

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Efecto del agua del rio Huallaga y agua residual hospitalaria,
en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²
región Huánuco – Perú 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Languasco Rodriguez, Renzo

ASESOR: Davila Herrera, Percy Mello

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70806583

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41050949

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención
en gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0003-3299-4655

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001- 0745-5433
2	Trujillo Ariza, Yelen Liseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002- 5650-3745
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en Ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001- 8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día viernes 31 de octubre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

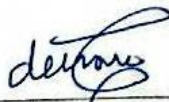
- | | |
|--|------------|
| ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA | SECRETARIA |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | VOCAL |

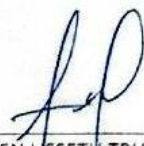
Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2314-2025-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM² EN LA REGION HUÁNUCO – PERU 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 17:00 horas del día 31 del mes de octubre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
PRESIDENTE


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: RENZO LANGUASCO RODRIGUEZ, de la investigación titulada "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM² REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024", con asesor(a) PERCY MELLO DAVILA HERRERA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1831-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 10 de octubre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

43. Renzo Languasco Rodriguez.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

7 %

PUBLICACIONES

9 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4 %

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2 %

3

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

4

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

1 %

5

www.scribd.com

Fuente de Internet

1 %



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mi padre, gracias por guiarme con el ejemplo y siempre velar por mi formación.

A mi madre, por su inquebrantable apoyo y siempre estar en los peores y mejores momentos.

A mis abuelos y hermanos, esto tambien es para ustedes, gracias por acompañarme y disfrutar de mis logros.

A Olga Elvira Vela, que en paz descanse, esto te lo dedico querida abuelita, siempre me acompañas y guías en mi caminar.

A mi primo Victor Rodriguez Marca se lo dedico, quien estuvo a puertas de lograrse como ingeniero civil pero por circunstancias de la vida hoy se encuentra acompañándome junto a mi abuelita desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater Universidad de Huanuco, por ser mi casa de estudio, recinto de mi formación como ingeniero civil. Proporcionándome siempre los recursos necesarios para mi mejor desarrollo profesional.

Al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad de Huánuco por permitirme acceder a sus equipos y herramientas para efectuar esta investigación.

Al laboratorio de suelos LABORTEC HUANUCO, por brindarme la prestación de sus servicios para la rotura de probetas en la prueba de resistencia a la compresión.

Al laboratorio GEOCON, por brindarme la prestación de sus servicios en el ensayo de peso específico de los agregados.

A mi asesor, Ing. Percy Mello Davila Herrera, por su guía y soporte en esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3.OBJETIVOS	19
1.3.1 GENERAL	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6.VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	25

2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES.....	28
2.2.BASES TEÓRICAS	31
2.2.1.EL AGUA DE LOS RÍOS.....	31
2.2.2.EL AGUA DE LOS RÍOS EN EL PERÚ.	31
2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	51
2.4.HIPÓTESIS	53
2.4.1.HIPÓTESIS GENERAL.....	53
2.4.2.HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	53
2.5.VARIABLES.....	54
2.5.1.VARIABLE DEPENDIENTE	54
2.5.2.VARIABLE INDEPENDIENTE.....	54
2.6.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	55
CAPITULO III.....	57
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	57
3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN	57
3.1.1.ENFOQUE	57
3.1.2.ALCANCE O NIVEL	57
3.1.3.DISEÑO	57
3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
3.2.1.POBLACIÓN	58
3.2.2.MUESTRA.....	58
3.2.3.EL DISEÑO DE MEZCLA	59
3.3.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	60
CAPITULO IV.....	63
RESULTADOS.....	63
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	63
4.2.CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	83

CAPITULO V.....	88
DISCUSION DE RESULTADOS.....	88
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tolerancias de concentraciones de impurezas en el uso de agua para concreto	33
Tabla 2 Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la NTP 339.088.....	35
Tabla 3 Resultados de análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales de plantas de tratamientos.....	36
Tabla 4 Parámetros físicos y químicos del agua residual hospitalaria	41
Tabla 5 Efectos del concreto de acuerdo con el tipo de agua	43
Tabla 6 Tipos de cemento según la norma ASTM C – 150	45
Tabla 7 Clasificación general del agregado según tamaño	47
Tabla 8 Relación agua/cemento por resistencia	49
Tabla 9 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto	50
Tabla 10 Esquema del diseño experimental	58
Tabla 11 Diseño de mezcla de la cantera utilizada en el proyecto de investigación para un 1m ³ fue de la cantera Viro y Huácar ubicada, en el cerro Potracancha.....	59
Tabla 12 Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 7 días	63
Tabla 13 Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 14 días ...	64
Tabla 14 Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 28 días ...	66
Tabla 15 Comparación de media de los tratamientos a los 7 días de evaluación.....	68
Tabla 16 Prueba de normalidad de los datos de las variables de estudio a los 7 días	69
Tabla 17 Comparación de media de los tratamientos a los 14 días de evaluación.....	72
Tabla 18 Prueba de normalidad de los datos de las variables de estudio a los 14 días	73
Tabla 19 Comparación de media de los tratamientos a los 28 días de evaluación.....	76
Tabla 20 Prueba de normalidad de las variables de estudio a los 28 días de evaluación.....	77

Tabla 21 Consolidados de las medias de los variables de estudio en los tratamientos a los 7, 14 y 28 días de evaluación	80
Tabla 22 Prueba de normalidad de las variables de estudio	83
Tabla 23 Análisis de varianza para el factor tratamiento de las variables de estudio	84
Tabla 24 Prueba T de muestras independientes entre los tratamientos	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mecanismo de grietas por la presencia de cloruros	39
Figura 2 Ecuación para determinar la cantidad de cemento	49
Figura 3 Ecuación para determinar la cantidad de Agregado fino	50
Figura 4 Comparación de media de las variables de estudio a los 7 días de evaluación.....	69
Figura 5 Comportamiento de las variables de estudio resistencia a la compresión a los 7 días de evaluación	71
Figura 6 Comparación de media de las variables de estudio a los 14 días de evaluación.....	74
Figura 7 Comportamiento de las variables de estudio resistencia a la compresión a los 14 días de evaluación	75
Figura 8 Comparación de media de las variables de estudio a los 28 días de evaluación.....	78
Figura 9 Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de evaluación.....	79
Figura 10 Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de evaluación.....	81
Figura 11 Prueba de hipótesis de los tratamientos de las variables de estudio	85
Figura 12 Recolección de agua Higuera	121
Figura 13 Recolección de agua Higuera	121
Figura 14 Recolección de agua río Huallaga	122
Figura 15 Recolección de agua río Huallaga	122
Figura 16 Recolección de agua residual del Hospital Hermilio Valdizán ...	123
Figura 17 Recolección de agua residual del Hospital Hermilio Valdizán ...	123
Figura 18 Recolección de muestra (agregado fino y grueso) de la cantera	124
Figura 19 Descarga de los materiales en el laboratorio de la Universidad de Huánuco	124
Figura 20 Elaboración de los ensayos en el laboratorio de la UDH	125
Figura 21 Ensayo para calcular peso suelto compactado (Agr.grueso)	125
Figura 22 Análisis Granulométrico	125
Figura 23 Procesamiento de datos	126

Figura 24	Elaboración de la mezcla de concreto	127
Figura 25	Mezcla de concreto con ayuda del trompo	127
Figura 26	Elaboración de las probetas de concreto	128
Figura 27	Vaciado de mezcla de concreto en las probetas	128
Figura 28	Desencofrado de las probetas luego de fraguado	129
Figura 29	Curado del concreto.....	129
Figura 30	Ensayo de resistencia a la compresión.....	130
Figura 31	Concreto sometido a esfuerzos con la prensa hidráulica.....	130

RESUMEN

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel mundial debido a su durabilidad, resistencia y versatilidad. Sin embargo, la calidad del concreto puede verse afectada por diversos factores, entre los cuales el tipo de agua utilizado para su preparación. El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del agua de los ríos Huallaga e Higuera, así como del agua residual hospitalaria en la región Huánuco, sobre la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm², en comparación con agua potable. La metodología consistió en preparar diferentes muestras de concreto utilizando cuatro tipos de agua en el diseño de mezcla (agua potable, agua del río Huallaga, agua del río Higuera y agua residual hospitalaria), a las cuales se les aplicaron ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14. y 28 días de curado. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y el análisis estadístico se realizó mediante ANOVA, utilizando las pruebas de Tukey y Duncan y para la comparación de la media de las muestras independientes t de Student, para así poder evaluar la significancia de las diferencias entre los tratamientos. los resultados obtenidos fueron que a los 28 días, el agua del río Huallaga (T₂) mostró la mayor resistencia, alcanzando 303.00 kg/cm² (144.28% del f'c); el agua del río Higuera (T₃) también presentó un incremento en la resistencia, llegando a 282,92 kg/cm² (134,70% del f'c); el agua residual hospitalaria (T₄) tuvo una menor resistencia en comparación con los ríos, pero alcanzó 233,57 kg/cm² (111,24% del f'c); el agua potable (T₁) presentó la resistencia más baja, con 206,91 kg/cm² (98,56% del f'c). Finalmente se concluye que el tipo de agua utilizado afecta significativamente la resistencia a la compresión del concreto, especialmente a los 14 y 28 días, el agua del río Huallaga mostró ser la más favorable para la resistencia del concreto.

Palabras claves: Resistencia a la compresión, diseño de mezcla, concreto, agua de río, agua residual

ABSTRACT

Concrete is one of the most widely used construction materials worldwide due to its durability, strength and versatility. However, the quality of concrete can be affected by several factors, including the type of water used for its preparation. The objective of this research was to determine the influence of water from the Huallaga and Higuera rivers, as well as hospital wastewater in the Huanuco region, on the compressive strength of 210 kg/cm² concrete, compared to potable water. The methodology consisted of preparing different concrete samples using four types of water in the mix design (drinking water, water from the Huallaga River, water from the Higuera River and hospital wastewater), to which compressive strength tests were applied at 7, 14 and 28 days of curing. A completely randomized experimental design was used and the statistical analysis was performed by ANOVA, using Tukey's and Duncan's tests and Student's t-test for the comparison of the means of the independent samples, in order to evaluate the significance of the differences between treatments. The results obtained were that at 28 days, the water from the Huallaga river (T2) showed the highest resistance, reaching 303.00 kg/cm² (144.28% of the f'_c); the water from the Higuera river (T3) also showed an increase in resistance, reaching 282.92 kg/cm² (134.70% of the f'_c); the hospital wastewater (T4) had the highest resistance, reaching 303.00 kg/cm² (144.28% of the f'_c); the water from the Higuera river (T3) also showed an increase in resistance, reaching 282.92 kg/cm² (134.70% of the f'_c); the hospital wastewater (T4) had the highest resistance, reaching 303.00 kg/cm² (144.28% of the f'_c).

Keywords: compressive strength, mix design, concrete, river water, wastewater, wastewater

INTRODUCCIÓN

A nivel global, la sostenibilidad en el uso de los recursos hídricos en la industria de construcción ha cobrado una gran relevancia debido a la creciente preocupación por la sostenibilidad y el medio ambiente. Desde esta perspectiva, el estudio sobre la utilización de recursos hídricos alternativos, como aguas servidas sometidas a un tratamiento, en la producción de concreto ha ganado interés en diversos países como Australia, India y Sudáfrica. Estos estudios han demostrado la viabilidad de utilizar aguas recicladas o no potables en la construcción, sin comprometer la resistencia ni la durabilidad del concreto, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

En el Perú, el libre acceso y la calidad del agua representan un desafío importante debido a la diversidad geográfica y climática del país. En regiones como Huánuco, la obtención de agua potable para la construcción es limitada, lo que ha llevado a considerar el uso de fuentes alternativas como el agua de los ríos Huallaga e Higuera, así como aguas residuales hospitalarias. Sin embargo, la influencia que podrían tener estas fuentes de agua en la resistencia del concreto no ha sido estudiado en profundidad, lo que genera incertidumbre sobre su viabilidad y seguridad estructural.

Este estudio fue de gran importancia debido a la necesidad de optimizar los recursos hídricos en el sector de la construcción, especialmente en la región Huánuco donde se ha evidenciado limitaciones en el abastecimiento de agua. Además, la reutilización de fuentes de agua no convencionales podría contribuir a la sostenibilidad ambiental y reducir la presión sobre los recursos hídricos frescos. La investigación proporciona datos científicos sobre la viabilidad de emplear estas fuentes de agua en la producción de concreto, ayudando a establecer criterios técnicos que garanticen la seguridad estructural de las construcciones en la región de Huánuco, donde se generó el siguiente objetivo de investigación: Evaluar el efecto del uso del agua de los ríos Huallaga, Higuera y de aguas residuales hospitalarias en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² en la región de Huánuco, Perú. Esta investigación adopta el enfoque

experimental, empleando un diseño comparativo. Se realizó un muestreo de aguas de los ríos Huallaga, Higuera y de aguas residuales hospitalarias, las cuales fueron caracterizadas mediante análisis físico-químicos para determinar su composición. Posteriormente, se elaboraron mezclas de concreto de 210 kg/cm² utilizando cada una de las fuentes de agua mencionadas y se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión en diferentes etapas de maduración del concreto (7, 14 y 28 días). Se utilizó como referencia el concreto producido a base de agua potable para evaluar las variaciones en la resistencia mecánica.

Entre las principales limitaciones de la investigación se encontraron las variaciones en la calidad del agua de los ríos debido a factores ambientales y estacionales, lo que podría influir en los resultados. Además, el acceso a equipos especializados para el análisis químico del agua y las pruebas mecánicas del concreto puede representar un desafío logístico. Otra limitación fue la falta de normativas específicas en el Perú para el uso de aguas residuales en la construcción, lo que dificultó la comparación con estándares preestablecidos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A escala global el uso de agua potable en la construcción civil presenta varios desafíos que afectan la sostenibilidad, la economía y el medio ambiente. La creciente demanda del uso de agua potable para industriales genera competencia por este recurso limitado, lo que plantea preocupaciones sobre su disponibilidad futura. Además, obtener agua potable para grandes proyectos de construcción incrementa los costos operativos, lo que puede afectar la viabilidad económica de los proyectos, especialmente en áreas donde el agua es escasa.

El emplear agua potable en la construcción civil es complejo y requiere un enfoque integral que contemple la sostenibilidad, la economía y la protección del medio ambiente. Es fundamental promover prácticas que reduzcan la dependencia del agua potable y fomenten un desarrollo constructivo responsable.

En el marco de ciertas normas internacionales se admite la utilización de agua no potable, incluyendo agua residual tratada, en la producción de concreto; no obstante, se trata de un aspecto sumamente delicado, dado que este material debe conservar propiedades y características específicas que garanticen su aplicación segura y eficiente en diversas estructuras. (Alca y Carballo como se citó de Vásquez 2011.)

Los países desarrollados y en vías de desarrollo, encontrándose en la problemática de la distribución del recurso hídrico en la industria de la construcción se encuentran en la búsqueda de alternativas para reutilizar las aguas depuradas, que ayuden a maximizar el uso del recurso de agua potable.

En el Perú el empleo agua potable en la construcción civil presenta desafíos significativos, la escasez hídrica en regiones costeras y de la sierra eleva los costos y genera conflictos por el acceso a esto se suma las

normativas que limitan su uso, y la extracción puede perjudicar ecosistemas locales y consumo de la población, Es esencial implementar prácticas sostenibles y considerar alternativas como el reciclaje de agua para mitigar estos problemas.

El INEI (2017) indica que la población censada en las zonas urbanas del departamento de Huánuco es 375 mil 432 personas, lo que equivale al 52,1 % de la población total; en tanto que las áreas rurales albergan a 345 615 habitantes, correspondientes al 47,9 %.

En 2015, se produjeron 29,109,194 metros cúbicos de concreto en el país, siendo 10,263,405 metros cúbicos solo en Lima Metropolitana; donde se requirió alrededor de 2,237,422,290 litros de agua potable en su fabricación (Cárdenas, 2018)

Las extracciones de agua destinadas a la industria del concreto constituían el 9 % del total utilizado por el sector industrial y representaban el 1,7 % del volumen global de agua retirada. (Miller et al., 2018.)

Para fabricar concreto es indispensable el empleo de agua, y la normativa E.060 dispone que esta sea de calidad potable tanto para su mezcla como para el proceso de curado. Ello se debe a la importancia de la relación agua/cemento (a/c), reconocida a nivel mundial como un factor decisivo, ya que determina la resistencia que el material alcanzará conforme a su diseño y cálculo estructural. (Toca y Cabra, 2018.)

Se estima que para el año 2025, el 75% de la necesidad de elaborar concreto se concentrará en regiones actualmente identificadas como propensas a experimentar escasez de agua (Miller et al., 2018).

La utilización nuevamente de efluentes ha emergido como una solución técnica reconocida y confiable para enfrentar los retos relacionados con la escasez de agua a nivel mundial. Antes considerada simplemente como una tarea de eliminación de residuos, la reutilización de efluentes ahora se percibe como un recurso valioso. (Castillo, 2019).

La norma técnica peruana (NTP 339.076 – 2009) indica, para fabricar concretos con cemento Tipo I, Portland la pureza del agua debe atender a las especificaciones técnicas de ASTM D 1193, el cual no afecte las propiedades físicas y mecánicas del concreto y no necesariamente tiene que ser agua potable sino agua limpia

La norma NTP 339.088 no indica que solo se puede utilizar agua potable. La norma permite el uso de agua tratada, siempre que se respete los estándares de calidad establecidos. Esto significa que, además del agua potable, se puede utilizar agua residual tratada o agua de otras fuentes, siempre que no contenga contaminantes que afecten negativamente las propiedades del concreto

Entre las diversas fuentes de agua que podrían utilizarse en la preparación (mezcla) y curado del concreto se encuentran las aguas tratadas de origen residual, las de los ríos y las del mar. (Altamirano y terreros, 2018).

En la región Huánuco la utilización de agua potable en las obras de construcción de infraestructuras requiere grandes volúmenes lo que agrava la escasez y disponibilidad para la población rural y urbana. Por lo tanto, lo que es crucial implementar políticas que prioricen alternativas sostenibles que permitan equilibrar las necesidades de la población con las demandas del sector construcción

Actualmente el reutilizar las aguas residuales con un pre tratamiento cobra un papel muy importante, pues permite ser reutilizadas según DECRETO SUPREMO **N°004-2017- MINAM**, que indica que pueden reutilizarse si cumplen con los parámetros establecidos por los ECA, su rehuso también implica a las industrias donde se encuentra el sector de construcción.

En la región Huánuco existe el río Huallaga cuyo caudal es de 3800m³/s, (ANA, 2016, p.2). Las aguas de los ríos podrían ser considerados como alternativa para su uso en el rubro de construcción reduciendo el empleo de agua potabilizada, (Díaz, 2014.)

Así mismo existe la producción de grandes volúmenes de aguas residuales que son producidas por las industrias siendo una de ellas las aguas residuales hospitalarias

Por lo tanto, esta investigación plantea utilizar las aguas residuales hospitalarias y las aguas del río Huallaga sustituyendo el agua potable la producción de concreto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál será el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál será el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 7 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024?

¿Cuál será el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 14 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024?

¿Cuál será el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 28 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024?

¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del agua de río Huallaga y río Higuera en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024?

¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del agua residual hospitalaria en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú, 2024

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 7 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.
- Evaluar el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 14 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.
- Evaluar el efecto del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 28 días en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.
- Determinar los parámetros físicos del agua del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación ha demostrado que el agua de los ríos Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria, cuando son tratadas adecuadamente, pueden ser utilizadas en la producción de concreto sin comprometer su resistencia. Esto permite optimizar el uso de los recursos hídricos de la región, principalmente en aquellos escenarios en los que el agua potable es escasa.

Los hallazgos resaltan la importancia de que la industria de la construcción adopte prácticas orientadas a la sostenibilidad. Al utilizar agua residual tratada, se promueve la reutilización de recursos y se reduce la

dependencia del agua potable, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y a la conservación del agua.

Los hallazgos del estudio revelaron que el uso de estas fuentes de agua no solo es viable, sino que también puede resultar en un concreto de calidad comparable al producido con agua potable. Esto abre nuevas posibilidades para la innovación en materiales de construcción, favoreciendo un concreto más durable y resistente en el ámbito regional. Los datos generados pueden ser utilizados por responsables de políticas y reguladores para desarrollar normativas que faciliten el uso de agua tratada en la construcción. Esto podría llevar a la creación de incentivos para tratar y reutilizar las aguas residuales, promoviendo un enfoque más integral hacia la gestión del agua en la región.

Este estudio ha llenado un vacío importante en la investigación sobre el uso de recursos hídricos en la construcción en Huánuco. Los resultados pueden servir como base para futuras investigaciones y proyectos, fomentando un enfoque más informado, basado en evidencia para la adopción de decisiones sobre construcción y manejo del agua.

- **IMPACTO PRÁCTICO**

Su impacto fue práctico, pues representó una oportunidad para evidenciar y promover la aplicación de tecnologías limpias en beneficio de la construcción civil en la región de Huánuco, la innovación y el uso de estas nuevas tecnologías impulsa el desarrollo sostenible al enfrentar el cambio climático, aumentar la resiliencia y apoya el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

- **IMPACTO TEÓRICO**

El estudio presentó a la comunidad científica una evaluación sobre el empleo de agua de río y aguas residuales hospitalarias en la fabricación de concreto, lo que facilitó el contraste con investigaciones previas y abrió la

posibilidad de sugerir nuevas alternativas para su aplicación en la construcción civil.

- **IMPACTO SOCIAL**

Incorporar agua de río y aguas hospitalarias tratadas en la preparación del concreto generó una alternativa viable, cuyo impacto se traduce en un menor requerimiento de agua potable en la región huanuqueña.

- **IMPACTO AMBIENTAL**

Genero cultura y conciencia ambiental que implica que el sector de la construcción civil reduzca el uso de agua potable en la región Huánuco ayudando y coexistiendo en un ambiente limpio y sano que ayuden a fomentar valores y conductas proambientales, junto con la disposición para emprender acciones que contribuyan a transformar los hábitos ambientales que la sociedad de hoy aún necesita fortalecer.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Los costos y el lugar para el análisis de laboratorio de los parámetros del concreto hicieron que se delimite la investigación solo al estudio y evaluación de la resistencia a la comprensión.

- Los costos de los análisis en laboratorio de los parámetros físicos y químicos del agua de río y agua residual hospitalaria fueron elevados, por lo que en esta investigación se priorizó analizar solo los principales que se encuentran relacionados con las exigencias del ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento.

- En la región Huánuco no existió una base de datos, información o experiencia científica relacionada con el tema de investigación.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- La investigación es viable por que existió acceso a las aguas de los ríos Huallaga e Higuera además del agua tratada del Hospital regional de Huánuco, también porque se contó con los laboratorios locales y el apoyo de

instituciones y la comunidad. Se Utilizo una metodología sólida que garantizo los resultados confiables. Los hallazgos ofrecieron alternativas sostenibles para la construcción, promoviendo la gestión eficiente del agua que podrían influir en futuras normativas, asegurando un impacto positivo en la región.

La NTP 339.088 establece que, en general, se debe emplear agua potable para fabricar concreto. Sin embargo, también permite usar aguas que respeten ciertos estándares de calidad específicos. Esto implica que: se pueden utilizar aguas no potables (como agua de ríos o aguas residuales) siempre reúna los criterios de calidad fijados en la normativa para eso es esencial realizar el análisis para asegurar que el agua no potable no posea contaminantes que afecten al concreto.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se detallan a continuación los estudios efectuados que guardan relación con el presente proyecto de investigación.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Yahyaei et al., (2020) llevaron a cabo la investigación titulada “Trabajabilidad, propiedades mecánicas y de durabilidad del hormigón autocompactante a partir de aguas residuales tratadas”. Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Kharazmi. Teherán. Irán. Artículo. Tuvieron como objetivo evaluar el desempeño del hormigón autocompactante al utilizar aguas residuales tratadas como parte de sus componentes. El trabajo de investigación siguió un enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño experimental. La población fue el conjunto de todos los tipos de hormigón autocompactante que podrían ser producidos utilizando aguas residuales tratadas. Sin embargo, el estudio se centra en un tipo específico de hormigón autocompactante, lo que implica que la población es más restringida. La muestra fueron las diferentes mezclas de hormigón autocompactante que se prepararon para las pruebas. Esto incluye varias proporciones de aguas residuales tratadas y otros componentes del hormigón, permitiendo estudiar las propiedades mecánicas y la duración en condiciones específicas. Los hallazgos indican que el hormigón autocompactante con aguas residuales tratadas presentó una resistencia a la compresión de hasta 40 MPa y una mejor trabajabilidad en comparación con mezclas convencionales. Además, se observó una disminución en la permeabilidad, lo que indica una mayor durabilidad y resistencia a agentes agresivos.

Finalmente, concluyeron que emplear aguas residuales tratadas al producir hormigón autocompactante es técnica y ambientalmente viable. Los resultados indican que este tipo de hormigón no solo mantiene propiedades mecánicas adecuadas, con resistencias de

hasta 40 MPa, sino que también mejora la durabilidad al reducir la permeabilidad. Estos hallazgos respaldan su aplicación en la construcción, contribuyendo a la gestión eficiente de recursos y a la sostenibilidad ambiental. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de nivel aplicativo y con un diseño cuasi experimental.

Yao et al., (2022) investigaron sobre la “Influencia del contenido de aguas residuales en las propiedades mecánicas, la microestructura y la durabilidad del hormigón”. School of Civil Engineering and Communication, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou. China. Artículo. Tuvieron como objetivo investigar el impacto del contenido de aguas residuales en las propiedades mecánicas, microestructura y durabilidad del hormigón, evaluando cómo distintas proporciones de aguas residuales afectan su trabajabilidad y resistencia a la compresión. El trabajo adoptó un enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y un diseño experimental. La población de estudio estuvo conformada por mezclas de hormigón que utilizan diferentes proporciones de aguas residuales como sustituto del agua potable. La muestra consistió en cinco grupos de mezclas de hormigón C20, diseñadas con tasas de reemplazo de agua potable del 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de aguas residuales. Cada grupo se evaluó para determinar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. Los resultados indicaron que, al reemplazar el agua potable con aguas residuales, la trabajabilidad del hormigón disminuye. La resistencia a la compresión muestra un comportamiento variable: a 28 días, el hormigón con 75% de aguas residuales alcanzó la mayor resistencia, mejorando un 5.4% en comparación con el control.

Finalmente, concluyeron que incorporar aguas residuales en las mezclas de hormigón puede optimizar propiedades mecánicas, en especial la resistencia a la compresión, sin afectar de manera considerable su durabilidad. Esto sugiere que dichas aguas constituyen una opción sostenible para el sector construcción.

Fadil et al., (2023) realizaron el trabajo de investigación titulado “Estudiar los efectos del uso de diferentes tipos de agua en las propiedades mecánicas del hormigón”. Civil Engineering Department, University of Technology. Baghdad. Iraq. Artículo. Consideraron por objetivo investigar el impacto de diferentes fuentes de agua (agua del río Tigris, agua potable y agua de la fábrica Pepsi) en las propiedades mecánicas del hormigón, evaluando cómo estas variaciones afectan la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción del material a lo largo del tiempo. El trabajo de investigación siguió un enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño experimental puro. Los tipos de agua que podían utilizarse en el mezclado del hormigón se tomaron como población. La muestra estuvo compuesta por las tres fuentes de agua específicas utilizadas en la investigación: agua potable (como control), agua del río Tigris y agua de la fábrica Pepsi. Las mezclas de hormigón se prepararon y evaluaron utilizando estas tres fuentes seleccionadas. Los hallazgos revelaron que, tras 7 días, la resistencia a la compresión del hormigón fue de 18.5 MPa (agua potable), 19 MPa (río Tigris) y 13 MPa (agua de Pepsi). A 28 días, las resistencias fueron 32.1 MPa, 29 MPa y 16.4 MPa, respectivamente, con una disminución en el agua de Pepsi.

En conclusión, se determinó que la procedencia del agua empleada en el hormigonado incide de forma notable. Los mejores valores de resistencia a la compresión y tracción se obtuvieron con agua potable y con la del río Tigris, en contraste con el agua proveniente de la fábrica Pepsi, lo que confirma que la calidad del agua resulta determinante para optimizar el desempeño del concreto en la construcción.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Verde et al., (2022) investigaron sobre los “*Edificios sostenibles de hormigón que utilizan aguas residuales domésticas tratadas*”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú. Artículo. Tuvieron como objetivo buscar evaluar cómo esta práctica puede contribuir a la sostenibilidad en la industria de la construcción, considerando aspectos

como el consumo de agua y las propiedades mecánicas del hormigón resultante. El trabajo de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño cuasi experimental. La población se refiere a todos los tipos de hormigón autocompactante que podrían ser producidos utilizando aguas residuales tratadas. La muestra consiste en las diferentes mezclas específicas de hormigón autocompactante preparadas para el estudio, que incluyen varias proporciones de aguas residuales tratadas y otros componentes, permitiendo evaluar sus propiedades mecánicas y de durabilidad. Los resultados indicaron que el hormigón con aguas residuales tratadas presenta un aumento leve en la trabajabilidad, con un índice de **slump** ligeramente superior. Sin embargo, se identificó un descenso en la resistencia mecánica del concreto, en términos de compresión y flexión, situándose por debajo de las mezclas habituales.

Finalmente, concluyeron que emplear agua residual depurada en la producción de hormigón puede contribuir y reducir el consumo de agua fresca. Sin embargo, es crucial considerar las implicaciones en las propiedades mecánicas del hormigón, ya que se observaron disminuciones en la resistencia. Recomendando realizar más investigaciones para optimizar las mezclas y mejorar su rendimiento, permitiendo así una integración efectiva de esta práctica en la industria de la construcción.

Apomayta Ordoño, (2022) realizó el trabajo de investigación titulado *“Influencia del agua del río Moquegua en la resistencia a la compresión del concreto para el diseño de edificaciones, Mariscal Nieto - Moquegua 2021”*. Universidad José Carlos Mariátegui. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Moquegua. Perú. Tesis. Tuvo como objetivo evaluar el impacto del uso de agua del río Moquegua en las propiedades mecánicas, específicamente la resistencia a la compresión del concreto. Adoptó metodológicamente un enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño experimental puro. La población fueron todas las muestras de concreto que se podrían obtener utilizando agua del río Moquegua en las distintas edificaciones de la región de Mariscal Nieto,

la muestra corresponde a los ensayos de resistencia a la compresión efectuados en un conjunto definido de mezclas de concreto, preparadas con agua proveniente del río Moquegua y evaluadas bajo condiciones controladas. La cantidad exacta de muestras y el método de muestreo dependerían de los detalles específicos del trabajo. Como resultado se tiene que las mezclas de concreto preparadas con agua del río Moquegua lograron una resistencia promedio de 25 MPa, en contraste con los 30 MPa alcanzados por aquellas elaboradas con agua potable. Estas diferencias, al ser estadísticamente significativas, indican que la calidad del agua repercute en la resistencia del material.

Finalmente, se determinó que el empleo de agua del río Moquegua en el mezclado de concreto produce un efecto adverso sobre la resistencia a la compresión frente a la obtenida con agua potable. Se hace evidente la importancia de analizar la calidad del agua empleada en el ámbito constructivo, como medida para garantizar estructuras seguras y duraderas en el contexto regional.

Palomino Flores, (2021) realizó el trabajo de investigación titulado *“Análisis del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la utilización del agua del Río Vilcanota, agua de la Laguna Urcos y agua potable”*. Universidad de Cesar Vallejo. Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima. Perú. Tesis. Tuvo como objetivo evaluar y comparar el impacto de diferentes fuentes de agua (agua de la Laguna Urcos, agua del Río Vilcanota y agua potable) en las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia característica de $f'c = 210$ kg/cm², específicamente en lo que respecta a su resistencia a la compresión. El estudio siguió un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño experimental. La población considerada fueron todas las mezclas de hormigón hechas con distintos tipos de agua (agua del Río Vilcanota, agua de la Laguna Urcos y agua potable) en la región de estudio. La muestra consistió en un subconjunto representativo de las mezclas de concreto, donde se seleccionaron diferentes proporciones y condiciones de mezcla para evaluar su resistencia a la compresión, permitiendo realizar inferencias sobre el comportamiento del concreto en general. Los hallazgos indican

que el concreto preparado con agua potable dio un promedio de 25 MPa de resistencia, frente a los 20 MPa alcanzados con agua del río Vilcanota y los 22 MPa con agua de la laguna Urcos. Las diferencias fueron estadísticamente significativas, afectando la calidad del concreto.

El análisis permitió confirmar que la resistencia a la compresión del concreto se ve afectada por la fuente de agua utilizada en su mezcla. El agua potable mostró ser la más favorable, en tanto que el agua del río Vilcanota y de la laguna Urcos reflejaron rendimientos menores. Estos hallazgos ponen de relieve la necesidad de una correcta elección de la fuente hídrica para obtener la calidad del concreto en la construcción.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

En la región Huánuco no se encuentra información científica sobre el uso de aguas residuales y agua de río para la elaboración de concreto, sin embargo, existen trabajos de investigación, donde se busca mejorar las variables en estudio de acuerdo con la norma y metodología ASTM, exigidos en el Perú.

Espinoza (2024) realizó el trabajo de investigación titulado *“Influencia del uso de agua del río Huallaga en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² en la ciudad de Huánuco – 2023”*. Universidad de Huánuco, Facultad de Ingeniería Civil. Huánuco. Perú. Tesis. Tuvo como objetivo analizar el efecto que tiene el agua del río Huallaga en el diseño de mezcla de concreto, específicamente en su resistencia a la compresión, comparando diferentes proporciones de esta agua con agua potable. El trabajo de investigación fue de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño experimental. La población de análisis comprendió todos los mezclados de concreto diseñados con proporciones de agua fluvial del Huallaga y de agua potable. La muestra consistió en 60 probetas de concreto, divididas en 4 grupos de 15 probetas cada uno, en las que se utilizaron distintos porcentajes de agua del río Huallaga y agua potable para evaluar su resistencia a la

compresión. Los hallazgos confirmaron que, al término de 28 días de curado, el concreto hecho con agua del río Huallaga alcanzó resistencias que superaron el 90% del valor de diseño de 175 kg/cm². Las mezclas con menor porcentaje de agua del río presentaron menores resistencias, confirmando su influencia positiva.

Finalmente, se concluyó que la utilización de agua proveniente del río Huallaga en el diseño de mezclas de concreto para alcanzar una resistencia de 175 kg/cm² demostró tener un efecto positivo. Las probetas alcanzaron más del 90% de la resistencia esperada tras 28 días de curado. Esto sugiere que, al optimizar la proporción de agua del río, se puede mejorar la calidad del concreto, haciendo viable su uso en proyectos de construcción en Huánuco.

Pinto y Pinto (2024) realizaron el trabajo de investigación titulado *“Diseño de concreto estructural $f'_c=210$ kg/cm² con agua residual tratada de la PTAR Copare como reemplazo de agua potable en la provincia de Tacna”*. Universidad peruana de Ciencias aplicadas, Programa Académico de Ingeniería Civil. Lima. Peru. Tesis. Tuvieron como objetivo evaluar la viabilidad del uso de agua residual tratada como sustituto del agua potable en la elaboración de concreto estructural, garantizando que se cumplan los estándares de resistencia establecidos. El trabajo de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y correlacional y diseño experimental. La población estuvo conformada por todas las mezclas de concreto estructural elaboradas con agua residual tratada proveniente de la PTAR Copare, en la provincia de Tacna. La muestra se compuso de varias probetas de concreto, específicamente diseñadas con diferentes proporciones de agua residual tratada, que se sometieron a pruebas de resistencia para evaluar su rendimiento y compararlas con las mezclas que usaron agua potable. Los resultados indicaron que las probetas de concreto elaboradas con agua residual tratada alcanzaron una resistencia promedio de 210 kg/cm² tras 28 días de curado, cumpliendo con los estándares requeridos. El estudio mostró que el desempeño de las

mezclas con agua tratada se equipara al de las mezclas con agua potable, confirmando su potencial de aplicación.

Finalmente, el estudio confirmó que la incorporación de agua residual tratada de la PTAR Copare en la preparación de concreto estructural de 210 kg/cm² es técnicamente viable como sustituto del agua potable. Las resistencias alcanzadas se encuentran dentro de los estándares normativos, lo que respalda la propuesta de adoptar esta práctica en favor de la sostenibilidad y la gestión eficiente del agua en la provincia de Tacna.

Justiniano (2022) realizó el trabajo de investigación titulado *“Efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022”*. Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Trujillo. Perú. Tesis. Tuvo como objetivo determinar la significancia del efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto de 210 Kg/cm², en contraste al concreto elaborado con agua potable, con el fin de evaluar su viabilidad para el uso en la construcción. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y comparativo, con un diseño experimental. La población correspondió a todas las mezclas de concreto hidráulico de 210 Kg/cm² preparadas con agua residual tratada mediante ozono. La muestra consistió en varias probetas de concreto, aunque el número exacto de probetas no se especifica en el resumen. Los ensayos mostraron que el concreto hecho con agua residual tratada con ozono mostró una resistencia a la compresión de 138.89 mg O₃/Lt, valor considerablemente inferior al obtenido con agua potable. A pesar de ello, el concreto alcanzó la resistencia de diseño necesario, cumpliendo con los estándares establecidos.

Los resultados permitieron concluir que, pese a que el concreto hecho con agua residual tratada con ozono mostró una resistencia a la compresión menor a la del concreto con agua potable, alcanzó la resistencia de diseño de 210 Kg/cm². Esto respalda la viabilidad del

agua ozonizada como sustituto parcial del agua potable, con impacto positivo en la sostenibilidad.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL AGUA DE LOS RÍOS

Según USGS (2024) manifiestan que el agua de los ríos es una corriente de agua que fluye permanentemente por un cauce situado en la superficie de la Tierra, desde zonas altas hacia una altitud menor debido a la gravedad, esta corriente puede ser más o menos caudalosa y desemboca en otro río, un lago o el mar

Las aguas de los ríos pueden ser utilizadas en la elaboración de concreto simple, pero no todas las fuentes de agua son iguales, realizar estudios exhaustivos que confirmen el cumplimiento de los requisitos normativos del agua y evalúen si su empleo incide en resistencia del concreto, así mismo las propiedades del agregado también deben ser consideradas. La elección del agua de río como alternativa viable dependerá de los resultados de estos análisis y de la comparación con otras fuentes de agua disponibles (Fadil, et al, 2023).

2.2.2. EL AGUA DE LOS RÍOS EN EL PERÚ.

AVINA (2024) la calidad del agua en los ríos peruanos varía y enfrenta desafíos significativos debido a la contaminación y la escasez hídrica es esencial realizar monitoreos constantes y aplicar medidas para proteger y mejorar la calidad de estos recursos hídricos

Para el uso de las aguas de los ríos del Perú en la industria y el riego se deben considerar la calidad de su parámetros físicos y químicos, tales como salinidad, sodio, índice de sal, alcalinidad y permeabilidad, sin dejar de lado los peligros vinculados a la toxicidad de ciertos iones, los metales pesados y los microorganismos. (Cerna, 2022)

2.2.3. EL AGUA DE LOS RÍOS Y SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL.

Fadil, Al-Kindi y Tobeia (2023) manifiesta que, utilizando agua fluvial en la preparación del concreto, la resistencia a la compresión se eleva a 19 MPa en la primera semana y puede superar los 30 MPa tras 28 días, evidenciando la idoneidad de este recurso hídrico para garantizar propiedades mecánicas aceptables.

La norma técnica peruana (NTP) 339.088, establece que la utilización de agua alternativa en la producción de concreto solo es permitida si esta cumple con los criterios físico-químicos definidos en dicha norma, debiendo también responder a lineamientos internacionales como los de la Norma Oficial Mexicana NOM C-122 (ASTM C-94), aplicable a aguas no potables.

Resulta indispensable realizar un examen químico del agua que permita determinar la concentración de cloruros, sulfatos, así como sus niveles de alcalinidad, dureza y pH. (Altamirano, 20118)

Flores y Peñares (2022) indican para su aplicación en la construcción civil, el agua proveniente de ríos debe ser clara y sin color, además de encontrarse libre de azúcares, ácidos, álcalis, aceites y residuos orgánicos. También se exige que no posea sustancias capaces de generar efectos negativos sobre el fraguado, la resistencia mecánica, la duración y la estética del concreto.

2.3. PARÁMETROS DE LAS AGUAS NO POTABLES PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS

Según Altamirano y Terreros (2018) el agua para producir concreto debe cumplir las exigencias físico-químicas establecidas en la NTP 339.088 y ser validada bajo criterios internacionales, como los de la NOM C-122 (ASTM C-94), aplicables a aguas no destinadas al consumo humano.

La normativa señala que el agua para elaborar concreto no tiene que ser de consumo humano, pero sí debe satisfacer estándares mínimos de calidad. (Altamirano y Terreros como se citó del ANA, 2010, p.2)

El agua no potable puede emplearse en la elaboración de concreto siempre que se valide su adecuación, lo cual requiere producir cubos de mortero con ella y ensayarlos conforme a la normativa ASTM C-109/109M-09. (Harsen, 2022).

Cuando los ensayos de resistencia a la compresión efectuados a los 7 y 28 días alcanzan al menos el 90% de los valores obtenidos en morteros preparados con agua potable, dicha agua se considera adecuada para elaborar concreto, conforme a lo establecido en la norma ACI-3.4.3.

Tabla 1

Tolerancias de concentraciones de impurezas en el uso de agua para concreto

IMPUREZAS	MÁXIMA CONCENTRACIÓN TOLERADA.ASTM C-94	CEMENTOS RICOS EN CALCIO	CEMENTOS SULFATORRESISTENTES
		NOM C – 122- 1982	NOM C – 122 - 1982
Carbonato de sodio y potasio	1,000 ppm	-----	-----
Cloruro de sodio	20,000 ppm	-----	-----
Cloruro como Cl (concreto pre esforzado)	500 ppm	400	600
Cloruro como Cl (concreto húmedo o con elementos de aluminio, metales similares galvanizados.)	1,000 ppm	700	1,000
Sulfato de sodio	10,000 ppm	-----	-----
Sulfato como SO ₄ <	3,000 ppm	3,000	3,500
Carbonato de calcio y magnesio, como ion bicarbonato	400 ppm	600	600
Cloruro de magnesio	40,000 ppm	-----	-----
Sulfato de magnesio	25,000 ppm	-----	-----
Cloruro de calcio (por peso de cemento de concreto)	2%	-----	-----
Sales de hierro	40,000 ppm	-----	-----
Yodato, arrestando, fosfato y borato de sodio	100 ppm	-----	-----
PH	6.0 a 8.0	No menor de 6.0	No menor de 6.5
Hidróxido de sodio (por peso de cemento de concreto)	0.50%	-----	-----
Hidróxido de potasio (por peso de cemento de concreto)	1.20%	-----	-----
Azúcar	500 ppm	-----	-----
Aceite mineral (por peso de cemento de concreto)	2%	-----<	-----
Agua con algas	0	-----	-----
Materia orgánica	20 ppm	150	150
Agua de mar (contenido total de sales para concreto no reforzado)	35,000 ppm	-----	-----
Agua de mar para concreto reforzado o pre esforzado	No recomendable	-----	-----
Álcalis totales como Na+	-----	300	450

Dióxido de carbono disuelto CO ₂	-----	5<	3
Sólidos en suspensión en agua natural	2,000 ppm	2,000	2,000
Sólidos en suspensión en agua reciclada	-----	50,000	50,000
Magnesio como Mg ⁺⁺	-----	100	150
Total de impurezas en solución	-----	3,500	4,000

Nota: La tabla 1 presenta la tolerancia de impurezas en el uso del agua para el concreto
Fuente: Vásquez y Rocha (2019).

2.3.1. NORMA TÉCNICA PERUANA (NTP 339.088)

Según el INACAL (2019) la NTP 339.088 determina la composición y las condiciones de rendimiento exigibles al agua destinada a la mezcla de concreto con cemento Portland. Esta disposición es aplicable a toda especificación del agua empleada en la elaboración de dicho concreto.

La Norma Técnica Peruana NTP 339.088:2024 fija los criterios de composición y las condiciones de desempeño que debe cumplir el agua destinada a la mezcla en la elaboración de concreto de cemento hidráulico. Esta quinta edición sustituye a la versión anterior, la NTP 334.088:2021.

Se permite usar agua no potable en la preparación del concreto, siempre que esta cumpla con los parámetros y restricciones definidos en la normativa. Dichas fuentes, aunque no son adecuadas para el consumo humano por presentar coloración, olor o sabor indeseables, pueden emplearse en la mezcla siempre que no provengan de procesos de producción de concreto (INACAL, 2024).

La NTP emitida por el INACAL se sustenta en los lineamientos de la norma ASTM C1602/C1602M:2012, titulada Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete. (Alcalá y Caraballo, 2015, p.4)

El agua debe cumplir con los siguientes parámetros de calidad:

- La concentración de materia orgánica, medida como oxígeno consumido, no debe exceder los 3 ppm.
- La cantidad de residuos sólidos no debe superar los 5000 ppm.
- El valor de pH debe mantenerse en un rango entre 5,5 y 8.
- El contenido de sulfatos, expresado en ion SO₄ será menor de 600ppm.
- El contenido de cloruros, expresado en ion Cl⁻, será menor de 1000ppm.
- El contenido de Carbonatos y Bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) será mayor de 1000ppm. (Toca y Cabra, 2018).

Tabla 2

Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la NTP 339.088.

Descripción	Límites Permisibles		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5000	ppm	Máximo
Materia orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion Cl ⁻)	600	ppm	Máximo
Cloruros	1000	ppm	Máximo
	5 A		
pH		ppm	Máximo

Nota: La tabla 2 muestra los límites máximo permisibles de los parámetros físicos y químicos

Fuente: Ortecho y Sanches (2023)

Tabla 3

Resultados de análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales de plantas de tratamientos

Parámetro	Agua Industrial			Agua Industrial		
	Azc.	Tlatelolco	Chapultep	Agua pot.	San Juan	Acueduct
PTAR*						
PH	ppm 7.7	ppm> 7.28	ppm 7.232	ppm 7.7333	ppm 7.6	ppm 8
Conductividad eléctrica	718	760	468	483.33	1183	
Sólidos totales	492.6	522.2	346.6	312.66		
Sólidos disueltos totales	490.6	519.6	346.6	312.66	1065	
Sólidos suspendidos totales	4.6	2.6	0	0	25	
Grasas y aceites	3.746	4.1	4.02	6.766	63	
DBO	36.79	40.016	29.826	17.346		
DQO	73.854	68.822	57.534	40.623	63	
Calcio	36.825	27.459	22.818	25.154		
Magnesio	13.705	11.457	6.9932	19.678		
Potasio	18.535	18.004	12.854	11.441		
Sodio	80.002	81.608	52.563	37.902		
Alcalinidad total	250.68	191.18	67.188	173.88	379	634.78
Fósforo total	6.6782	4.7902	5.5972	0		
Fluoruros	1.5174	1.5556	1.838	0.6506		
Sílice (como SiO ₂)	23.488	20.557	17.223	26.317		
Sulfatos						235
Cloruros					230	125

Nota: La tabla 3. Presenta los valores de los parámetros físicos y químicos de aguas residuales

Fuente: Vásquez y Rocha (2019).

2.3.2. El PH

Según Khan (2024) el pH se utiliza para clasificar las soluciones en términos de su acidez o basicidad, indicando la concentración de iones hidrógeno (H⁺) e iones hidróxido (OH⁻), la escala va de 0 a 14, donde:

- pH de 7 es considerado neutro, es decir, agua pura
- Cuando el valor es menor a 7, se interpreta como acidez, lo que implica una concentración elevada de iones hidrógeno.

- Los valores por encima de 7 evidencian alcalinidad o basicidad, lo que significa una menor concentración de iones de hidrógeno

2.3.3. EL PH EN EL CONCRETO

El pH en el concreto es un factor crítico para proteger del acero de refuerzo contra la corrosión, el concreto en estado fresco y en buenas condiciones presenta un medio fuertemente alcalino, con valores de pH que suelen ubicarse entre 12 y 13. Esta elevada alcalinidad favorece la generación de una película pasiva de óxido en la superficie del acero de refuerzo, la cual actúa como barrera protectora frente a los procesos de corrosión. (Avinco, 2024)

El pH del agua es un factor importante en el diseño de la mezcla de concreto, ya que influye en las propiedades de fraguado, endurecimiento y resistencia del material (Concrelab, 2021).

El uso de agua con un pH de 13 puede favorecer una mayor resistencia a la compresión en contraste con la obtenida al utilizar agua neutra con un pH de 7, así mismo un pH bajo es ácido y un pH alto es alcalino, el cemento tiene un valor de 12 o 13 en la escala, lo que lo hace muy alcalino (Dutta, 2020).

El hidróxido de calcio en el concreto eleva el pH del agua, haciéndola alcalina; por ello, es importante controlar el agua de mezclado para asegurar un buen desempeño del concreto. (HANNA, 2022)

2.3.4. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) corresponden a las partículas que permanecen en suspensión dentro de aguas superficiales o residuales. Cuando su concentración es baja (entre 30 y 300 mg/l), no generan una repercusión relevante en la resistencia a la compresión ni en su evolución con el tiempo. (Jifi, 2019)

A medida que la concentración de partículas sólidas en el agua de mezclado aumenta, la facilidad para trabajar con la mezcla disminuye,

se prolonga el tiempo de fraguado, y las resistencias a la compresión aumentan ligeramente en comparación con las mezclas que utilizan agua potable. (Guerra et al., 2018, p. 2).

El incremento de partículas en suspensión provoca que el mortero presente un retardo tanto en el inicio como en el final de su fraguado en contraste con el obtenido con agua potable, esto puede deberse a que los sólidos actúan como una película que impide la adecuada adherencia entre las partículas de cemento y la arena. Además, una alta concentración de sólidos suspendidos ocupa parte del volumen del agua de mezclado, reduciendo la cantidad de agua disponible para la reacción de hidratación (Jifi, 2019)

2.3.5. ALCALINIDAD.

La alcalinidad del concreto constituye un atributo intrínseco de este material, indicando su capacidad para prevenir la entrada de sustancias perjudiciales como el dióxido de carbono. Para evaluar este factor, es imprescindible llevar a cabo la medición del pH del concreto endurecido. (Campos, 2022, p.25).

Según Pérez (2015) manifiesta que la disminución de la alcalinidad del concreto puede ocurrir debido a la interacción con sustancias perjudiciales como el dióxido de carbono (CO_2), así como a la presencia de una cantidad suficiente de cloruros. Estos cloruros pueden introducirse desde el exterior o estar presentes como contaminantes en los componentes utilizados para elaborar el concreto.

2.3.6. LOS SULFATOS

Los sulfatos generan un deterioro directo en el concreto. Sus principales fuentes de ingreso provienen de suelos con presencia de yeso (sulfato de calcio), aguas contaminadas con residuos industriales y, de manera más significativa, el agua de mar, la cual posee cerca de 0,004 de sulfato de sodio en su composición. (Vélez, 2010, p.6).

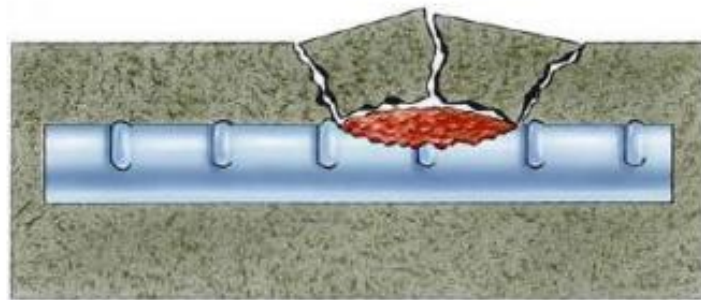
La presencia de sulfato conduce a la formación de yeso y etringita, generando un incremento en el volumen del 250%. Este aumento de volumen provoca tensiones significativas que resultan en la aparición de fisuras y desprendimientos en la superficie del material, (Guerra et al., 2018, p.5)

2.3.7. LOS CLORUROS

Según Romero (2017) cuando se trata de un concreto permeable que facilita la entrada de cloruros solubles junto con el oxígeno, se produce la destrucción de la capa de protección. Esto da lugar a la formación de óxido y al aumento del volumen, lo que provoca grietas y astillamiento en el concreto,

Figura 1

Mecanismo de grietas por la presencia de cloruros



Nota: La figura 1 muestra la ruptura del concreto por la presencia de cloruros y oxígeno

Fuente: Romero (2017).

2.3.8. AGUA RESIDUAL

En la industria del hormigón, el uso de aguas residuales está ganando atención como una alternativa sostenible al agua dulce, que aborda tanto la escasez de agua como las preocupaciones ambientales. Este enfoque implica el uso de aguas residuales tratadas de diversas fuentes, como agua doméstica, industrial y reciclada, en los procesos de mezclado y curado del concreto

Según Hassani et al. (2023) menciona que el uso de aguas residuales en la fabricación de concretos puede reducir los costos de producción en un 15-20% también se estima una disminución en el uso de agua potable de aproximadamente 50,000 litros por cada 100 m³ de concreto producido, la resistencia a la compresión puede variar entre 20 y 40 MPa, con resultados similares a los del hormigón convencional, dependiendo del tratamiento del agua residual utilizada.

Las propiedades físico-mecánicas de los concretos realizados con aguas residuales revelan las siguientes propiedades físico-mecánicas: la resistencia a la compresión oscila entre 25-35 MPa según el tipo de agua; el módulo de elasticidad varía de 20-24 GPa. También se observa un incremento en la absorción de agua de hasta 10% y una resistencia a la tracción de 3-5 Mpa.

2.3.9. AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

Según Varshney et al. (2021), el uso de aguas residuales para fabricar concretos muestra incrementos hasta 10-15% en resistencia a la compresión y reduce en 20% la permeabilidad, sin embargo, la trabajabilidad disminuye entre 15-25% en los valores de slump, destacando su potencial para mejorar propiedades sostenibles.

Para Maddikeari et al (2024) aunque las aguas residuales pueden reducir la trabajabilidad del hormigón fresco, también pueden aumentar su resistencia y el rendimiento a largo plazo del concreto. Los investigadores de todo el mundo coinciden en que las aguas residuales pueden causar diversos efectos perjudiciales en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, pero estas reducciones no son significativas

Usar agua residual tratada al fabricar hormigón eleva la resistencia a la compresión en 7%, sin embargo, se observa también una disminución en la trabajabilidad y un impacto negativo en la durabilidad, especialmente en la resistencia a ataques químicos. Pero también tiene ventajas como su uso contribuye a reducir la demanda

de agua potable, promoviendo prácticas más sostenibles en la industria de la construcción (Maddikeari et al, 2024)

Tabla 4
Parámetros físicos y químicos del agua residual hospitalaria

	T°	ph	CE	SS T	P	Cd	Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	DQO	DBO	OD
AR H	°C		dS/ m	ppt	mg/ L	mg/ L	mg/ L	mg/ L	mg/ L	mg/ L	mg/ L	mg/L	mg/L	mg /L
ARA F	22. 4	6.7 3	1.2 6	566	16. 4	0.0 4	28. 4	0.5 5	3.7 1	0.0 5	0.1 1	13	8	0.7

Nota: La Tabla 4. Muestra; T°= Temperatura, pH, CE= Conductividad eléctrica; SST= Solidos totales en Suspensión; P=Fosforo, Cd= Cadmio, Pb= Plomo, Zn= Zinc, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn=Manganeso, DQO=Demanda Química de Oxígeno, DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno, OD=Oxígeno Disuelto
Fuente:Huamán (2020).

2.3.10. LOS METALES PESADOS EN LAS AGUAS DE LOS RÍOS Y LAS AGUAS RESIDUALES

A nivel global, uno de los retos ambientales más graves es la contaminación de los recursos hídricos ocasionada por metales pesados, cuya toxicidad afecta directamente a los ríos. Entre los contaminantes más frecuentes están el berilio (Be), aluminio (Al), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), mercurio (Hg) cadmio (Cd) y plomo (Pb), entre otros (Pabón et al., 2020. p.3).

Cuando el agua de mezclado contiene sales de manganeso, estaño, zinc, cobre o plomo, se pueden producir importantes disminuciones en la resistencia del concreto y alteraciones significativas en los tiempos de endurecimiento.

2.3.11. CONCRETO

El concreto constituye el material industrial más empleado en construcción, formado principalmente por cemento, agua y agregados como arena y grava, a menudo, se incorporan aditivos para mejorar sus propiedades, es versátil, accesible y ha sido fundamental en la ingeniería y construcción a lo largo de la historia, gracias a los avances tecnológicos, el concreto ha evolucionado para mejorar su desempeño en términos de durabilidad, resistencia y peso, al tiempo que se alinea con el compromiso ambiental, (Concrelab, 2024).

El concreto corresponde a un material compuesto en el que los agregados o filler de naturaleza granular quedan fijados gracias a una matriz de conglomerante endurecido, generalmente cemento, que llena los espacios vacíos y garantiza su cohesión, (Flores y Peñares, 2022).

2.3.12. CONCRETO SIMPLE

El concreto simple es una mezcla de cemento, agua y agregados, como arena y grava, que no contiene ningún tipo de refuerzo interno como barras de acero o fibras, se utiliza principalmente en aplicaciones donde se necesita una resistencia a la compresión baja a moderada, como banquetas, pisos y muros. A pesar de tener una alta resistencia a

la compresión, es débil ante los esfuerzos de tracción y los esfuerzos cortantes (Becosan, 2024)

Es el más utilizado en la construcción en general debido a su equilibrio entre costo, manejabilidad y resistencia, se usa en viviendas, edificios, puentes y carreteras (PRMART, 2024)

Según SENCICO (2019), en su norma E.60, se considera concreto simple aquel que carece de refuerzo interno de acero, o que únicamente posee un refuerzo inferior al mínimo establecido para el concreto armado.

2.3.13. EFECTOS DEL CONCRETO DE ACUERDO CON EL TIPO DE AGUA

Tabla 5
Efectos del concreto de acuerdo con el tipo de agua

Tipo de Agua	Efectos con su uso en concretos
Aguas Puras	Acción disolvente e hidrolizaste de compuestos cálcicos del concreto
Aguas Acidas Naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
Aguas fuertemente salinas	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminio
Aguas sulfatada	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Portland
Agua cloruradas	Producen una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto
Aguas magnesianas	Tienden a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del concreto

Fuente: Tarelo (2014)

En la producción de concreto, el agua tiene como propósito iniciar la reacción química con el cemento, humedecer los agregados y dar fluidez a la mezcla para hacerla manejable. No obstante, si contiene impurezas como sedimentos, aceites, azúcares o sustancias químicas

nocivas, puede comprometer la resistencia mecánica, alterar el fraguado y disminuir la trabajabilidad del concreto (Toca y Cabra, 2018)

2.3.14. DISEÑO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO

El diseño de mezclas de concreto alude a las técnicas, metodologías o procedimientos empleados para conocer la dosificación ideal de los elementos de una mezcla, tales como cemento, arena, grava y aditivos, siendo el objetivo seleccionar los materiales y sus proporciones para producir concreto que reúna con los criterios de resistencia, durabilidad, trabajabilidad, costo y apariencia de acabados (Argos, 2024)

El diseño de mezclas puede efectuarse empleando un proceso de ensayo y error o a través de ajustes continuos hasta determinar las proporciones óptimas. Estos métodos se orientan a elevar la resistencia, mantener la calidad y garantizar la duración del concreto (Bartz, 2019)

En el diseño de mezcla la relación agua/material cementante (a/mc) es un parámetro crucial en la tecnología del concreto, que expresa la relación entre la cantidad de agua y la cantidad de materiales cementantes (cemento y adiciones) utilizados en la mezcla, esta relación influye significativamente en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido (Contreras y Tufino, 2020)

2.3.15. TIPOS DE CEMENTO

La norma ASTM C150 establece las especificaciones técnicas del cemento Portland en sus tipos I, II, III, IV y V, considerando su desempeño, así como sus usos y aplicaciones (Standard Specification for Portland Cement).

Tabla 6
Tipos de cemento según la norma ASTM C – 150

CEMENTO	USO
TIPO I	Uso general, que no se requieran propiedades específicas
TIPO IA	Tiene el mismo propósito que el tipo I, pero incorpora aire
TIPO II	Uso general, pero se usa comúnmente cuando se requiere una resistencia moderada al sulfato
TIPO IIA	Tiene el mismo propósito que el tipo II, pero incorpora aire
TIPO II (MH)	Uso general, pero se usa comúnmente cuando se requiere moderado calor de hidratación y resistencia moderada a sulfatos
TIPO II (MHA) A	Tiene el mismo propósito que el tipo II (MH), pero incorpora aire
TIPO III	Cuando se requiere alta resistencia inicial
TIPO IIIA	Tiene el mismo propósito que el tipo III, pero incorpora aire
TIPO IV	Cuando se requiera de bajo calor hidratación
TIPO V	Cuando se requiera de alta resistencia a los sulfatos

Nota: La tabla 6 presenta los tipos de cemento conforme a lo establecido en la norma ASTM C-150 (adaptado de ASTM C-150). Entre los ensayos más importantes para la aprobación del cemento según dicha norma se encuentran: la resistencia a la compresión (ASTM C109), la fineza Blaine mediante Permeabilímetro (ASTM C204), la expansión en autoclave (ASTM C151) y el fraguado Vicat (ASTM C191).

Fuente: Flores y Peñares (2022)

2.3.16. AGREGADOS

Ferreira y Torres (2022) señalan que los agregados, naturales o artificiales, al combinarse con agua, cemento y aditivos, crean la roca artificial conocida como hormigón. Estos constituyen aproximadamente tres cuartas partes del volumen total del material y deben estar formados por partículas limpias, duras, resistentes y duraderas, capaces de generar una adecuada adherencia con la pasta de cemento.

Además, son materiales granulares, ya sean de origen natural o artificial, que se utilizan en la construcción, se obtienen a partir de la desintegración natural o artificial de rocas y presentan tamaños

variados, desde partículas muy finas hasta grandes fragmentos de piedra, (Conarsac, 2024)

2.3.17. AGREGADO FINO (ARENA FINA)

Según Ferreira y Torres (2022) se denomina agregado fino al material cuyo 95 % de partículas logra pasar por el tamiz N.º 4, con una abertura de 4,76 mm (3/16"). Está compuesto por arenas naturales o fabricadas, cuyas partículas pueden alcanzar un tamaño máximo de 10 mm.

El agregado fino, comúnmente conocido como arena, se define como el material que pasa el tamiz de 4.75 mm (Nº 4), los agregados finos consisten en arenas naturales o material triturado, siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm, Estos materiales se utilizan en la fabricación de morteros y concretos (Yura, 2024)

2.3.18. AGREGADO GRUESO (GRAVA)

El agregado grueso constituye un elemento fundamental del concreto, ya que representa entre el 60 % y el 75 % de su volumen. Por ello, su calidad resulta determinante para asegurar un buen desempeño en la elaboración de estructuras de concreto (Yura, 2024)

Para Benegas y Hurtado (2017), el agregado grueso está compuesto por rocas duras y compactas, con partículas que pueden alcanzar hasta 152 mm, clasificándose en piedra chancada y grava. Se trata del material retenido en el tamiz de 150 mm (6"), donde cerca del 95 % de sus partículas supera los 4,76 mm (Ferreira y Torres, 2022)

2.3.19. CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN TAMAÑO

Tabla 7

Clasificación general del agregado según tamaño

Tamaño de las partículas en mm (pulgadas)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
Inferior a 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No Recomendable
Entre 0,0020,074 (No.200)	Limo		
Entre 0,074-4,76 (No.200) (No.4)	Arena	Agregado fino Agregado Grueso	Apto para producir concreto
Entre 4,76-19,1 (No.4) (3/4")	Gravilla		
Entre 19,1-50,8 (3/4") (2")	Grava	Agregado Grueso	Apto para producir concreto
Entre 50,8-152,4 (2") (6")	Piedra		
Superior a 152,4 (6")	Rajón, piedra Bola		

Nota: La tabla 7. Muestra la clasificación del agregado y sus recomendaciones para la fabricación del concreto

Fuente: Tecnología del concreto y del mortero (2002)

2.3.20. RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión constituye la propiedad mecánica esencial del hormigón, puesto que refleja su capacidad de resistir cargas axiales sin presentar roturas. Se entiende como la fuerza que puede resistir por unidad de superficie y su expresión es en unidades de tensión, generalmente en kg/cm², MPa o ps, (CEMEX, 2024)

La resistencia a la compresión se evalúa típicamente al día 28, que es el plazo estándar para que el concreto alcance la mayoría de su resistencia potencial (Algor, 2024).

2.3.21. RESISTENCIA MECÁNICA

Según Flores y Peñares (2022) indican que la resistencia alude a la capacidad de un material para resistir cargas y esfuerzos, resultando más eficiente en compresión que en tracción. Esta propiedad depende en gran medida de la concentración de la pasta de cemento, determinada por la relación agua/cemento. En el caso de los concretos

convencionales, sus valores de resistencia a la compresión suelen oscilar entre 100 y 400 kg/cm²

De acuerdo con la norma E.060 sobre hormigón armado, la resistencia mínima exigida para el hormigón estructural, f'_c , no puede ser inferior a 17 MPa, salvo en el caso de emplearse como concreto simple (Flores y Peñares, 2022)

2.3.22. CRITERIO GENERAL DE DISEÑO DE MEZCLAS, MÉTODO ACI 211

El método americano ACI, uno de los más reconocidos y utilizados, se basa en el principio de relación agua/cemento planteado por Abrams. Este procedimiento establece una secuencia ordenada de pasos para definir la cantidad de cada componente, tanto en peso como en volumen, necesaria para producir 1 m³ de concreto (Belito y Paucar, 2018, p.46)

El ACI 211.1, referente al diseño de mezclas de concreto normal, pesado y masivo, contempla un total de nueve etapas en su procedimiento s.

- Selección del revenimiento
- Selección del tamaño máximo del agregado
- Cantidad de agua de mesclado y contenido de aire
- Selección de relación agua/cemento
- Contenido de cemento
- Estimación del contenido de grava
- Estimación del contenido de arena
- Ajustes por humedad de los agregados

2.3.23. RELACIÓN AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA

La elección de la relación agua/cemento en función de la resistencia se basa en la premisa de que esta propiedad es la más fácil de medir y que, dentro de ciertos límites, está determinada por la proporción de agua respecto a la cantidad de cemento en un metro cúbico de concreto (Belito y Paucar, 2018, p.44).

El requerimiento de agua en las mezclas está asociado a garantizar su manejabilidad, favorecer la adherencia y permitir la hidratación del cemento.

Tabla 8
Relación agua/cemento por resistencia

Resistencia a la compresión a 28 días (kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento	
	Sin Aire atrapado	Con Aire Atrapado
420	0.41	
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Nota: La tabla 8 muestra la relación agua/cemento por resistencia
Fuente: Vélez (2010)

2.3.24. DETERMINACIÓN DEL CEMENTO

La cantidad de cemento es igual al contenido de agua de mezclado dividido entre la relación agua/cemento (Vélez, 2010, p.5), para un revenimiento de 7.5 a 10 cm y con temperatura de 20 a 25 °C, la cantidad de agua es 193 kg/m³, la cantidad de cemento a utilizar es de 402 kg/m³.

Figura 2
Ecuación para determinar la cantidad de cemento

$$\text{Contenido de Cemento} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relación} \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}}}$$

Nota: la figura refleja la ecuación para hallar el contenido de cemento

Fuente: Adaptado de Belito y Paucar (2018)

2.3.25. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Según el Comité 211 del ACI, el volumen de agregado grueso en un metro cúbico de concreto depende del tamaño máximo nominal del agregado y del módulo de fineza del agregado fino (Belito y Paucar, 2018)

Tabla 9*Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto*

Tamaño máximo nominal del agregado, (mm)	Volumen de Agregado Grueso*, Varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5 (3/8")	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
19 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.6
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
38 (1 1/2")	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3")	0.82	0.8	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

* Los volúmenes se determinan a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un nivel adecuado de trabajabilidad para la construcción de estructuras de concreto reforzado común

* Para concretos de menor trabajabilidad, como los utilizados en pavimentos de concreto, el volumen de agregado puede incrementarse en un 10%

* En colados con bomba o en áreas congestionadas, el volumen de agregado puede disminuir hasta un 10%

Fuente: Adaptado de Belito y Paucar (2018)

2.3.26. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

El peso del agregado fino por metro cúbico de concreto fresco se determina al restar el peso total del concreto (Kg) la suma del peso de los demás componentes, como se observa en la siguiente ecuación (Belito y Paucar, 2018).

Figura 3*Ecuación para determinar la cantidad de Agregado fino*

$$\text{Cantidad de Agregado Fino (Kg)} = \text{Peso de Concreto (Kg)} - \begin{matrix} \text{Peso del Cemento (Kg)} \\ \text{Peso del Agregado Grueso (Kg)} \\ \text{Peso del Agua del Mezclado (Kg)} \end{matrix}$$

Nota: La figura refleja la ecuación para hallar la cantidad de agregado fino

Fuente: Adaptado de Belito y Paucar (2018)

Las cantidades teóricas de materiales necesarias para producir un metro cúbico de concreto, considerando el estado saturado y superficialmente seco, son las siguientes:

- Cemento = 402 kg
- Agua = 193 Litros
- Grava = 1030 Kg
- Arena = 663 Kg, haciendo un total aproximado de 2288 kg.

2.4. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aguas residuales.**

Las aguas residuales son aquellas cuya calidad ha sido negativamente afectada por la influencia humana, (Zarza, 2024).

- **Agua de río.**

Se trata de una corriente que circula de manera continua a través de un cauce sobre la superficie terrestre, aunque también puede tener origen natural o subterráneo (Water, 2024).

- **Concreto.**

También denominado hormigón, es un insumo de construcción elaborado combinando agua, cemento y agregados como arena y grava (Concrelab, 2023).

- **Curado.**

Curado del concreto es el proceso de conservar un ambiente de humedad y temperatura controlada en el concreto recién vaciado en los primeros días para asegurar una correcta hidratación del cemento y el desarrollo de las propiedades de resistencia y durabilidad deseadas (Silva, 2024)

- **Agregados.**

Son materiales granulares que, al combinarse con cemento y agua, permiten la elaboración de concretos o morteros, indispensables en la cimentación y ejecución de obras de construcción, (Brickaffix, 2024)

- **Agregado fino.**

Son arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula de hasta 10 mm (Benegas, 2023).

- **Agregado grueso.**

Se caracteriza por contener partículas de hasta 152 mm, conformadas por rocas de textura dura y compacta (Benegas, 2023).

- **Resistencia a la compresión.**

Es la propiedad que mide la capacidad de un material para resistir cargas por unidad de área, expresándose como esfuerzo en kg/cm^2 , MPa o, en algunos casos, en libras por pulgada cuadrada (psi) (Shivansh, 2023).

2.5. HIPÓTESIS

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₀ = El agua de río Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria no tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.

H_a = El agua de río Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria al menos tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024.

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

H₀ = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 7 días no tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024

H_a = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 7 días al menos uno tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024

H₀ = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 14 días no tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024

H_a = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 14 días al menos uno tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024

H₀ = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 28 días no tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024

H_a = El agua de río Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 28 días al menos uno de ellos tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Perú 2024.

H₀ = Las características físicas y químicas de las aguas del río Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias no difieren de las bases teóricas

Ha = Las características físicos y químicos de las aguas del rio Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias al menos uno de ellos difiere de las bases teóricas

2.6. VARIABLES

2.6.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Se ha definido como variable dependiente la propiedad mecánica del concreto; resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

2.6.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

En el proyecto las variables independientes serán las aguas de rio Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias

2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	Instrumentos de recolección de datos
Agua de Rio Huallaga, Higueras	Flores y Peñares (2022) indican que el agua de rio empleada en la construcción civil para concretos y morteros (amasar y curar) no debe tener propiedades colorantes nulas, claras, debe estar libre de glúcidos (azucares), álcalis, ácidos, materia orgánica y aceites, ni incluir sustancias susceptibles de afectar adversamente al fraguado, resistencia, durabilidad o aspecto del hormigón. Según Cepeda (2018) manifiesta que las aguas residuales hospitalarias la mayoría de los hospitales vierten sus aguas residuales a las cuencas sin hacer ningún pre tratamiento a sus vertimientos; Esto afecta a muchas comunidades, ya que los productos químicos vertidos en estas descargas representan un gran riesgo para la salud.	Agua extraída directamente del río Huallaga y rio Higueras para la mezcla del concreto.	Parámetros Físicos	Ph dureza Conductividad Eléctrica Solidos Totales Temperatura	Básico o Alcalino ppm µS/cm TDS T°	Espectrofotómetro Fichas técnicas
			Parámetros Químicos	Fosforo	mg/L	
Agua Residual Hospitalaria		Agua residual extraída directamente del Hospital	Parámetros Físicos	pH dureza Conductividad Eléctrica Solidos Totales Temperatura	mg/L	Espectrofotómetro Fichas técnicas
			Parámetros Químicos	Fosforo	mg/L	

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	Instrumentos de recolección de datos
Resistencia a la compresión resistencia f'c=210	Según Flores y Peñares (2022) indican que la resistencia es la habilidad de resistir cargas y esfuerzos, siendo la compresión su rendimiento más destacado en comparación con la tracción. Su desempeño depende principalmente de la concentración de lechada de cemento, medida a través de la relación agua/cemento. Los concretos convencionales generalmente presentan resistencias a la compresión que varían entre 100 y 400 Kg/cm².	Medida de la resistencia del concreto a compresión después, de 7, 14 y 28 días de curado.	Resistencia Mecánica	Propiedades físicas Asentamiento Temperatura Propiedades Mecánicas Resistencia a la compresión (f'c)	Pulg °C Cantidad kg/cm²	Prensa de compresión, moldes para ensayo Fichas técnicas

CAPITULO III METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue de tipo aplicativo, según (Hernández, 2010) porque permitió solucionar problemas de forma práctica y a través de la consolidación del conocimiento e innovación.

3.1.1. ENFOQUE

El proyecto de tesis es de enfoque cuantitativo, según (Hernández, 2010), porque partió de una idea, estableció hipótesis y determino variables secuenciales y empleo la estadística, el análisis, y la medición para determinar el fenómeno de estudio.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación se encuentre dentro del alcance cuantitativo descriptivo según (Hernández, 2010), porque enmarco la innovación técnica y busco especificar las propiedades y características a través de análisis del objeto en estudio

3.1.3. DISEÑO

Se trató de un diseño cuasi experimental, ya que las variables fueron manipuladas sin un control estricto de las condiciones, con el propósito de examinar cómo o por qué se produjo un determinado hecho o comportamiento.

En este estudio, el investigador introdujo variables específicas de análisis que fueron manipuladas para evaluar sus variaciones, ya sea en incremento o disminución, y su impacto en los comportamientos observados (Tamayo 2003).

Asimismo, el estudio se enmarcó en un diseño de posprueba con grupo de control, el cual, de acuerdo con Hernández et al. (2014), se describe como:

GE= grupo experimental, siendo el que recibe el tratamiento o estímulo

GC= Grupo control llamado también testigo, es decir, mediante el cual se comparan los efectos producidos sobre el GE

Tabla 10
Esquema del diseño experimental

Grupo	Variable	Observaciones
Grupo Experimental	Y	1,2,3
Grupo Control	X	0

Adaptado de: Flores 2022

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estudiada fue de 60 probetas cilíndricas de concreto, empleadas en el experimento con el objetivo de lograr una mezcla de mejor desempeño a la compresión. (Rojas 2015, p.33). Dichas probetas estuvieron conformadas de la siguiente manera:

- 15 probetas con agua potable (T₁) Patrón
- 15 probetas con agua de rio Huallaga (T₂)
- 15 probetas con agua de rio Higuera (T₃)
- 15 probetas con agua residual hospitalaria (T₄)

3.2.2. MUESTRA

Se utilizó una muestra de 60 unidades, basándose en la dosificación diseñada por el método A.C.I. (American Concrete Institute), con la norma A.C.I. 211.1

La muestra estuvo integrada por 04 diseños de mezcla:

1. Con Agua potable
2. Con Agua de Rio Huallaga
3. Con agua del rio Higuera
4. Agua residual Hospitalaria.

Las probetas estuvieron elaboradas con los siguientes materiales

- ✓ CementoAndino Portland tipo I
- ✓ Agregado grueso y finoTMN=3/4"
- ✓ Agua.....Potable, Rio Huallaga, Residual Hospitalaria

3.2.3. El diseño de mezcla

El diseño de mezcla utilizado fue

Tabla 11

Diseño de mezcla de la cantera utilizada en el proyecto de investigación para un 1m3 fue de la cantera Viro y Huácar ubicada, en el cerro Potracancha

Medida	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
	Kg	Kg	Kg	Litros
Kg	345.63	799.41	1050.92	201.61
Proporción	1.00	2.300	3.00	24.80
Tanda	42.50	98.30	129.23	24.80

Nota: La tabla muestra los valores del diseño de mezcla de la cantera Viro y Huácar ubicada, en el cerro Potracancha

Para evaluar la variable de estudio (Resistencia a la comprensión) fue necesario 15 unidades experimentales tomadas a criterio y conocimiento empírico del investigador.

Por ello, en cada día de evaluación se rompieron 5 probetas para cada tratamiento, haciendo un total de 15 probetas por cada día (7,14 y 28) y hasta la duración del proyecto un total de 60 probetas, para elaborar cada probeta se utilizó la normativa ASTM C31.

Se registraron los siguientes datos de la muestra: Peso antes del curado (Kg), peso después del curado (Kg), Área (cm²), Resistencia Total (Kg/cm²), Resistencia total KN y Porcentaje (%),

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnica

Las técnicas usadas en esta investigación fueron:

- La observación considerada científica cuando se realiza de manera sistemática y controlada, incorporando mecanismos diseñados para prevenir errores de subjetividad y confusiones.
- El muestreo a través de la selección de muestras de las aguas del río Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria.
- La preparación de mezcla de concreto con cada tipo de agua y con agua potable como control.
- Las pruebas de laboratorio, con los ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días
- Análisis químicos de las aguas de río y el agua residual

3.3.2. Instrumentos

Un instrumento de investigación es una herramienta o recurso que los investigadores utilizan para recolectar, medir y analizar datos relevantes en un estudio o experimento (Brown, 2021). Para el presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Probetas de concreto
- Máquina de compresión
- Equipo de análisis químico (Espectrofotómetro)
- Hojas de registro

3.3.3. Para la granulometría de los agregados fino y grueso.

- Balanza
- Cuchara
- Tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N° 200
- Peso específico de los agregados grueso y fino.
- Balanza de presión de 0.5 gr.
- Cono de metálico

3.3.4. Para la elaboración y roturas de las probetas

- Libros, normas., manuales, etc.
- Prensa hidráulica

El método estandarizado para medir la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas está regulado por la norma NTP 339.034: Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Esta norma, adoptada por el INACAL, se fundamenta en la norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of Cylindrical concrete Specimens,

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las medias fueron comparadas a través de la prueba de Tuckey y Duncan (ANOVA) y para la comparación de muestras independientes se utilizó la prueba de t de Student, con un 95% de nivel confianza (STEEL y TORRIE 1988), para procesar los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS Vers. 27.

Para comprobar si los datos se ajustan a una distribución normal, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Cuando los datos no cumplan los criterios necesarios para realizar un análisis de varianza paramétrico, se empleará el método alternativo de Kruskal–Wallis, presentándose a continuación el modelo correspondiente:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{\sum Rc^2}{ni} - 3(n+1)$$

Dónde:

H = Valor estadístico de la prueba de Kruskal – Wallis

N = Tamaño total de la muestra

Rc² = Sumatoria de los rangos elevados al cuadrado

ni = Tamaño de la muestra de cada tratamiento

A efectos de calcular las diferencias significante entre los tratamientos se utilizará la prueba de Tuckey (Datos normales) y Dunn (1964), con un nivel de significancia de 5%.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DEL EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS

Tabla 12

Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 7 días

Trat.	Edad	Diámetro	Área/Cm ²	Resistencia de diseño	Resistencia Total/KN	Resistencia Total/Kg	f _c (Kg/cm ²)	% f _c kg/cm ²
T1	7	15,1	179,08	210	361,99	36912	206.12	98,20
T1	7	15,1	179,08	210	349,6	35649	199.97	94,80
								107,7
T1	7	15,1	179,08	210	397,28	40511	226.22	0
T1	7	15,1	179,08	210	215,38	21962	122.64	58,40
T1	7	15,1	179,08	210	211,44	21561	120.40	57,30
T2	7	15,1	179,08	210	348,08	35494	198.20	94,40
								107,1
T2	7	15,1	179,08	210	395	40278	224.92	0
T2	7	15,1	179,08	210	241,66	24642	137.60	65,50
								111,6
T2	7	15,1	179,08	210	411,62	41973	234.38	0
								120,4
T2	7	15,1	179,08	210	443,98	45273	252.81	0
								105,8
T3	7	15,1	179,08	210	390,29	39798	222.24	0
T3	7	15,1	179,08	210	325,81	33223	185.52	88,30
T3	7	15,1	179,08	210	301,78	30773	171.84	81,88
T3	7	15,1	179,08	210	305,8	31182	174.13	82,90
T3	7	15,1	179,08	210	379,84	38732	216.29	103,0
T4	7	15,1	179,08	210	240,46	24520	136.92	65,20
T4	7	15,1	179,08	210	220,74	22509	125.69	59,90
T4	7	15,1	179,08	210	262,87	26805	149.68	71,30
T4	7	15,1	179,08	210	321,36	32769	182.99	87,10
T4	7	15,1	179,08	210	299,65	30555	170.62	81,20

Nota: la tabla 12 expresa los valores y las variables de estudio de los tratamientos a los 7 días de evaluación siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de rio Huallaga. T₃= Agua de rio Higuera T₄= Agua Hospitalaria

En la tabla 12 se puede observar los valores de las variables de estudio a los 7 días de evaluación (Rotura), datos recolectados donde; la resistencia a la compresión (f_c) para los tratamientos reporto los siguientes valores en cada repetición; T1= 206.12 (Kg/cm²), 199.97, (Kg/cm²), 226.22, (Kg/cm²), 122.64 (Kg/cm²), y 120.40 (Kg/cm²), para el T2=94,40, (Kg/cm²), 107,10, (Kg/cm²), 65.50, (Kg/cm²), 111,60,

(Kg/cm²), 120.40 (Kg/cm²), T3:105.80, (Kg/cm²), 88.30, (Kg/cm²), 81.88, (Kg/cm²), 82.90, (Kg/cm²), 103.00(Kg/cm²), T4; 65.20, (Kg/cm²), 59.9, (Kg/cm²), 71.30, (Kg/cm²), 87.10, (Kg/cm²), 81.20 (Kg/cm²), respectivamente. Se observa que la resistencia total varía entre los tratamientos; en el tratamiento T1, las resistencias totales oscilan entre 122,64 kg y 226,22 kg El tratamiento T2 muestra una resistencia total que también varía significativamente, alcanzando hasta 252,81 kg. La resistencia de diseño es constante en 210 kg/cm² para todos los tratamientos, mientras que el porcentaje de resistencia (f'c) varía, siendo T2 el que presenta el mayor porcentaje en varios casos, alcanzando hasta un 120.40%.

Tabla 13

Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 14 días

Trata .	Eda d	Diámetr o	Área/C m ²	Resistenci a de diseño	Resistenci a Total/KN	Resistenci a Total/Kg	f'c (Kg/cm ²)	% f'c kg/cm ²
T1	14	15,1	179,08	210	323,46	32983	184,18	87,70
T1	14	15,1	179,08	210	272,75	27812	155,31	74,00
T1	14	15,1	179,08	210	369,46	37674	210,38	100,2
T1	14	15,1	179,08	210	330,84	33736	188,38	89,70
T1	14	15,1	179,08	210	217,8	22209	124,02	59,10
T2	14	15,1	179,08	210	556,02	56697	316,61	150,8
T2	14	15,1	179,08	210	665,34	67845	378,85	180,4
T2	14	15,1	179,08	210	437,12	44573	248,90	118,5
T2	14	15,1	179,08	210	464,4	47355	264,44	125,9
T2	14	15,1	179,08	210	467,91	47713	266,43	126,4
T3	14	15,1	179,08	210	427,97	43640	234,69	116,0
T3	14	15,1	179,08	210	434,04	44259	247,15	117,7
T3	14	15,1	179,08	210	433,63	44217	246,91	117,6
T3	14	15,1	179,08	210	434,88	44345	247,63	117,9
T3	14	15,1	179,08	210	429,05	43750	244,31	116,3
T4	14	15,1	179,08	210	333,18	33974	189,72	90,30
T4	14	15,1	179,08	210	340,54	34725	193,91	92,30

T4	14	15,1	179,08	210	368,85	37612	210,03	100,0 0 105,9 0
T4	14	15,1	179,08	210	390,64	39834	222,44	
T4	14	15,1	179,08	210	337,2	34384	192,01	91,40

Nota: la tabla 13 muestra los valores y las variables de estudio de los tratamientos a los 28 días de evaluación, siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higuera T₄= Agua Hospitalaria

En la **tabla 13** se puede apreciar los valores de las variables de estudio a los 14 días de evaluación datos recolectados donde; la resistencia a la compresión (f'_c) para los tratamientos reporto los siguientes valores en cada repetición; T₁= 184.18 (Kg/cm²), 155.31, (Kg/cm²), 210.38, (Kg/cm²), 188.38 (Kg/cm²), y 124.02 (Kg/cm²), para el T₂=316.61, (Kg/cm²), 378.85, (Kg/cm²), 248.90, (Kg/cm²), 246.91, (Kg/cm²), 266.43 (Kg/cm²), T₃:234.69, (Kg/cm²), 247.15, (Kg/cm²), 246.91, (Kg/cm²), 247.63, (Kg/cm²), 244.31(Kg/cm²), T₄; 189.72, (Kg/cm²), 193.91, (Kg/cm²), 210.03, (Kg/cm²), 222.44, (Kg/cm²), 91.40 (Kg/cm²), respectivamente. En el caso del T₁: La resistencia total varió entre 217.8 y 369.46 KN, con un promedio de resistencia característica (f'_c) de 184.18 Kg/cm², representando un 87.70% de la resistencia de diseño, los cuales muestran una variabilidad considerable, con algunas muestras alcanzando hasta el 59.10% de f'_c .

En el T₂ muestra un rendimiento superior, con resistencias totales que oscilan entre 437.12 y 665.34 KN. El promedio de f'_c es de 316.61 Kg/cm², alcanzando el 150.80% de la resistencia de diseño, T₃; las resistencias totales se mantienen en un rango moderado, de 427.97 a 434.88 KN, con un promedio de f'_c de 234.69 Kg/cm², correspondiente al 116.00% de la resistencia de diseño, T₄; las resistencias totales varían entre 333.18 y 390.64 KN, con un f'_c promedio de 189.72 Kg/cm², que corresponde al 90.30% de la resistencia de diseño.

Tabla 14*Variables y valores del efecto de los tratamientos a los 28 días*

Trata .	Eda d	Diámetr o	Área/C m ²	Resistenci a de diseño	Resistenci a Total/KN	Resistenci a Total/Kg	f'c (Kg/cm ²)	% f'c kg/cm ²
T1	28	15,1	179,08	210	358,54	36560	204,16	97,20
T1	28	15,1	179,08	210	391,77	39949	223,08	106,5
T1	28	15,1	179,08	210	369,18	37645	210,22	100,1 0
T1	28	15,1	179,08	210	390,35	39804	222,27	105,8 2
T1	28	15,1	179,08	210	307,01	31303	174,82	83,20
T2	28	15,1	179,08	210	530,51	54096	302,08	143,8 0
T2	28	15,1	179,08	210	562,3	57338	320,18	152,5 0
T2	28	15,1	179,08	210	432,24	44076	246,12	117,2 0
T2	28	15,1	179,08	210	538,34	54895	306,54	146,0 0
T2	28	15,1	179,08	210	597,24	60901	340,08	161,9 0
T3	28	15,1	179,08	210	509,28	51931	289,99	138,1 0
T3	28	15,1	179,08	210	507,92	51793	289,22	137,7 0
T3	28	15,1	179,08	210	532,73	54322	303,34	144,4 0
T3	28	15,1	179,08	210	454,16	46311	258,6	123,1 0
T3	28	15,1	179,08	210	480,19	48965	273,43	130,2 0
T4	28	15,1	179,08	210	404,05	41201	230,07	109,6 0
T4	28	15,1	179,08	210	348,22	35508	198,28	94,40
T4	28	15,1	179,08	210	393,43	40118	224,02	106,7 0
T4	28	15,1	179,08	210	439,81	44847	250,43	119,3 0
T4	28	15,1	179,08	210	465,44	47461	265,03	126,2 0

Nota: el cuadro muestra los valores y las variables de estudio de los tratamientos a los 28 días de evaluación, siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higuera T₄= Agua Hospitalaria

En la **tabla 14** presenta los valores de las variables de estudio a los 28 días de evaluación reportando los siguientes valores en cada unidad experimental, así para el T₁= 204.16 (Kg/cm²), 223.08, (Kg/cm²), 210.22, (Kg/cm²), 222.27 (Kg/cm²), y 174.82 (Kg/cm²), para el T₂=302.08, (Kg/cm²), 320.18, (Kg/cm²), 246.12 (Kg/cm²), 306.54 (Kg/cm²), 340.08 (Kg/cm²), T₃:289.99 (Kg/cm²), 289.22, (Kg/cm²), 303.34, (Kg/cm²), 258.60, (Kg/cm²), 273.43 (Kg/cm²), T₄; 230.07, (Kg/cm²), 198.28, (Kg/cm²), 224.02, (Kg/cm²), 250.43, (Kg/cm²), 265.03 (Kg/cm²), respectivamente.

Las muestras de T₂ presentan las resistencias totales más altas, alcanzando hasta 597,24 KN y 60901 Kg. Esto sugiere que este tratamiento ofrece la mayor capacidad de carga entre las muestras analizadas.

Las muestras del T₂ también destacan en los valores de f_c (Kg/cm²), que varían entre 143,80 y 161,90 Kg/cm². Esto contrasta con T₁, donde el f_c oscila entre 83,20 y 106,5 Kg/cm², mostrando una notable diferencia en la calidad del material, el porcentaje de la resistencia a la compresión (f_c) muestra variaciones significativas, alcanzando un máximo del 161,90% en T₂, lo que indica un desempeño superior en comparación con el estándar de resistencia de diseño. En T₁, el máximo es del 106,5%, evidenciando un rendimiento más limitado.

4.1.2. DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO, 7DIAS

Tabla 15

Comparación de media de los tratamientos a los 7 días de evaluación

Trata.	Edad	Diámetro	Área/Cm ²	Resistencia de diseño	Resistencia Total/KN	Resistencia Total/Kg	f'c (Kg/cm ²)	% f'c kg/cm ²
T1	7	15.1	179.08	210	307.00 ^a	31319 ^a	175.00 ^a	83.28 ^a
T2	7	15.1	179.08	210	368.068 ^a	37532 ^a	209.58 ^a	99.80 ^a
T3	7	15.1	179.08	210	340.704 ^a	34741.6 ^a	194.00 ^a	92.38 ^a
T4	7	15.1	179.08	210	269.016 ^a	27431.6 ^a	153.18 ^a	72.94 ^a
p-Valor	-	-	-	-	0.138	0.138	0.138	0.138

Nota: la tabla 15 muestra la comparación de media entre los tratamientos, se aprecia que no hay diferencia estadística significate entre los tratamientos $p > 0.05$, (ANOVA), prueba Tuckey y Duncan, SPSS, Versión 27, siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de rio Huallaga. T₃= Agua de rio Higueras T₄= Agua Hospitalaria. Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

La tabla 15, indica la comparación de las medias entre los tratamientos en cual se puede apreciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos a los 7 días de evaluación para la variable resistencia total: 307.00 K/N, 368.068 K/N, 340.704 K/N, 269.016 K/N para los tratamientos: T1, T2, T3 y T4 respectivamente; para la variable resistencia total/ Kg los valores reportados son; 31319 K/g, 37532 K/g, 34741.6K/g, 27431.6K/g, los valores para la resistencia a la compresion (f'c) el T1 reporto 175 kg/cm² , T2:209.58 kg/cm², T3:194.00 kg/cm², T4:153.18 kg/cm², finalmente se observa que el %f'c, para los tratamientos es de T1: 83.28, T2: 99.80, T3:92.38 y T4:72.94 kg/cm².

Además, se observa que la mayor resistencia a la comprensión lo tuvo el tratamiento (T2) correspondiente al diseño de mezcla con agua

de río Huallaga con un valor de 209.58 kg/cm², y el valor más bajo lo reportó el tratamiento (T₄), con un valor de 153.18 kg/cm², que estadísticamente no son significativos a los 7 días de evaluación, con un nivel de significancia (α) de 0.05, $p > 0.05$, (ANOVA) prueba de Tuckey y Duncan

Tabla 16

Prueba de normalidad de los datos de las variables de estudio a los 7 días

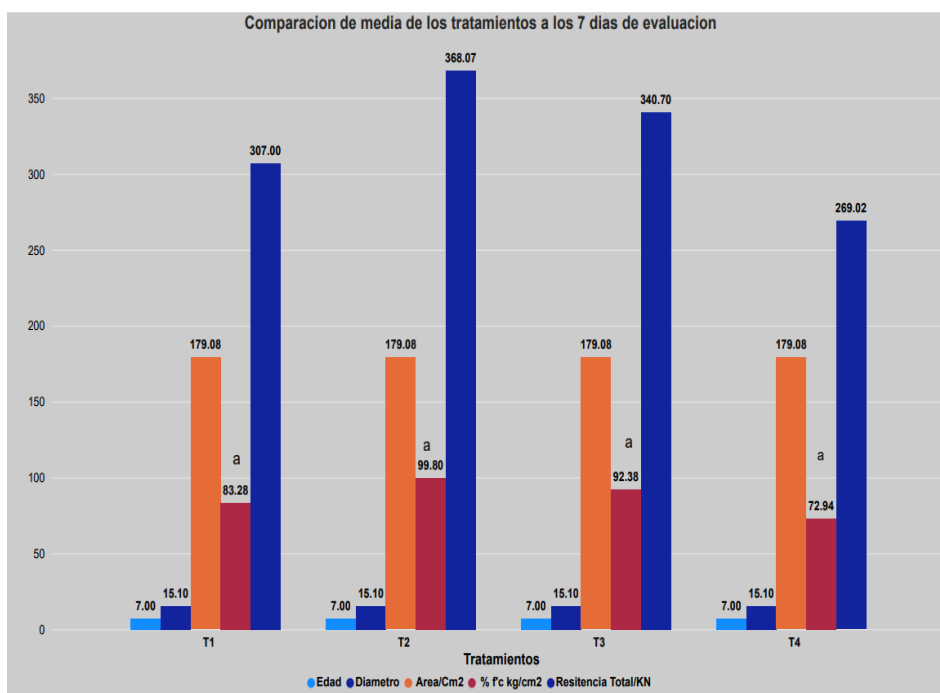
Pruebas de Normalidad			
Shapiro - Wilk			
	Tratamientos	gl	Sig.
Resistencia Total/KN	T ₁	5	0.133
	T ₂	5	0.445
	T ₃	5	0.185
	T ₄	5	0.808
Resistencia Total/Kg	T ₁	5	0.133
	T ₂	5	0.445
	T ₃	5	0.185
	T ₄	5	0.808
f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.125
	T ₂	5	0.445
	T ₃	5	0.185
	T ₄	5	0.808
% f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.133
	T ₂	5	0.445
	T ₃	5	0.179
	T ₄	5	0.809

Nota: la tabla 16 muestra los valores de la prueba de NORMALIDAD de los datos de los tratamientos, Shapiro Wilk > 0.05 .

En la **tabla 16** se presenta la prueba de normalidad de los datos de las variables de estudio en el cual la variable de estudio resistencia total (KN) muestra una distribución normal de sus datos para cada uno de sus tratamientos siendo la significancia > 0.05 , lo mismo ocurre para la variable Resistencia total (Kg), resistencia a la compresión (f'c)Kg/cm² y el porcentaje de la resistencia a la compresión (f'c)Kg/cm², significancia que fue corroborada por la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, por tener datos ≤ 50 .

Figura 4

Comparación de media de las variables de estudio a los 7 días de evaluación



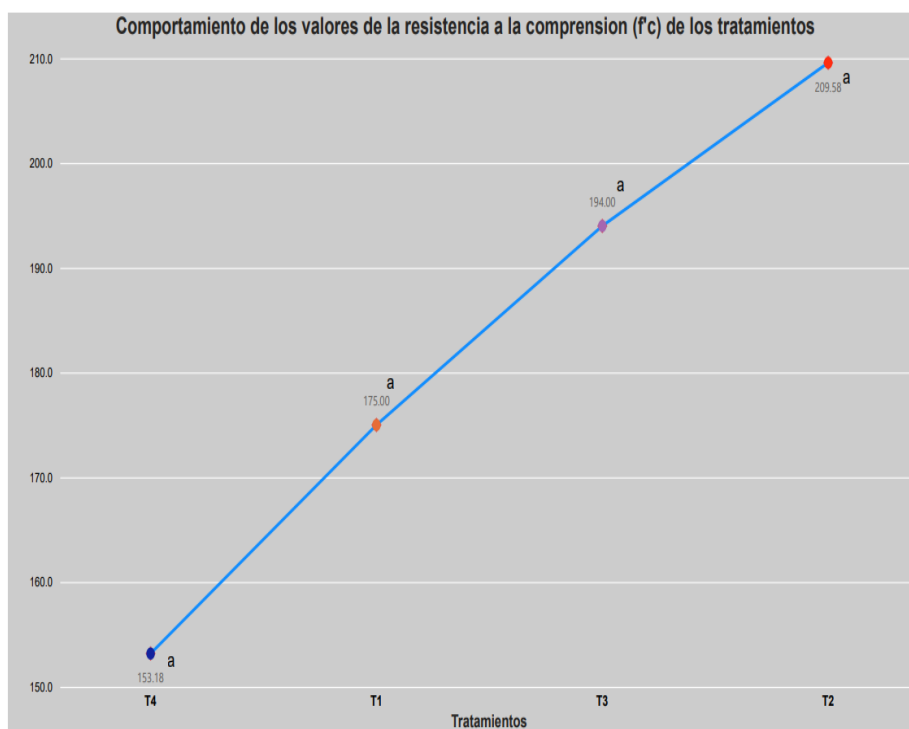
Nota: la figura 4 muestra los valores de las variables de estudio y significancia de la variable de estudio resistencia a la compresión ($f'c$) en cada tratamiento; siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de rio Huallaga, T₃= Agua de rio Higuera T₄= Agua Hospitalaria. Letras iguales indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos $p>0.05$, prueba Tuckey y Duncan.

La **Figura 4** muestra los valores de las variables de estudio, como la edad de rotura; 7 días, el diámetro de la probeta: 15.10 mm, el área; 179.08 cm² y la resistencia a la compresión ($f'c$) que indican que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($p>0.05$), prueba Tuckey y Duncan, siendo los valores para T₁; 83.28 kg/cm², T₂; 99.80 kg/cm², T₃; 92.38 Kg/cm² y T₄; 72.94, lo que nos indica que a los 7 días la resistencia a la compresión no va ser estadísticamente significativa en cuanto a sus valores.

En el caso de T₁; presenta una resistencia total promedio de 307.00 KN, con un diámetro promedio de 15.1 cm y un área de 179.08 cm². T₂; muestra una notable mejora, alcanzando una resistencia total promedio de 368.07 KN, lo que indica un rendimiento superior en comparación con T₁. T₃; tiene una resistencia total de 340.70 KN, que también es significativa, aunque inferior a T₂. T₄; presenta la resistencia total más baja, con un promedio de 269.02 KN, mostrando un desempeño inferior en comparación con los otros tratamientos.

Figura 5

Comportamiento de las variables de estudio resistencia a la compresión a los 7 días de evaluación



Nota: la figura 5 refleja el comportamiento de la variable de estudio resistencia a la compresión ($f'c$) de los tratamientos a los 7 días de evaluación, letras iguales indican que no existe diferencia estadística significativa

La figura 5 indica los valores del comportamiento de la resistencia a la compresión ($f'c$) Kg/cm² a los 7 días de evaluación, si bien se aprecia que no existe diferenciada estadística significativa, entre los tratamientos, no obstante se puede observar que el T2; (Agua de río Huallaga) obtuvo el valor más alto, siendo este 209.58 kg/cm², seguido del T3 (Agua del río Higuera) con un valor de 194 kg/cm², T1 (Agua potable); 175 kg/cm² y el valor más bajo lo tuvo el tratamiento T4 (Agua hospitalaria) con un valor mínimo de 153.18 kg/cm². T2 demuestra ser el más eficaz, mientras que T4 es el menos efectivo.

4.1.3. DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO, 14 DÍAS DE EVALUACIÓN

Tabla 17

Comparación de media de los tratamientos a los 14 días de evaluación

Trat.	Edad	Diámetro	Área/Cm ²	Resistencia de diseño	Resistencia Total/KN	Resistencia Total/Kg	f'c (Kg/cm ²)	% f'c kg/cm ²
T ₁	14	15.1	179.08	210	302.862 ^a	30882.8 ^a	172.45 ^a	82.14 ^a
T ₂	14	15.1	179.08	210	518.158 ^{ab}	52836.6 ^c	295.05 ^c	140.41 ^c
T ₃	14	15.1	179.08	210	431.914 ^{bc}	44042.2 ^{bc}	244.14 ^{bc}	117.1 ^{bc}
T ₄	14	15.1	179.08	210	354.082 ^{ab}	36105.8 ^{ab}	201.62 ^{ab}	95.98 ^{ab}
p-valor	-	-	-	-	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Nota: la tabla 17 muestra la comparación de media de los tratamientos en las variables de estudio: T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higuera T₄= Agua Hospitalaria. Letras distintas indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos (p<0.05), ANOVA, prueba de Tuckey y Duncan

La tabla 17 presenta la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos, para la variables de estudio (p<0.05) mediante el ANOVA, prueba Tuckey y Duncan; donde el tratamiento (T₁) reporta valores para la resistencia total en KN de:305.864, resistencia total en kg: 30882.8, resistencia a la compresión; 172.45 kg/cm² y un % de 82.14; (T₂): 518.158, 52836.6, 295.05, 140.41, para la resistencia total/KN, resistencia total/kg, f'c Kg/cm² y %f'c respectivamente; (T₃): 431.914, 44042.2, 244.1 y 117.1, para la resistencia total/KN, resistencia total/kg, f'c Kg/cm² y %f'c respectivamente, finalmente el tratamiento (T₄) reporta valores de: 354.082, 36105.8, 201.62 y 95.88 para la resistencia total/KN, resistencia total/kg, f'c Kg/cm² y %f'c respectivamente.

Los resultados nos indican que a los 14 días de evaluación el tratamiento (T₂) del diseño de mezcla con agua de río de Huallaga reporto los valores más altos para la resistencia a la compresion (f'c) 295.05 kg/cm², seguido del tratamiento (T₃) del diseño de mezcla con la incorporación de agua del río Higuera con un valor de: 244.14 kg/cm², seguido del tratamiento (T₄) agua hospitalaria de 201.62

kg/cm² y el valor más bajo lo obtuvo el diseño de mezcla patrón con agua potable; 172.41 kg/cm².

Tabla 18

Prueba de normalidad de los datos de las variables de estudio a los 14 días

Pruebas de Normalidad			
Shapiro - Wilk			
	Tratamientos	gl	Sig.
Resistencia Total/KN	T ₁	5	0.783
	T ₂	5	0.232
	T ₃	5	0.164
	T ₄	5	0.207
Resistencia Total/Kg	T ₁	5	0.783
	T ₂	5	0.232
	T ₃	5	0.165
	T ₄	5	0.207
f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.783
	T ₂	5	0.232
	T ₃	5	0.190
	T ₄	5	0.783
% f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.783
	T ₂	5	0.232
	T ₃	5	0.190
	T ₄	5	0.783

Nota: la tabla 18 muestra la prueba de normalidad de las variables de estudio a los 14 días de evaluación, en el cual se aprecia que los datos de la muestra guardan una distribución normal >0.05, prueba de Shapiro Wilk.

La **Tabla 18** evidencia los hallazgos sobre la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables de estudio a los 14 días de evaluación. Se analizaron cuatro tratamientos (T1,T2,T3 y T4) en cuatro variables: resistencia total (KN y Kg), resistencia a la compresión (f'c en Kg/cm²) y porcentaje de f'c (Kg/cm²).

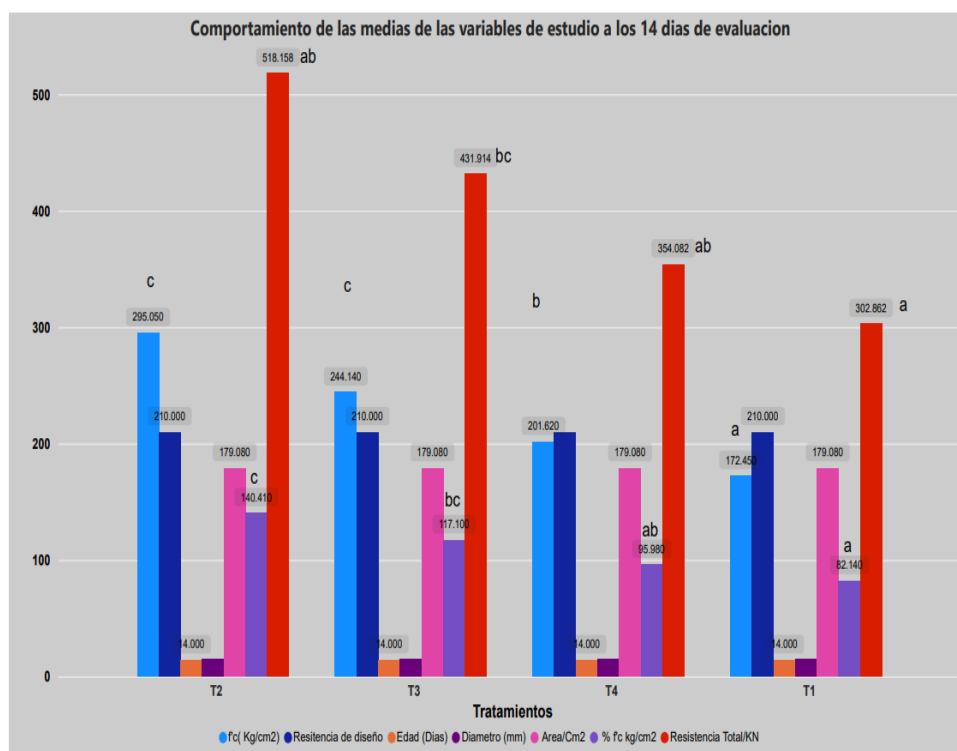
Los valores de significancia (p) obtenidos en la prueba de Shapiro-Wilk para cada tratamiento indican que los datos presentan una distribución normal. En este caso, dado que todos los valores *p* son mayores a 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal (Shapiro & Wilk, 1965), permitiendo el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior.

Los valores de las variables de estudio en cada tratamiento (T); Resistencia Total/KN (0.783, 232, 0.164, 0.207) para cada tratamiento

respectivamente (T1, T2, T3 y T4) Resistencia Total/Kg (0.783, 0.232, 0.165, 0.207); f_c (Kg/cm²) (0.783, 0.232, 0.190, 0.783) y % f_c (Kg/cm²) (0.783, 0.232, 0.190, 0.783).

Figura 6

Comparación de media de las variables de estudio a los 14 días de evaluación



Nota: la figura 6 refleja los valores de las variables de estudio y significancia de la variable de estudio resistencia a la compresión (f_c) en cada tratamiento; siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga, T₃= Agua de río Higuera T₄= Agua Hospitalaria. Letras distintas indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos $p < 0.05$, prueba Tuckey y Duncan. (ANOVA)

La Figura 6 presenta los valores promedio de las variables de estudio a los 14 días de evaluación, centrándose en la resistencia a la compresión (f_c) de los diferentes tratamientos. Se compararon cuatro tratamientos: T₁ (agua potable), T₂ (agua del río Huallaga), T₃ (agua del río Higuera) y T₄ (agua hospitalaria).

Las barras representan distintas variables de estudio, incluyendo f_c (Kg/cm²), resistencia de diseño, edad (días), diámetro (mm), área (cm²), porcentaje de f_c (Kg/cm²) y resistencia total (KN). Las letras sobre las barras señalan diferencias significativas entre tratamientos según las pruebas de Tukey y Duncan ($p < 0.05$, ANOVA). Se observa

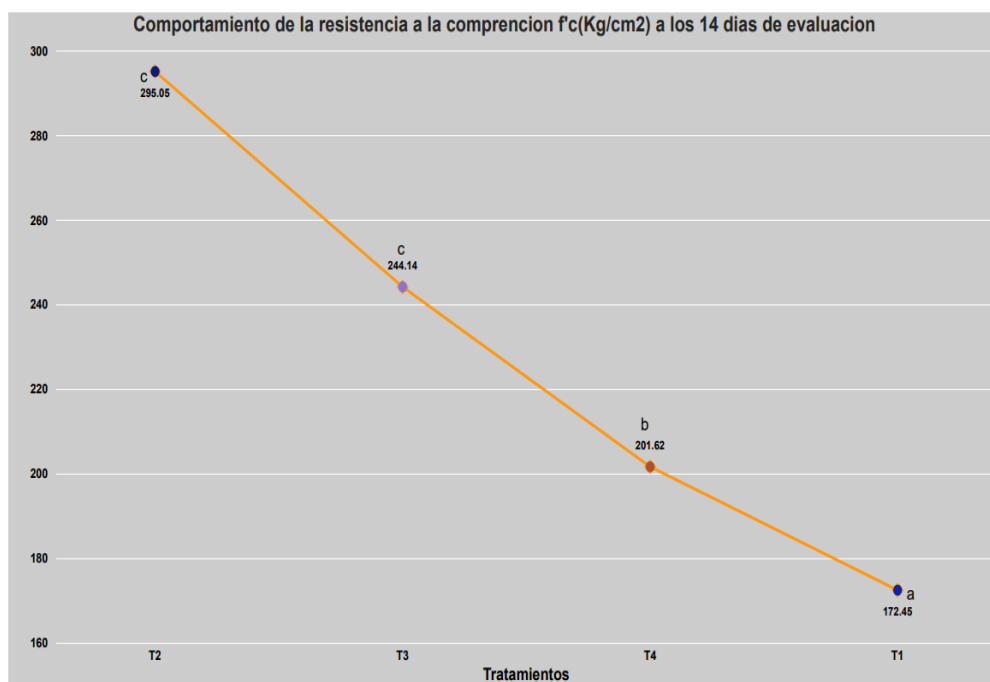
que los tratamientos presentan variaciones en los valores de resistencia, con diferencias estadísticas entre ellos.

El análisis sugiere que la calidad del agua utilizada en los tratamientos influye en la resistencia a la compresión del material evaluado, lo que podría tener implicaciones en el uso estructural de estos materiales.

Así mismo la diferencia estadísticamente significativa que existe entre los tratamientos $p < 0.05$, (ANOVA) prueba Tuckey y Duncan, se observa que el mejor comportamiento de resistencia a la compresión (f'_c) a los 14 días de evaluación los reporto el tratamiento (T_2) con un valor de 295.05 kg/cm^2 , en comparación al tratamiento testigo que reporto un valor de 172.45 kg/cm^2 , para la resistencia a la compresión, lo mismo reportan los valores de la resistencia total/ KN: 518.158 y la resistencia total/kg: 52836.6 a diferencia del diseño patrón quién reporto valore de 302.862 y 30882.8, para la resistencia total/KN y resistencia total/kg, respectivamente.

Figura 7

Comportamiento de las variables de estudio resistencia a la compresión a los 14 días de evaluación



Nota: la figura 7 muestra el comportamiento de la variable resistencia a la compresión (f'_c), durante los 14 días de evaluación en el cual se aprecia la

diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos $p < 0.05$, (ANOVA), prueba de Tuckey y Duncan. Letras distintas indican diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos.

La **figura 7** muestra la tendencia de la resistencia a la compresión (f'_c en Kg/cm²) en los cuatro tratamientos evaluados (T1: agua potable, T2: agua del río Huallaga, T3: agua del río Higuera y T4: agua hospitalaria) a los 14 días de ensayo.

Se aprecia una disminución progresiva de la resistencia a la compresión desde T₂ (295.05 Kg/cm²) hasta T₁ (172.45 Kg/cm²). Según las pruebas de Tukey y Duncan ($p < 0.05$, ANOVA), existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, como lo indican las letras sobre cada punto de la curva.

Los resultados sugieren que la calidad del agua empleada en la mezcla influye en la resistencia final del material, siendo el tratamiento con agua del río Huallaga (T₂) el que presenta la mayor resistencia a la compresión y el tratamiento con agua potable (T₁) el de menor resistencia.

4.1.4. DE LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO, A LOS 28 DÍAS DE EVALUACIÓN

Tabla 19

Comparación de media de los tratamientos a los 28 días de evaluación

Tra t	Ed ad	Diám etro	Área/C m ²	Resisten cia de diseño	Resiste ncia Total/K N	Resisten cia Total/Kg	f'_c (Kg/cm ²)	% f'_c kg/cm ²
T1	28	15.1	179.08	210	363.370 a	37052.2 00 ^a	206.91 0 ^a	98.56 0 ^a
T2	28	15.1	179.08	210	532.126 b	54261.2 00 ^b	303.00 0 ^b	144.2 80 ^b
T3	28	15.1	179.08	210	496.856 b	50664.4 00 ^b	282.92 0 ^b	134.7 00 ^b
T4	28	15.1	179.08	210	410.190 a	41827.0 00 ^a	233.57 0 ^a	111.2 40 ^a
p- Valor					<0.000 1	<0.0001	<0.00 01	<0.00 01

Nota: la tabla 19 indica la comparación de media de los tratamientos en las variables de estudio: T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higuera T₄= Agua Hospitalaria, hasta los 28 días de evaluación. Letras distintas indican que existe

diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$), ANOVA, prueba de Tuckey y Duncan.

La Tabla 19 presenta la comparación de medias de los tratamientos en las variables de estudio a los 28 días de evaluación. Se analizaron cuatro tratamientos: T_1 (agua potable), T_2 (agua del río Huallaga), T_3 (agua del río Higuera) y T_4 (agua hospitalaria).

Los resultados indican diferencias significantes en la resistencia total (KN y Kg), resistencia a la compresión (f'_c en Kg/cm²) y porcentaje de f'_c (% f'_c en Kg/cm²), con valores de p menores a 0.0001, indicando una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$, ANOVA). Según la prueba de Tukey y Duncan, los tratamientos presentan diferencias en sus valores medios, evidenciadas por letras distintas en los resultados.

Se observa que T_2 (agua del río Huallaga) y T_3 (agua del río Higuera) presentan los valores más altos de resistencia a la compresión, mientras que T_1 (agua potable) muestra los valores más bajos. Esto sugiere que la calidad del agua empleada en la mezcla influye en la resistencia del material al día 28 del curado. (T2) alcanzó mayor resistencia a la compresión con un valor de 303.00 kg/cm², y el valor más bajo lo reportó el tratamiento (T1) con un valor de 206.910 kg/cm², el tratamiento (T2) del diseño con agua del río Higuera reportó un valor de 282.920 kg/cm², y el tratamiento (T4) del diseño de mezcla con agua hospitalaria reportó un valor de 233570 kg/cm².

Tabla 20

Prueba de normalidad de las variables de estudio a los 28 días de evaluación

Pruebas de Normalidad			
Shapiro - Wilk			
	Tratamientos	gl	Sig.
Resistencia Total/KN	T1	5	0.226
	T2	5	0.454
	T3	5	0.792
	T4	5	0.943
Resistencia Total/Kg	T1	5	0.226
	T2	5	0.454
	T3	5	0.792
	T4	5	0.943
f'_c (Kg/cm ²)	T1	5	0.226
	T2	5	0.454
	T3	5	0.792

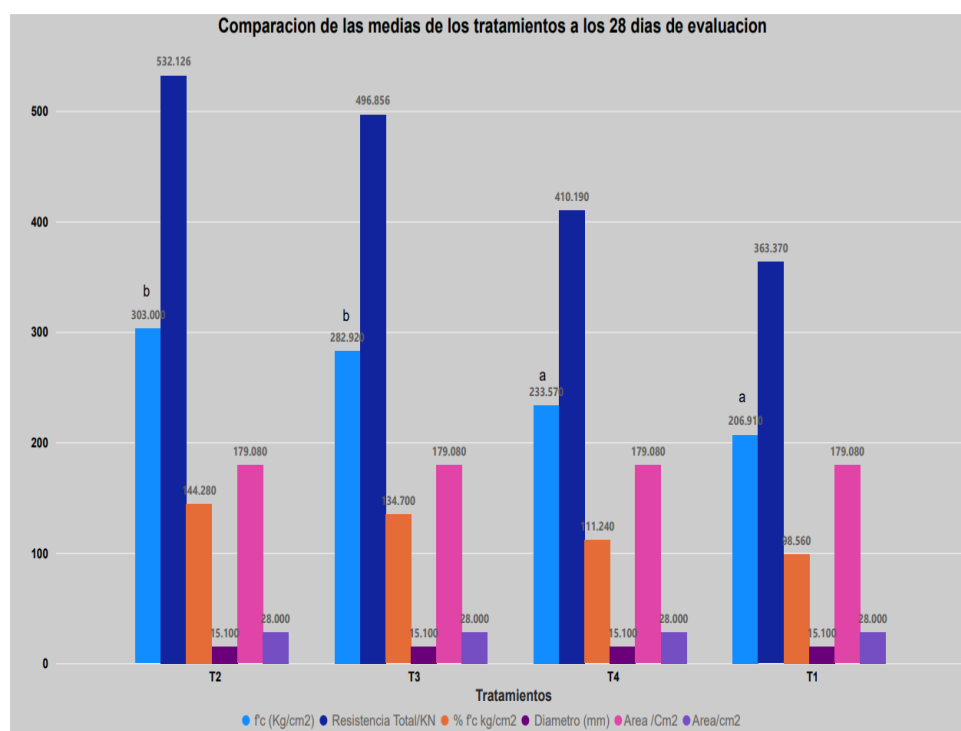
	T4	5	0.943
	T1	5	0.255
	T2	5	0.455
	T3	5	0.791
	T4	5	0.941

Nota: la tabla 20 muestra la prueba de normalidad de la variables de estudio a los 28 días de evaluación, en el cual se aprecia que los datos de la muestra guardan una distribución normal >0.05 , prueba de Shapiro Wilk.

La **tabla 20** muestra la prueba de normalidad de los datos de la muestra de las variables de estudio, donde se observa que los datos muestran una distribución normal con un nivel de significancia > 0.05 , prueba de normalidad con Shapiro – Wilk (<50), donde todos los datos de estudio muestran distribución normal.

Figura 8

Comparación de media de las variables de estudio a los 28 días de evaluación



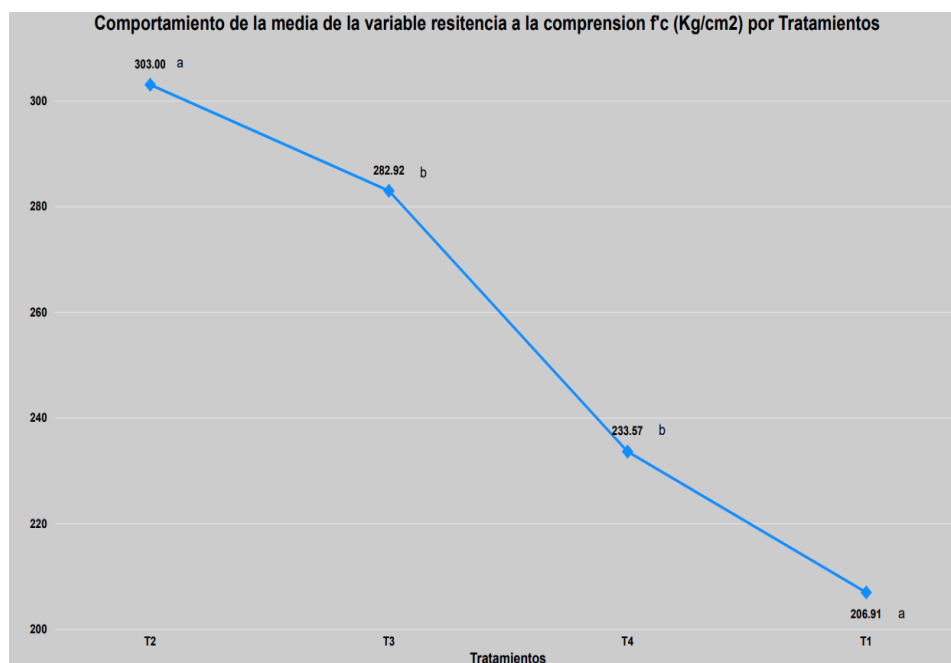
Nota: la figura 8 refleja los valores de las variables de estudio y significancia de la variable de estudio resistencia a la compresión ($f'c$) en cada tratamiento; siendo T₁= Agua potable, T₂= agua de rio Huallaga. T₃= Agua de rio Higueras T₄= Agua Hospitalaria. Letras distintas indican que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos $p<0.05$, prueba Tuckey y Duncan. (ANOVA)

La **Figura 8** evidencia la evolución de la resistencia a la compresión (f'_c) en los diferentes tratamientos (T_1 : agua potable, T_2 : agua del río Huallaga, T_3 : agua del río Higuera y T_4 : agua hospitalaria) a los 28 días de evaluación. Se observa que los tratamientos reflejan diferencias estadísticas significantes ($p < 0.05$) según la prueba de ANOVA y las comparaciones de Tukey y Duncan. Letras distintas indican diferencias significantes entre los tratamientos.

El tratamiento (T_2) del diseño de mezcla con la incorporación de agua de río Huallaga reportando la mayor resistencia a la compresión: 303.00Kg/cm², seguido del tratamiento (T_3) agua del río Higuera con un valor de 282.92 Kg/cm², el diseño de mezcla con la incorporación del agua hospitalaria (T_4) reporto valores de 233.57kg/cm², siendo el tratamiento (T_1) del diseño de mezcla con agua potable quien reporto el valor más bajo: 206.910 kg/cm².

Figura 9

Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de evaluación



Nota: La figura 9 refleja el comportamiento de la variable resistencia a la compresión (f'_c) a los 28 días de evaluación, además de la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos ($p < 0.505$), prueba de Tuckey y Duncan (ANOVA)

La figura 9 evidencia la diferencia estadísticamente significativa que existe entre los tratamientos para la variable de estudio resistencia

a la compresion (f'_c), donde el tratamiento (T2) muestra el valor con mayor resistencia a la compresion: 303.00 kg/cm², luego este valor desciende en el tratamiento (T3); 282.920 kg/cm² para seguir descendiendo en el tratamiento (T4): 233.570 kg/cm², finalmente el tratamiento (T1) obtuvo el valor más bajo al día 28 con; 206.910 kg/cm²

Se observa una tendencia decreciente, lo que indica que la calidad del agua empleada en la preparación del material influye en su resistencia mecánica, los tratamientos T₂ (agua del río Huallaga) y T₃ (agua del río Higuera) presentan los valores más altos de resistencia a la compresión, con 303.00 Kg/cm² y 282.92 Kg/cm², respectivamente, esto sugiere que el contenido mineral o químico del agua de estos ríos favoreció una mejor hidratación y fraguado del cemento.

La resistencia disminuye a 233.57 Kg/cm² en T₄ (agua hospitalaria), lo que podría indicar que la presencia de contaminantes o residuos químicos en esta agua afectó negativamente la formación de la matriz del concreto, el tratamiento T₁ (agua potable) muestra la menor resistencia a la compresión, con 206.91 Kg/cm².

4.1.5. DEL CONSOLIDADO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO 7, 14 Y 28 DÍAS DE EVALUACIÓN

Tabla 21

Consolidados de las medias de los variables de estudio en los tratamientos a los 7, 14 y 28 días de evaluación

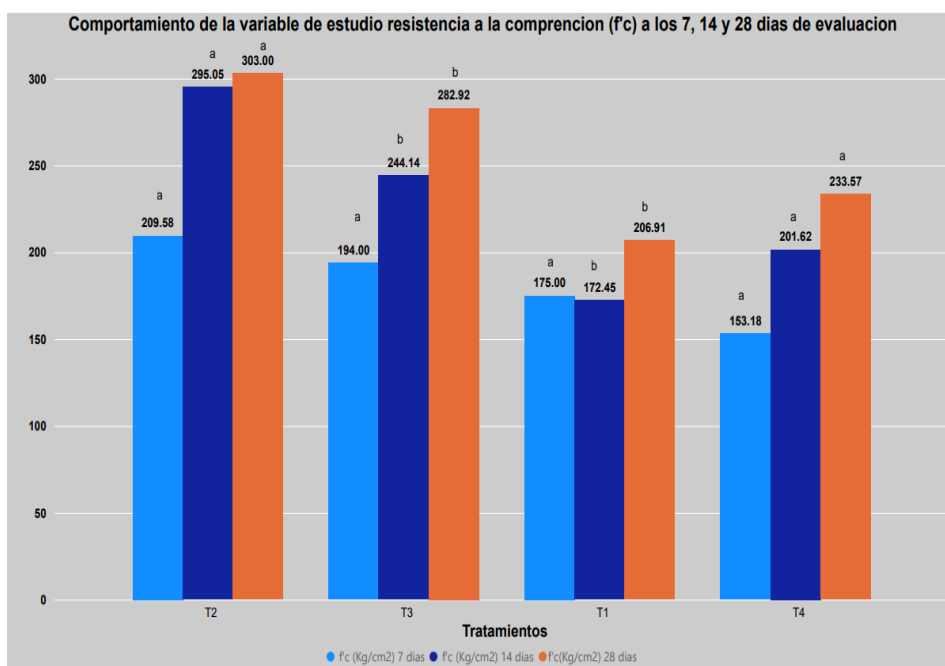
Tratamientos	Días	Resistencia Total/ Kn	Resistencia Total/ Kg	f'c Kg/cm ²	% f'c Kg/cm ²
T1	7	307.00 ^a	31319.00 ^a	175.00 ^a	83.28 ^a
	14	302.86 ^a	30882.80 ^a	172.45 ^a	82.14 ^c
	28	363.37 ^a	37052.20 ^a	206.91 ^a	98.56 ^a
T2	7	368.07 ^a	37532.00 ^a	209.58 ^a	99.80 ^a
	14	518.16 ^{ab}	52836.60 ^c	295.05 ^c	140.41 ^c
	28	532.13 ^b	54261.20 ^b	303.00 ^b	144.28 ^b
T3	7	340.70 ^a	34741.60 ^a	194.00 ^a	92.38 ^a
	14	431.91 ^{bc}	44042.20 ^{bc}	244.14 ^c	117.10 ^{bc}
	28	496.86 ^b	50664.40 ^b	282.92 ^b	134.70 ^b
T4	7	269.02 ^a	27431.60 ^a	153.18 ^a	72.94 ^a
	14	354.08 ^{ab}	36105.80 ^{ab}	201.62 ^b	95.98 ^{ab}
	28	410.19 ^a	41827.00 ^a	233.57 ^a	111.24 ^a

Nota: el cuadro muestra la no significancia (>0.05) a los 7 días de evaluación de las variables de estudio en cada tratamiento y la significancia a los 7 y 14 días según el ANOVA (Prueba Tuckey y Duncan). Letras iguales no muestran diferencias estadística significativo, letras distintas si muestran diferencia estadística significativa. T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higueras T₄= Agua Hospitalaria

La **tabla 21**, muestra el consolidado de los valores de estudio en cada tratamiento además de la diferencia estadística significativa que existe entre ellos $p < 0.05$ (14y 28 días), en donde en todos los tratamientos (T₁, T₂, T₃ y T₄), la resistencia aumenta progresivamente desde los 7 días hasta los 28 días, se observa que, T₂ (agua del río Huallaga) presentó la mayor resistencia a la compresión a los 28 días (303.00 Kg/cm²), lo que evidencia que el agua de este río favoreció una mejor reacción de fraguado del cemento, así mismo; T₃ (agua del río Higueras) también mostró valores altos (282.92 Kg/cm²), aunque menores que T₂, mientras que T₁ (agua potable) y T₄ (agua hospitalaria) presentaron los valores más bajos (206.91 Kg/cm² y 233.57 Kg/cm², respectivamente).

Figura 10

Comportamiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de evaluación



Nota: la figura 10 muestra el comportamiento de la variable de estudio resistencia a la compresion en los tratamientos a los 7, 14 y 28 días de evaluación. T₁= Agua potable, T₂= agua de río Huallaga. T₃= Agua de río Higueras T₄= Agua Hospitalaria,

así mismo la diferencia estadística significativa que existe entre ellos. Letras iguales, no presentan diferencia estadística significativa entre ellas $p>0.05$. Letras distintas si muestran diferencia estadística significativa entre ellas, $p<0.05$. Prueba Tuckey y Duncan.

La **figura 10** muestra el consolidado y la evolución de la resistencia a la compresión ($f'c$) al día 7, 14 y 28 en los distintos tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 y T_4), destacando las diferencias estadísticas entre ellos, en todos los tratamientos, los valores más altos de $f'c$ se registran a los 28 días.

Estadísticamente T_2 y T_3 tienen diferencias significativas respecto a T_1 y T_4 a los 14 y 28 días, como lo indica la presencia de letras distintas en la gráfica, a los 7 días, no hay diferencias significativas ($p>0.05$), lo que sugiere que en esta etapa temprana la influencia del tipo de agua aún no es determinante.

T_2 (agua del río Huallaga) presenta la mayor resistencia a la compresión en los tres momentos de evaluación (7 días: 209.58 Kg/cm², 14 días: 295.05 Kg/cm², 28 días: 303.00 Kg/cm²), con diferencias estadísticas significativas respecto a otros tratamientos, T_3 (agua del río Higuera) muestra una evolución similar, aunque con valores ligeramente menores (7 días: 194.00 Kg/cm², 14 días: 244.14 Kg/cm², 28 días: 282.92 Kg/cm²), T_1 (agua potable) presenta la menor resistencia a los 7 y 14 días, aunque mejora a los 28 días (206.91 Kg/cm²), manteniéndose por debajo de T_2 y T_3 , T_4 (agua hospitalaria) muestra un comportamiento intermedio, con valores finales de 233.57 Kg/cm² a los 28 días.

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. DEL PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS GENERAL

H_0 = El agua de río Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria no tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2023.

H_a = El agua de río Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria al menos uno tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2023.

4.2.2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS TRATAMIENTOS

H_0 = Los datos de la muestra de los tratamientos no siguen una distribución normal

H_a = Los datos de la muestra de los tratamientos siguen una distribución normal

Tabla 22

Prueba de normalidad de las variables de estudio

Pruebas de Normalidad Shapiro - Will			7 días	14 días	28 días
	Tratamientos	gl	Sig.	Sig.	Sig.
Resistencia Total/KN	T ₁	5	0.133	0.783	0.226
	T ₂	5	0.445	0.232	0.454
	T ₃	5	0.185	0.164	0.792
	T ₄	5	0.808	0.207	0.943
Resistencia Total/Kg	T ₁	5	0.133	0.783	0.226
	T ₂	5	0.445	0.232	0.454
	T ₃	5	0.185	0.165	0.792
	T ₄	5	0.808	0.207	0.943
f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.125	0.783	0.226
	T ₂	5	0.445	0.232	0.454
	T ₃	5	0.185	0.190	0.792
	T ₄	5	0.808	0.783	0.943
% f'c (Kg/cm ²)	T ₁	5	0.133	0.783	0.255
	T ₂	5	0.445	0.232	0.455
	T ₃	5	0.179	0.190	0.791
	T ₄	5	0.809	0.783	0.941

Nota: La **tabla 22** muestra la prueba de normalidad de las variables de estudio – Shapiro Will ($p > 0.05$)

La Tabla 22 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables de resistencia total (KN y Kg), resistencia a la compresión ($f'c$) y porcentaje de resistencia a la compresión ($\% f'c$) en cuatro tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 y T_4), evaluados a los 7, 14 y 28 días.

En todas las etapas de evaluación (7, 14 y 28 días), los valores de p en cada uno de los tratamientos son mayores a 0.05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal en todas las variables analizadas (Resistencia Total/KN, Resistencia Total/Kg, $f'c$ y $\% f'c$); por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a); donde los datos de la muestra de las variables de estudio siguen una distribución normal

4.2.3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS PARA EL FACTORES TRATAMIENTO Y TIEMPO

H_0 = No hay diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2023.

H_a = Al menos un tratamiento tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2023.

4.2.4. ANOVA

Tabla 23

Análisis de varianza para el factor tratamiento de las variables de estudio

ANOVA

$f'c$	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	Valor Critico	F	Sig.
-------	-------------------	----	------------------	---------------	---	------

Tratamientos	127551.14	3	42517.05	3.49	3.74	0.021
días	160218.39	2	80109.2	6.58	4.46	0.003
Total		5				p<0.05

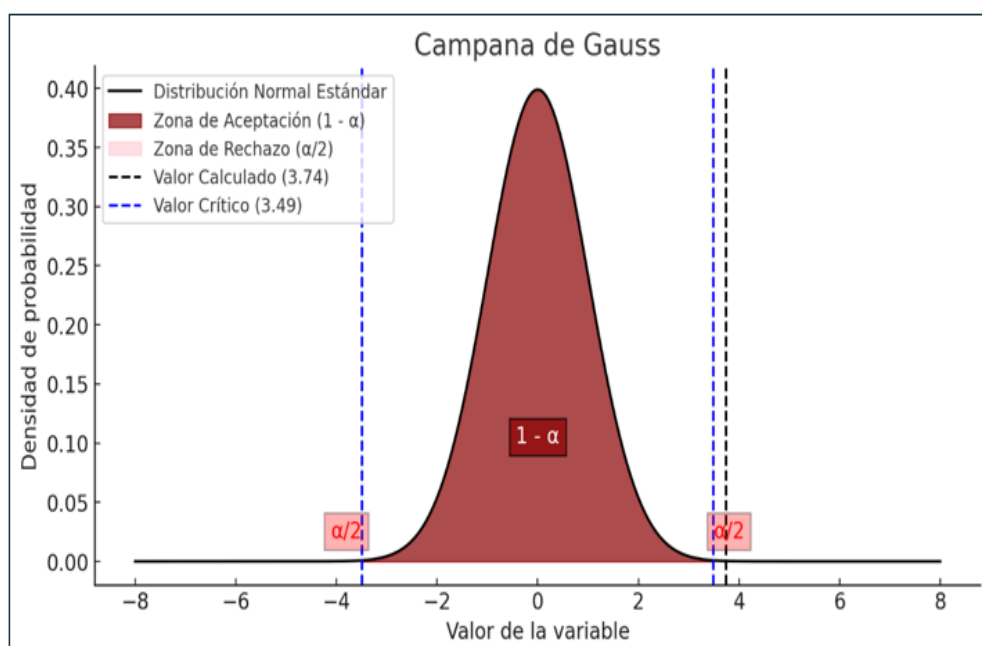
Nota: la tabla muestra, el análisis de varianza de los factores; tratamientos y días, donde se observa la diferencia estadística significativa que existe entre ellos ($p < 0.05$) prueba Tuckey, Duncan

La **tabla 23** muestra el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos y los días en la resistencia del material ($f'c$). Los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, $F(3,5) = 3.74$, $p = 0.021$, y entre los días, $F(2,5) = 4.46$, $p = 0.003$, donde se observa la diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre la resistencia de los distintos tratamientos y los diferentes días de evaluación, prueba (Tukey y Duncan).

4.2.5. DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Figura 11

Prueba de hipótesis de los tratamientos de las variables de estudio



Nota: La figura 11 muestra la prueba de hipótesis de variable resistencia a la compresión (f'_c) de las variables de estudio en los tratamientos T_1 = Agua potable, T_2 = agua de río Huallaga, T_3 = Agua de río Higuera T_4 = Agua Hospitalaria (ANOVA)

La figura 11, presenta la prueba de hipótesis de la variable de estudio resistencia a la compresión (f'_c) del análisis de varianza (ANOVA) (F), en donde se observa que el valor crítico (VC): 3.49 es menor que el valor del FCalculado; 3.74, situándose en la zona de rechazo de la hipótesis nula (H_0) por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Decisión:

Se acepta la hipótesis nula (H_a) y se rechaza la hipótesis alterna (H_0) donde: El agua de río Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria al menos uno tiene efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2023.

4.2.6. T STUDENT

Tabla 24

Prueba T de muestras independientes entre los tratamientos

Prueba de muestras Independientes										
	Prueba de Levene de igualdad de varianzas					Prueba t para la igualdad de medias				
	F	Sig.	t	Valor Crítico	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	0.598	0.462	-5.345	±2.306	8	0.001	-96.09000	17.97843	-137.54833	-54.63167
No se asumen varianzas iguales			-5.345	±2.306	6.288	0.002	-96.09000	17.97843	-139.59781	-52.58219

Nota: La **tabla 24** muestra la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos ($p < 0.05$) a través de la prueba T para muestras independientes

La **tabla 24** evidencia la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos ($p < 0.05$) siendo el valor del t calculado = -5.345 y el valor crítico de ± 2.306 , por lo tanto el t calculado se encuentra en la zona de rechazo; entonces acepto la hipótesis alterna (H_a) y rechazo la hipótesis nula (H_0) donde; al menos algún tratamiento muestra diferencia estadística significativa.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. DEL OBJETIVO GENERAL

Los resultados presentan que el tratamiento con agua potable (T_1) y agua del río Huallaga (T_2) alcanzan valores de resistencia a la compresión más altos en comparación con el agua del río Higuera (T_3) y, en especial, con el agua hospitalaria (T_4). Ferreira y Torres (2022) explican que la calidad del agua utilizada en la mezcla de concreto influye en la hidratación del cemento, lo que a su vez impacta la resistencia final del material. Asimismo, Flores y Peñares (2022) destacan que la resistencia del concreto está directamente relacionada con la relación agua/cemento y la pureza de los materiales utilizados. En este sentido, la posible presencia de contaminantes en el agua del río Higuera y en las aguas residuales hospitalarias podría estar afectada la reacción de hidratación del cemento, limitando la ganancia de resistencia.

Por lo tanto, usar agua de río para fabricar concreto es viable siempre que se realicen análisis previos y se verifique su compatibilidad con los **requisitos** estables tal como lo menciona la norma técnica peruana 339.088.2024, (NTP, 339.088:2024)

5.2. DEL DEL EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA A LOS 7 DÍAS DE EVALUACIÓN

Los resultados a los 7 días indican, no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y que los valores obtenidos en el caso de (T_1), con agua potable, los resultados son bastante variables. Se observa que la resistencia total oscila entre 21962 Kg y 40511 Kg, con valores de f'_c que varían de 120,40 Kg/cm² a 226,22 Kg/cm². Aunque uno de los valores de f'_c (107,7%) supera la resistencia de diseño esperada (210 Kg/cm²), otros resultados quedan por debajo, con el más bajo siendo de apenas 57,3% de f'_c . Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Ferreira y Torres (2022), quienes explican que la calidad del agua utilizada en la mezcla de concreto influye en la hidratación del cemento, lo que a su vez impacta la resistencia

final del material y que la resistencia del concreto se evalúa principalmente a los 28 días. La calidad del agua juega un papel importante en la producción del concreto, ya que influye en el deterioro de las estructuras (Anand, 2021).

El (T2) tratamiento con agua del río Huallaga muestra un rendimiento superior en general. La resistencia total varía entre 24642 Kg y 45273 Kg, con valores de f'_c que van de 137,6 Kg/cm² a 252,81 Kg/cm². El porcentaje de f'_c en este tratamiento es más consistente, alcanzando hasta el 120,4% de la resistencia de diseño.

5.3. DEL DEL EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA A LOS 14 DÍAS DE EVALUACIÓN

Los resultados obtenidos a los 14 días de evaluación muestran diferencias significantes en la resistencia a la compresión del concreto según el tipo de agua empleado en la mezcla ($p < 0.0001$). A diferencia de los valores observados a los 7 días, en esta etapa de curado se evidencia que el tratamiento con agua del río Huallaga (T2) obtuvo la mayor resistencia a la compresión con un valor de 295.05 kg/cm², superando en un 40.41 % la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Además, el concreto producido con agua potable (T1) mostró la menor resistencia con 172.45 kg/cm², representando solo el 82.14 % de la resistencia

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Ferreira y Torres (2022), quienes indican que el proceso de hidratación del cemento y el desarrollo de la resistencia del concreto no solo depende de la calidad del agua, sino también de los procesos de curado y el tiempo de fraguado. Asimismo, estudios previos han demostrado que aguas con contenido moderado de ciertos minerales pueden favorecer la hidratación del cemento y mejorar la resistencia a largo plazo (Gómez et al., 2015). Esto podría explicar por qué el concreto elaborado con agua del río Huallaga (T2) presentó el mejor desempeño a los 14 días.

El endurecimiento del concreto se basa principalmente en la hidratación del cemento un proceso en el cual los compuestos del cemento reaccionan con el agua para formar productos que favorecen a la resistencia y durabilidad del concreto, tal como lo menciona (Zajac et al., 2023); (Zhang, et al., 2019). Quien afirma que para endurecimiento del concreto ocurren reacciones como la, hidratación del Silicato Tricálcico (C_3S), Hidratación del Silicato Dicálcico (C_2S) Hidratación del Aluminato Tricálcico (C_3A) e Hidratación del Aluminato Ferrico (C_4AF)

5.4. DEL DEL EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA A LOS 28 DÍAS DE EVALUACIÓN

Los resultados a los 28 días de evaluación muestran diferencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto según el tipo de agua utilizado en la mezcla ($p < 0.0001$). En esta etapa, el tratamiento con agua del río Huallaga (T2) alcanzó la mayor resistencia a la compresión con 303.00 kg/cm², superando en un 44.28 % la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Del mismo modo, el tratamiento con agua del río Higuera (T3) obtuvo un valor de resistencia de 282,92 kg/cm², lo que representa un incremento del 34,7 % sobre la resistencia de diseño. En contraste, el agua potable (T1) y el agua hospitalaria (T4) mostraron valores más bajos, con resistencias de 206.91 kg/cm² (98.56 %) y 233.57 kg/cm² (111.24 %),

Estos resultados coinciden con lo reportado por Ferreira y Torres (2022), quienes señalan que la calidad del agua de mezclada puede influir en la hidratación del cemento y, por ello, en la resistencia final del concreto. De acuerdo con estudios previos (Gómez et al., 2015), ciertos minerales presentes en el agua natural pueden actuar como catalizadores en la hidratación del cemento, favoreciendo el desarrollo de resistencia a largo plazo. Esto explicaría por qué el concreto elaborado con agua del río Huallaga (T2) y el agua del río Higuera (T3) alcanzaron resistencias significativamente mayores que el elaborado con agua potable.

Desde una perspectiva científica, los resultados de la tabla 20 evidencian que el uso de agua de ríos como el Huallaga (T₂) y el Higuera (T₃) mejora significativamente la resistencia del concreto a día 28 en

comparación con el uso de agua potable o hospitalaria. Esto refuerza la relevancia de considerar la composición química del agua en la fabricación de concreto, dado que ciertos minerales y compuestos presentes en fuentes naturales pueden potenciar las propiedades mecánicas del material. A su vez, los resultados obtenidos guardan concordancia con estudios que resaltan la influencia favorable del empleo de agua con alto contenido mineral en la hidratación del cemento.

CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

Los resultados evidenciaron que el concreto fabricado con agua del río Huallaga (T2) alcanzó la mayor resistencia a la compresión en todas las edades evaluadas, superando la resistencia de diseño en un 40.41 % a los 14 días y en un 44.28 % al día 28. En contraste, el concreto fabricado con agua potable (T1) presentó valores inferiores a la resistencia de diseño a los 7 y 14 días, alcanzando solo el 98.56 % de esta a los 28 días. Por otro lado, el uso de agua del río Higuera (T3) mostró un comportamiento intermedio, mientras que el agua hospitalaria (T4) presentó los valores más bajos de resistencia a todas las edades, lo que sugiere la posible presencia de contaminantes que afectan el proceso

A los 7 días de evaluación, los resultados evidenciaron que el concreto fabricado con agua del río Huallaga (T2) alcanzó la mayor resistencia a la compresión (209.58 kg/cm²), representando el 99.80 % de la resistencia de diseño. En contraste, el concreto elaborado con agua potable (T1) alcanzó una resistencia de 175.00 kg/cm² (83.28 % de f'c), mientras que el concreto con agua del río Higuera (T3) obtuvo 194.00 kg/cm² (92.38 % de f'c). Finalmente, el tratamiento con agua hospitalaria (T4) presentó la menor resistencia (153,18 kg/cm²).

Al día 14 el concreto elaborado con agua del río Huallaga (T2) alcanzó la mayor resistencia a la compresión (295.05 kg/cm²), superando en un 40.41 % la resistencia de diseño (210 kg/cm²). De manera similar, el concreto con agua del río Higuera (T3) alcanzó 244.14 kg/cm², representando el 117.1 % de la resistencia de diseño. En contraste, el concreto con agua potable (T1) obtuvo una resistencia de 172.45 kg/cm² (82.14 % de f'c), mientras que el concreto con agua hospitalaria (T4) presentó el menor desempeño con 201.62 kg/cm² (95.98 % de f'c).

Al día 28 el concreto elaborado con agua del río Huallaga (T2) presentó la mayor resistencia a la compresión con 303.00 kg/cm², esto representa un incremento del 44.28 % sobre la resistencia de diseño de 210 kg/cm² de

manera similar, el concreto elaborado con agua del río Higuera (T3) alcanzó una resistencia de 282,92 kg/cm² (134,70 % de f'c). Además, el concreto con agua potable (T1) obtuvo 206.91 kg/cm² (98.56 % de f'c), mientras que el concreto elaborado con agua hospitalaria (T4) mostró una resistencia de 233.57. estos resultados sugieren que el agua del río Huallaga favorece significativamente el desarrollo de la resistencia del concreto en comparación con el agua potable y el agua hospitalaria.

La presencia de los en el agua natural pueden actuar como catalizadores, acelerando la formación de productos hidratados del cemento, lo que aumenta la densidad de la matriz del concreto y su capacidad de soporte.

RECOMENDACIONES

Dado que los resultados evidencian que el agua de los ríos ha mejorado la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el agua potable y el agua hospitalaria, se recomienda considerar lo siguiente:

Se recomienda realizar análisis físico-químicos periódicos del agua empleada para elaborar el concreto, asegurando su cumplimiento con normativas como la NTP 339.088 y ASTM C1602.

Se recomienda utilizar fuentes de agua con baja presencia de impurezas para garantizar un adecuado proceso de hidratación del cemento en las primeras edades del concreto.

Un tratamiento previo del agua es necesario para eliminar posibles contaminantes como sedimentos en exceso, materia orgánica, y concentraciones elevadas de cloruros o sulfatos, porque a largo plazo podrían dañar la estructura del concreto.

El uso de agua de río en áreas donde el agua potable es limitada o costosa, ya que podría ser una opción viable y más económica para la fabricación de concreto.

Se recomienda extender la investigación para evaluar cómo el agua de río afecta otras propiedades importantes del concreto, como la duración a largo plazo, la resistencia a la permeabilidad, el comportamiento frente a ciclos de congelación y descongelación así mismo la resistencia a la corrosión del acero de refuerzo.

Ofrecer programas de capacitación para ingenieros y constructores sobre el uso adecuado del agua de río en la mezcla de concreto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, S. (2018). Caracterización de aguas residuales hospitalarias. *Dinámica Ambiental*, 1-6.
- Albis, Y. (2016). "Efectos de la materia orgánica del agua en la resistencia del concreto" UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL CARTAGENA DE INDIAS D T. Y C
- Alcalá, Y. y Caraballo, A. (2005). Estudio de efectos provocados por el uso de agua residual tratada en el diseño de concreto armado. Tesis - UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO, 1-232.
- Aldossary, M., Ahmad, S. y Bahraq, A. (2020). Efecto del agua contaminada con sólidos disueltos totales en las propiedades del hormigón. *Journal of building engineering*, 32, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101496>.
- Altamirano, R. y Terreros, R. Metodología para determinar la calidad de agua del río Rímac para uso en amasado y curado de concreto. Universidad de Lima. Universidad Nacional de Ingeniera
- Alvarado, L. (2022). "INFLUENCIA DEL METODO DE CURADO EN LA ALCALINIDAD DEL CONCRETO – HUÁNUCO 2021". Escuela profesional de ingeniería civil carrera profesional de ingeniería civil. Universidad de Huánuco- Peru.
- ANA. (2019). LEY DE LOS RECURSOS HÍDRICOS LEY N° 29338. Ministerio de Agricultura y Riego - D: Calle Diecisiete N° 355, Urb. El Palomar, San Isidro - Lima, Perú, 3-145.
- Anand, B. (2021). Influencia de la agresividad del agua en la sostenibilidad a largo plazo de las estructuras hidroeléctricas: una revisión. *Revista mundial de investigación científica de vanguardia*. <https://doi.org/10.34257/GJSFRHVOL21IS2PG1>.

- Andre, C., y Burbano, M. (2016). Efectos en la resistencia del hormigón simple elaborados con agua residual tratada proveniente de la PTAR Cañaveralejo. *Revista Ingeniería y Región*. 2016;16(2): 35-48, 1-14.
- Apomayta Ordoño, P. J. (2022). Influencia del agua del río Moquegua en la resistencia a la compresión del concreto para el diseño de edificaciones, Mariscal Nieto—Moquegua 2021. Universidad José Carlos Mariátegui.
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1555>
- Benegas, Y. y Hurtado, E. (2019) Agregados de la construcción. UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO - México
- Calderón, A., y Burbano, M. (2016). Efectos en la resistencia del hormigón simple elaborados con agua residual tratada proveniente de la PTAR, Cañaveralejo. *Ingeniería y Región*, 16(2), 35.
<https://doi.org/10.25054/22161325.1297>.
- Castillo, J. (2019). “Efecto del agua de mezclado proveniente del sub suelo (nivel freático) y mar en la resistencia a la compresión del concreto”. Facultad de ciencias agropecuarias escuela profesional de ingeniería agrícola. Universidad de Trujillo.
- Corne, M. (2019). “Comparación de las resistencias a compresión y flexión del concreto adicionado con las cenizas de bagazo de caña de azúcar con el concreto normal $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”. Tesis - Universidad Nacional Hermilio Valdizan facultad de ingeniería civil y arquitectura escuela académico profesional de ingeniería civil, 1-319.
- Cusiche, F., Miranda, G., Cusiche, L., y Miranda, A. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional ‘Lago Junín’, Perú. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(6), 1433-1447. **<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1870>**
- Díaz, B., Ríos N., y Murga, K. (2014). Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no

estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo. Universidad Privada del Norte - Trujillo Perú, 1-8.

Espinoza Jacha, D. A. (2024). Influencia del uso de agua del rio Huallaga en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=175$ kg/cm² en la ciudad de Huánuco – 2023. Universidad de Huánuco. <https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5145>.

Fadil, S., Al-Kindi, G., & Tobeia, S. (2023). Study the Effects of Using Different Water Types on the Mechanical Properties of Concrete. Ecological Engineering & Environmental Technology. <https://doi.org/10.12912/27197050/154940>.

Ferreira, D. y Torres K. (2018). "Caracterización física de agregados pétreos para concreto caso: vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex (Apulo)". Programa de Ingeniería civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia Bogotá D.C., Colombia.

Flores, G., y Peñares Crispin, Y. (2022). "Evaluación de concreto armado con resistencia 280 kg/cm² con aguas residuales tratadas de la PTAR ACLARA y la implementación de microorganismos en elementos estructurales (vigas y columnas) para minimizar el alto uso de agua potable en la producción del. Tesis - UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL, 2-187.

Godiel Pinto, F. J., & Pinto Contreras, J. A. (2024). Diseño de concreto estructural $f'_c=210$ kg/cm² con agua residual tratada de la PTAR Copare como reemplazo de agua potable en la provincia de Tacna. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/683224>

Guerra, F; Carranza, Y; Blanco, H. y Peñuela, C. (2018). "Efecto de los sólidos suspendidos en el agua de mezclado sobre las propiedades del concreto" Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Cesar Vallejo.

- Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras del concreto armado. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ, 1-697.
- Justiniano Velasquez, A. J. (2022). Efecto del agua residual tratada con ozono en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111707>
- INEI. (2018). Huánuco - Resultados definitivos. Instituto nacional de estadística e informática, 1 - 1060.
- Lozano, A. (2017). "Influencia del uso de agua del río Cumbaza en la resistencia del concreto en las localidades de San Antonio, Morales y Juan Guerra – 2017". Tesis - Universidad Cesar Vallejo - FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL, 1-134.
- Mama, C., Nnaji, C., Onovo, C. y Nwosu, I. (2019). Efectos de la calidad del agua en las propiedades de resistencia del hormigón. Revista internacional de ciencias civiles, mecánicas y energéticas. <https://doi.org/10.22161/ijcmes.5.2.2>.
- Miller, S.A., Horvath, A. & Monteiro, P.J.M. Impacts of booming concrete production on water resources worldwide. Nat Sustain 1, 69–76 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0009-5>
- ONU. (2017). Aguas residuales el recurso desaprovechado. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017, 1-85.
- Palomino Flores, H. (2021). Análisis del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la utilización del agua del Río Vilcanota, agua de la Laguna Urcos y agua potable. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60557>
- Rodríguez, D., Alvinco, N., Alayo, K., y Robles, L. (2017.). Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto

convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo. Universidad Privada del Norte. pg. 1-8.

Rodríguez, M. (2016). El agua. Universidad Nacional de Colombia. pg. 1-76

Salazar, G. (2022). Evaluación comparativa del desempeño del concreto incorporando diferentes tipos de agua. Universidad Señor de Sipán - Facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo Pimentel – Perú.

Sarta, H. y Silva, J. (2017). "Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%. Universidad católica de Colombia facultad de ingeniería programa ingeniería civil.

SENSICO. (2019). NORMA E.060 CONCRETO ARMADO. Servicio Nacional de capacitación para la industria en la construcción, 1-199. Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento

Toca, M., y Cabra, Y. (2018). Elaboración de mezclas de concreto con inclusión de biosólido procedente del tratamiento de aguas residuales. Tesis - UNIVERSIDAD SANTO TOMAS FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL TUNJA - Chile, 1-78.

USS. (2019). Agua de rio y sus efectos en la construcción. Informe técnico - Universidad Señor de Sipán - Chiclayo Peru, 1-5.

Verde, S., Aranibar, A., Rodriguez, J., & Eyzaguirre, C. (2022). Concrete Sustainable Buildings Using Domestic Wastewater Treated. Materials Science Forum, 1053, 303-308. <https://doi.org/10.4028/p-9y2t40>

Yahyaei, B., Asadollahfardi, G., & Salehi, A. (2020). Workability, mechanical, and durability properties of self-compacting concrete using the treated wastewater. Structural Concrete, 22, 1008-1997. <https://doi.org/10.1002/suco.201900447>

Yao, X., Xu, Z., Guan, J., Liu, L., Shangguan, L., & Xi, J. (2022). Influence of Wastewater Content on Mechanical Properties, Microstructure, and Durability of Concrete. Buildings. <https://doi.org/10.3390/buildings12091343>.

- Zajac, M., Hilbig, H., Bullerjahn, F. y Haha, M. (2023). Reacciones implicadas en el endurecimiento por carbonatación del cemento Portland: efecto de la temperatura de curado. *Journal of Sustainable Cement-Based Materials*, 12, 1107-1125. <https://doi.org/10.1080/21650373.2022.2163432>.
- Zhan, B., Xuan, D., Poon, C. y Shi, C. (2019). Mecanismo de endurecimiento rápido de pastas de cemento en régimen de curado acoplado CO₂-agua. *Compuestos de cemento y hormigón*. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONCOMP.2018.12.021>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Languasco Rodriguez, R. (2025). *Efecto del agua del río Huallaga y agua residual hospitalaria en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² región Huánuco – Perú 2024* [Tesis de pregrado, universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0144-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 091-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. **Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1932-2023-D-FI-UDH, de fecha 04 de setiembre de 2023, perteneciente al Bach. **Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ** se le designó como ASESOR(A) al Dr. Carlos Esteban Huamán Cuespán, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 091-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. **Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Javier Eduardo López Cabello (Secretario) y Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauero (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. **Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Mercedes Marzono Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dirección:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Intermedio - Archivo.
BCR/EJML/ata.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0144-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 07 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 091-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1932-2023-D-FI-UDH, de fecha 04 de setiembre de 2023, perteneciente al Bach. Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ se le designó como ASESOR(A) al Dr. Carlos Esteban Huamán Cuespán, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 091-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Javier Eduardo López Cabello (Secretario) y Mg. Reynaldo Favio Suarez Landaurro (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024", presentado por el (la) Bach. Renzo LANGUASCO RODRIGUEZ para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Alvarado Manzano Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Borthol Campos Ríos
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/vta.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto: "EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA, HIGUERAS Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 Kg/Cm2 REGIÓN HUANOUCO – PERÚ 2024

Tesista

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala de Medición
General	General	General	Independiente				
¿Cuál será el efecto del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024?	Evaluar el efecto del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú, 2024	H0 = El agua de rio Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria no tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024.- Ha = El agua de rio Huallaga, Higuera y el agua residual hospitalaria tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024	Las aguas de rio Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias	Parámetros Físicos	pH Dureza Conductividad Electica Solidos Totales Temperatura	Básico o Alcalino HR μS/cm TDS T°	Nominal
				Parámetros Químicos	Zinc Cadmio Plomo	mg/L mg/L mg/L	Nominal
Específicos	Específicos	específicos	Dependiente				
¿Cuál será el efecto del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 7 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024??	Evaluar el efecto del agua del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 7 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 20243	H0 = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 7 días no tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 en la región Huánuco – Perú 2024 - Ha = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 7 días tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 en la región Huánuco – Perú 2024		Propiedades Físicas	Concreto Fresco Edad Diámetro Área Resistencia de Diseño	Días mm cm²	
¿Cuál será el efecto del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 14 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024?	Evaluar el efecto del agua del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 14 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024	H0 = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 14 días no tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 en la región Huánuco – Perú 2024 - Ha = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 14 días tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210	Propiedad Físico mecánica del concreto; resistencia a la comprensión fc= 210 kg/cm2				

kg/cm2 en la región Huánuco
– Perú 2024

¿Cuál será efecto del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 28 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024?

Evaluar el efecto del agua del agua del rio Huallaga, Higuera y agua residual hospitalaria a los 28 días en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024

¿Cuáles serán los parámetros físicos y químicos del agua de rio Huallaga, Higuera y agua Hospitalaria en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 región Huánuco – Perú 2024?

Determinar los parámetros físicos del agua del rio Huallaga, rio Higuera y agua residual hospitalaria en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm² en la región Huánuco – Peru 2023.

H0 = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 28 días no tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 en la región Huánuco – Perú 2024 Ha = El agua de rio Huallaga, Higuera y agua hospitalaria a los 28 días tiene efecto en la resistencia a la comprensión del concreto 210 kg/cm2 en la región Huánuco – Perú 2024

H₀ = Las características físicos y químicos de las aguas del rio Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias no difieren de las bases teóricas Ha = Las características físicos y químicos de las aguas del rio Huallaga, Higuera y las aguas residuales hospitalarias al menos algunas de ellas difieren de las bases teóricas

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la comprensión (f' c)

kg/cm2

Resistencia Total/KN
Resistencia Total/Kg

K/N Kg

ANEXO 4

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS DE LA MUESTRA A LOS 7 DÍAS DE EVALUACIÓN

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RDD	.	20	.	.	20	.
RKN	,118	20	,200 [*]	,950	20	,360
RKG	,118	20	,200 [*]	,950	20	,360
fc	,118	20	,200 [*]	,949	20	,356
Porcentaje	,118	20	,200 [*]	,950	20	,362

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO 5

Análisis de varianza de las variables de estudio (ANOVA), a los 7 días de evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RKN	Entre grupos	27489,606	3	9163,202	2,122	,138
	Dentro de grupos	69085,948	16	4317,872		
	Total	96575,554	19			
RKG	Entre grupos	285834938.6	3	95278312.85	2,122	,138
	Dentro de grupos	718349704.4	16	44896856.53		
	Total	1004184643	19			
fc	Entre grupos	8899,007	3	2966,336	2,115	,139
	Dentro de grupos	22445,224	16	1402,827		
	Total	31344,231	19			
Porcentaje	Entre grupos	2021,121	3	673,707	2,122	,138
	Dentro de grupos	5079,188	16	317,449		
	Total	7100,308	19			

ANEXO 6

Prueba t para muestras independientes a los 7 días de evaluación (Tratamiento 1 y Tratamiento 2)

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
fc	Se asumen varianzas iguales	,558	,477	-1,151	8	,283	-34,51200	29,97329	-103,63053 34,60653
	No se asumen varianzas iguales			-1,151	7,911	,283	-34,51200	29,97329	-103,76648 34,74248

ANEXO 7

Prueba de normalidad de los datos de la muestra de las variables de estudio a los 14 días de evaluación.

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Trat		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RTKN	Agua Potable	,237	5	,200*	,956	5	,783
	Rio Huallaga	,304	5	,147	,861	5	,232
	Rio Higuera	,306	5	,141	,840	5	,164
	Hospital	,307	5	,138	,854	5	,207
RTKG	Agua Potable	,237	5	,200*	,956	5	,783
	Rio Huallaga	,304	5	,147	,861	5	,232
	Rio Higuera	,306	5	,142	,840	5	,165
	Hospital	,307	5	,138	,854	5	,207
fc	Agua Potable	,237	5	,200*	,956	5	,783
	Rio Huallaga	,304	5	,147	,861	5	,232
	Rio Higuera	,313	5	,124	,729	5	,019
	Hospital	,308	5	,138	,854	5	,207
Pfc	Agua Potable	,237	5	,200*	,957	5	,785
	Rio Huallaga	,308	5	,135	,857	5	,219
	Rio Higuera	,315	5	,118	,827	5	,131
	Hospital	,308	5	,137	,854	5	,207

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO 8

Análisis de varianza de las variables de estudio (ANOVA), a los 14 días de evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RTKN	Entre grupos	132558,820	3	44186,273	13,765	<.001
	Dentro de grupos	51362,512	16	3210,157		
	Total	183921,332	19			
RTKG	Entre grupos	1378333071	3	459444357.0	13,764	<.001
	Dentro de grupos	534077945.6	16	33379871.60		
	Total	1912411017	19			
fc	Entre grupos	42681,806	3	14227,269	13,583	<.001
	Dentro de grupos	16758,311	16	1047,394		
	Total	59440,117	19			
Pfc	Entre grupos	9715,089	3	3238,363	13,676	<.001
	Dentro de grupos	3788,681	16	236,793		
	Total	13503,771	19			

ANEXO 9

Prueba t para muestras independientes a los 14 días de evaluación (Tratamiento 1 y Tratamiento 2)

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
fc	Se asumen varianzas iguales	1,439	,265	-4,356	8	,002	-122,59200	28,14468	-187,49375	-57,69025
	No se asumen varianzas iguales			-4,356	6,723	,004	-122,59200	28,14468	-189,70306	-55,48094

ANEXO 10

Prueba de normalidad de los datos de la muestra de las variables de estudio a los 28 días de evaluación

Trat		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RTKN	Agua Potable	,244	5	,200 [*]	,859	5	,226
	Agua de río Huallaga	,290	5	,198	,908	5	,454
	Agua de río Higuera	,243	5	,200 [*]	,958	5	,792
	Agua Hospitalaria	,155	5	,200 [*]	,982	5	,943
RTKG	Agua Potable	,244	5	,200 [*]	,859	5	,226
	Agua de río Huallaga	,290	5	,198	,908	5	,454
	Agua de río Higuera	,243	5	,200 [*]	,958	5	,792
	Agua Hospitalaria	,155	5	,200 [*]	,982	5	,943
fc	Agua Potable	,244	5	,200 [*]	,859	5	,226
	Agua de río Huallaga	,290	5	,198	,908	5	,454
	Agua de río Higuera	,243	5	,200 [*]	,958	5	,792
	Agua Hospitalaria	,155	5	,200 [*]	,982	5	,943
Pfc	Agua Potable	,243	5	,200 [*]	,867	5	,255
	Agua de río Huallaga	,289	5	,200 [*]	,908	5	,455
	Agua de río Higuera	,243	5	,200 [*]	,958	5	,791
	Agua Hospitalaria	,155	5	,200 [*]	,981	5	,941

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

ANEXO 11

Análisis de varianza de las variables de estudio (ANOVA), a los 28 días de evaluación

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RTKN	Entre grupos	90140,711	3	30046,904	15,170	<.001
	Dentro de grupos	31689,957	16	1980,622		
	Total	121830,668	19			
RTKG	Entre grupos	937357904.4	3	312452634.8	15,171	<.001
	Dentro de grupos	329532538.8	16	20595783.68		
	Total	1266890443	19			
fc	Entre grupos	29225,765	3	9741,922	15,169	<.001
	Dentro de grupos	10275,478	16	642,217		
	Total	39501,243	19			
Pfc	Entre grupos	6612,792	3	2204,264	15,101	<.001
	Dentro de grupos	2335,562	16	145,973		
	Total	8948,354	19			

ANEXO 12

Prueba t para muestras independientes a los 14 días de evaluación (Tratamiento 1 y Tratamiento 2)

Prueba de Levene de igualdad de varianzas				prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
fc	Se asumen varianzas iguales	,598	,462	-5,345	8	<,001	-96,09000	17,97843	-137,54833	-54,63167
	No se asumen varianzas iguales			-5,345	6,288	,002	-96,09000	17,97843	-139,59781	-52,58219

ANEXO 13

RESULTADOS CERTIFICADOS POR EL LABORATORIO

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -
- INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO -

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)

Sede: Huancayo
Código: 352-400-066-034
Versión: 01

DATOS DEL PROYECTO
Ensayo de Peso Específico

Id. proyecto: 958
Ubicación: Huancayo, Distrito: Huancayo, Provincia: Huancayo, Departamento: Huancayo.
Solicitante: Ricardo Langusco Rodríguez
Responsable: Ing. Denis E. Alvarado y Linares

DATOS DE LA MUESTRA
Id. Ensayo: 6648 Método cuartas (NTP 335.083) : B
Fuente: S. 1000
Profundidad, m: 1.000
Fecha: 15-may-24

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

Ensayo N°	1	2	3
Peso del material, g	500.0	500.0	500.0
Peso del frasco, g	444.0	444.0	444.0
Volumen del frasco, ml	600.0	600.0	600.0
Peso del frasco + material + agua, g	1552.0	1555.6	1551.0
Peso del agua, g	608.0	613.0	607.0
Peso del material seco, g	445.7	484.9	486.5
Gravedad específica aparente, s/u	2.53	2.57	2.54
Gravedad específica aparente (SSS), s/u	2.60	2.65	2.66
Gravedad específica nominal, s/u	2.73	2.75	2.76
Absorción, %	3.0	3.1	3.8

Gravedad específica aparente, s/u	2.54
Gravedad específica aparente (SSS), s/u	2.63
Gravedad específica nominal, s/u	2.77
Absorción, %	2.96

Observaciones:

Elaborado por: D. Linares
Fecha: 15-may-24

Revisado por: D. Alvarado
Fecha: 15-may-24

Teléfono: (042) 55 5581
Pg. 5 de 7

Av. Los Caballeros 170 - Urb. Pasadita Linda - Arequipa - Huancayo
E-mail: info@geocon.com

Catálogo: 012 de 2007



GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.023)	Sede: Huancayo Código SOC-HCD-INF-015 Versión: 03
--	---

DATOS DEL PROYECTO
Ensayo de Peso Específico

M. proyecto : 915
Ubicación : Huancayo, Distrito: Huancayo, Provincia: Huancayo, Departamento: Huancayo
Solicitante : REXIN LANGUASCO RODRIGUEZ
Responsable : Ing. David E. Alvarado y Lindrea

DATOS DE LA MUESTRA	
M. Ensayo : 6945	Método cuarteo (NTP 339.089) : B
Fuente : ---	
Profundidad, m : ---	
Fecha : 15-may-24	

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

Ensayo M9	1	2	3
Peso del material saturado, g	2500.0	2500.0	2500.0
Peso del material seco, g	2489.0	2486.0	2489.0
Peso del material saturado + tara, g	1541.0	1537.0	1530.0
Peso de la tara, g	0.0	0.0	0.0
Peso del material saturado en agua, g	1541.0	1537.0	1530.0

Gravedad específica bruta, s/u	2.60	2.58	2.56
Gravedad específica bruta (SSS), s/u	2.63	2.60	2.58
Gravedad específica aparente, s/u	2.63	2.62	2.61
Absorción, %	0.4	0.6	0.7

Gravedad específica bruta, s/u :	2.58
Gravedad específica bruta (SSS), s/u :	2.59
Gravedad específica aparente, s/u :	2.62
Absorción, % :	0.56

Integrante del Grupo de Ingeniería y Construcción
GEOCON S.A.C.
David E. Alvarado y Lindrea
Ing. David E. Alvarado y Lindrea
Reg. CIP N°: 30870
Jefe de Laboratorio

Observaciones:

Elaborado por : S. Paredes	Revisado por : D. Alvarado
Fecha : 15-may-24	Fecha : 16-may-24

Teléfono: 042(52) 5146
Pg. 2 de 2

Of. Las Delicias N° 270 - Urb. Fénix/Las Delicias - Amarillo - Huancayo
E-mail: info@gcon.com

Catálogo: 918 74 3187

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	19 DE JUNIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	1													
EXPEDIENTE N.º :	LAB070634033													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CÓDIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c			
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-5	12/06/24	19/06/24	7	15.1	179.08	210	240.46	24520	136.92	65.2			
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-4	12/06/24	19/06/24	7	15.1	179.08	210	220.74	22509	125.69	59.9			
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-6	12/06/24	19/06/24	7	15.1	179.08	210	262.87	26805	149.68	71.3			
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-7	12/06/24	19/06/24	7	15.1	179.08	210	321.36	32769	182.99	87.1			
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-3	12/06/24	19/06/24	7	15.1	179.08	210	299.65	30555	170.62	81.2			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Fernando D. Saavedra Cabrera TECN. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Fernando D. Saavedra Cabrera CIP N° 306922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	25 DE JUNIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	2													
EXPEDIENTE N.º :	LAB050624059													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CÓDIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c			
AGUA RIO HUALLAGA	M-17	18/06/24	25/06/24	7	15.1	179.08	210	348.08	35494	198.20	94.4			
AGUA RIO HUALLAGA	M-23	18/06/24	25/06/24	7	15.1	179.08	210	395	40278	224.92	107.1			
AGUA RIO HUALLAGA	M-28	18/06/24	25/06/24	7	15.1	179.08	210	241.66	24642	137.60	65.5			
AGUA RIO HUALLAGA	M-29	18/06/24	25/06/24	7	15.1	179.08	210	411.62	41973	234.38	111.6			
AGUA RIO HUALLAGA	M-30	18/06/24	25/06/24	7	15.1	179.08	210	443.98	45273	252.81	120.4			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Fernando D. Saavedra Cabrera TECN. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Fernando D. Saavedra Cabrera CIP N° 306922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO													
FECHA :	02 DE JUNIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	3													
EXPEDIENTE N.º :	LAB06001861													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM²)	% de F'c			
AGUA RIO HIGUERAS	M-31	19/06/24	26/06/24	7	15.1	179.08	210	390.29	39798	222.24	105.8			
AGUA RIO HIGUERAS	M-38	19/06/24	26/06/24	7	15.1	179.08	210	325.81	33223	185.52	88.3			
AGUA RIO HIGUERAS	M-37	19/06/24	26/06/24	7	15.1	179.08	210	301.78	30773	171.84	81.8			
AGUA RIO HIGUERAS	M-32	19/06/24	26/06/24	7	15.1	179.08	210	305.80	31182	174.13	82.9			
AGUA RIO HIGUERAS	M-35	19/06/24	26/06/24	7	15.1	179.08	210	379.84	38732	216.29	103.0			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Favio D. Saavedra Cabrera TECN. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Elío A. Saavedra Cabrera CIP N.º 308922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGION HUANUCO - PERU 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO													
FECHA :	02 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	6													
EXPEDIENTE N.º :	LAB06001861													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM²)	% de F'c			
AGUA POTABLE	M-46	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	361.99	36912	206.11	98.2			
AGUA POTABLE	M-47	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	349.6	35649	199.07	94.8			
AGUA POTABLE	M-48	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	397.28	40511	226.22	107.7			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Favio D. Saavedra Cabrera TECN. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Elío A. Saavedra Cabrera CIP N.º 308922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F_c) - PRESA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000									
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUANUCO - PERÚ 2024										
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO										
FECHA :	02 DE JULIO DEL 2024										
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRÍGUEZ										
CERTIFICADO N.º :	7										
EXPEDIENTE N.º :	LAB030724071										
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM2)	% de F _c
AGUA POTABLE	M-49	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	215.38	21962	122.64	58.4
AGUA POTABLE	M-50	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	211.44	21561	120.40	57.3
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.											
 											

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F_c) - PRESA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000									
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUANUCO - PERÚ 2024										
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUANUCO - PROVINCIA DE HUANUCO - DEPARTAMENTO DE HUANUCO										
FECHA :	02 DE JULIO DEL 2024										
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRÍGUEZ										
CERTIFICADO N.º :	6										
EXPEDIENTE N.º :	LAB030724071										
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM2)	% de F _c
AGUA POTABLE	M-46	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	361.99	36912	206.12	98.2
AGUA POTABLE	M-47	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	349.6	35649	199.07	94.8
AGUA POTABLE	M-48	25/06/24	02/07/24	7	15.1	179.08	210	397.28	40511	226.22	107.7
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.											
 											

		ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F _c) - PRESA HIDRÁULICA A.A. INSTRUMENTE 2000											
OBRA	3	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM ² EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024											
UBICACIÓN	3	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO											
FECHA	3	26 DE JUNIO DEL 2024											
SOLICITANTE	3	BACH. ING. CIVIL RENZO LAQUASCO RODRIGUEZ											
CERTIFICADO N.º	2	4											
EXPEDIENTE N.º	2	LAB03062405											

ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM ²)	% de F _c
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-13	12/06/24	26/06/24	14	15.1	179.08	210	333.18	33974	189.72	90.3
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-12	12/06/24	26/06/24	14	15.1	179.08	210	340.54	34725	193.91	92.3
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-14	12/06/24	26/06/24	14	15.1	179.08	210	368.85	37612	210.03	100.0
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-10	12/06/24	26/06/24	14	15.1	179.08	210	390.64	39834	222.44	105.9
AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	M-11	12/06/24	26/06/24	14	15.1	179.08	210	337.20	34384	192.01	91.4

OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Favio D. Saavedra Cabrera
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N.º 306922

		ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F _c) - PRESA HIDRÁULICA A.A. INSTRUMENTE 2000											
OBRA	3	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM ² EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024											
UBICACIÓN	3	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO											
FECHA	3	02 DE JULIO DEL 2024											
SOLICITANTE	3	BACH. ING. CIVIL RENZO LAQUASCO RODRIGUEZ											
CERTIFICADO N.º	2	5											
EXPEDIENTE N.º	2	LAB030724071											

ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM ²)	% de F _c
RIO HUALLAGA	M-22	18/06/24	02/07/24	14	15.1	179.08	210	556.02	56697	316.61	150.8
RIO HUALLAGA	M-24	18/06/24	02/07/24	14	15.1	179.08	210	665.34	67845	378.85	180.4
RIO HUALLAGA	M-26	18/06/24	02/07/24	14	15.1	179.08	210	437.12	44573	248.90	118.5
RIO HUALLAGA	M-27	18/06/24	02/07/24	14	15.1	179.08	210	464.40	47355	264.44	125.9
RIO HUALLAGA	M-16	18/06/24	02/07/24	14	15.1	179.08	210	467.91	47713	266.43	126.9

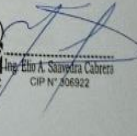
OBSERVACIONES
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



Favio D. Saavedra Cabrera
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Elío A. Saavedra Cabrera
CIP N.º 306922

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRAULICA A&A INSTRUMENTS 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	03 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAQUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	8													
EXPEDIENTE N.º :	LABH00724676													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM²)	% de F'c			
RIO HIGUERAS	M-33	19/06/24	03/07/24	14	15.1	179.08	210	427.97	43640	243.69	116.0			
RIO HIGUERAS	M-34	19/06/24	03/07/24	14	15.1	179.08	210	434.04	44259	247.15	117.7			
RIO HIGUERAS	M-36	19/06/24	03/07/24	14	15.1	179.08	210	433.63	44217	246.91	117.6			
RIO HIGUERAS	M-39	19/06/24	03/07/24	14	15.1	179.08	210	434.88	44345	247.63	117.9			
RIO HIGUERAS	M-40	19/06/24	03/07/24	14	15.1	179.08	210	429.05	43750	244.31	116.3			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
  Fanny D. Saavedra Cabrera T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ACIÉRES						  Ing. Fanny D. Saavedra Cabrera CIP N.º 506922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRAULICA A&A INSTRUMENTS 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	10 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAQUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	9													
EXPEDIENTE N.º :	LABH10724682													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM²)	% de F'c			
AGUA HOSPITALARIA	M-8	12/06/24	10/07/24	28	15.1	179.08	210	404.05	41201	230.87	109.6			
AGUA HOSPITALARIA	M-2	12/06/24	10/07/24	28	15.1	179.08	210	348.22	35508	198.28	94.4			
AGUA HOSPITALARIA	M-1	12/06/24	10/07/24	28	15.1	179.08	210	393.43	40118	224.82	106.7			
AGUA HOSPITALARIA	M-9	12/06/24	10/07/24	28	15.1	179.08	210	439.81	44847	250.43	119.3			
AGUA HOSPITALARIA	M-15	12/06/24	10/07/24	28	15.1	179.08	210	465.44	47461	265.03	126.2			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
  Fanny D. Saavedra Cabrera T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ACIÉRES						  Ing. Fanny D. Saavedra Cabrera CIP N.º 506922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F _c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM ² EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	10 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRÍGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	10													
EXPEDIENTE N.º :	LAB11072462													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM ²)	% de F _c			
AGUA POTABLE	M-55	26/06/24	10/07/24	14	15.1	179.08	210	323.46	32983	184.18	87.7			
AGUA POTABLE	M-53	26/06/24	10/07/24	14	15.1	179.08	210	272.75	27812	155.31	74.0			
AGUA POTABLE	M-52	26/06/24	10/07/24	14	15.1	179.08	210	369.46	37674	210.38	100.2			
AGUA POTABLE	M-51	26/06/24	10/07/24	14	15.1	179.08	210	330.84	33736	188.38	89.7			
AGUA POTABLE	M-54	26/06/24	10/07/24	14	15.1	179.08	210	217.80	22209	124.02	59.1			
OBSERVACIONES Las probetas fueron tratadas al laboratorio por el interesado.														
 Fany D. Sampedra Cabrera Ing. Civil CIP N° 306922						 Ing. Fany D. Sampedra Cabrera CIP N° 306922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F _c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM ² EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	18 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRÍGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	11													
EXPEDIENTE N.º :	LAB11072462													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM ²)	% de F _c			
RIO HUALLAGA	M-18	18/06/24	16/07/24	28	15.1	179.08	210	530.51	54096	302.08	143.8			
RIO HUALLAGA	M-19	18/06/24	16/07/24	28	15.1	179.08	210	562.30	57338	320.18	152.5			
RIO HUALLAGA	M-20	18/06/24	16/07/24	28	15.1	179.08	210	432.24	44076	246.12	117.2			
RIO HUALLAGA	M-21	18/06/24	16/07/24	28	15.1	179.08	210	538.34	54895	306.54	146.0			
RIO HUALLAGA	M-25	18/06/24	16/07/24	28	15.1	179.08	210	597.24	60901	340.08	161.9			
OBSERVACIONES Las probetas fueron tratadas al laboratorio por el interesado.														
 Fany D. Sampedra Cabrera Ing. Civil CIP N° 306922						 Ing. Fany D. Sampedra Cabrera CIP N° 306922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F_c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	17 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	12													
EXPEDIENTE N.º :	LAB1010724990													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM2)	% de F _c			
RIO HIGUERAS	M-41	19/06/24	17/07/24	28	15.1	179.08	210	509.28	51931	289.99	138.1			
RIO HIGUERAS	M-42	19/06/24	17/07/24	28	15.1	179.08	210	507.92	51793	289.22	137.7			
RIO HIGUERAS	M-43	19/06/24	17/07/24	28	15.1	179.08	210	532.73	54322	303.34	144.4			
RIO HIGUERAS	M-44	19/06/24	17/07/24	28	15.1	179.08	210	454.16	46311	258.60	123.1			
RIO HIGUERAS	M-45	19/06/24	17/07/24	28	15.1	179.08	210	480.19	48965	273.43	130.2			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Fanny D. Saavedra Cabrera T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Elio A. Saavedra Cabrera CIP N° 306922								

		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F_c) - PRESNA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000												
OBRA :	EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA, EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ 2024													
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO													
FECHA :	24 DE JULIO DEL 2024													
SOLICITANTE :	BACH. ING. CIVIL RENZO LAGUASCO RODRIGUEZ													
CERTIFICADO N.º :	13													
EXPEDIENTE N.º :	LAB240724990													
ESTRUCTURA	PROGRESIVA Y/O CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F _c (KG/CM2)	% de F _c			
AGUA POTABLE	M-56	26/06/24	24/07/24	28	15.1	179.08	210	358.54	36560	204.16	97.2			
AGUA POTABLE	M-57	26/06/24	24/07/24	28	15.1	179.08	210	391.77	39949	223.08	106.2			
AGUA POTABLE	M-58	26/06/24	24/07/24	28	15.1	179.08	210	369.18	37645	210.22	100.1			
AGUA POTABLE	M-59	26/06/24	24/07/24	28	15.1	179.08	210	390.35	39804	222.27	105.8			
AGUA POTABLE	M-60	26/06/24	24/07/24	28	15.1	179.08	210	307.01	31306	174.82	83.2			
OBSERVACIONES Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.														
 Fanny D. Saavedra Cabrera T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO						 Ing. Elio A. Saavedra Cabrera CIP N° 306922								



ANALISIS ESPECIAL



SOLICITANTE:	FERRUA QUISPE, Verónica Karina, LANGUASCO RODRIGUEZ, Renzo
PROCEDENCIA:	HUANUCO
RECIBO N°:	34803
MUESTRA:	AGUA
FECHA DE REPORTE:	31/01/2024

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANALISIS QUIMICO							
			pH	CE	TEMPERATURA	SOLIDOS TOTALES	PLOMO	CADMIUM	HIERRO	COBRE
				dSm	T	STD	Pb	Cd	Fe	Cu
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	1:1	1:1	°C	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	S0120-2024	TESTIGO	7.25	0.2530	28	124	< VLD	< VLD	0.300	< VLD

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METODOLOGIA: DIGESTION HUMEDA - ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA

<VLD: MENOR DEL VALOR DE LIMITE DE DETECCION 0.002 PPB



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMAN YUPANQUI
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Ing. GILMER MONTAÑA TRUJILLO
Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTANDAR DE CONCRETO (F'c)
COMPRESSION TESTING MACHINE - MODEL CTEN-3000

OBRA : EFECTO DEL AGUA DEL RIO HUALLAGA Y AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM2 EN LA REGIÓN DE HUÁNUCO-PERÚ 2024

UBICACIÓN : DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO

FECHA : 5 DE AGOSTO DEL 2025

SOLICITANTE : BACH. ING. CIVIL RENZO LANGUASCO RODRIGUEZ

ESTRUCTURA	CODIGO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (MM)	ÁREA (MM2)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	F'c (Kn/mm2)	F'c (Kg/cm2)
AGUA POTABLE	C-1	25/07/2025	01/08/2025	7	150	17671.5	210	221.5	0.0125343	127.814
AGUA POTABLE	C-2	25/07/2025	01/08/2025	7	150	17671.5	210	209.41	0.0118502	120.837
AGUA POTABLE	C-3	25/07/2025	01/08/2025	7	150	17671.5	210	196	0.0110913	113.099
AGUA POTABLE	C-4	25/07/2025	01/08/2025	7	150	17671.5	210	224.75	0.0127182	129.689
AGUA POTABLE	C-5	25/07/2025	01/08/2025	7	150	17671.5	210	246.7	0.0139603	142.355



[Handwritten Signature]
Ing. Kevin Edson CAMPOS GUANDIA
Técnico Administrativo de
Laboratorio de Ingeniería Civil

ANEXO 14

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 12
Recolección de agua Higueras



Figura 13
Recolección de agua Higueras



Nota: La imagen muestra la recolección de agua en el Río Higueras.

Figura 14
Recolección de agua río Huallaga



Figura 15
Recolección de agua río Huallaga



Nota: La imagen muestra la recolección de agua en el Río Huallaga.

Figura 16

Recolección de agua residual del Hospital Hermilio Valdizán



Figura 17

Recolección de agua residual del Hospital Hermilio Valdizán



Nota: La imagen muestra la recolección de agua en el Hospital Hermilio Valdizán, área de aguas residuales.

Figura 18

Recolección de muestra (agregado fino y grueso) de la cantera



Figura 19

Descarga de los materiales en el laboratorio de la Universidad de Huánuco



Nota: La imagen muestra la descarga de los materiales en el laboratorio de la Universidad de Huánuco.

Figura 20

Elaboración de los ensayos en el laboratorio de la UDH



Figura 21

Ensayo para calcular peso suelto compactado (Agr.grueso)



Figura 22

Análisis Granulométrico



Figura 23
Procesamiento de datos



Nota: La imagen muestra el tamizado y el procesamiento de datos e información en el laboratorio de la Universidad de Huánuco.

Figura 24
Elaboración de la mezcla de concreto



Figura 25
Mezcla de concreto con ayuda del trompo



Nota: La imagen muestra el pesaje de materiales y la elaboración de la mezcla con ayuda del trompo o máquina mezcladora en el laboratorio de la Universidad de Huánuco.

Figura 26
Elaboración de las probetas de concreto



Figura 27
Vaciado de mezcla de concreto en las probetas



Figura 28
Desencofrado de las probetas luego de fraguado



Figura 29
Curado del concreto



Figura 30
Ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 31
Concreto sometido a esfuerzos con la prensa hidráulica.

