



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote - 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTORES:

Bardales Pastor, Evelyn Maryuri (ORCID: 0000-0002-7408-7685)

Jara Orbegoso, Jorge Alexis (ORCID: 0000-0003-2089-1819)

ASESORA:

Mgtr. Legendre Salazar, Sheila Mabel (ORCID: 0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Al Colectivo Ciudadano Chimbote de Pie, que es nuestra familia de lucha social; por la que hemos recuperado nuestro asombro y sensibilización ante la realidad problemática que atraviesa nuestra Bahía El Ferrol. Son fuente de inspiración a seguir luchando inalcanzablemente hasta lograr nuestros objetivos.

En honor a nuestros queridos padres y hermanos, quienes, con su amor, consejos, paciencia y apoyo incondicional, han dado razón a nuestras vidas para seguir adelante; por ello, nos encontramos profundamente agradecidos. Todo lo que somos, es gracias a ustedes.

Para aquellas personas maravillosas que aparecieron en nuestro camino, cuando creímos dar por perdidas nuestras esperanzas. Un gesto, una acción y una palabra de aliento, pueden ser la mayor motivación para mejorar y reescribir nuestra historia de vida.

Bardales Pastor, Evelyn Maryuri – Jara Orbegoso, Jorge Alexis.

## **Agradecimiento**

A Dios, por permitirnos la vida y la salud de todos los días, para formarnos como profesionales.

A nuestros padres, por su paciencia, amor y sacrificio demostrados en el día a día; y, por el profundo cariño que les profesamos.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, por su labor de enseñanza y dedicación en la formación de estudiantes de calidad y, sobre todo, por haber contribuido al desarrollo de nuestras competencias laborales y profesionales.

*Los autores.*

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Primer Objetivo Específico .....	19
4.2. Segundo Objetivo Específico .....	23
4.3. Tercer Objetivo Específico .....	33
V. DISCUSIÓN .....	41
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	46

## Índice de tablas

TABLA N° 1.....	19
TABLA N° 2.....	20
TABLA N° 3.....	20
TABLA N° 4.....	21
TABLA N° 5.....	21
TABLA N° 6.....	22
TABLA N° 7.....	22
TABLA N° 8.....	23
TABLA N° 9.....	23
TABLA N° 10.....	24
TABLA N° 11.....	24
TABLA N° 12.....	24
TABLA N° 13.....	25
TABLA N° 14.....	25
TABLA N° 15.....	26
TABLA N° 16.....	26
TABLA N° 17.....	27
TABLA N° 18.....	27
TABLA N° 19.....	28
TABLA N° 20.....	28
TABLA N° 21.....	29
TABLA N° 22.....	29
TABLA N° 23.....	30
TABLA N° 24.....	30
TABLA N° 25.....	34

## Índice de figuras

<i>FIGURA N° 1.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA N° 2.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA N° 3.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA N° 4.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA N° 5.....</i>	<i>33</i>
<i>FIGURA N° 6.....</i>	<i>34</i>
<i>FIGURA N° 7.....</i>	<i>35</i>
<i>FIGURA N° 8.....</i>	<i>36</i>
<i>FIGURA N° 9.....</i>	<i>37</i>
<i>FIGURA N° 10.....</i>	<i>38</i>
<i>FIGURA N° 11.....</i>	<i>39</i>
<i>FIGURA N° 12.....</i>	<i>40</i>

## Resumen

El trabajo de investigación se titula: “Efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote - 2021”; cabe señalar que se realizó dentro de la asignatura Proyecto de Investigación, ciñéndose al cumplimiento de los rigurosos lineamientos de investigación conforme lo exige la Universidad César Vallejo. En tal sentido, el objetivo general consiste en conocer el efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote-2021. En cuanto a su metodología, se consideró el tipo de investigación aplicada y el diseño de estudio fue experimental. En torno a este hecho, se utilizó como técnica la observación y como instrumento, los formatos de observación aplicados a los resultados obtenidos por el concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborados con agua potable y agua residual tratada. Y, la muestra fue establecida por 72 testigos de concreto. Consecuentemente, la mezcla diseñada con aguas residuales tratadas es de buena trabajabilidad y homogénea comparándola al concreto patrón (agua potable). Ante tal situación, el concreto sustituido es considerado efectivo porque se encuentra en el rango del diseño de mezcla de 3” a 4” de asentamiento del concreto. Finalmente, en las propiedades mecánicas se llega a la conclusión que, el concreto realizado con aguas residuales tratadas procedentes de la PTAR San Bartolo supera un 96.00% y un 69.05% respecto al diseño de resistencia inicial ( $f'c=175$  y 210 kg/cm<sup>2</sup>); por el contrario, el concreto patrón demuestra un incremento del 44.57% y 38.58% para las resistencias antes descritas. Por lo tanto, el concreto realizado con aguas residuales tratadas indica un incremento del 51.43% y 30.42%, en comparación al concreto patrón (agua potable). En atención a lo anteriormente mencionado concluimos que, el agua residual tratada proveniente de la PTAR San Bartolo tiene un efecto favorable en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  175 kg/cm y 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Palabras clave: Agua Residual Tratada, Concreto, Propiedades Físicas, Propiedades Mecánicas.

## **Abstract**

The research work is entitled: "Effect on the physical and mechanical properties of concrete f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> and f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> made with treated wastewater, Chimbote - 2021"; it should be noted that it was carried out within the Research Project subject, adhering to compliance with the rigorous research guidelines as required by the César Vallejo University. In this sense, the general objective is to know the effect on the physical and mechanical properties of concrete f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> and f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> made with treated wastewater, Chimbote-2021. Regarding its methodology, the type of applied research was considered and the study design was experimental. Around this fact, was used as a technique the observation and as an instrument, the formats applied to the results obtained by the concrete f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> and 210 kg/cm<sup>2</sup> made with drinking water and treated wastewater. And, the sample was established by 72 concrete witnesses. Consequently, the mixture designed with treated wastewater has good workability and is homogeneous compared to the standard concrete (drinking water). In such a situation, the substituted concrete is considered effective because it is in the mix design range of a 3" to 4" concrete slump. Finally, in the mechanical properties, it is concluded that the concrete made with treated wastewater from the San Bartolo WWTP exceeds 96.00% and 69.05% concerning the initial strength design (f'c=175 and 210 kg/ cm<sup>2</sup>); on the contrary, the concrete pattern shows an increase of 44.57% and 38.58% for the resistances described above. Therefore, the concrete made with treated wastewater indicates an increase of 51.43% and 30.42%, compared to the standard concrete (drinking water). Given the above, we conclude that the treated wastewater from the San Bartolo WWTP has a favorable effect on the physical and mechanical properties of concrete f'c 175 kg/cm and 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords: Treated Wastewater, Concrete, Physical Properties, Mechanical Properties.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Para la preparación del concreto se utiliza una importante cantidad de agua potable; puesto que, es recomendada en la mayoría de las especificaciones y su composición química es altamente conocida y está bien regulada. En tal sentido, la ASOCRETO - Asociación Colombiana de Productores de Concreto (2010) lo define como la mezcla entre los agregados, un material aglutinante (cemento) y agua; de este modo, en su etapa de endurecimiento consigue características físicas, químicas y mecánicas. Consecuentemente, el concreto ha adquirido notoriedad en el amplio mundo constructivo, como un componente estructural y no estructural.

De acuerdo con lo señalado por la UNESCO (2017), las aguas residuales son un elemento importante en la administración del periodo del agua. Respecto a este punto, se conoce que en diversos países y, sobre todo, en Latinoamérica, el agua que ya ha sido utilizada se la estima como una carga a ser eliminada o una molestia que, lamentablemente, es ignorada.

A nivel internacional, la ONU emitió una información oficial en la que describe que el ochenta por ciento (80%) de las aguas de tipo residual en el mundo, no pasan por tratamiento previo a su vertimiento o, posible, reutilización. Esto, desencadena en peligrosas consecuencias en la contaminación de la flora y fauna y, también, en enfermedades y muertes.

Para Sharma (2020), el tratamiento de aguas residuales involucra la descomposición de compuestos orgánicos más complicados en compuestos más simples que sean estables y libres de molestias. En torno a este hecho, se manifiesta la idea de un modelo de sistema denominado PTAR que permite el tratamiento de aguas residuales y, de esta manera, lograr reducir su impacto.

Al hablar sobre la importancia de una PTAR, Zhan, Hu y Wu (2018) señalan que, el tratamiento de las aguas residuales siempre ha sido una parte significativa de la civilización. No obstante, para que sea posible, es necesario desarrollar tecnologías que no suelen ir a la par del desarrollo económico; debido a, la lenta comprensión del medio ambiente, la ecología y la salud.

Ante tal situación, Vásquez, Gonzáles, Rocha y Flores (2001) realizaron un estudio comparativo entre los concretos preparados con agua potable y agua

residual tratada en México. Los autores tuvieron como objetivo la utilización de las aguas residuales de diferentes PTAR's, en la mezcla de concreto. De tipo experimental, obtuvo la mayoría de las muestras con efectos positivos; concluyendo que, en los resultados obtenidos se tienen incrementos entre 10% y 40% en su estado endurecido con un promedio de  $f'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación al concreto patrón (agua potable).

A nivel nacional, Catanzaro y Zapana (2019) señalan como principal objetivo en su investigación, diseñar y evaluar la alternativa de un concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , a través del reúso de las aguas residuales tratadas en la preparación de concreto en Lima. Los resultados logrados cumplen con la NTP 339.088; en virtud de esta norma, se encuentran dentro de los valores máximos de sulfatos, parámetros de materia orgánica, cloruros, pH y alcalinidad total. Consecuentemente, las aguas residuales resultan apropiadas para la preparación del concreto, al ser usadas como aguas de mezcla.

En el ámbito local, el Programa Nacional de Agua y Alcantarillado (PRONAP), en el año 1998, señaló que, la Bahía El Ferrol es uno de los espacios naturales marinos más contaminados de todo el país peruano.

La Bahía El Ferrol, es una zona marina cóncava que, se identifica por su elevada producción biológica. Se localiza en la franja marino-costera que componen los distritos de Chimbote y Nuevo Chimbote, dentro del territorio de Áncash. Lastimosamente, esta bahía, está siendo interminablemente alterada en sus condiciones naturales. Esto es a efecto de las múltiples y, cuestionables, actividades económicas que realiza la comunidad; y, del continuo crecimiento demográfico en este territorio.

Las aguas residuales domésticas provenientes, en su mayoría de Chimbote, son transportadas sin ningún tipo de tratamiento previo por el sistema de red de alcantarillado que opera en la ciudad y que es dirigida por la empresa SEDACHIMBOTE S.A. Esto se suma a que, algunas inescrupulosas industrias pesqueras evaden las normas ambientales y unen sus desagües, de manera clandestina, a las tuberías de esta empresa; provocando alarmantes impactos ambientales.

Con respecto a lo antes mencionado, la formulación del problema general es, ¿cuál es el efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote – 2021?

Ante la realidad problemática expuesta, la justificación del estudio se considera necesaria porque se propone el uso de agua residual tratada para conocer el efecto que generaría en las propiedades del concreto. De tal modo, esta investigación propone el reúso de las aguas residuales como una alternativa viable y sostenible en el mundo constructivo; consecuentemente, favorece el cuidado del agua. Por consiguiente, es de importante trascendencia debido a que, los resultados podrán ser utilizados como procesos de calidad y, a su vez, poder ser un referente a otras investigaciones futuras.

El objetivo principal es, determinar el efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote-2021.

Y los objetivos específicos son, Determinar la dosificación del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable y agua residual tratada. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agua potable y agua residual tratada. Realizar la comparación de las propiedades físicas y mecánicas de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agua potable y con agua residual tratada.

La hipótesis general es, se encuentra efectos favorables en las propiedades físicas y mecánicas en el concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote-2021.

Las hipótesis específicas son, las aguas residuales tratadas producen un efecto favorable en las correspondientes dosificaciones del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>; la utilización de aguas residuales tratadas genera un menor costo y un mayor beneficio al sustituir el agua potable en elaboración del concreto; la resistencia a la compresión del concreto elaborado con aguas residuales tratadas resulta favorable, al compararlo con el concreto patrón el cual será elaborado con agua potable.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, destaca el artículo de Calderón y Burbano (2016), en su artículo de investigación, decidieron evaluar los valores obtenidos en la resistencia del concreto realizado con agua residual tratada procedente de la Planta de Tratamiento de aguas residuales en Cañaveralejo. En atención a lo anteriormente mencionado, el concreto sustituido con el cincuenta por ciento (50%) de agua residual tratada llegó al 100% de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>; por el contrario, el concreto realizado con el cien por ciento (100%) de aguas residuales tratadas obtuvieron resistencias del 90%. Concluyendo que, mientras las concentraciones se hallen en el margen de las condiciones aceptables de las propiedades fisicoquímicas, es posible que las aguas residuales tratadas sustituyan al agua potable en la preparación del concreto.

Por otra parte, Ahmed, Alhoudi, Elmesalami, Yehia y Abed (2021) en los hallazgos de su investigación muestran que, cuando el concreto se expuso a aguas residuales tratadas, el efecto combinado de usar una exposición al 20% de agregado reciclado y aguas residuales tratadas fue significativo a largo plazo. Además, estas mezclas lograron resistencias a los 28 y 150 días que son más altas que la resistencia objetivo de 50 MPa, lo que las hace adecuadas para aplicaciones de concreto de alta resistencia.

Bouaich, Maherzi, El-hajjaji, Abriak, Benzarzour, Taleb y Rais (2021), hicieron un análisis de varianza unidireccional de beneficio mecánico del concreto para diferente tiempo en el curado (7, 14, 28 y 90 días) utilizando aguas residuales tratadas, demostrando que no hay disminución significativa en el comportamiento mecánico del concreto. En conclusión, el agua residual mejora el rendimiento mecánico del concreto; además, permite que el uso de las aguas residuales, obtenidas en las plantas de tratamiento, sea más atractivo económicamente y que contribuya a la sostenibilidad.

Meena y Luhar (2019) en su investigación cuyo objetivo fue, proponer el uso de aguas residuales tratadas en concreto como una alternativa al agua potable. En consecuencia, el valor de asentamiento del concreto mezclado con aguas residuales tratadas terciariamente disminuyó en un 25%; y, de las aguas residuales tratadas secundarias disminuyó en un 50%. Los autores

concluyeron que, las características de resistencia y durabilidad de la mezcla de concreto de aguas residuales recicladas se han visto afectadas al reemplazar las aguas residuales tratadas al 0% y al 100% con agua potable y, también, al curarlas con las mismas. Ante tal situación, se recomendó el uso de plastificantes para mejorar la trabajabilidad en el concreto preparado con aguas residuales recicladas.

Reddy, Sudarsana y Ramana (2007), tuvieron como objetivo evaluar el uso de aguas residuales tratadas industriales como sustitución del agua potable para el concreto en obras. Fue una investigación aplicada experimental. Como resultado demostraron el aumento de resistencia a compresión y flexión de los testigos de concreto realizados con el agua residual de industrias de pintura tratada; aunque el incremento fue lento, se demostró que no hubo cambios sobre las resistencias observándolos hasta 180 días de curado. Se concluye que, en el cemento se encuentran los metales pesados, por lo que hacen cambios positivos en las propiedades de ingeniería y le da estabilidad por largo plazo.

Gadzama, Ekele y Abubakar (2016) realizaron una investigación cuyo objetivo fue el reúso del agua residual industrial de una empresa azucarera en la preparación de concreto. Los resultados logrados entre la comparativa de las resistencias a la compresión del agua residual tratada y el agua potable, los cuales fueron favorables en un 90,2% y 88.9%, respectivamente; el concreto llegó a alcanzar la meta planteada. Los autores concluyen que, se presentaron variaciones estacionales, pero a pesar de ello, mantienen un comportamiento regular y tiene buenas condiciones para la fabricación de concreto según la ASTM – C94 y NTC 3459.

Para Vásquez (2001), cuya investigación tuvo como finalidad evaluar la fabricación de concreto con aguas de las PTAR Chapultepec, Azcapotzalco y Tlatelolco, México. Fue una investigación aplicada experimental. En los resultados obtenidos se tienen incrementos entre 10% y 40% en su resistencia promedio de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que, como se presentaron aguas tratadas de diferentes plantas y con una calidad diferente, estas pueden ser utilizadas para la fabricación de concreto, siempre y cuando se adicione un

tratamiento para la eliminación o reducción de aceites y grasas, debido a que es el único parámetro que está fuera de límite.

Resulta oportuno mencionar, a nivel nacional, la destacada investigación realizada por Pinedo (2018) que consideró como finalidad, determinar el valor alcanzado por la resistencia a la compresión si se sustituye el agua potable en la preparación de concreto y reemplazarla por agua residual procedente de la Planta de Tratamiento de La Encañada en la ciudad de Cajamarca. Del tipo experimental; este autor, evaluó la comparativa entre el concreto sustituido y el, tradicionalmente, realizado con agua potable. En consecuencia, obtuvo una hipótesis favorable al demostrar que la resistencia promedio del concreto efectuado con aguas residuales alcanzó un  $f'c = 240.10 \text{ kg/cm}^2$ , que fue superior al diseño considerado ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).

Por su parte, Aliaga (2017) consideró como principal objetivo, poder determinar la influencia que tiene las aguas residuales tratadas en las propiedades del concreto de las provincias de Jauja, Concepción y Chupaca; cuyo tipo y diseño de investigación ha sido aplicada y experimental. Aliaga indico que en relación a, las características físicas del concreto llevado a cabo con aguas residuales, el peso unitario logrado fue de  $2352 \text{ kg/m}^3$ ; y, de acuerdo con sus propiedades mecánicas, obtuvo como resistencia a la compresión un valor de  $345.25 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días de fraguado. Llegando a la conclusión que, las aguas tratadas de las PTAR poseen enorme predominación sobre las características del concreto y son aporte para las provincias anteriormente mencionadas; puesto que, el concreto sustituido por estas aguas, cumple con los parámetros requeridos en la norma técnica peruana.

Cárdenas (2018), a través de su investigación, tuvo el propósito de demostrar que en Lima Norte se puede reutilizar las aguas tratadas residuales en la preparación del concreto y reemplazar al agua potable. Del tipo aplicada – experimental; esta notable investigación consideró elaborar 48 testigos de concreto elaboradas con agua potable y muestras de aguas residuales tratadas extraídas de la PTAR CITRAR UNI y PTAR Santa Rosa. El concreto realizado con aguas residuales de la PTAR Santa Rosa supera un 62.29% y

un 51.90% respecto al diseño de resistencia inicial ( $f'_c=175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ ); de forma similar, el concreto desarrollado con aguas tratadas de la PTAR CITRAR UNI supera 45.71% y 55.71% a las resistencias antes descritas. Concluyendo que, se puede utilizar aguas residuales en la preparación del concreto; debido a que, su resistencia a la compresión no disminuye.

De la misma forma, en la investigación de Chumpitaz y Morales (2019). En la que, los autores tuvieron como objetivo estudiar y evaluar el agua tratada procedente de la PTAR de San Borja y Surco para la preparación de concreto en Lima Metropolitana. Cuyo tipo y diseño de investigación es aplicada y experimental. El resultado obtenido del peso unitario de concreto con aguas residuales tratadas se encuentra en un rango de  $2240 \text{ kg/m}^3$  a  $2460 \text{ kg/m}^3$ , cumpliendo con la normativa. Concluyeron que, el agua residual tratada es una alternativa posible para sustituir al agua potable en el concreto; debido a que, también se ha cumplido la resistencia máxima con agua tratada bajo las normativas NTP, ACI, ASTM, la cual debe llegar mínimo al 90%.

Con respecto a las teorías relacionadas a las Aguas Residuales, el Ministerio del Ambiente de Ecuador (2016), las define como todo lo que conforman las variantes provenientes de las descargas domiciliarias de uso municipal, industrial, comercial, entre otros que incluye fracciones de cualquier otro uso.

Con respecto a las teorías relacionadas a la PTAR, Tejero (2018) sostiene que, este modelo de sistema de tratamiento de aguas residuales tiene como finalidad reducir la demanda químico-biológica de oxígeno; de esta manera, se obtiene la disminución de los contaminantes de bacterias, causadas por la sedimentación u otra forma.

Con respecto a las teorías relacionadas con el Agua. Tacusi (2016) señala que, el agua vertida en la mezcla llega a actuar químicamente con el material obteniendo una forma de gel y permitiendo que la mezcla adquiera propiedades que facilite su manipulación y mejor distribución en el estado no endurecido; y, en el estado de endurecimiento se convierta en un producto con las características y propiedades deseadas.

Con respecto a las teorías relacionadas con el Cemento. Montoya (2020) lo define como, conglomerantes hidráulicos que se combinan con el agua, llegan a fraguar y endurecerse cuando se exponen al aire o agua, por ser permanente en las condiciones de los compuestos procedentes de su hidratación. El cemento es el conglomerante hidráulico más importante.

Con respecto a las teorías relacionadas con la relación agua-cemento. Abanto (2019), manifiesta que es el principal factor predominante que tiene el concreto para su resistencia. La relación agua-cemento, puede afectar la resistencia a la compresión del concreto con o sin aire incluido. Para ambos casos, desciende la resistencia al aumentar la relación agua/cemento (a/c).

Con respecto a las teorías relacionadas con el Agregado Grueso. La NTP 400.037 (2017) considera que, el agregado grueso son las gravas, piedra triturada o concreto reciclado los cuales llegarían a ser retenidos en la malla N°4, en base a los requerimientos que se establece en la norma. El agregado puede estar contenido por arenas angulares o semi angulares, limpias, duras y tenaces.

Con respecto a las teorías relacionadas con Módulo de Fineza. La Norma Técnica Peruana 400.012 (2018) manifiesta que, se representa por un número sin unidades físicas; lo cual implica que, el volumen promedio de partículas del agregado nos permite comprobar la homogeneidad de los materiales finos y gruesos. El módulo de fineza es generado por la suma de los fragmentos que permanecen en los tamices establecidos en la norma; lo cual, es fraccionado entre 100.

Con respecto a las teorías relacionadas con la Trabajabilidad. Ñiquén (2020), define a la trabajabilidad como una propiedad física importante que tiene el concreto en estado fresco, facilitando la manipulación, colocación y transporte; además de, aportar a que en el acabado no logre apreciarse la separación de agregados o segregaciones.

Con respecto a las teorías relacionadas con la Resistencia a Tracción. Calonge (2011) nos dice que, es una propiedad que necesita ser considerada en los distintos diseños de estructuras que más predominan; tal como, el

pavimento de concreto hidráulico, el cual tiene un diseño que se efectúa basado en la flexión que genera el concreto.

Con respecto a las teorías relacionadas con la Resistencia a Flexión. Reyes y Rodríguez (2010) refieren que en las estructuras de concreto simple, la resistencia a flexión es un factor importante; estos elementos que son sometidos a flexión, también se encuentran sometidos a compresión y el esfuerzo, a tracción.

Con respecto a las teorías relacionadas con la Resistencia a Cortante. Reyes y Rodríguez (2010) manifiestan que, los códigos de diseño estructural tienen en cuenta a esta resistencia, por más que el concreto muestre una baja resistencia; estos esfuerzos son fundamentales al querer diseñar vigas y zapatas donde pueden llegar a presentarse valores superiores a la resistencia del concreto.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El desarrollo del estudio en relación con el tipo y diseño de investigación, se aplicó el enfoque cuantitativo, con un tipo de averiguación aplicada, y en conexión, con el diseño experimental.

Los comentarios alcanzados por Sampieri y Mendoza (2018, p. 714p) refieren que, el enfoque cuantitativo son estudios que pretenden describir, explicar y predecir fenómenos investigados, con el objetivo de encontrar regularidades y relaciones causadas entre variables. Por su parte, el objetivo principal es la prueba de hipótesis, formulación y demostración de investigaciones.

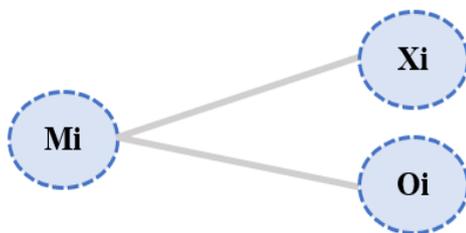
Respecto a una investigación aplicada, Lozada (2014, p. 47-50) sostiene que, una investigación aplicada es aquella que busca el conocimiento con aplicación directa a problemas del sector productivo; puede basarse en los hallazgos de las investigaciones tipo básico, la cual se ocupa del proceso de teoría.

Por lo tanto, la investigación aplicada maneja la generación de conocimientos, dándole una aplicación directa y ha mediado plazo en la sociedad. De esta manera, tiene un impacto en el aumento de nivel de vida en la población y un progreso en la sociedad.

Por otro lado, Kerlinger y Lee (2018, p. 83) refieren que, normalmente, es llamado diseño de investigación a la manera estructural de un análisis. Es la forma consecutiva de un estudio con el fin de despejar las dudas en torno a ello. Este diseño también nos muestra la manera de dar concepto a una problemática de investigación y la forma de plantearlo en una estructura que encamine la experimentación (si es experimental) y de recolección y estudio de datos. En la investigación, se utilizó el diseño de investigación experimental: Experimental puro.

Por su parte, Álvarez (2020, p. 5) indica que, la investigación experimental se presenta cuando los datos se obtienen por observaciones de hechos condicionados por el investigador, donde manipula una variable y se queda a espera de otra.

El esquema es el siguiente:



Donde:

**Mi = Población** (elaborar 72 testigos de concretos preparados con agua potable del distrito de Chimbote y preparados con agua tratada procedente de la PTAR San Bartolo de la provincia de Lima)

**Xi = Variable (Propiedades físicas y mecánicas del concreto)**

**Oi = Propuesta de mejora**

La variable independiente es el Agua Residual Tratada

### **3.2. Variables y operacionalización**

Con respecto a las variables. Sánchez et al. (2018, p. 125) consideraron a las variables como, aquella cualidad de un objeto que puede obtener; ya sea, un número, valor o rango. Consecuentemente, es una descripción abstracta que tiene que tomar una forma concreta, de manera observable o que se pueda utilizar, posibles de ser dimensionadas. De esta forma, un suceso, conducta o cualidad individual puede ser considerada una variable; de la cual, se obtienen las dimensiones. En referencia a las variables de investigación, se considera de estudio independiente y una dependiente.

Definición conceptual: Díaz, Alvarado y Camacho (2012) nos define a las aguas residuales tratadas como, aguas residuales sometidas a un tratamiento ya sean individuales o combinado de tipo físico, químico y biológico, que permitan el cumplimiento de los parámetros de calidad, lo cual, son establecidos para usos sectoriales.

Polo (2018. p. 160) nos indica que, las propiedades físicas y mecánicas son características o cualidades que presenta el concreto; las cuales pueden ser, concreto fresco y concreto endurecido. El concreto fresco puede ser trabajado o moldeado de diferente forma conveniente; mientras que, el concreto endurecido, es considerado como una de las máximas muestras de la resistencia mecánica general de un material refractario.

Para la medición de la variable independiente Agua Residual Tratada. Se consideraron las siguientes dimensiones, el Análisis Fisicoquímico del agua residual tratada y, también, un Análisis Bacteriológico.

Para la medición de la variable dependiente Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto. Se consideraron las siguientes dimensiones, peso unitario del concreto, asentamiento del concreto y resistencia del concreto a la compresión en estado endurecido.

Definición operacional: En referencia a la definición operacional del Análisis Físicoquímico del Agua Residual Tratada, es el encargado de medir las propiedades del agua como temperatura, densidad, conductividad, viscosidad y dureza

En referencia a la definición operacional del Análisis Bacteriológico del Agua Residual Tratada, identifica y restringe los microorganismos dañinos y así mantener bajo control la propagación ya sea de virus o bacterias.

En referencia a la definición operacional del Peso Unitario del Concreto, es la densidad del concreto que varía en la cantidad del agregado y en su densidad, la cantidad de aire, de agua y cemento; al disminuir la cantidad de pasta y aumentar la cantidad de agregado, la densidad o peso unitario aumentaría. La unidad de medida es expresada en  $\text{kg/m}^3$ .

En referencia a la definición operacional del Asentamiento del Concreto, es la mayor o menor trabajabilidad, transporte y colocación del concreto. Su evaluación depende de cómo se maneje para que llegue a disponerse durante el proceso de las etapas; en tal sentido, el concreto puede trabajarse bajo ciertas restricciones de colocación y compactación.

En relación con la definición operacional de la Resistencia a Compresión, es la propiedad mecánica principal que tiene el concreto con la capacidad para resistir una carga por unidad de área y ser expresada, generalmente, en  $\text{kg/cm}^2$ . Las muestras, se someten a un ensayo según nos indica la ASTM C39.

Indicadores: Con respecto a los indicadores del Análisis Físicoquímico del Agua Residual Tratada. Fueron, Sólidos en suspensión. Alcalinidad. Sulfatos. Cloruros.

Con respecto a los indicadores del Análisis Bacteriológico del Agua Residual Tratada. Fueron, N° de Coliformes fecales, N° de Coliformes totales.

Con respecto a los indicadores del Peso Unitario del Concreto. Fueron, Masa del concreto fresco. Volumen del concreto fresco.

Con respecto al indicador del Asentamiento del Concreto, es la diferencia de alturas en el cono de Abrams.

Con respecto al indicador de la Resistencia del Concreto a la Compresión en estado endurecido, es la velocidad de carga.

Escala de medición: Los indicadores se midieron a través de una ficha de registro de datos. La escala fue de razón para todos los indicadores.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

En lo que refiere a población, muestra y selección de la unidad a analizar. Es un conjunto de elementos que tienen características que se va a estudiar. Sin embargo, se tiene que cuantificar para un estudio, uniendo un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica. Ventura (2017, p. 43). La población ascendió a una totalidad de 72 testigos de concreto realizados con agua potable del distrito de Chimbote y con agua residual, la cual, fue tratada por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Bartolo de la provincia de Lima.

Referente a la Muestra, se seleccionó una parte que representa a la población, permite que se extrapole y, por ende, se generalice los resultados observados en ésta. Otzen y Manterola (2017, p. 217-232). Para el presente estudio realizaremos un muestreo no probabilístico, utilizando los testigos de concreto realizados con agua potable y con agua residual tratada procedente de la PTAR San Bartolo de la provincia de Lima; con tiempo de curado a los 7, 14 y 28 días.

Con respecto a los criterios de Inclusión. Fueron, ser testigos de concreto realizados con aguas residuales tratada procedente de la PTAR San Bartolo de la provincia de Lima y agua potable, agregados finos y grueso procedentes

del distrito de Chimbote, siendo necesaria en la dosificación para  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Con respecto a los criterios de exclusión. Fueron, ser testigos de concreto realizados con aguas residuales de otras plantas de tratamiento, testigos realizados con agregados finos y gruesos de otros distritos, testigos realizados con dosificaciones diferentes a las indicadas, testigos elaboradas con agua potable procedente de otro distrito y/o ciudad.

La selección de muestras de concreto ascendió a 72 testigos, fueron calificados con todo rigor mencionado anteriormente.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Sánchez, Fernández y Díaz, (2021, p. 16) nos indican que, las técnicas de recolección de datos son métodos que se utilizan para medir y obtener información de las variables de interés.

Para el progreso y medida de recopilación de datos, se realizaron formatos con los resultados de laboratorio, según con los indicadores planteados en la investigación.

**Técnica Observación:** Representa uno de los modos más ordenados y lógicos para el registro visual, la cual consiste en usar los sentidos para explicar, examinar o describir una posición científica, válida, apropiada y confiable de cualquier suceso, objeto o acontecimiento, a partir de una forma participante, no participante, organizada o no organizada. Campos y Lule (2012, p. 60).

#### **Instrumentos**

**Formatos de Observación:** Se conocen como formatos a los instrumentos para recolectar datos, el cual nos permite observar y analizar el objeto de estudio dentro de un estado peculiar. Díaz (2014, p. 82).

**Validez:** Para Arias, la validez y confiabilidad “son mediciones o clasificaciones, lo cual, nos brindan resultados en cuestión de interés, invalidando otras posibles variables” (2014, p. 2003).

Por lo tanto, los formatos empleados en la siguiente investigación fueron visados por el ingeniero o técnico encargado del laboratorio, validando los informes de los resultados obtenidos.

**Confiabilidad:** Para Arias, la confiabilidad es la “coherencia de los instrumento y procedimiento a utilizar, debido a que se necesitará conseguir las mediciones de las manifestaciones que se realicen, sin ser alteradas” (2007, p. 203).

Se demostró la confiabilidad de la investigación mediante los ensayos de agregados, ensayo de agua tratada, ensayo de consistencia y ensayos de resistencia a la compresión. Los equipos de que se utilizaron para la investigación se calibraron para poder obtener resultados reales.

### **3.5. Procedimientos**

Para efectuar está actual investigación se define lo siguiente:

Para la elaboración de concreto, los agregados gruesos y finos son muy importantes, podrían alterar las características y las propiedades dentro de la mezcla; por lo tanto, debería tomarse en consideración su calidad. Se realizó ensayo de agregados según la norma vigente ASTM C-131.

Para el análisis de granulométrico de agregado fino y grueso se siguió el procedimiento que especifica la Norma Técnica Peruana 400.012. Esta norma indica que para el análisis de agregado grueso se tomó una muestra y se pesó el material retenido en tamiz, pasando por la serie de tamices de 3”, 2 ½”, 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½” y 3/8”. De forma similar, para el agregado fino se calculó el porcentaje retenido desde el tamiz #4 hasta el #100.

El contenido de agua de los agregados gruesos y finos será realizado según indica la NTP 339.185. Los agregados fueron secados en un horno, para

poder tener un cálculo sobre el contenido de humedad, se debe estar atento al efecto que el agua tendrá en los agregados.

Para el peso específico del agregado fino se hizo una relación entre el peso del agregado y el cuerpo que ocupa, sin contener vacíos. Este procedimiento se realizó de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 400.022.

En el ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso, se utilizó una canastilla sumergida en agua con la cual se pudo calcular el peso del material que se sumergió en el agua. El ensayo se llevó a cabo según la Norma Técnica Peruana 400.021.

De igual manera, obtendremos el peso unitario del agregado grueso en estado compactado. Para ello, se utiliza una barra para apisonar el material y, así, poder determinar el peso unitario al dividir el peso del material y el volumen que ocupa expresado en  $\text{kg/m}^3$ , de acuerdo con la NTP 400.017.

Por otra parte, realizamos los ensayos del agua tratada; para ello, las muestras fueron llevadas a un laboratorio donde se realizaron los ensayos para determinar la cantidad de cloruros según NTP 339.177; la cantidad de sulfatos será determinado con la NTP 339.178; materia orgánica y cantidad de sólidos siguiendo los parámetros de la NTP 339.071; PH en concordancia con la NTP 214.029 y la Alcalinidad total tomando las indicaciones de la NTP 214.026.

Luego de haber realizado los ensayos de agregados y agua residual tratada, realizamos el diseño de la mezcla utilizando el método ACI 211, el cual cuenta con procedimientos estandarizados para poder llegar a la proporción final de la mezcla de concreto. Consiste en una cantidad de pasos que, con el apoyo de esquemas y tablas, nos ayudaron a realizar la respectiva dosificación de materiales de acuerdo con sus propiedades y, también, de acuerdo con las propiedades que requiere la mezcla.

Uno de los ensayos realizados al concreto fresco, es el asentamiento. El objetivo del asentamiento es medir que tan trabajable es la mezcla, según la norma ACI 211.1 – 91. Debería utilizarse un slump que esté dentro de los parámetros establecidos, es decir, entre 75 y 100mm.

Una vez obtenido el diseño de mezcla, realizamos el llenado de los moldes de testigos. El ensayo a compresión se determinó dentro de 7, 14 y, finalmente, 28 días de curado. Para obtener la resistencia, utilizaremos la carga de falla para dividirla entre la sección transversal del testigo. Por último, obtendremos datos promedios para comparar las propiedades del concreto con distintas aguas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se busca obtener resultados mediante la recolección y observación de datos. Por lo tanto, se proporcionaron los resultados observados luego de los ensayos y se analizaron los efectos que genera el agua residual tratada como sustitución del agua potable en el concreto. El procesamiento de los datos extraídos se realizó a través del programa Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

Tomando en cuenta los principios de ética en investigación, señalados en el artículo 3° del capítulo II del Código de Ética en Investigación (2020), se respetaron los siguientes principios que sostienen el desempeño ético de este proyecto:

El principio de probidad; se proporcionaron resultados veraces, no siendo manipulados o adulterados para nuestra conveniencia.

Asimismo, el principio de respeto de la propiedad intelectual; respetando los derechos de propiedad de los autores referenciados y que la data obtenida no sea considerada como plagio total o parcial de investigaciones de otros autores.

Beneficencia; puesto que, el aporte del desarrollo de este proyecto implica un beneficio directo en los integrantes que lo están realizando.

El principio de Justicia; señalando la equidad en el trato hacia cada uno de los investigadores de este proyecto.

Autonomía; salvaguardando la participación voluntaria de cada integrante del proyecto con el consentimiento informado y respetando la decisión de retirarse o no, en el momento que lo requieran.

También, el principio de Responsabilidad; en este proyecto, se responsabiliza de asumir toda consecuencia sobre el desarrollo del proyecto.

Precaución; se deberá tomar precauciones, a fin de evitar futuros daños y no presentar ningún peligro para la salud física o mental de los involucrados.

Por último, el principio de transparencia en los resultados; debidamente sustentados con citas bibliográficas pertinentes y, los cuales, podrán ser verificados para demostrar su validez y confiabilidad correspondiente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Primer Objetivo Específico

Determinar la dosificación del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable y agua residual tratada.

De acuerdo con el primer objetivo específico, se realizó los ensayos a los agregados para poder determinar la dosificación del concreto de ambas resistencias con agua potable y agua residual tratada proveniente de la Planta de Tratamiento San Bartolo.

**TABLA N° 1.**

<b>PROPIEDADES DEL AGREGADO PROVENIENTE DE LA CANTERA "CHERO"</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Agregado Fino</b>
Peso específico	2.69 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1553 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1794 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.29%
Porcentaje de absorción	1.28%
Módulo de fineza	2.6

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Como se puede ver, esta primera tabla corresponde a las características del agregado fino procedente de la Cantera "Chero". En tal sentido, obtuvimos el valor de 2.69 gr/cm<sup>3</sup> para denotar el peso específico de este agregado; así como, los otros datos logrados por cada ensayo llevado a cabo. Peso unitario suelto, 1553 kg/m<sup>3</sup>; peso unitario compactado, 1794 kg/m<sup>3</sup>; contenido de humedad, 0.29%; porcentaje de absorción de agua, 1.28% y el módulo de fineza igual a 2.60.

**TABLA N° 2.**

<b>PROPIEDADES DEL AGREGADO PROVENIENTE DE LA CANTERA "NELITA ORTECHO"</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Agregado Grueso</b>
Peso específico	2.79 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1477 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1584 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	0.36%
Porcentaje de absorción	0.88%
Módulo de fineza	----

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: De lo expuesto, se aprecia la tabla N°02 de las propiedades del agregado grueso procedente de la Cantera "Nelita Ortecho". Consecuentemente, obtuvimos el valor de 2.79 gr/cm<sup>3</sup> para denotar el peso específico de este agregado; al igual que, los demás datos obtenidos por cada ensayo realizado. Peso unitario suelto, 1477 kg/m<sup>3</sup>; peso unitario compactado, 1584 kg/m<sup>3</sup>; contenido de humedad, 0.36% y el porcentaje de absorción de agua correspondiente a 0.88%.

**TABLA N° 3.**

<b>ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE ENSAYO</b>	<b>SAN BARTOLO</b>
Materia orgánica	220 mg/IO <sub>2</sub>
Contenido de Cloruros CL <sup>-</sup>	730 ppm
Contenido de ion Sulfatos SO <sub>4</sub>	115 ppm
Sales solubles totales	680 ppm

Fuente: Análisis químico de agua (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: El aspecto observado, en la tabla N° 03, corresponde a resultados que se obtuvieron mediante ensayos realizados al agua residual tratada procedente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Bartolo. Para tal efecto, se obtuvo 220 mg/IO<sub>2</sub> en materia orgánica, 730 ppm en contenido de cloruros CL<sup>-</sup>; 115 ppm en contenidos de sulfatos y 680 ppm en sales solubles totales.

**TABLA N° 4.**

<b>DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Agregado (Kg)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Volumen ft<sup>3</sup></b>
Agregado fino	2.61	42.5	110.95	2.52
Agregado grueso	2.89	42.5	122.83	2.94
Agua efectiva	0.64	42.5	27.23	27.95

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º04, se observa la dosificación para una resistencia f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. En este contexto, para 01 bolsa de cemento se utiliza 110.95 kg de agregado fino (arena), 122.83 kg de agregado grueso (piedra) y 27.83 Lt de agua potable; obteniendo la dosificación en ft<sup>3</sup>, 1: 2.52: 2.94: 27.95.

**TABLA N° 5.**

<b>DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Agregado (Kg)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Volumen ft<sup>3</sup></b>
Agregado fino	2.33	42.5	99.17	2.25
Agregado grueso	2.63	42.5	111.85	2.67
Agua efectiva	0.59	42.5	24.93	25.65

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: A través de, la tabla N° 05, se observa la dosificación para f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable; en consecuencia, para 01 bolsa de cemento se utiliza 99.17 kg de agregado fino (arena), 111.85 kg de agregado grueso (piedra) y 24.93 Lt de agua potable, obteniendo la dosificación en ft<sup>3</sup>, 1: 2.25: 2.67: 25.65.

**TABLA N° 6.**

<b>DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Agregado (Kg)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Volumen ft<sup>3</sup></b>
Agregado fino	2.06	42.5	87.59	1.99
Agregado grueso	2.37	42.5	100.67	2.41
Agua efectiva	0.53	42.5	22.64	23.36

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º6, se observa la dosificación propuesta para la resistencia f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Se muestra que, para 01 bolsa de cemento se utiliza 87.59 kg de agregado fino (arena), 100.67 kg de agregado grueso (piedra) y 22.64 Lt de agua, obteniendo la dosificación en ft<sup>3</sup>, 1: 1.99: 2.41: 23.36.

**TABLA N° 7.**

<b>DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Agregado (Kg)</b>	<b>Cemento (Kg)</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Volumen ft<sup>3</sup></b>
Agregado fino	2.06	42.5	87.59	1.99
Agregado grueso	2.37	42.5	100.67	2.41
Agua efectiva	0.53	42.5	22.64	23.36

Fuente: Diseño de Mezcla (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º7, se observa la dosificación propuesta para la resistencia f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Se muestra que, para 01 bolsa de cemento se utiliza 87.59 kg de agregado fino (arena), 100.67 kg de agregado grueso (piedra) y 22.64 Lt de agua, obteniendo la dosificación en ft<sup>3</sup>, 1: 1.99: 2.41: 23.36.

## 4.2. Segundo Objetivo Específico

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agua potable y agua residual tratada.

De acuerdo con el segundo objetivo específico, se determinó las propiedades físicas y mecánicas del concreto de ambas resistencias realizado con agua potable y agua residual tratada.

**TABLA N° 8.**

<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
Peso recipiente + concreto (Kg)	0.928	0.925	0.926	0.923	0.929	0.922
Peso recipiente (Kg)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Peso concreto "Wc" (Kg)	0.728	0.725	0.726	0.723	0.729	0.722
Peso del agua en el recipiente "Wa" (Kg)	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310	0.310
Factor de calibración del recipiente "f" (1/m <sup>3</sup> ) => (f = 1000/Wa)	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> ) => (PU = f x Wc)	2347.74	2337.74	2342.26	2330.65	2351.29	2330.00
Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )	2339.95					

Fuente: Elaboración propia (Peso en estado fresco)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º8, observamos el peso unitario del concreto fresco  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> desarrollado con agua residual tratada. Observamos el peso unitario de las 06 muestras, obteniendo un promedio de 2339.95 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA N° 9.**

<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>						
<b>Descripción</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
Peso recipiente + concreto (Kg)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Peso recipiente (Kg)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Peso concreto "Wc" (Kg)	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
Peso del agua en el recipiente "Wa" (Kg)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Factor de calibración del recipiente "f" (1/m <sup>3</sup> ) => (f = 1000/Wa)	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81	3225.81
Peso Unitario (Kg/m <sup>3</sup> ) => (PU = f x Wc)	2317.42	2328.06	2324.19	2334.52	2330.65	2330.32
Promedio (Kg/m <sup>3</sup> )	2327.53					

Fuente: Elaboración propia (Peso en estado fresco)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º9, observamos el peso unitario del concreto fresco  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agua residual tratada. Observamos el peso unitario de las 06 muestras, obteniendo un promedio de 2327.53 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA N° 10.**

<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
Peso recipiente + concreto (Kg)	0.956	0.955	0.956	0.957	0.955	0.954
Peso recipiente (Kg)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Peso concreto "Wc" (Kg)	0.756	0.755	0.756	0.757	0.755	0.754
Peso del agua en el recipiente "Wa" (Kg)	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325
Factor de calibración del recipiente "f" (1/m3) => (f = 1000/Wa)	3076.92	3076.92	3076.92	3076.92	3076.92	3076.92
Peso Unitario (Kg/m3) => (PU = f x Wc)	2327.38	2323.08	2327.08	2328.31	2322.15	2320.31
Promedio (Kg/m3)	2324.72					

Fuente: Elaboración propia (Peso en estado fresco)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º10, observamos el peso unitario del concreto fresco f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> realizado con agua potable. Observamos el peso unitario de las 06 muestras, obteniendo un promedio de 2324.72 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA N° 11.**

<b>PESO UNITARIO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>						
<b>Descripción</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>
Peso recipiente + concreto (Kg)	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
Peso recipiente (Kg)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Peso concreto "Wc" (Kg)	0.79	0.79	0.78	0.79	0.79	0.79
Peso del agua en el recipiente "Wa" (Kg)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Factor de calibración del recipiente "f" (1/m3) => (f = 1000/Wa)	2941.18	2941.18	2941.18	2941.18	2941.18	2941.18
Peso Unitario (Kg/m3) => (PU = f x Wc)	2309.41	2313.24	2305.00	2325.88	2313.82	2312.35
Promedio (Kg/m3)	2313.28					

Fuente: Elaboración propia (Peso en estado fresco)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º11, observamos el peso unitario del concreto fresco f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> realizado con agua potable. Observamos el peso unitario de las 06 muestras, obteniendo un promedio de 2313.28 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA N° 12.**

<b>ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>			
<b>Agua Residual Tratada</b>		<b>Agua Potable</b>	
175 kg/cm2	210 kg/cm2	175 kg/cm2	210 kg/cm2
3 pulg	3 pulg	3.25 pulg	3 pulg

Fuente: Elaboración propia (Asentamiento del concreto)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º12, se puede observar el asentamiento resultante de los testigos de concreto. El asentamiento para ambas resistencias con agua residual tratada es de 3"; y, con agua potable es de 3.25" y 3".

**TABLA N° 13.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
Testigo		Edad	Diámetro Promedio	Área de Sección Transversal	Carga Máxima	Resistencia a la Compresión	Tipo de
N°	Identificación	(días)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	Falla
1	Agua residual tratada	7	101.7	8123.3	15708.9	193	3
2	Agua residual tratada	7	101.5	8091.4	16069.2	199	3
3	Agua residual tratada	7	101.4	8075.4	15628.0	194	2
4	Agua residual tratada	7	101.7	8123.3	16654.0	205	2
5	Agua residual tratada	7	101.3	8059.5	16104.0	200	3
6	Agua residual tratada	7	101.4	8075.4	16912.0	209	2

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º13, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 193; 199; 194; 205; 200; 209 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 14.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
Testigo		Edad	Diámetro Promedio	Área de Sección Transversal	Carga Máxima	Resistencia a la Compresión	Tipo de
N°	Identificación	(días)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	Falla
1	Agua residual tratada	7	101.3	8059.5	18779.0	233	2
2	Agua residual tratada	7	101.4	8075.4	18226.0	226	2
3	Agua residual tratada	7	101.3	8059.5	19184.0	238	2
4	Agua residual tratada	7	101.5	8091.4	18317.0	226	3
5	Agua residual tratada	7	101.1	8027.7	18617.0	232	3
6	Agua residual tratada	7	101.2	8043.6	19590.0	244	2

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º14, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 233; 226; 238; 226; 232; 244 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 15.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	7	101.6	8107.3	12934.0	160	3
2	Agua potable	7	101.7	8123.3	14158.0	174	3
3	Agua potable	7	101.7	8123.3	15028.0	185	3
4	Agua potable	7	101.6	8107.3	14180.0	175	3
5	Agua potable	7	101.8	8139.3	12563.0	154	2
6	Agua potable	7	101.5	8091.4	14434.0	178	2

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º15, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 160; 174; 185; 175; 154; 178 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 16.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	7	101.6	8107.3	15967.0	198	2
2	Agua potable	7	101.7	8123.3	14502.0	179	3
3	Agua potable	7	101.7	8123.3	14998.0	185	3
4	Agua potable	7	101.6	8107.3	15579.0	192	2
5	Agua potable	7	101.8	8139.3	16381.0	201	2
6	Agua potable	7	101.5	8091.4	13087.0	162	2

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º16, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 198; 179; 185; 192; 201; 162 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 17.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua residual tratada	14	<b>101.1</b>	8027.7	<b>23080.0</b>	288	2
2	Agua residual tratada	14	<b>100.8</b>	7980.1	<b>25998.0</b>	326	2
3	Agua residual tratada	14	<b>101.3</b>	8059.5	<b>25295.0</b>	314	2
4	Agua residual tratada	14	<b>101.2</b>	8043.6	<b>24662.0</b>	307	5
5	Agua residual tratada	14	<b>101.2</b>	8043.6	<b>24154.0</b>	300	2
6	Agua residual tratada	14	<b>100.8</b>	7980.1	<b>24626.0</b>	309	2

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º17, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 288; 326; 314; 307; 300; 309 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 18.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua residual tratada	14	<b>101.2</b>	8043.6	<b>25906.0</b>	322	3
2	Agua residual tratada	14	<b>101.4</b>	8075.4	<b>26354.0</b>	326	5
3	Agua residual tratada	14	<b>101.3</b>	8059.5	<b>26671.0</b>	331	5
4	Agua residual tratada	14	<b>101.9</b>	8155.3	<b>25450.0</b>	312	3
5	Agua residual tratada	14	<b>101.3</b>	8059.5	<b>25221.0</b>	313	2
6	Agua residual tratada	14	<b>101.0</b>	8011.8	<b>24193.0</b>	302	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º18, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 322; 326; 331; 312; 313; 302 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 19.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	14	100.6	7948.5	17823.0	224	3
2	Agua potable	14	100.6	7948.5	17420.0	219	3
3	Agua potable	14	100.5	7932.7	17851.0	225	3
4	Agua potable	14	100.8	7980.1	16758.0	210	3
5	Agua potable	14	100.4	7916.9	17314.0	219	2
6	Agua potable	14	100.4	7916.9	16642.0	210	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º19, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 224; 219; 225; 210; 219; 210 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 20.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	14	100.4	7916.9	20241.0	256	3
2	Agua potable	14	100.3	7901.2	18829.0	238	2
3	Agua potable	14	100.5	7932.7	19239.0	243	3
4	Agua potable	14	100.1	7869.7	19835.0	252	2
5	Agua potable	14	100.5	7932.7	18782.0	237	3
6	Agua potable	14	100.7	7964.3	17461.0	219	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º20, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 256; 238; 243; 252; 237; 219 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 21.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua residual tratada	28	100.1	7869.7	25797.0	328	3
2	Agua residual tratada	28	100.4	7916.9	26324.0	333	5
3	Agua residual tratada	28	100.3	7901.2	29918.0	379	5
4	Agua residual tratada	28	100.5	7932.7	26507.0	334	2
5	Agua residual tratada	28	100.6	7948.5	25886.0	326	2
6	Agua residual tratada	28	100.5	7932.7	28727.0	362	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.).

Interpretación: Dentro de la tabla N.º21, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 328; 333; 379; 334; 326; 362 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 22.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA RESIDUAL TRATADA</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua residual tratada	28	100.5	7932.7	29628.0	373	4
2	Agua residual tratada	28	100.6	7948.5	25727.0	324	2
3	Agua residual tratada	28	100.7	7964.3	26141.0	328	2
4	Agua residual tratada	28	100.3	7901.2	30222.0	383	5
5	Agua residual tratada	28	100.1	7869.7	27943.0	355	2
6	Agua residual tratada	28	100.3	7901.2	29070.0	368	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º22, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada. Los testigos tuvieron una resistencia de 373; 324; 328; 383; 355; 368 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 23.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	28	101.5	8091.4	20575.0	254	5
2	Agua potable	28	101.5	8091.4	20350.0	252	4
3	Agua potable	28	102.3	8219.4	21985.0	267	3
4	Agua potable	28	101.4	8075.4	21161.0	262	2
5	Agua potable	28	101.2	8043.6	21087.0	262	2
6	Agua potable	28	101.8	8139.3	17922.0	220	5

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º23, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 254; 252; 267; 262; 262; 220 (kg/cm<sup>2</sup>).

**TABLA N° 24.**

<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON AGUA POTABLE</b>							
<b>Testigo</b>		<b>Edad</b>	<b>Diámetro Promedio</b>	<b>Área de Sección Transversal</b>	<b>Carga Máxima</b>	<b>Resistencia a la Compresión</b>	<b>Tipo de</b>
<b>N°</b>	<b>Identificación</b>	<b>(días)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Falla</b>
1	Agua potable	28	101.2	8043.6	22034.0	274	3
2	Agua potable	28	101.9	8155.3	22158.0	272	3
3	Agua potable	28	101.7	8123.3	23349.0	287	3
4	Agua potable	28	101.4	8075.4	24824.0	307	3
5	Agua potable	28	101.4	8075.4	24876.0	308	5
6	Agua potable	28	101.6	8107.3	24224.0	299	3

Fuente: Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de testigos (GEOMG S.A.C.)

Interpretación: Dentro de la tabla N.º24, se puede observar la resistencia lograda luego de la prueba a los 06 testigos de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable. Los testigos tuvieron una resistencia de 274; 272; 287; 307; 308; 299 (kg/cm<sup>2</sup>).

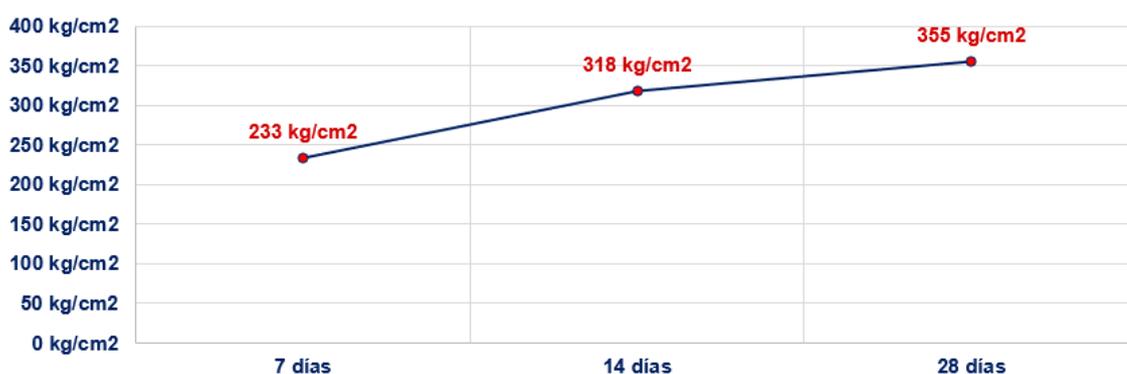
**FIGURA N°1.**  
**RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup> CON**  
**AGUA RESIDUAL TRATADA**



Fuente: Elaboración Propia (Resistencia Promedio)

Interpretación: Mediante la figura N.º1, se aprecia los promedios alcanzados en el ensayo realizado para un concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>. Al día 7, 14 y 28, se obtuvo una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>, 307 kg/cm<sup>2</sup> y 343 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Demostrando un 14%, 75.43% y 96.57% más de la resistencia máxima diseñada; concluyendo que, se superó la resistencia diseñada desde la primera fecha de ruptura.

**FIGURA N° 2.**  
**RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup> CON**  
**AGUA RESIDUAL TRATADA**



Fuente: Elaboración propia (Resistencia Promedio)

Interpretación: Mediante la figura N.º2, se aprecia los promedios alcanzados en el ensayo realizado para un concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. Al día 7, 14 y 28, se obtuvo una resistencia de 233 kg/cm<sup>2</sup>, 318 kg/cm<sup>2</sup> y 355 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Demostrando un 11%, 51.50% y 69% más de la resistencia máxima diseñada; concluyendo que, se superó la resistencia diseñada desde la primera fecha de ruptura.

**FIGURA N° 3.**  
**RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO 175 KG/CM<sup>2</sup> CON**  
**AGUA POTABLE**



Fuente: Elaboración propia (Resistencia Promedio)

Interpretación: Mediante la figura N.º3, se aprecia los promedios alcanzados en el ensayo realizado para un concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>. Al día 7, 14 y 28, se obtuvo una resistencia de 171 kg/cm<sup>2</sup>, 218 kg/cm<sup>2</sup> y 253 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Esto demuestra un 2.28% menos de la resistencia diseñada ( $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>) y un incremento del 24.60% y 44.60% en los días posteriores; concluyendo que, se superó la resistencia diseñada desde la segunda fecha de ruptura.

**FIGURA N° 4.**  
**RESISTENCIA PROMEDIO DEL CONCRETO 210 KG/CM<sup>2</sup> CON**  
**AGUA POTABLE**



Fuente: Elaboración propia (Resistencia Promedio)

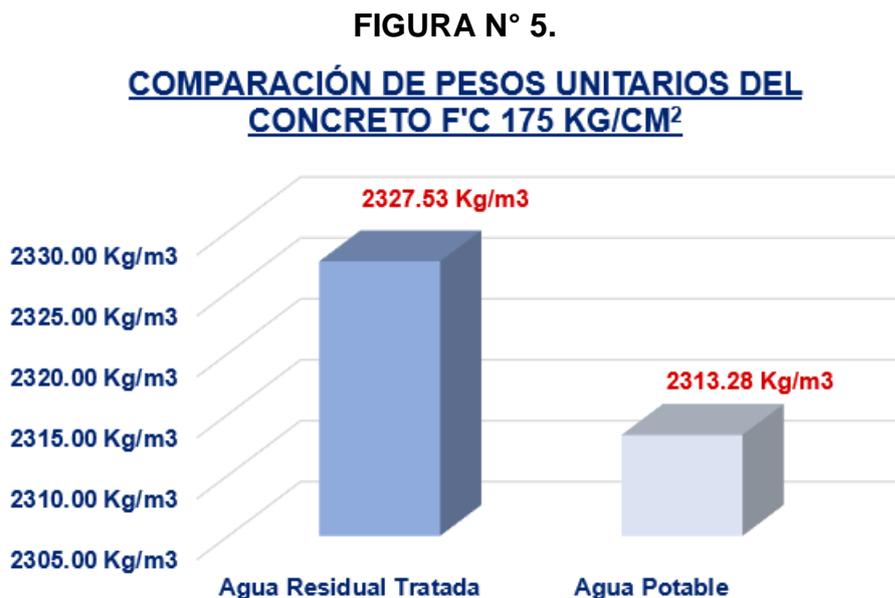
Interpretación: Mediante la figura N.º4, se aprecia los promedios alcanzados en el ensayo realizado para un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> al día 7, 14 y 28, se alcanzó una resistencia de 186 kg/cm<sup>2</sup>, 241 kg/cm<sup>2</sup> y 291 kg/cm<sup>2</sup>. Esto demuestra un 11.4% menos de la resistencia diseñada

y un incremento del 14.80% y 38.58%; concluyendo que se superó la resistencia diseñada desde la segunda fecha de ruptura.

#### 4.3. Tercer Objetivo Específico

Realizar la comparación de las propiedades físicas y mecánicas de concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agua potable y con agua residual tratada.

De acuerdo con el tercer objetivo específico, hizo la comparación de las propiedades físicas y mecánicas de concreto de ambas resistencias con agua potable y agua residual tratada procedente de la Planta de Tratamiento San Bartolo.

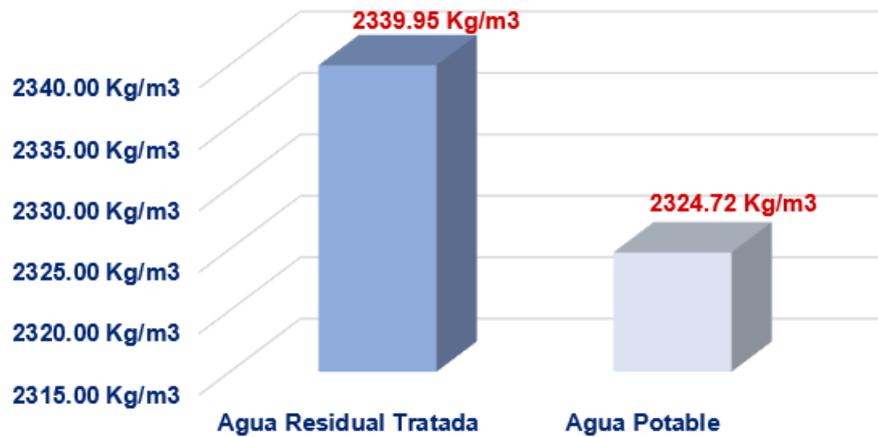


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De la figura N.º5, podemos observar los datos obtenidos como promedio de los pesos unitarios para el concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>. Se constató que, las muestras obtenidas con agua potable en promedio alcanzaron un peso unitario de 2313.28 kg/m<sup>3</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo un promedio del peso unitario de 2327.53 kg/m<sup>3</sup>, superando por una mínima cantidad el resultado del agua potable.

**FIGURA N° 6.**

**COMPARACIÓN DE PESOS UNITARIOS DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM<sup>2</sup>**



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De la figura N.º6, podemos observar los datos obtenidos como promedio de los pesos unitarios para el concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se constató que, las muestras obtenidas con agua potable en promedio alcanzaron un peso unitario de 2324.72 kg/m<sup>3</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo un promedio del peso unitario de 2339.95 kg/m<sup>3</sup>, superando por una mínima cantidad el resultado del agua potable.

**TABLA N° 25.**

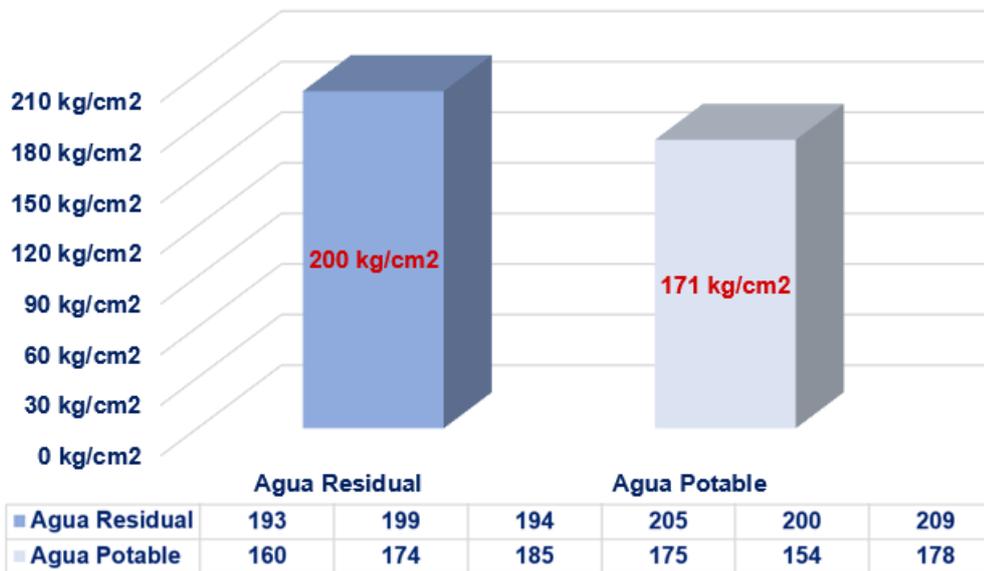
<b>COMPARACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO</b>			
<b>Agua Residual Tratada</b>		<b>Agua Potable</b>	
175 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	175 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>
3 pulg	3 pulg	3.25 pulg	3 pulg

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Dentro de la tabla N.º25, se observa el asentamiento que se obtuvo en el concreto; por lo que, en comparación el asentamiento del concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> es mayor para el agua potable, mientras que, para 210 kg/cm<sup>2</sup> se tiene el mismo asentamiento.

**FIGURA N° 7.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C  
175 KG/CM<sup>2</sup> CON 7 DÍAS DE CURADO**

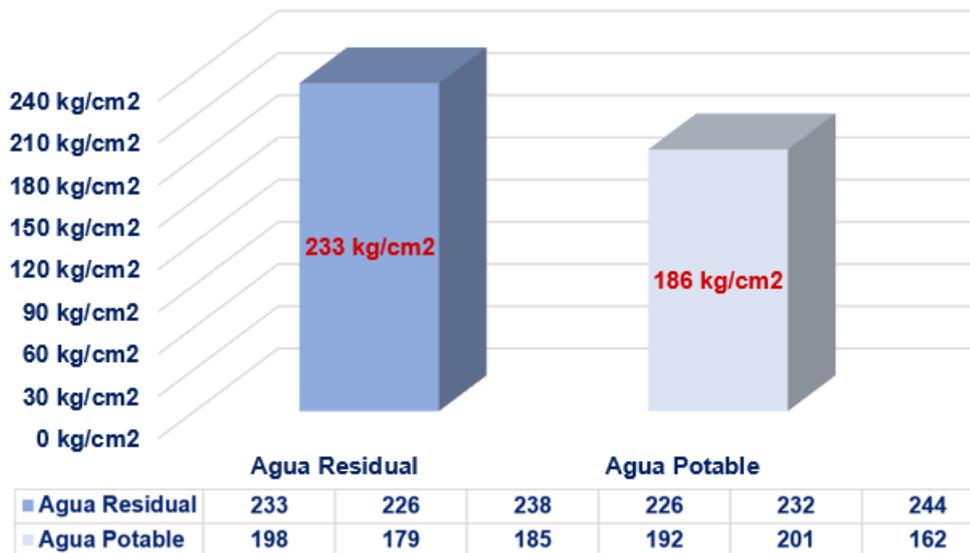


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Mediante la figura N.º7, se aprecia los resultados logrados en el ensayo para la resistencia  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  171 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  200 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

**FIGURA N° 8.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C**  
**210 KG/CM<sup>2</sup> CON 7 DÍAS DE CURADO**

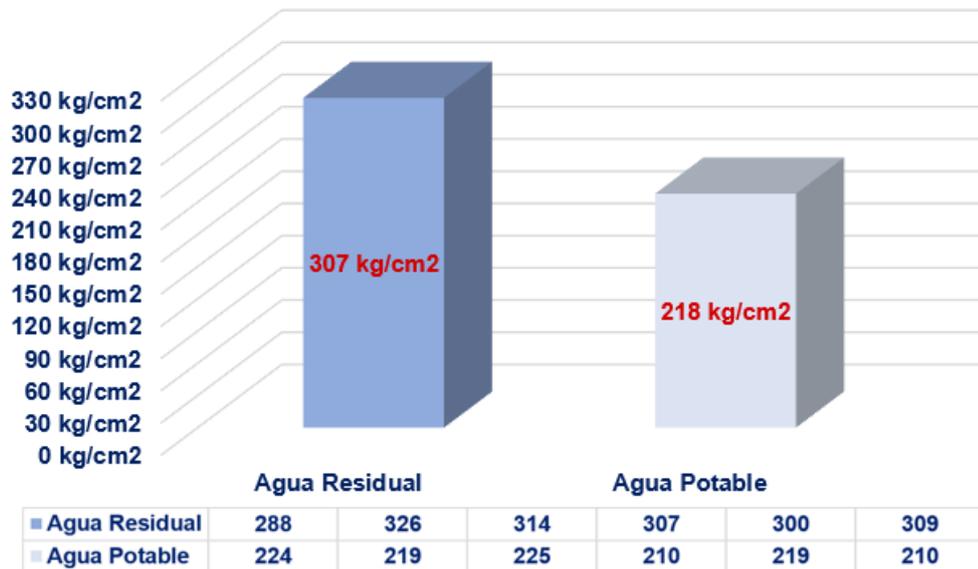


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Mediante la figura N.º8, se aprecia los resultados logrados en el ensayo para la resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  186 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  233 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

**FIGURA N° 9.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C  
175 KG/CM<sup>2</sup> CON 14 DÍAS DE CURADO**

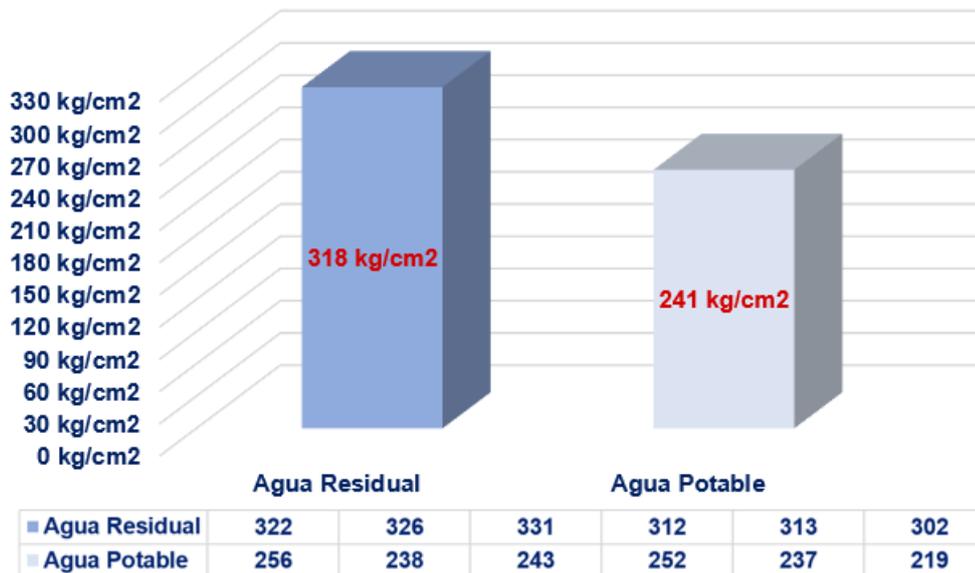


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Mediante la figura N.º9, se aprecia los resultados obtenidos en el ensayo para la resistencia  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  218 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  307 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

**FIGURA N° 10.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C  
210 KG/CM<sup>2</sup> CON 14 DÍAS DE CURADO**

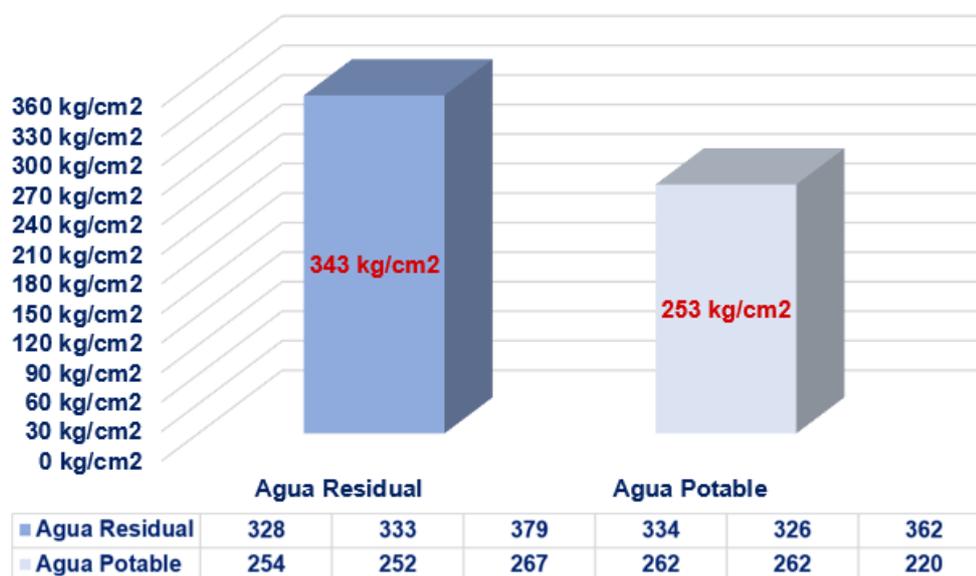


Fuente: Elaboración Propia (comparación de resistencias)

Interpretación: Mediante la figura N.º10, se aprecia los resultados obtenidos en el ensayo para la resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  241 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  318 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

**FIGURA N° 11.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C  
175 KG/CM<sup>2</sup> CON 28 DÍAS DE CURADO**

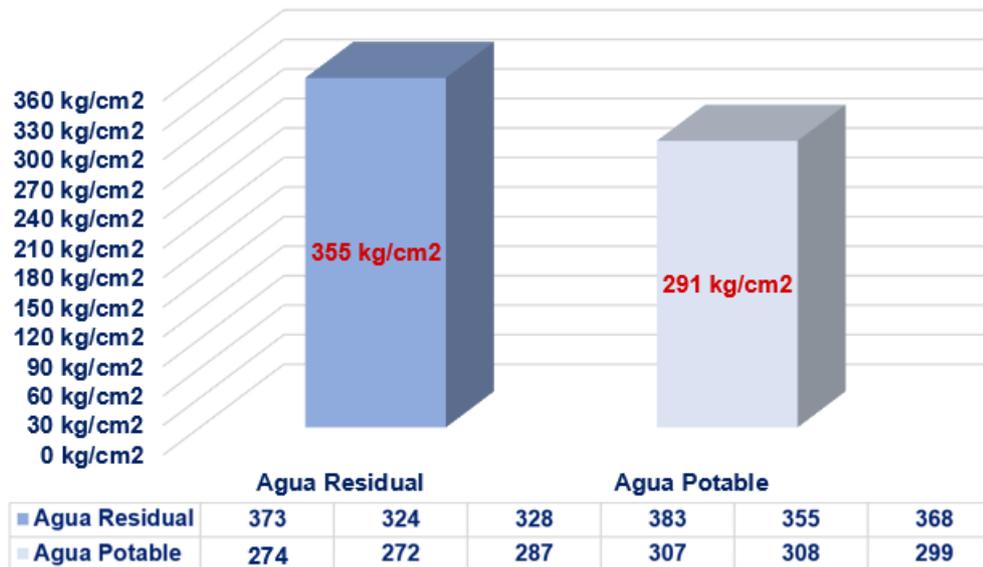


Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Mediante la figura N.º11, se observa los resultados obtenidos en el ensayo para la resistencia  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  253 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  343 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

**FIGURA N° 12.**

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A DEL CONCRETO  
F'C 210 KG/CM<sup>2</sup> CON 28 DÍAS DE CURADO**



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: Mediante la figura N.º12, se observa los resultados obtenidos en el ensayo para la resistencia  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto. A través de las muestras obtenidas con agua potable, en promedio se obtuvo el valor de  $f'c$  291 kg/cm<sup>2</sup>; y, de las muestras obtenidas con agua residual tratada se obtuvo el valor de  $f'c$  355 kg/cm<sup>2</sup>; demostrando que, la resistencia obtenida del agua residual tratada supera a la resistencia inicial y a la resistencia obtenida del concreto con agua potable.

## V. DISCUSIÓN

**5.1.** En la elaboración del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable, se utilizó la dosificación en (pie 3) de 1: 2.52: 2.94: 27.95 y 1: 2.25: 2.67: 25.65, respectivamente. Y, para el concreto preparado con aguas residuales se consideró 1: 1.99: 2.41: 23.36. Se ha logrado coincidir con lo sustentado por Catanzaro y Zapana (2019), en su trabajo para el grado tesis titulada “Diseño y evaluación de concreto estructural de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales domésticas tratadas mediante procesos biológicos como alternativa al uso de agua potable en Lima Metropolitana”; en donde, detallan que la dosificación escogida efectúa con las exigencias establecidas en la norma NTP 400.037. Lo que demuestra que, podemos lograr un concreto de buena calidad utilizando aguas residuales tratadas siguiendo los parámetros e instrumentos ya establecidos.

**5.2.** Para la elaboración del concreto con aguas residuales se utilizó más material cementante en relación al agua, debido a que la relación a/c es de 0.50 para  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> por la presencia de sulfatos en el agua residual tratada, obteniendo mayores resistencias. Los resultados difieren con lo descrito por la investigación de Pinedo (2018) en su tesis “Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la PTAR del distrito de la Encañada – Cajamarca- 2018”, en la cual el autor obtiene una relación a/c 0.56. Esto demuestra que, a mayor exposición de sulfatos en el agua residual tratada, menor la proporción del agua a utilizar en el diseño de mezcla para el concreto, obteniendo una mayor resistencia.

**5.3.** En el presente estudio, las propiedades mecánicas del concreto realizado con aguas residuales tratadas procedentes de la PTAR San Bartolo, supera un 96.00% y un 69.05% respecto al diseño de resistencia inicial ( $f'c=175$  y 210 kg/cm<sup>2</sup>). En torno a este hecho, el concreto realizado con aguas residuales tratadas refleja un incremento, en comparación al concreto patrón (agua potable). Estos resultados son similares a la investigación de Cárdenas (2018) sobre la reutilización de las aguas

tratadas residuales en la preparación del concreto, reemplazando al agua potable en Lima Norte. De tal modo, el concreto sustituido de la PTAR Santa Rosa supera un 62.29% y un 51.90% respecto al diseño de resistencia inicial ( $f'c=175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ ). En atención a lo anteriormente mencionado, constatamos que la reutilización de las aguas residuales es viable en la preparación del concreto; debido a que, su resistencia a la compresión no disminuye.

## VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto al efecto obtenido en las propiedades físicas del concreto realizado con aguas residuales; se ha constatado que, el slump es de 3" reflejando una consistencia plástica. Por consiguiente, el asentamiento del concreto es de buena trabajabilidad y se halla dentro del parámetro del diseño de mezcla. Adicionalmente, en consideración con el peso unitario del concreto  $f'c=175$  y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, los valores fueron de 2328 y 2340 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente; en tal sentido, cumple con lo indicado en la NTP 339.046, la cual indica que el peso unitario del concreto en estado fresco debe encontrarse entre los valores de 2240 a 2460 kg/m<sup>3</sup>. Por otra parte, respecto a sus propiedades mecánicas, se evidencia un incremento en la resistencia del concreto sustituido por agua residuales tratadas.
2. Para el primer objetivo se utilizó una dosificación en volumen (ft<sup>3</sup>) de 1: 2.52: 2.94: 27.95 para  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y de 1: 2.25: 2.67: 25.65 para  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, con agua potable. Por otra parte, para las dosificaciones de ambas resistencias del concreto con aguas residuales, fue necesaria una dosificación en volumen (ft<sup>3</sup>) de 1: 1.99: 2.41: 23.36; esta situación obedece a, la relación a/c de 0.50 por la presencia de sulfatos en el agua residual utilizada.
3. Para el segundo objetivo, en las propiedades físicas es preciso indicar que, en el asentamiento del concreto patrón (agua potable) se observó un slump de 3.25" para  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y de 3" para  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que, en el concreto realizado con aguas residuales fue de 3". De igual importancia, respecto al peso unitario del concreto patrón de  $f'c$  175 y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> lo valores hallados fueron de 2313 y 2325 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente; y, 2328 y 2340 kg/m<sup>3</sup> para agua residual tratada. A efectos de, conocer las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=175$  y de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión; obteniendo a los 28 días para el concreto patrón los valores  $f'c=253$  y  $f'c=291$  kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Asimismo, para el concreto

sustituido, se hallaron los valores de  $f'c=344$  y  $f'c=355$  kg/cm<sup>2</sup> para cada resistencia descrita anteriormente.

4. Para el tercer objetivo, analizando las propiedades físicas del concreto realizado con aguas residuales tratadas se concluye que, la mezcla diseñada es de buena trabajabilidad y homogénea comparándola al concreto patrón (agua potable). En tal sentido, es considerado efectivo porque se encuentra en el rango del diseño de mezcla de 3" a 4" de asentamiento del concreto. Finalmente, en las propiedades mecánicas se llega a la conclusión que, el concreto realizado con aguas residuales tratadas procedentes de la PTAR San Bartolo supera un 96.00% y un 69.05% respecto al diseño de resistencia inicial ( $f'c=175$  y  $210$  kg/cm<sup>2</sup>); por el contrario, el concreto patrón demuestra un incremento del 44.57% y 38.58% para las resistencias antes descritas. En torno a este hecho, el concreto realizado con aguas residuales tratadas denota un incremento del 51.43% y 30.42%, en comparación al concreto patrón (agua potable).

## VII. RECOMENDACIONES

Es importante tener en consideración que las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento y las autoridades correspondientes (ANA, OEFA), serán un factor importante de autorización, verificación, vigilancia y fiscalización para acreditar el reúso de las aguas residuales, cumplir con los ECA, evaluar su tratamiento, supervisar que las industrias y diversas actividades económicas no excedan los LMP antes de descargar sus aguas residuales a la red de alcantarillado y que sus efluentes industriales sean derivados al cuerpo receptor correspondiente; en el caso de Chimbote, a los emisores submarinos (APROFERROL). Lo expuesto anteriormente, beneficiará a que la futura PTAR 2 para Chimbote - Nvo. Chimbote cumpla con los LMP y ECA adecuadamente y por, lo tanto, que sus aguas residuales tratadas sean consideradas como alternativa de sustitución en la preparación de concreto.

Se ha constatado en el presente trabajo de investigación, los resultados favorables en torno a las propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> realizado con aguas residuales tratadas; por lo que, sugerimos a la Municipalidad Provincial Del Santa, siendo esta entidad la encargada de dar vigilancia a la continuidad del proyecto PTAR 2 en los distritos de su jurisdicción, promuevan esta nueva alternativa de uso de las futuras aguas residuales tratadas provenientes de esta importante infraestructura, en obras como veredas y sardineles para disminuir el costo de las mismas.

En lo relativo a, las dosificaciones estimadas en este estudio para la realización del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con aguas residuales; se recomienda a los agremiados de colegios profesionales del rubro constructivo, considerar el análisis químico de las aguas residuales tratadas como elemento imprescindible en el diseño de mezcla de esta nueva alternativa de concreto. En tal sentido, es necesario tener en cuenta la procedencia del tratamiento de las aguas residuales, antes de considerarlas como sustitución del agua potable en la preparación del concreto. Y, principalmente, respetar la relación a/c con el propósito de lograr un progreso adecuado del comportamiento, resistencias y asentamientos requeridos.

## REFERENCIAS

1. ABANTO, C. F. (2019). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos E.I.R.L. Manual of concrete practice. Parte 1 Materials and general Properties of concrete.
2. AHMED, S.; ALHOUDI, Y.; ELMESALAMI, N.; YEHIA, S. Y ABED, F. (2021). Effect of recycled aggregates and treated wastewater on concrete subjected to different exposure conditions, 266, pp, 120-930  
ISSN: 0950-0618
3. ALIAGA, J. Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Huancayo, Universidad Peruana los Andes, 2017, 112pp.
4. ÁLVAREZ, A. (2020). Clasificación de las investigaciones, 1, pp. 5.
5. ARIAS, V.; PALACIOS, A.; ARIAS, B. (2014). Attitudes towards mathematics: Construction and validation of a measurement instrument, 19, pp. 67-91.  
ISSN: 2254-4372
6. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO. Tecnología del Concreto-Tomo 1-Materiales Propiedades y Diseño de Mezcla. 2010.
7. BABU, G.; REDDY, M. Y RAMANA, N. (2007). Use of treated industrial wastewater as mixing water in cement works, 6, pp, 595-600
8. BOUAICH, F.; MAHERZI, W.; EL-HAJJAJI, F.; ABRIAK, N.; BENZERZOUR, M.; TALEB, M. Y RAIS, Z. (2021). Reuse of treated wastewater and non-potable groundwater in the manufacture of concrete: major challenge of environmental preservation, 1, pp, 1-12.  
ISSN: 1614-7499
9. CALDERON, A. Y BURBANO, M. (2016). Efectos en la resistencia del concreto simple elaborados con agua residual tratada proveniente de la PTAR Cañaveralejo, 16, pp. 35-48.
10. CALONGE, C. (2011). Producción de Concretos Puzo Orgánicos (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima – Perú.
11. CAMPOS, G.; LULE, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad, 7, pp. 45-60. ISSN: 1870-6703

12. CÁRDENAS, C. (2018). Evaluación y comparación de las buenas prácticas y nuevas tecnologías en el manejo de aguas residuales en la planta de tratamiento de La Calera - Colombia y Juan Diaz – Panamá, 1, pp, 1-37.
13. CATANZARO, G y ZAPANA, O. Diseño y evaluación de concreto estructural de fc 280 kg /cm<sup>2</sup>, Lima –Perú 2015. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. Disponible <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626354>.
14. CHUMPITAS, Luis y MORALES, Robert. Estudio y evaluación del agua tratada proveniente de las plantas de tratamiento de Surco y San Borja para la elaboración de concreto en Lima metropolitana. Concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 138pp.
15. DÍAZ, S. (2014). Desarrollo de una ficha de observación para el análisis y evaluación de experiencias educativas en mundos virtuales. 2, pp. 69-82. ISSN: 2386-430.
16. DÍAZ, E.; ALVARADO, A.; CAMACHO, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, Mexico, 14, pp. 78-97. ISSN: 1405-8626
17. GADZAMA, E.; EKELE, O.; ANAMETEMFIOK, V.; Y ABUBAKAR, A. (2015). Effects of sugar factory wastewater as mixing water on the properties of normal strength concrete, 4, pp, 813-825. ISSN: 2278-3687
18. GUILLEN O. y AQUINO R. 1978. Contaminación en los Puertos del Callao y Chimbote y su Efecto en la Productividad. Inf. Mar Perú, 61:22pp.
19. INACAL (PERÚ). NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima: 2018. 15pp.
20. INACAL (PERÚ). NTP 400.037 (2018). Agregados para concreto. Lima: 2018. 23pp.
21. KERLINGER, F. y LEE, H. (2018). Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en Ciencias Sociales. 4, México: McGraw Hill.

22. LOZADA, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria, 3, pp. 34-39.
23. MEENA, K.; LUHAR, S. (2019). Effect of wastewater on properties of concrete, 21, pp, 106-112.  
ISSN: 2352-7102
24. MINISTERIO de Economía y Finanzas (Perú). NTP 400.037: Agregados para concreto. Requisitos. Lima: 2017. 27 pp.
25. MINISTERIO del ambiente (Ecuador). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Quito: 2016. 40 pp.
26. MONTROYA, L. Desarrollo de una propuesta de diseño de accesorios de bisutería en concreto, a partir de conceptos del feminismo y el empoderamiento femenino. Tesis (Título profesional de arquitectura) Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, 2020, 117 pp.
27. ÑIQUEN, Cristian. Diseño del concreto estructural  $f_c' 210 \text{ kg/cm}^2$  ante el uso de aguas tratadas mediante procesos biológicos en Lima Metropolitana. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 69pp.
28. OTZEN, T.; MANTEROLA, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio, 35, pp. 227-232.  
ISSN: 0717-9502
29. PINEDO, S. Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agua residual tratada proveniente de la PTAR del distrito de la encañada – Cajamarca. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil) Cajamarca, Universidad Privada del Norte, 2018, 178pp.
30. POLO, J.; RISCO, J. Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2018. 160 pp.
31. REYES, B. J., & RODRÍGUEZ, P. Y. (2010). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. (Tesis de titulación). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bolivia, pp. 147.
32. SÁNCHEZ, M.; FERNÁNDEZ, M.; DÍAZ, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo, 8, pp. 16. - ISSN: 2631-2786

33. SÁNCHEZ, REYES y MEJÍA. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018. 146 pp.  
ISBN: 9786124735141
34. SAMPIERI, R. Y MENDOZA, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 9, pp. 714.  
ISBN: 9781456260965
35. SHARMA, J.; KUMAR, V.; KUMAR, S.; MALYAN, S. Y MATHIMANI, T. (2020). Microalgal consortia for municipal wastewater treatment – Lipid augmentation and fatty acid profiling for biodiesel production, 202, pp. 111-638.  
ISSN: 1011-1344
36. TACUSI, M. (2016). Estudio del Concreto con Aditivo Impermeabilizante y Cemento Portland Tipo I (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima- Perú, pp. 128.
37. TEJERO, I.; RUBIO, A.; VIÑUELA, I.; GORDILLO, S. Y MATHIMANI, T. (2020). Thermal imaging at plant level to assess the crop-water status in almond trees (cv. Guara) under deficit irrigation strategies, 208, pp. 176-186.  
ISSN: 0378-3774
38. UNESCO. Aguas residuales el recurso desaprovechado [en línea]. Francia: París, 2017 [Fecha de consulta: 09 de diciembre del 2021]  
ISBN: 9789233000582.
39. VASQUEZ, A.; GONZALES, F.; ROCHA, L y FLORES, A. Elaboración de concretos con agua tratadas. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., México, 2001. Recuperado de:  
<http://www.imcyc.com/revista/2001/abril2001/concretos.htm>.
40. VENTURA, J. (2017). ¿Población o muestra?: una diferencia necesaria, 3, pp. 43.
41. ZHAN, X; HU, Z; WU, G. Greenhouse gas emission and mitigation in municipal wastewater treatment plants. Publicaciones IWA, 2018.  
ISBN: 9781780406312

# **ANEXO 1. Declaratoria de autenticidad (autores)**



## Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Nosotros, Bardales Pastor Evelyn Maryuri y Jara Orbegoso Jorge Alexis, estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo – Campus Chimbote, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada:

“Efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f_c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales tratadas, Chimbote – 2021”,

es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, Chimbote, 08 de julio del 2022

Apellidos y Nombres del Autor Bardales Pastor, Evelyn Maryuri	
DNI: 71342230	Firma 
ORCID: 0000-0002-7408-7685	
Apellidos y Nombres del Autor Jara Orbegoso, Jorge Alexis	
DNI: 72535765	Firma 
ORCID: 0000-0003-2089-1819	

## **ANEXO 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)**

## **ANEXO 3. Matriz de operacionalización de variables**

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	SUB-DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE	AGUA RESIDUAL TRATADA	Diaz, Alavarado y Camacho (2012) nos define a las aguas residuales tratadas como, aguas residuales sometidas a un tratamiento ya sean individuales o combinado de tipo físico, químico y biológico, que permitan el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales.	Esta agua residual, al mezclarlo con los agregados, nos permite conservar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.	Propiedades bacteriológicas y fisicoquímicas	Análisis bacteriológico	- N° de Coliformes - N° de Coliformes totales	Intervalo
					Análisis Fisicoquímico	- Sólidos en suspensión - Alcalinidad - Sulfatos - Cloruros	Intervalo
DEPENDIENTE	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO	Polo (2018. p. 160), nos indica que, las propiedades físicas y mecánicas son características o cualidades que presenta el concreto fresco y concreto endurecido. El concreto fresco puede ser trabajado o moldeado de diferente forma conveniente mientras que el concreto endurecido, lo considera como uno de los máximos exponentes de la resistencia mecánica general de un material refractario.	Se llevará a cabo ensayos para obtener el peso unitario y el asentamiento que tendrá el concreto realizado con aguas residuales tratadas, y ensayos a la compresión que se efectuará a probetas de concreto confeccionados con agua residual tratada.	Propiedades físicas	Peso Unitario del Concreto	- Masa del concreto fresco	Intervalo
					Asentamiento en el estado fresco	- Diferencia de alturas en el cono de Abrams	Intervalo
				Propiedades mecánicas	-	- Resistencia a la compresión	Razón

## **ANEXO 4. Instrumento de recolección de datos**

INFORME N° GM-LB22-636-01

FORMATO DE ENSAYO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E - 204

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obra: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

Solicita: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

Hecho Por: Tec. E.R.

Ing. Responsable: JMT

Fecha: 3/05/2022

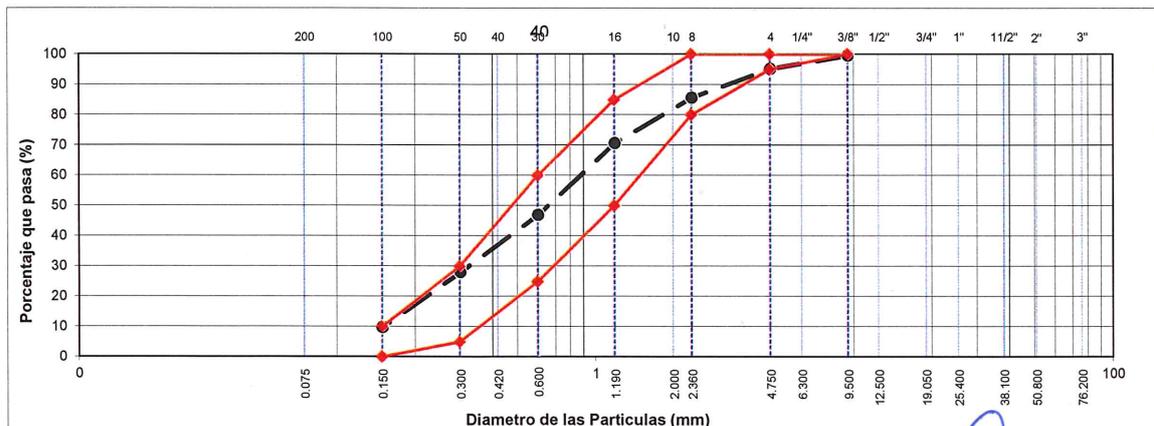
DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: La Carbonera  
Muestra: Arena Zarandeada

Tamaño Máximo : 3/8"  
Peso Inicial Seco : 972.6 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION ASTM C33	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500				100.0		
3/8"	9.500	5.2	0.5	0.5	99.5	100	
1/4"	6.300						
N° 4	4.750	42.5	4.4	4.9	95.1	95 100	
N° 8	2.360	92.7	9.5	14.4	85.6	80 100	Módulo de Fineza : 2.6
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	145.6	15.0	29.4	70.6	50 85	
N° 20	0.840						OBSERVACIONES :
N° 30	0.600	230.7	23.7	53.1	46.9	25 60	
N° 40	0.425						
N° 50	0.300	184.1	18.9	72.1	27.9	5 30	
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	178.0	18.3	90.4	9.6	0 10	
N° 200	0.075						
< N° 200	FONDO	93.8	9.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-636-02

**FORMATO DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**MTC E 110 - MTC E - 111**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Obra: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm2 y F'c 210 kg/cm2 Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

Solicita: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

Cantera: La Carbonera

Material: Arena Zarandeada

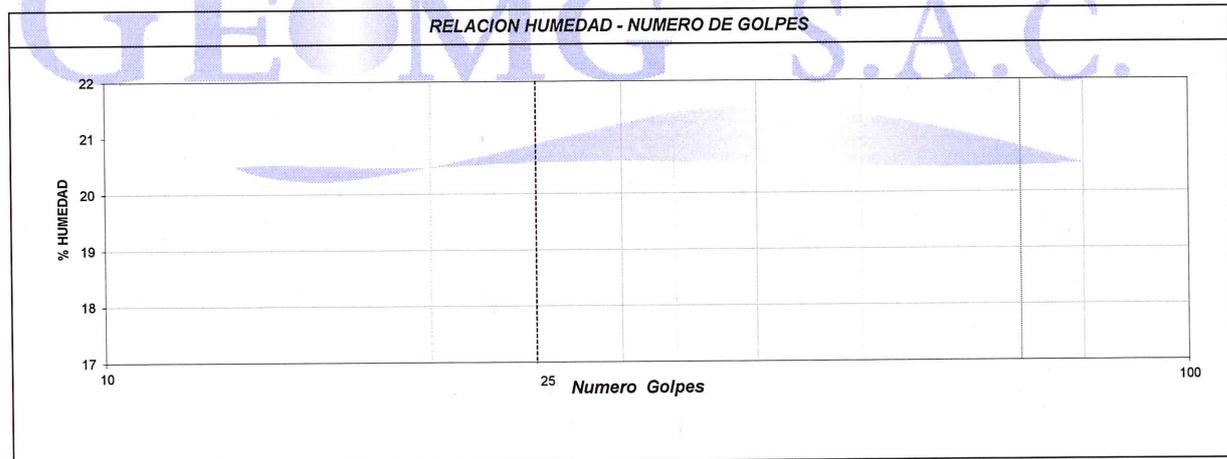
Hecho Por: Tec. E.R.

Ing. Responsable: JMT

Fecha: 03/05/2022

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente		<b>NP</b>	<b>NP</b>
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.		
Peso de Recipiente (C)	gr.		
Peso del Agua (A-B)	gr.		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
N° De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		N.P	N.P



OBSERVACIONES :



  
**GEOMG S.A.C.**  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-636-03

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 MTC E 202

**Obra** : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
**Solicita** : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Cantera:** La Carbonera  
**Muestra:** Arena zarandeada

**Hecho Por:** Tec. E.R.  
**Ing. Responsable:** JMT  
**Fecha:** 4/05/2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

A	Peso de la Muestra Seca	748.3	Gr.
B	Peso de la Muestra Seca Despues del Lavado	714.8	Gr.
C	% MATERIAL QUE PASA LA N° 200	4.48	%



GEOMG S.A.C.  
  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIF N° 68738

INFORME N° GM-LB22-636-04

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
EQUIVALENTE DE ARENA  
MTC E 114

**Obra:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Cantera:** La Carbonera

**Material:** Arena zarandeada

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 5/05/2022

DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	15:34	15:36	15:38
4	Hora de Salida	15:44	15:46	15:48
5	Hora de Entrada	15:46	15:48	15:50
6	Hora de Salida	16:06	16:08	16:10
7	Altura Maxima de la Arena (Pulgadas)	3.70	3.54	3.62
8	Altura Maxima de Material Fino (Pulgadas)	4.96	4.76	4.84
9	Equivalente de Arena (%)	74.6	74.4	74.8
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	75		

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-636-05

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM - D2216)

**Obra** : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita** : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Cantera** : La Carbonera

**Material** : Arena zarandeada

Hecho Por : Tec. E.R.

Ing. Responsable : JMT

Fecha : 05/05/2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

Procedimiento	Fórmula	Tara No
		A-08
1. Peso Tara, [gr]		122.00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		872.70
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		870.50
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	2.20
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	748.50
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	0.29



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: Tec. E.R.

Revisado por: JMT

## INFORME N° GM-LB22-636-06

**PROYECTO:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**SOLICITA:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**CANTERA:** La Carbonera

**Ing. Responsable:** JMT

**MUESTRA:** Arena zarandeada

**Fecha:** 5/04/2022

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (MTC E 205)

	MASIVO	MASIVO SSS	APARENTE
PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (g)	493.7	493.7	493.7
PESO DEL FIOLA LLENA DE AGUA A LA MARCA DE CALIBRACIÓN (g)	666.3	666.3	666.3
PESO DEL PICNÓMETRO, CON LA MUESTRA Y EL AGUA (g)	982.6	982.6	982.6
<b>PESO ESPECÍFICO (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.688</b>	<b>2.722</b>	<b>2.783</b>

PESO DE MUESTRA SSS (g)	500.0
PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (g)	493.7
<b>ABSORCIÓN (%)</b>	<b>1.28</b>

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68736

INFORME N° GM-LB22-636-07

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**MTC E 203 - ASTM C 29**

**Obra:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 5/05/2022

**Cantera:** La Carbonera

**Muestra:** Arena zarandeada

AGREGADO FINO					Tamaño Max. 3/8"		
DESCRIPCION	UND.	SUELTO			COMPACTADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del Agregado Seco	Kg	6.431	6.430	6.442	7.465	7.443	7.392
Volúmen del Molde	m <sup>3</sup>		0.00414			0.00414	
Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	1,552	1,552	1,555	1,802	1,797	1,784
Peso Unitario Promedio	Kg/m <sup>3</sup>	1,553			1,794		



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-637-01

**FORMATO DE ENSAYO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

MTC E - 204

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obra: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

Solicita: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

Hecho Por: Tec. E.R.

Ing. Responsable: JMT

Fecha: 3/05/2022

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera: "Nelita ortecho" - Cascajal

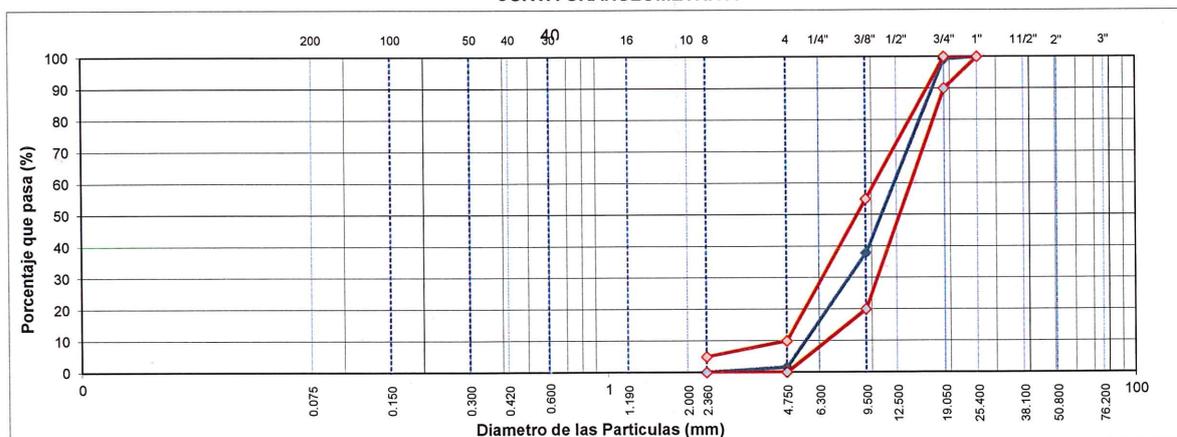
Tamaño Máximo : 3/4"

Muestra: Agregado Grueso

Peso Inicial Seco : 5001.9 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION AG - 67		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)							
3"	76.200							OBSERVACIONES :
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400				100.0	100	100	
3/4"	19.000	37	0.7	0.7	99.3	90	100	
1/2"	12.500	1303	26.1	26.8	73.2			
3/8"	9.500	1768	35.3	62.1	37.9	20	55	
1/4"	6.300							
N° 4	4.750	1816	36.3	98.4	1.6	0	10	
N° 8	2.360	78	1.6	100.0	0.0	0	5	
N° 10	2.000							
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425							
N° 50	0.300							
N° 80	0.177							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
< N° 200	FONDO							

**CURVA GRANULOMETRICA**



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-637-02

### ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

#### MTC E 207

**Obra:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Cantera:** "Nelita orchecho" - Cascajal

**Material:** Agregado Grueso

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 4/05/2022

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
<b>ESFERAS</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
1.1/2" - 1"		-		
1" - 3/4"		-		
3/4" - 1/2"		2500.4		
1/2" - 3/8"		2500.7		
3/8" - 1/4"		-		
1/4" - N°4		-		
N°4 - N°8		-		
<b>Peso Muestra</b>		<b>5001.1</b>		
Peso Retenido Tamiz N° 12		4049.5		
Peso Pasante Tamiz N° 12		951.6		
<b>% DESGASTE</b>		<b>19.03</b>		
<b>PROMEDIO</b>		<b>19.03%</b>		

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-637-03

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 MTC E 202

<b>Obra</b>	: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm <sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"
<b>Solicita</b>	: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge
<b>Cantera</b>	: "Nelita ortecho" - Cascajal
<b>Muestra</b>	: Agregado Grueso
	<b>Hecho Por:</b> Tec. E.R.
	<b>Ing. Responsable:</b> JMT
	<b>Fecha:</b> 5/05/2022

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>A</b>	Peso de la Muestra Seca	2540.9	Gr.
<b>B</b>	Peso de la Muestra Seca Despues del Lavado	2501.1	Gr.
<b>C</b>	% MATERIAL QUE PASA LA N° 200	1.57	%



GEOMG S.A.C.  
  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-637-04

**PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO**  
**MTC E 210**

Obra: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm2 y F'c 210 kg/cm2 Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

Solicita: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

Cantera: "Nelita ortecho" - Cascajal

Material: Agregado Grueso

Hecho Por: Tec. E.R.  
Ing. Responsable: JMT  
Fecha: 4/05/2022

A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1228.7	1228.7	100.0	26.1	2,610.0
1/2"	3/8"	317.2	314.9	99.3	35.3	3,504.4
TOTAL		1545.9	1543.6			

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{6114}{61.40} = 99.6 \%$$

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1228.7	1218.1	99.1	26.10	2,587.5
1/2"	3/8"	317.2	311.6	98.2	35.30	3,467.7
TOTAL		1545.9	1529.7			

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{6055}{61.40} = 98.6 \%$$

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-637-05

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

NTP 400.042

**Obra:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm2 y F'c 210 kg/cm2 Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Cantera:** "Nelita ortecho" - Cascajal

**Muestra:** Agregado Grueso

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 4/05/2022

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700	1303.4	26.67	503.0	51.1	10.16	2.71
3/8"	9.500	1767.9	36.17	240.4	18.0	7.49	2.71
N° 4	4.750	1816.1	37.16	124.7	21.8	17.48	6.50
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA:</b>		<b>4887.4</b>					

<b>PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)</b>	<b>11.91</b>
--	--------------



GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-637-06

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM - D2216)

**Obra** : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm2 y F'c 210 kg/cm2 Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita** : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Hecho Por** : Tec. E.R.

**Cantera** : "Nelita Ortecho" - Cascajal

**Ing. Responsable** : JMT

**Material** : Agregado grueso

**Fecha** : 05/05/2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

Procedimiento	Fórmula	Tara No
		A-08
1. Peso Tara, [gr]		594.00
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		4011.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		3999.10
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	12.30
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	3405.10
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)X100	0.36



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: Tec. E.R.

Revisado por: JMT

## INFORME N° GM-LB22-637-07

<b>PROYECTO</b>	: "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm <sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"	<b>Hecho Por:</b> Tec. E.R.
<b>SOLICITA</b>	: Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge	<b>Ing. Responsable:</b> JMT
<b>CANTERA</b>	: "Nelita Ortecho" - Cascajal	<b>Fecha:</b> 5/05/2022
<b>MUESTRA</b>	: Agregado Grueso	

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (MTC E 206)

	BULK	SSS	APARENTE
PESO DE CESTA SUMERGIDA	771.74	771.74	771.74
PIEDRA (SUMERGIDA) + CESTA (SUMERGIDA)	3258.82	3258.82	3258.82
TARA DE PIEDRA SSS	224.92	224.92	224.92
PIEDRA SSS + TARA DE LA PIEDRA SSS	4084.23	4084.23	4084.23
PIEDRA SSS SECA AL HORNO + TARA DE PIEDRA SSS	4050.44	4050.44	4050.44
PESO ESPECÍFICO DE LA PIEDRA	<b>2.788</b>	<b>2.812</b>	<b>2.858</b>

PIEDRA SSS SECA AL HORNO	3825.52
PIEDRA SSS	3859.31
ABSORCIÓN (%)	<b>0.88</b>

Nota: Muestra proporcionado por el solicitante



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIF N° 68738

INFORME N° GM-LB22-637-08

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
MTC E 203**

**Obra:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm2 y F'c 210 kg/cm2 Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**Solicita:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**Hecho Por:** Tec. E.R.

**Ing. Responsable:** JMT

**Fecha:** 3/05/2022

**Cantera:** "Nelita Ortecho" - Cascajal

**Muestra:** Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO						Tamaño Max. 3/4"	
DESCRIPCION	UND.	SUELTO			COMPACTADO		
		1	2	3	4	5	6
Peso del Agregado Seco	Kg	20.877	21.081	20.873	22.469	22.507	22.406
Volúmen del Molde	m <sup>3</sup>		0.01418			0.01418	
Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>	1,472	1,487	1,472	1,585	1,587	1,580
Peso Unitario Promedio	Kg/m <sup>3</sup>		1,477			1,584	



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo

CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-637-09

### ANALISIS QUIMICO DE AGUA

**PROYECTO:** "EFECTO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 175 KG/CM2 Y F'C 210 KG/CM2 ELABORADO CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS, CHIMBOTE - 2021"

**SOLICITADO:** BARDALES PASTOR EVELYN Y JARA ORBEGOSO JORGE

**FECHA:** 05/05/2022

**MUESTRA:** Agua residuales

**FUENTE:** Planta de tratamiento de aguas residuales de San Bartolo

DESCRIPCION DE ENSAYOS	RESULTADO		NORMA
Materia orgánica	220 mg/l O <sub>2</sub>		MTC E 716
Contenido de ion cloruros Cl-	0.073%	730 ppm	NTP339.076
Contenido de ion sulfatos SO <sub>4</sub>	0.012%	115 ppm	NTP339.074
Sales solubles totales	0.068%	680 ppm	NTP339.152



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

V°B°:.....

INFORME N° GM-LB22-676-01

**DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**   
Comité de Diseño 211 ACI

**OBRA:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c$  175  $\text{kg/cm}^2$  y  $F'c$  210  $\text{kg/cm}^2$   
Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"

**SOLICITA:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge

**FECHA:** 11/05/2022

**CEMENTO:**

- Cemento Pacasmayo Tipo MS

- Peso específico

2.94  $\text{gr/cm}^3$

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS  
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples, cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica, con un asentamiento de 3" a 4"

**SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO**

Los concretos con mayor tamaño de agregados, requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura; en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada, la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO      C

Ingresar opción desde A - H



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-676-02

Resistencia Promedio		tabla 7 valores de v			
$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1-tv}$		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v		
<b>ingresar datos:</b>  <b>ingresar (Resistencia especificada en plano)</b> f'c= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="210"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm2,		- Ensayos de laboratorio	5%		
v= <input style="width: 50px;" type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.		- Excelente en obra	10% a 12%		
t= <input style="width: 50px;" type="text"/>		- Bueno	15%		
<b>Cuando no hay datos disponibles</b> Menos de 210 Kg/cm2      f'c + 70 210 Kg/cm2 a 345Kg/cm2      f'c + 84 Mas de 345Kg/cm2      f'c + 98		- Regular	18%		
<b>resultado</b> f'cp= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="294"/> kg/cm2 Resistencia promedio necesaria en obra		- Inferior	20%		
		- Malo	25%		
		tabla 8 valores de "t"			
		N° de muestras menos 1	Posibilidades de caer debajo del límite inferior		
			1 en 5	1 en 10	1 en 20
		1	1.376	3.078	6.314
		2	1.061	1.886	2.920
		3	0.978	1.638	2.353
		4	0.941	1.533	2.132
		5	0.920	1.476	2.015
		6	0.906	1.440	1.943
		7	0.896	1.415	1.895
		8	0.889	1.397	1.86
		9	0.883	1.383	1.838
		10	0.879	1.372	1.812
		15	0.866	1.341	1.753
		20	0.860	1.325	1.725
		25	0.856	1.316	1.708
		30	0.854	1.310	1.697
		>30	0.842	1.282	1.645

**TABLA N°3**  
**CONCRETOS NORMALES**  
**RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA**  
**COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cp) kg/cm2	RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450      KG/CM2	0.38	----
400      KG/CM2	0.43	----
350      KG/CM2	0.48	0.40
300      KG/CM2	0.55	0.46
250      KG/CM2	0.62	0.53
200      KG/CM2	0.70	0.61
150      KG/CM2	0.80	0.71



**GEOMG S.A.C.**  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-676-03

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cp}$  de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizara la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp}$ =  Resistencia promedio requerida

#### Interpolación valores de tabla N°3

$f'_{cp}$ (kg/cm2)
300
294
250

a/c relación
0.55
0.56
0.62

Resultado Relación agua - cemento

#### INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento

### CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3)=  Agua de mezclado (kg/m3) relación agua - cemento

Cont. Cemento=  kg/m3  
0.55

Resultado  
Cont. Cemento=  Kg/m3 =  Bls/m3

### DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

**Agregado fino:** Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera" - Chero

**Agregado Grueso:** Piedra zarandeada procedente de la Cantera "Nelita Ortecho" - Cascajal

Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción	Ingresar datos	
	Ag. fino	Ag. grueso
Peso específico	<input type="text" value="2.69"/> gr/cm3	<input type="text" value="2.79"/> gr/cm3
Peso Unitario suelto	<input type="text" value="1553"/> kg/m3	<input type="text" value="1477"/> kg/m3
Peso Unitario compactado	<input type="text" value="1794"/> kg/m3	<input type="text" value="1584"/> kg/m3
Contenido de humedad	<input type="text" value="0.29"/> %	<input type="text" value="0.36"/> %
Porcentaje de absorción	<input type="text" value="1.28"/> %	<input type="text" value="0.88"/> %
Módulo de fineza	<input type="text" value="2.60"/>	<input type="text" value="----"/>



GEOMG S.A.C.  
*Jorge E. Morillo Trujillo*  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-676-04

### AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.36 %	0.29 %
% de absorción	A%	0.88 %	1.28 %

### AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	363.6 kgs	363.6 kgs
A. Fino	846.1 kgs	848.5 kgs
A. Grueso	953.568 kgs	957.0 kgs
Agua	200 kgs o lts	213.3 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO

Por cada kg de cemento se usara:

Cemento	363.6	=	1	A. grueso	957.0	=	2.63
	363.6				363.6		
A. Fino	848.5	=	2.33	Agua	213.3	=	0.59
	363.6				363.6		

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	2.33	:	2.63	/	0.59
---	---	------	---	------	---	------

### CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO

Bolsas de cemento:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kgs.
Agregado fino	2.33	x	42.5	=	99.17	Kgs.
Agregado grueso	2.63	x	42.5	=	111.85	Kgs.
Agua efectiva	0.59	x	42.5	=	24.93	lts.

### EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	1	pie <sup>3</sup>
Agregado fino	2.25	pie <sup>3</sup>
Agregado grueso	2.67	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	25.65	Lts/Blts

1	:	2.25	:	2.67	/	25.65
---	---	------	---	------	---	-------



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIF N° 68738

INFORME N° GM-LB22-681-01

**DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$**   
Comité de Diseño 211 ACI

**OBRA:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c$  175  $\text{kg/cm}^2$  y  $F'c$  210  $\text{kg/cm}^2$   
Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
**SOLICITA:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
**FECHA:** 11/05/2022

**CEMENTO:**

- Cemento Pacasmayo Tipo MS
- Peso específico 2.94  $\text{gr/cm}^3$

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS  
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples , cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica , con un asentamiento de 3" a 4"

**SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO**

Los concretos con mayor tamaño de agregados , requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura ;en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejas, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada , la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO      C

ingresar opción desde A - H



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-681-02

Resistencia Promedio		tabla 7 valores de v			
$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1-tv}$		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v		
<b>ingresar datos:</b>  ingresar (Resistencia especificada en plano) f'c= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="210"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm2,		- Ensayos de laboratorio	5%		
ingresar (ver tabla N° 7) v= <input style="width: 50px;" type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.		- Excelente en obra	10% a 12%		
ingresar (ver tabla N° 8) t= <input style="width: 50px;" type="text"/>		- Bueno	15%		
<b>Cuando no hay datos disponibles</b> Menos de 210 Kg/cm2      f'c + 70 210 Kg/cm2 a 345Kg/cm2      f'c + 84 Mas de 345Kg/cm2      f'c + 98		- Regular	18%		
<b>resultado</b> f'cp= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="294"/> kg/cm2 Resistencia promedio necesaria en obra		- Inferior	20%		
		- Malo	25%		
		tabla 8 valores de "t"			
		N° de muestras	Posibilidades de caer debajo del límite inferior		
		menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20
		1	1.376	3.078	6.314
		2	1.061	1.886	2.920
		3	0.978	1.638	2.353
		4	0.941	1.533	2.132
		5	0.920	1.476	2.015
		6	0.906	1.440	1.943
		7	0.896	1.415	1.895
		8	0.889	1.397	1.86
		9	0.883	1.383	1.838
		10	0.879	1.372	1.812
		15	0.866	1.341	1.753
		20	0.860	1.325	1.725
		25	0.856	1.316	1.708
		30	0.854	1.310	1.697
		>30	0.842	1.282	1.645

TABLA N°3  
CONCRETOS NORMALES  
RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cp) kg/cm2		RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
		CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450	KG/CM2	0.38	----
400	KG/CM2	0.43	----
350	KG/CM2	0.48	0.40
300	KG/CM2	0.55	0.46
250	KG/CM2	0.62	0.53
200	KG/CM2	0.70	0.61
150	KG/CM2	0.80	0.71



**GEOMG S.A.C.**  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-681-03

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cp}$  de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp}$ =  Resistencia promedio requerida

#### Interpolación valores de tabla N°3

$f'_{cp}$ (kg/cm2)
300
294
250

a/c relación
0.55
0.56
0.62

Resultado Relación agua - cemento

#### INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento  (Mediana resistencia a los sulfatos)

### CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3)=  Agua de mezclado (kg/m3)  
relación agua - cemento

Cont. Cemento=  kg/m3  
0.50

Resultado  
Cont. Cemento=  Kg/m3 =  Bls/m3

### DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

**Agregado fino:** Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera" - Chero

**Agregado Grueso:** Piedra zarandeada procedente de la Cantera "Nelita Ortecho" - Cascajal

Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción	Ingresar datos	
	Ag. fino	Ag. grueso
Peso específico	<input type="text" value="2.69"/> gr/cm3	<input type="text" value="2.79"/> gr/cm3
Peso Unitario suelto	<input type="text" value="1553"/> kg/m3	<input type="text" value="1477"/> kg/m3
Peso Unitario compactado	<input type="text" value="1794"/> kg/m3	<input type="text" value="1584"/> kg/m3
Contenido de humedad	<input type="text" value="0.29"/> %	<input type="text" value="0.36"/> %
Porcentaje de absorción	<input type="text" value="1.28"/> %	<input type="text" value="0.88"/> %
Módulo de fineza	<input type="text" value="2.60"/>	<input type="text" value="----"/>



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB22-681-04**

**AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:**

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.36 %	0.29 %
% de absorción	A%	0.88 %	1.28 %

**AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD**

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	400.0 kgs	400.0 kgs
A. Fino	822.0 kgs	824.4 kgs
A. Grueso	944.064 kgs	947.5 kgs
Agua	200 kgs o lts	213.0 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO**

Por cada kg de cemento se usara:

Cemento	400.0	=	1	A. grueso	947.5	=	2.37
	400.0				400.0		
A. Fino	824.4	=	2.06	Agua	213.0	=	0.53
	400.0				400.0		

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	2.06	:	2.37	/	0.53
---	---	------	---	------	---	------

**CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO**

Bolsas de cemento:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kgs.
Agregado fino	2.06	x	42.5	=	87.59	Kgs.
Agregado grueso	2.37	x	42.5	=	100.67	Kgs.
Agua efectiva	0.53	x	42.5	=	22.64	lts.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN**

Cemento	1	pie3
Agregado fino	1.99	pie3
Agregado grueso	2.41	pie3
Agua efectiva	23.36	Lts/Bls

1	:	1.99	:	2.41	/	23.36
---	---	------	---	------	---	-------



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-682-01

**DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**   
Comité de Diseño 211 ACI

**OBRA:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>  
Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
**SOLICITA:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
**FECHA:** 11/05/2022

**CEMENTO:**

- Cemento Pacasmayo Tipo MS
- Peso específico 2.94 gr/cm<sup>3</sup>

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS  
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples , cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica , con un asentamiento de 3" a 4"

**SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO**

Los concretos con mayor tamaño de agregados , requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura , en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada , la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO C

ingresar opción desde A - H



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

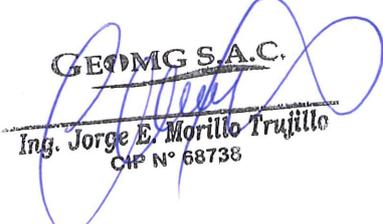
INFORME N° GM-LB22-682-02

Resistencia Promedio		tabla 7 valores de v			
$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1-tv}$		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v		
<b>ingresar datos:</b>  <b>ingresar (Resistencia especificada en plano)</b> f'c= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="175"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm2,		- Ensayos de laboratorio	5%		
v= <input style="width: 50px;" type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.		- Excelente en obra	10% a 12%		
t= <input style="width: 50px;" type="text"/>		- Bueno	15%		
<b>Cuando no hay datos disponibles</b> Menos de 210 Kg/cm2      f'c + 70 210 Kg/cm2 a 345Kg/cm2      f'c + 84 Mas de 345Kg/cm2      f'c + 98		- Regular	18%		
<b>resultado</b> f'cp= <input style="width: 50px; text-align: center;" type="text" value="245"/> kg/cm2 Resistencia promedio necesaria en obra		- Inferior	20%		
		- Malo	25%		
		tabla 8 valores de "t"			
		Posibilidades de caer debajo del límite inferior			
		N° de muestras menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20
		1	1.376	3.078	6.314
		2	1.061	1.886	2.920
		3	0.978	1.638	2.353
		4	0.941	1.533	2.132
		5	0.920	1.476	2.015
		6	0.906	1.440	1.943
		7	0.896	1.415	1.895
		8	0.889	1.397	1.86
		9	0.883	1.383	1.838
		10	0.879	1.372	1.812
		15	0.866	1.341	1.753
		20	0.860	1.325	1.725
		25	0.856	1.316	1.708
		30	0.854	1.310	1.697
		>30	0.842	1.282	1.645

**TABLA N°3**  
**CONCRETOS NORMALES**  
**RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA**  
**COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cp) kg/cm2		RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
		CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450	KG/CM2	0.38	----
400	KG/CM2	0.43	----
350	KG/CM2	0.48	0.40
300	KG/CM2	0.55	0.46
250	KG/CM2	0.62	0.53
200	KG/CM2	0.70	0.61
150	KG/CM2	0.80	0.71



  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-682-03

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cp}$  de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto está sometido a condiciones severas se utilizará la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp}$ =  Resistencia promedio requerida

#### Interpolación valores de tabla N°3

$f'_{cp}$ (kg/cm2)	a/c relación
250	0.62
245	0.63
200	0.70

Resultado Relación agua - cemento

#### INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento

### CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3) =  $\frac{\text{Agua de mezclado (kg/m3)}}{\text{relación agua - cemento}}$

Cont. Cemento =  $\frac{200}{0.60}$  kg/m3

Resultado  
Cont. Cemento =  Kg/m3 =  Bls/m3

### DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

**Agregado fino:** Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera" - Chero

**Agregado Grueso:** Piedra zarandeada procedente de la Cantera "Nelita Ortecho" - Cascajal

Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción	Ingresar datos	
	Ag. fino	Ag. grueso
Peso específico	<input type="text" value="2.69"/> gr/cm3	<input type="text" value="2.79"/> gr/cm3
Peso Unitario suelto	<input type="text" value="1553"/> kg/m3	<input type="text" value="1477"/> kg/m3
Peso Unitario compactado	<input type="text" value="1794"/> kg/m3	<input type="text" value="1584"/> kg/m3
Contenido de humedad	<input type="text" value="0.29"/> %	<input type="text" value="0.36"/> %
Porcentaje de absorción	<input type="text" value="1.28"/> %	<input type="text" value="0.88"/> %
Módulo de fineza	<input type="text" value="2.60"/>	<input type="text" value="----"/>



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB22-682-04**

**AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:**

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.36 %	0.29 %
% de absorción	A%	0.88 %	1.28 %

**AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD**

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	333.3 kgs	333.3 kgs
A. Fino	867.7 kgs	870.2 kgs
A. Grueso	959.904 kgs	963.4 kgs
Agua	200 kgs o lts	213.6 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO**

Por cada kg de cemento se usara:

Cemento	333.3	=	1	A. grueso	963.4	=	2.89
	333.3				333.3		
A. Fino	870.2	=	2.61	Agua	213.6	=	0.64
	333.3				333.3		

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	2.61	:	2.89	/	0.64
---	---	------	---	------	---	------

**CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO**

Bolsas de cemento:

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kgs.
Agregado fino	2.61	x	42.5	=	110.95	Kgs.
Agregado grueso	2.89	x	42.5	=	122.83	Kgs.
Agua efectiva	0.64	x	42.5	=	27.23	lts.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN**

Cemento	1	pie <sup>3</sup>
Agregado fino	2.52	pie <sup>3</sup>
Agregado grueso	2.94	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	27.95	Lts/Blts

1	:	2.52	:	2.94	/	27.95
---	---	------	---	------	---	-------



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

INFORME N° GM-LB22-683-01

**DISEÑO DE MEZCLA  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$**

Comité de Diseño 211 ACI

**OBRA:** "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $F'c 210 \text{ kg/cm}^2$   
Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
**SOLICITA:** Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
**FECHA:** 11/05/2022

**CEMENTO:**

- Cemento Pacasmayo Tipo MS
- Peso específico 2.94 gr/cm<sup>3</sup>

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS  
TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples , cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica , con un asentamiento de 3" a 4"

**SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO**

Los concretos con mayor tamaño de agregados , requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura ;en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada , la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO C

ingresar opción desde A - H



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIF N° 68738

INFORME N° GM-LB22-683-02

Resistencia Promedio		tabla 7 valores de v			
$f'_{cp} = \frac{f'_c}{1-tv}$		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN v		
<b>ingresar datos:</b>  <b>ingresar (Resistencia especificada en plano)</b> f'c= <input style="width: 50px;" type="text" value="175"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm <sup>2</sup> ,		- Ensayos de laboratorio	5%		
		- Excelente en obra	10% a 12%		
		- Bueno	15%		
		- Regular	18%		
		- Inferior	20%		
		- Malo	25%		
<b>ingresar (ver tabla N° 7)</b> v= <input style="width: 50px;" type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.		tabla 8 valores de "t"			
<b>ingresar (ver tabla N° 8)</b> t= <input style="width: 50px;" type="text"/>		N° de muestras menos 1	Posibilidades de caer debajo del limite inferior		
			1 en 5	1 en 10	1 en 20
		1	1.376	3.078	6.314
		2	1.061	1.886	2.920
		3	0.978	1.638	2.353
		4	0.941	1.533	2.132
		5	0.920	1.476	2.015
		6	0.906	1.440	1.943
		7	0.896	1.415	1.895
		8	0.889	1.397	1.86
		9	0.883	1.383	1.838
		10	0.879	1.372	1.812
		15	0.866	1.341	1.753
		20	0.860	1.325	1.725
		25	0.856	1.316	1.708
		30	0.854	1.310	1.697
		>30	0.842	1.282	1.645
<b>Cuando no hay datos disponibles</b> Menos de 210 Kg/cm <sup>2</sup> f'c + 70 210 Kg/cm <sup>2</sup> a 345Kg/cm <sup>2</sup> f'c + 84 Mas de 345Kg/cm <sup>2</sup> f'c + 98					
<b>resultado</b> f'cp= <input style="width: 50px;" type="text" value="245"/> kg/cm <sup>2</sup> Resistencia promedio necesaria en obra					

**TABLA N°3  
CONCRETOS NORMALES  
RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f'cp) kg/cm <sup>2</sup>		RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
		CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450	KG/CM <sup>2</sup>	0.38	----
400	KG/CM <sup>2</sup>	0.43	----
350	KG/CM <sup>2</sup>	0.48	0.40
300	KG/CM <sup>2</sup>	0.55	0.46
250	KG/CM <sup>2</sup>	0.62	0.53
200	KG/CM <sup>2</sup>	0.70	0.61
150	KG/CM <sup>2</sup>	0.80	0.71



**GEOMG S.A.C.**  
  
**Ing. Jorge E. Morillo Trujillo**  
 CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-683-03

### CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f'_{cp}$  de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizará la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

$f'_{cp}$ =  Resistencia promedio requerida

#### Interpolación valores de tabla N°3

$f'_{cp}$ (kg/cm2)
250
<b>245</b>
200

a/c relación
0.62
<b>0.63</b>
0.70

Resultado Relación agua - cemento

#### INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento  (Mediana resistencia a los sulfatos)

### CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3)=  $\frac{\text{Agua de mezclado (kg/m3)}}{\text{relación agua - cemento}}$

Cont. Cemento=  $\frac{200}{0.50}$  kg/m3

#### Resultado

Cont. Cemento=  Kg/m3 =  Bls/m3

### DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

**Agregado fino:** Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera" - Chero

**Agregado Grueso:** Piedra zarandeada procedente de la Cantera "Nelita Ortecho" - Cascajal

Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción	Ingresar datos		Ingresar datos	
	Ag. fino		Ag. grueso	
Peso específico	<input type="text" value="2.69"/>	gr/cm3	<input type="text" value="2.79"/>	gr/cm3
Peso Unitario suelto	<input type="text" value="1553"/>	kg/m3	<input type="text" value="1477"/>	kg/m3
Peso Unitario compactado	<input type="text" value="1794"/>	kg/m3	<input type="text" value="1584"/>	kg/m3
Contenido de humedad	<input type="text" value="0.29"/>	%	<input type="text" value="0.36"/>	%
Porcentaje de absorción	<input type="text" value="1.28"/>	%	<input type="text" value="0.88"/>	%
Módulo de fineza	<input type="text" value="2.60"/>		<input type="text" value="----"/>	



GEOMG S.A.C.  
  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

**INFORME N° GM-LB22-683-04**

**AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:**

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.36 %	0.29 %
% de absorción	A%	0.88 %	1.28 %

**AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD**

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	400.0 kgs	400.0 kgs
A. Fino	822.0 kgs	824.4 kgs
A. Grueso	944.064 kgs	947.5 kgs
Agua	200 kgs o lts	213.0 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN PESO**

Por cada kg de cemento se usara:

Cemento	$\frac{400.0}{400.0}$	=	1	A. grueso	$\frac{947.5}{400.0}$	=	2.37
A. Fino	$\frac{824.4}{400.0}$	=	2.06	Agua	$\frac{213.0}{400.0}$	=	0.53

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

1	:	2.06	:	2.37	/	0.53
---	---	------	---	------	---	------

**CANTIDAD DE MATERIALES POR SACO DE CEMENTO**

Bolsas de cemento:

1

Cemento	1	x	42.5	=	42.50	Kgs.
Agregado fino	2.06	x	42.5	=	87.59	Kgs.
Agregado grueso	2.37	x	42.5	=	100.67	Kgs.
Agua efectiva	0.53	x	42.5	=	22.64	lts.

**EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN**

Cemento	1	pie <sup>3</sup>
Agregado fino	1.99	pie <sup>3</sup>
Agregado grueso	2.41	pie <sup>3</sup>
Agua efectiva	23.36	Lts/Blts

1	:	1.99	:	2.41	/	23.36
---	---	------	---	------	---	-------



GEOMG S.A.C.  
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

## INFORME N° GM-LB22-675-01

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.3	203.0	8059.5	18779	184	22.8	233	2	No
02	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.4	205.5	8075.4	18226	179	22.1	226	2	No
03	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.3	205.0	8059.5	19184	188	23.3	238	2	No
04	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.5	204.5	8091.4	18317	180	22.2	226	3	No
05	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.1	207.0	8027.7	18617	183	22.7	232	3	No
06	210 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.2	204.0	8043.6	19590	192	23.9	244	2	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



# S.A.C.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-675-02

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniaxial: DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.7	206.0	8123.3	15709	154	19.0	193	3	No
02	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.5	205.5	8091.4	16069	158	19.5	199	3	No
03	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.4	206.0	8075.4	15628	153	19.0	194	2	No
04	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.7	204.5	8123.3	16654	163	20.1	205	2	No
05	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.3	205.0	8059.5	16104	158	19.6	200	3	No
06	175 PTAR	13/05/2022	20/05/2022	7	101.4	204.5	8075.4	16912	166	20.5	209	2	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



# GEOMG S.A.C.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIF N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-685-01

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniaxial: DGS/ CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.4	206.0	8075.4	15967	157	19.4	198	2	No
02	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.5	205.5	8091.4	14502	142	17.6	179	3	No
03	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.5	207.5	8091.4	14998	147	18.2	185	3	No
04	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.7	205.5	8123.3	15579	153	18.8	192	2	No
05	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.2	206.0	8043.6	16381	161	20.0	204	2	No
06	210 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.3	203.5	8059.5	13087	128	15.9	162	2	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-685-02

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGS/ CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

Testigo		Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
N°	Identificación	Moldeo	Ensayo										
01	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.6	204.5	8107.3	12934	127	15.6	160	3	No
02	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.7	204.5	8123.3	14158	139	17.1	174	3	No
03	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.7	206.5	8123.3	15028	147	18.1	185	3	No
04	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.6	205.5	8107.3	14180	139	17.2	175	3	No
05	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.8	205.0	8139.3	12563	123	15.1	154	2	No
06	175 POTABLE	16/05/2022	23/05/2022	7	101.5	205.0	8091.4	14434	142	17.5	178	2	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIF N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-718-01

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGSi CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.1	208.2	8027.7	23080	226	28.2	288	2	No
02	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	100.8	204.4	7980.1	25998	255	31.9	326	2	No
03	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.3	205.0	8059.5	25295	248	30.8	314	2	No
04	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.2	206.2	8043.6	24662	242	30.1	307	5	No
05	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.2	204.5	8043.6	24154	237	29.4	300	2	No
06	175 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	100.8	208.4	7980.1	24626	241	30.3	309	2	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB21-718-02

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

Testigo		Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
N°	Identificación	Moldeo	Ensayo										
01	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.2	206.0	8043.6	25906	254	31.6	322	3	No
02	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.4	207.3	8075.4	26354	258	32.0	326	5	No
03	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.3	204.9	8059.5	26671	262	32.5	331	5	No
04	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.9	207.8	8155.3	25450	250	30.6	312	3	No
05	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.3	204.9	8059.5	25221	247	30.7	313	2	No
06	210 PTAR	13/05/2022	27/05/2022	14	101.0	203.7	8011.8	24193	237	29.6	302	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG/SAC

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

**INFORME N° GM-LB22-728-01**

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGSi CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.6	205.2	7948.5	17823	175	22.0	224	3	No
02	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.6	205.6	7948.5	17420	171	21.5	219	3	No
03	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.5	206.7	7932.7	17851	175	22.1	225	3	No
04	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.8	204.2	7980.1	16758	164	20.6	210	3	No
05	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.4	205.6	7916.9	17314	170	21.4	219	2	No
06	175 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.4	205.2	7916.9	16642	163	20.6	210	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

**INFORME N° GM-LB22-728-02**

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DGS1 CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

**RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO**

(ASTM C39/C39M - 18)

Testigo		Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversal (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
N°	Identificación	Moldeo	Ensayo										
01	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.4	205.4	7916.9	20241	198	25.1	256	3	No
02	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.3	206.1	7901.2	18829	185	23.4	238	2	No
03	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.5	208.9	7932.7	19239	189	23.8	243	3	No
04	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.1	207.9	7869.7	19835	195	24.7	252	2	No
05	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.5	208.0	7932.7	18782	184	23.2	237	3	No
06	210 POTABLE	16/05/2022	30/05/2022	14	100.7	205.7	7964.3	17461	171	21.5	219	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.  
 Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-819-01

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniaxial: DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.1	206.8	7869.7	25797	253	32.1	328	3	No
02	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.4	204.1	7916.9	26324	258	32.6	333	5	No
03	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.3	205.4	7901.2	29918	293	37.1	379	5	No
04	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.5	204.8	7932.7	26507	260	32.8	334	2	No
05	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.6	205.2	7948.5	25886	254	31.9	326	2	No
06	175 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.5	205.1	7932.7	28727	282	35.5	362	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-819-02

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniáxial: DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.5	205.0	7932.7	29628	291	36.6	373	4	No
02	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.6	204.7	7948.5	25727	252	31.7	324	2	No
03	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.7	204.9	7964.3	26141	256	32.2	328	2	No
04	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.3	205.0	7901.2	30222	296	37.5	383	5	No
05	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.1	204.3	7869.7	27943	274	34.8	355	2	No
06	210 PTAR	13/05/2022	10/06/2022	28	100.3	204.5	7901.2	29070	285	36.1	368	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-827-01

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniaxial: DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.5	199.8	8091.4	20575	202	24.9	254	5	No
02	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.5	198.9	8091.4	20350	200	24.7	252	4	No
03	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	102.3	204.6	8219.4	21985	216	26.2	267	3	No
04	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.4	199.5	8075.4	21161	208	25.7	262	2	No
05	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.2	204.6	8043.6	21087	207	25.7	262	2	No
06	175 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.8	199.9	8139.3	17922	176	21.6	220	5	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.



GEOMG S.A.C.

Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIF N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## INFORME N° GM-LB22-827-02

TESIS : "Efecto en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto F'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> Elaborado con Aguas Residuales Tratadas, Chimbote - 2021"  
 SOLICITA : Bardales Pastor Evelyn y Jara Orbegoso Jorge  
 FECHA : Indicada

Maquina de ensayo uniaxial: DSGI CC - 30010

Certificado de calibración: LFP - 222 - 2022

### RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

(ASTM C39/C39M - 18)

N°	Testigo Identificación	Fecha		Edad (días)	Diámetro Promedio (mm)	Altura (mm)	Área de Sección Transversa (mm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Defectos
		Moldeo	Ensayo										
01	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.2	205.9	8043.6	22034	216	26.9	274	3	No
02	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.9	200.1	8155.3	22158	217	26.6	272	3	No
03	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.7	204.2	8123.3	23349	229	28.2	287	3	No
04	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.4	203.9	8075.4	24824	243	30.1	307	3	No
05	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.4	203.1	8075.4	24876	244	30.2	308	5	No
06	210 POTABLE	16/05/2022	13/06/2022	28	101.6	200.6	8107.3	24224	238	29.3	299	3	No

Observaciones: La información sobre el muestreo, moldeo, fecha y procedencia de los testigos, fueron proporcionados por el solicitante.

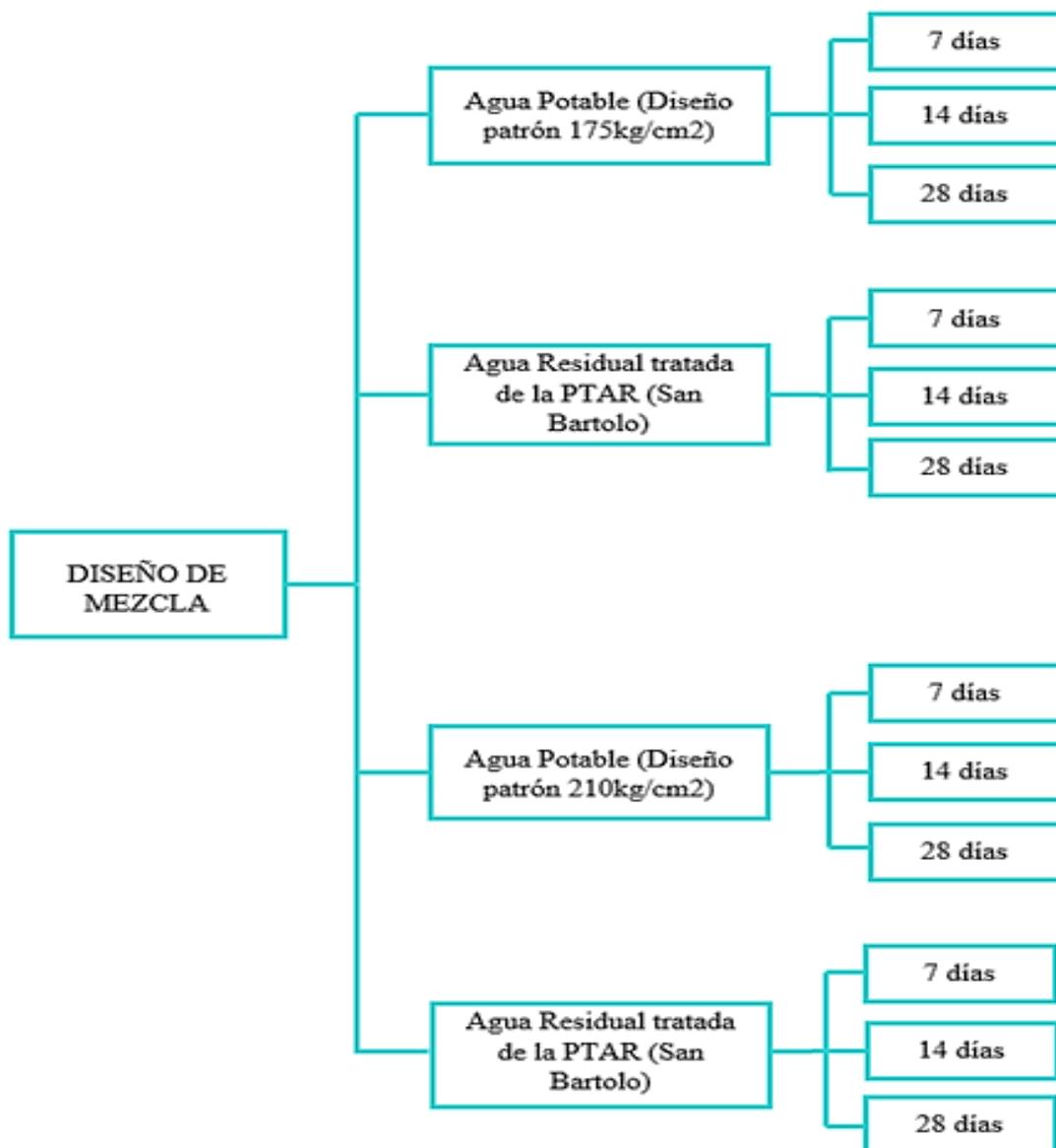


GEOMG S.A.C.

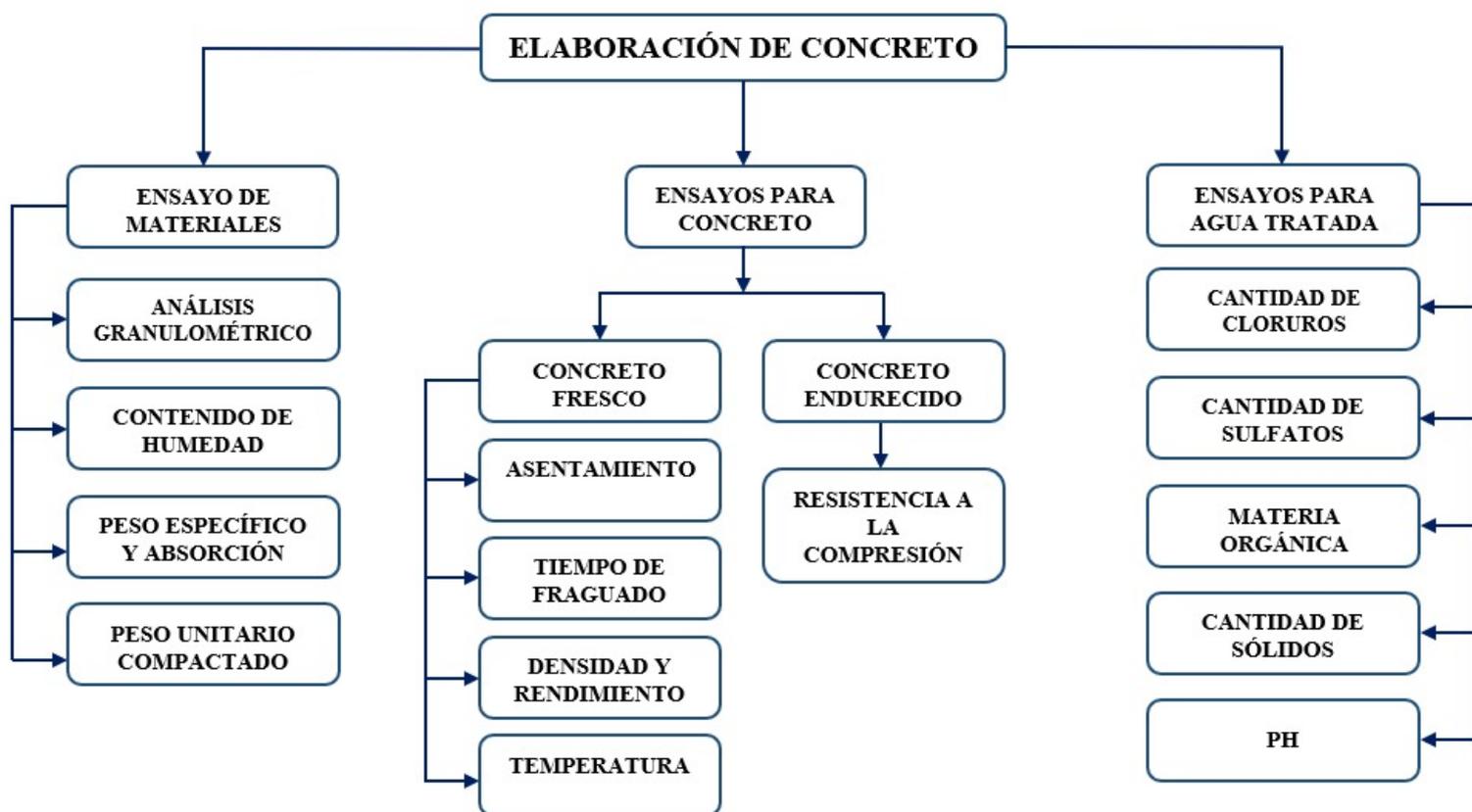
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo  
 CIP N° 68738

Realizado por: K.A.J.  
 Revisado por: M.T.J.

## **ANEXO 5. Diagrama de diseño de mezcla**



## **ANEXO 6. Procedimiento para la elaboración del concreto**



## **ANEXO 7. Panel Fotográfico**

**FOTO N°1:** Visita a la Cantera “Nelita Ortecho” Cascajal.



**FOTO N°2:** Visita a SEDAPAL.



**FOTO N°3:** Recorrido a la PTAR San Bartolo.



**FOTO N° 4:** Recorrido a la PTAR San Bartolo.



**FOTO N°5:** Extracción del agua residual tratada.



**FOTO N°6:** Ensayo granulométrico del agregado fino.



**FOTO N°7:** Ensayo granulométrico del agregado grueso.



**FOTO N°8:** Ensayo de peso específico del agregado grueso



**FOTO N°9:** Ensayo de peso específico del agregado fino



**FOTO N° 10:** Preparación de la mezcla f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada.



**FOTO N° 11:** Ensayo del Slump del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada.



**FOTO N° 12:** Medida del asentamiento del concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada.



**FOTO N° 13:** Vaciado de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada en moldes de probetas.



**FOTO N° 14:** Desmoldado de probetas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua residual tratada



**FOTO N°15:** Curado de probetas



**FOTO N° 16:** Preparación de la mezcla f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable.



**FOTO N° 17:** Ensayo del Slump del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable.



**FOTO N° 18:** Ensayo del Slump del concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable.



**FOTO N°19:** Vaciado de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable en moldes de probetas.



**FOTO N° 20:** Desmoldado de probetas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable.



**FOTO N° 21:** Curado de probetas de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con agua potable.



**FOTO N° 22:** Rotura de probetas  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con 7 días de curado.



**FOTO N° 23:** Rotura de probetas f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 14 días de curado con agua residual tratada y agua potable.



**FOTO N°24:** Rotura de probetas f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> y f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con 28 días de curado con agua residual trata y agua potable.

