reporting that slate-based materials enhance the mechanical performance and durability of concrete due to their compact mineral structure and low water absorption. It is concluded that slate rock is a technically, mechanically, chemically, and economically viable alternative coarse aggregate for structural concrete production in high Andean regions.

Keywords: Cost analysis; Concrete; Durability; Mechanical properties; Slate rock.
