



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Walter Candelario Carmona Huaripata

Edinson Arrohel Ayay Julca

Asesor:

Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

*Este presente trabajo dedico a mis padres, quienes fueron los que siempre estuvieron brindando ese apoyo incondicional hasta lograr mi objetivo; también lo dedico a mi esposa e hijas quienes estuvieron dando esa vos de aliento durante toda esta etapa de formación.*

*Edinson Arrohel.*

*El presente trabajo dedico A Dios quien nos cede la sabiduría, a mis padres, esposa e hijos quienes nos llenan de energía para conseguir nuestras metas.*

*Walter Candelario.*

## AGRADECIMIENTO

*Queremos empezar dando gracias a Dios por regalarnos la vida, ya que sin ello ningún objetivo sería posible.*

*A nuestros padres por guiarnos durante todas las etapas de nuestras vidas.*

*A los docentes, quienes fueron los encargados de transmitir sus conocimientos en cada uno de nosotros.*

*A nuestros amigos y familiares, quienes siempre estuvieron a nuestro lado en los buenos y malos momentos.*

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática.....	9
1.2. Formulación del problema .....	28
1.3. Objetivos .....	28
1.3.1. Objetivo general.....	28
1.3.2. Objetivos específicos .....	28
1.4. Hipótesis.....	29
1.4.1. Hipótesis general.....	29
1.4.2. Hipótesis específicas.....	29
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
2.1. Tipo de investigación .....	30
2.2. Diseño de investigación .....	31
2.3. Materiales, instrumentos y métodos.....	31
2.3.1. Población y muestra.....	31
2.3.2. Materiales.....	33
2.3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	33
2.3.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	50
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
3.1. Análisis físico químico del agua .....	51
3.2. Características de los agregados.....	52
3.3. Resultados del diseño de mezcla.....	54
3.4. Resultados del ensayo a las probetas.....	55



<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cantidad de probetas y tiempo de rotura .....	32
<b>Tabla 2</b> Materiales y equipos .....	33
<b>Tabla 3</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
<b>Tabla 4</b> Tabla para encontrar resistencia promedio .....	41
<b>Tabla 5</b> Determinación del slump según la NTP 339.035-2009 .....	42
<b>Tabla 6</b> Tabla 1 para la selección de volumen .....	43
<b>Tabla 7</b> Tabla 2 para el contenido de aire atrapado .....	43
<b>Tabla 8</b> Tabla 5 y 7 para calcular la relación agua cemento .....	44
<b>Tabla 9</b> Tabla 4 para la selección del agregado .....	44
<b>Tabla 10</b> Propiedades físico-químicas de las muestras de agua.....	51
<b>Tabla 11</b> Análisis granulométrico del agregado fino .....	52
<b>Tabla 12</b> Análisis granulométrico agregado grueso.....	53
<b>Tabla 13</b> Resumen de las características mecánicas de los agregados .....	54
<b>Tabla 14</b> Proporciones del diseño de mezcla.....	54
<b>Tabla 15</b> Resistencia para probetas 210 kg/cm <sup>2</sup> utilizando agua potable.....	55
<b>Tabla 16</b> Resistencia para probetas 210 kg/cm <sup>2</sup> utilizando agua subterránea.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Vista satelital de lugares de toma de muestras de agua.....	32
<b>Figura 2</b> Recojo de las muestras de agua subterránea .....	34
<b>Figura 3</b> Ensayo de consistencia Slump .....	47
<b>Figura 4</b> Elaboración de probetas cilíndricas de concreto .....	48
<b>Figura 5</b> Curva granulométrica agregado fino.....	52
<b>Figura 6</b> Curva granulométrica agregado grueso.....	53
<b>Figura 7.</b> Resistencia promedio a los 7días utilizando agua potable .....	56
<b>Figura 8</b> Porcentaje del F´C a los 7 días utilizando agua potable.....	56
<b>Figura 9</b> Resistencia promedio a los 14 días utilizando agua potable .....	57
<b>Figura 10</b> Porcentaje del F´C a los 14 días utilizando agua potable.....	57
<b>Figura 11</b> Resistencia promedio a los 28 días utilizando agua potable .....	58
<b>Figura 12</b> Porcentaje del F´C a los 28 días utilizando agua potable.....	58
<b>Figura 13</b> Resistencia promedio a los 7días utilizando agua subterránea.....	60
<b>Figura 14</b> Porcentaje del F´C a los 7 días utilizando agua subterránea .....	60
<b>Figura 15</b> Resistencia promedio a los 14 días utilizando agua subterránea.....	61
Figura 16 Porcentaje del F´C a los 14 días utilizando agua subterránea .....	61
<b>Figura 17</b> Resistencia promedio a los 28 días utilizando agua subterránea.....	62
<b>Figura 18</b> Porcentaje del F´C a los 28 días utilizando agua subterránea .....	62
<b>Figura 19</b> Comparación de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con agua subterránea y agua potable.....	63
<b>Figura 20</b> Comparación del porcentaje de f'c con respecto a 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	64

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se tiene como objetivo determinar la influencia del uso de agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de demostrar que se puede utilizar dicha agua como insumo alternativo en la elaboración del concreto para ello realizamos esta investigación cuantitativa de carácter experimental. Realizados los análisis físico-químico del agua subterránea en laboratorio de la DIRESA Cajamarca, se determinó que cumple con las características y límites máximos permisibles establecidos en la norma NTP 339.088, obteniendo un PH de 7.51, sólidos disueltos 270.06 ppm, cantidad de hierro 0.333 ppm; los agregados utilizados fueron de la cantera "Aguilar" del distrito de Baños del Inca, donde según los ensayos de granulometría nos muestran que las distribuciones entre los tamices tanto del agregado grueso y fino cumplen con lo estipulado en la NTP 400.012, siendo  $3/4''$  el tamaño máximo de la partícula y módulo de finura es de 3.053. Las proporciones utilizadas en el diseño de mezcla para la elaboración de especímenes de concreto y para el agua subterránea es similar al de la muestra patrón siendo 1: 2.25: 3:13: 22.30 (Lt/bls). Se elaboraron y ensayaron especímenes cilíndricos de concreto a edades de 7, 14 y 28 días donde se pudo observar que se llega a la resistencia requerida ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ), obteniendo a los 7 días ( $152.64 \text{ kg/cm}^2$ ), a los 14 días ( $182.68 \text{ kg/cm}^2$ ) y a los 28 días ( $214.21 \text{ kg/cm}^2$ ), aunque tenemos variaciones de  $8,53 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días,  $10,17 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días y  $14,55 \text{ kg/cm}^2$ , como nos damos cuenta esta variación no es tan significativa con respecto a la muestra patrón, lo cual nos permite concluir que el agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) puede ser utilizada para la elaboración de mezclas de concreto.

Palabras clave: Influencia, agua subterránea, resistencia a la compresión del concreto.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El sector construcción es un eje fundamental para el crecimiento económico y social de nuestro país, debido a que brinda diversos puestos de trabajo y así permite mejorar la calidad de vida de la población. En este sector podemos diferenciar subsectores como el de edificaciones, donde tenemos a las viviendas y las edificaciones comerciales; así mismo tenemos el subsector dedicado a obras civiles, cuyo enfoque es el cierre de brechas, aquí tenemos la construcción y mejoramiento de carreteras, proyectos de saneamiento, etc.

En nuestra región Cajamarca tenemos un crecimiento exponencial de las viviendas, según datos de INEI entre los años 2007 y 2017 se tuvo una tasa de crecimiento poblacional de viviendas del 2.0 %, siendo esto un indicativo del incremento de la demanda de obras civiles; esto hace necesario contar con los materiales de calidad para abastecer al sector construcción, puesto que influyen directamente en el avance y calidad de las obras. (INEI, 2018 p. 49)

Sin embargo, se ha hecho una práctica observar ciertos problemas en las diversas obras especialmente en lo que se refiere al concreto, ya sea porque no se consigue el cemento, los agregados o el agua no tiene buena calidad y por ende la relación química en el concreto no se realiza con eficiencia (Torres, 2013, p.17).

En el caso del agua como material para la construcción, según la Norma Técnica Peruana N.T.P. 399.088, para la elaboración de la mezcla de concreto se debe utilizar agua potable o agua apta para el consumo humano. Teniendo en cuenta entonces que la demanda de agua potable para el sector construcción es muchas veces es muy elevado, lo que podríamos decir que es un

desperdicio del recurso; es necesario buscar como alternativa económica y social el uso de agua de ríos, manantiales y aguas subterráneas existentes.

Al respecto existen algunos estudios tanto a nivel internacional, nacional y local sobre del uso de diversos tipos de agua y la influencia de su calidad en la resistencia a la compresión del concreto. Entre estos estudios tenemos a:

Orozco & Palacio (2015), en ensayos de bloques #4 y bloques #6 determinaron que el agua subterránea influye en la resistencia a la compresión en un rango de entre el 11 % y el 16% menos en la resistencia, aunque se pudo observar al mismo tiempo que la resistencia se mueve en este rango debido al tipo de cemento y al tipo de arena, teniendo en cuenta que la arena de río aumenta en un 3% la resistencia teniendo una mejor combinación tanto para agua potable como para agua subterránea con un mejoramiento del 5%.

Anaya & Suarez (2016), concluyeron que las características físico-químicas del agua del río Magdalena comparadas con otros estudios anteriores, variaron considerablemente en la mayoría de los parámetros, siendo la turbidez, pH y la alcalinidad quienes han sufrido un incremento; teniendo en cuenta entonces que el agua no potable que se utiliza para la elaboración del concreto, tiene que ser evaluada periódicamente, porque puede sufrir alteraciones en su composición físico-química. Además, el agua del río Magdalena aun en pocas concentraciones y combinada con agua potable en mayor proporción, no es beneficiosa para alcanzar la resistencia deseada en la mezcla de concreto como se mostró en las pruebas de resistencia a la compresión realizadas a los cilindros con cada una de las combinaciones entre agua de río y agua potable, por lo que se descarta la utilización de agua de río combinada con agua potable en obras de ingeniería.

Bedoya & Medina (2016), en su estudio dan a conocer que, el agua de lluvia empleada en la elaboración del concreto no afecta negativamente su comportamiento; puesto que los valores de

las pruebas realizadas en laboratorio reflejan que las resistencias a la compresión del concreto a distintas edades no producen variaciones, por lo tanto, llegando a concluir entonces que el uso de aguas no potables, en este caso agua de lluvia, sería una alternativa de solución sustentable para la realización de obras civiles. (p. 38)

Galvan & Guzman ( 2020), dan a conocer que la resistencia de las muestras producidas con agua subterránea, evaluada a los 7 días es igual al 96% de la resistencia de la muestra patrón, siendo así aprobada como agua para concretos según la norma (NTC 3459,2001) de esta manera puede emplearse como recurso para producir mortero hidráulico. Aunque la resistencia del mortero elaborado con agua subterránea presentó una disminución en las diferentes edades de curado, la resistencia que alcanzó a los 28 días, cumple con la resistencia mínima para morteros tipo M, exigida por el título D (mortero de pega) de la norma (NSR10, 2010); concluyendo entonces que el mortero elaborado con agua subterránea puede utilizarse como mortero de pega.

Díaz & Ríos (2014), analizaron y compararon los resultados de la prueba de laboratorio de resistencia a la compresión, de tres muestras de concreto normal elaboradas con un mismo diseño de mezcla, teniendo como variantes el tipo de agua (potable, mar y río) y el tipo de curado (sumergido y en bolsa), obteniendo resultados favorables con el uso de las nuevas variantes: agua de mar, agua de río, curado en bolsa, llegando a concluir que estos tipos de agua son aptas para la elaboración de concreto normal, constituyéndose de esta manera como una buena alternativa diferente al uso de agua potable lo que permitiría abaratar los costos.

Lozano (2017) en su estudio nos da a conocer que las características fisicoquímicas del agua del río Cumbaza, varían según la ubicación y la exposición que tengan a la contaminación, es por ello que la localidad de Juan Guerra presenta índices más elevados de componentes altamente nocivos para

el concreto como es el caso de la materia orgánica que excede los límites establecidos por las normas y autores de diseño de mezcla de concreto.

Chavez (2019), en su estudio encontró que los especímenes de concreto de 0.15 m de diámetro y una altura de 0.30 m que se ensayaron a compresión axial a las edades de 7, 14, 28 y 180 días, elaborados con agua termal disminuye en un 0.91%, 1.70%, 3.26% y 3.35% en relación a la muestra de control; demostrando entonces que el agua termal utilizada en la mezcla cumple con los parámetros establecidos por la norma NTP 339.088, lo que nos permite concluir que el agua termal de los Baños del Inca puede ser utilizada en la elaboración del concreto debido a que la variación de la resistencia a la compresión axial es mínima pero que cumple con la resistencia de diseño.

Vargas (2016) en su investigación realizó ensayos de resistencia a compresión axial de los testigos evaluados a diferentes edades 7, 14, y 28 días donde con los resultados obtenidos verificó que la resistencia a la compresión axial disminuye con la utilización de agua de canal en 2.38% en comparación con el diseño realizado a los 28 días, caso contrario sucedió con la utilización del agua de manantial donde pudo notar que la resistencia a compresión axial aumento en 34.34% en relación al diseño patrón a los 28 días; respecto a la utilización de agua de río, cumple con la resistencia de diseño, sobrepasando en 7.70% a los 28 días de curado. Las aguas usadas en la investigación cumplen con los parámetros indicados en La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088.

En la ciudad de Cajamarca ya notamos la carencia de agua, la empresa prestadora de servicios de agua potable (SEDACAJ) nos viene comunicando la baja de los niveles de agua potable, es por ello que la población viene usando agua proveniente de otras fuentes aledañas que no son potables (ríos, canales y manantiales) para la construcción de sus edificaciones y obras



civiles sin tener en cuenta las propiedades físico químicas y si cuentan con los parámetros adecuados para el uso de este recurso en las construcciones.

En el Qhapac Ñan (sector 9), ubicado en el distrito de Cajamarca, encontramos aguas subterráneas, que sirven a los vecinos de este lugar para diversos usos e incluso vienen siendo transportadas en cisternas por parte de algunas empresas para usos constructivos, sin embargo, hasta la actualidad no hay ningún estudio que garantice el uso de esta agua para la elaboración de concreto. Es por ello que nos hemos propuesto realizar un estudio sobre la influencia del agua subterránea existente en este sector en la elaboración de concreto y sobre todo poder determinar su resistencia a la compresión.

## **El Agua**

“El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes. El agua ha sido desde siempre elemento imprescindible en la construcción. El término agua proviene del latín aqua, es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno ( $H_2O$ ). Es el único compuesto que puede estar en los tres estados (sólido, líquido y gaseoso) a las temperaturas que se dan en la Tierra”. (Cayllahua,2018)

## **Agua Subterránea**

“El agua subterránea es el agua que se filtra a través de grietas y poros de las rocas y sedimentos que están debajo de la superficie de la tierra, acumulándose en las capas arenosas o rocas porosas del subsuelo. El agua se almacena y mueve en las formaciones geológicas que tienen poros o vacíos. El agua subterránea constituye un recurso del subsuelo que brinda oportunidades

de desarrollo a la sociedad, además de ser una alternativa para consumo humano en las zonas con demanda de agua potable y útil para llevar a cabo proyectos agroindustriales, mineros y de hidrocarburos”. (Galvan & Guzman, 2020)

El agua subterránea se encuentra formando los pozos diseñados por la mano del hombre y/o los manantiales.

### **Pozo**

Orozco & Palacio (2015), “un pozo es una estructura hidráulica que al ser diseñada y construida adecuadamente permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera”

### **Agua de manantial.**

Las aguas de manantial son las aguas de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo; características que se conservan intactas, dado el origen subterráneo del agua, mediante la protección natural del acuífero contra cualquier riesgo de contaminación. (SENAMHI, citado en Vargas,2016).

### **Agua Potable**

Agua que es apta para el consumo humano

### **Agua no Potable**

Son aquellas aguas consideradas no aptas para el consumo humano, o si ésta cuenta con cantidades de sustancias que modifican el color o hagan que huelga o tenga un sabor objetable.

### **Concreto**

“El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREADOS + AIRE + AGUA

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto” (Abanto, 2009, p.11)

Son muchas las características importantes del concreto que hacen que sea un material de construcción, entre las principales tenemos: la facilidad con que se puede colocar en los encofrados de casi cualquier forma mientras tiene una consistencia plástica, su elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión como columnas y arcos, su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua. (Abanto, 2009, p. 12).

## **Materiales componentes de Concreto**

### **Material Ligante:**

Cemento Portland

Agua.

### **Agregados:**

Agregado Fino: Arena.

Agregado Grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos. (Abanto, 2009, p. 12).

### **Cemento Portland**

El cemento Portland es un producto adquirido fácilmente en la zona comercial. Este producto cuando se le añade agua, ya sea solo o en combinación con agregados tanto finos como gruesos, tiende a reaccionar con el agua hasta formar una masa sólida. Principalmente es un Clinker triturado finamente, producido por la acción de ser sometidos a la cocción a altas temperaturas, de productos mezclados que están compuestas de alúmina, cal, sílice y fierro en

determinadas proporciones. Los materiales fundamentales con los cuales se elabora el cemento portland son la arcilla y la piedra caliza. (Abanto, 2009, p. 15).

### **Tipo de Cemento Portland**

Existen cinco tipos de cemento Portland cuyas propiedades se han establecido sobre la base de la especificación ASTM de normas para el cemento portland (C 150).

TIPO I: Es aquel Cemento destinado a obras de concreto en general.

TIPO II: Está destinado a obras que se exponen a la acción moderada de sulfatos o donde se necesita determinado calor de hidratación.

TIPO III: Es aquel cemento de alta resistencia inicial.

TIPO IV: Es aquel cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V: Es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. (Abanto, 2009, p. 17).

### **El agua para el concreto**

Cómo sabemos el agua es necesaria e indispensable para la elaboración del concreto debido a que forma parte del mezclado, fraguado y curado. El agua de mezclado representa entre un 15% y 20% del volumen del concreto fresco, en conjunto con el cemento forman una mezcla coherente, pastosa y manejable, que lubrica y soporta los agregados.

Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su aceptación más amplia, desde el estado plástico, el endurecimiento y por último el desarrollo de resistencias a largos plazos.

Al momento del curado también es necesaria el agua debido a que esta repone la humedad perdida por evaporación luego que el concreto ha sido colocado, compactado y alisado en su superficie; para así garantizar un desarrollo normal en las reacciones de hidratación del cemento.

Tanto el agua de mezclado con la del curado, deben estar libres de contaminante que puedan perjudicar el fraguado del cemento o que reaccionen negativamente, con alguno de los componentes o con algún elemento embutido en el mismo como: tuberías metálicas o el acero de refuerzo.

### **Agua para el mezclado**

Según Kosmatka (2004) *“Cualquier agua natural que sea potable y que no presente fuerte sabor u olor se lo puede usar como agua de mezcla (mezclado amasado) para la preparación del concreto. Sin embargo también se puede utilizar en el concreto algunas aguas que no sean potables.”*

“El agua de mezclado es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario; para producir una pasta eficientemente hidratada, y con una fluidez que permita la lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico”. (NTP 339.088, 2006/ ASTM C 1602, 2012).

### **Agua para el curado**

Generalmente el agua que se utiliza para la mezcla, debería ser la misma que para el curado. Hay que tener en cuenta que la materia orgánica y el fierro pueden causar manchas, particularmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente (Neville, 2013)

“El agua de curado se define como el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento esté hidratado y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. El agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento”. (NTP 339.088, 2006/ ASTM C 1602, 2012)

### **Agua no evaporable (hidratación)**

El agua de hidratación es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida de gel. Es también llamada no evaporable porque en una porción de pasta hidratada se conserva a 0% de humedad del ambiente y 110 °C de temperatura. (NTP 339.088, 2006/ ASTM C 1602, 2012).

### **Agua evaporable**

El agua restante en la pasta, es agua que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y a 110 °C de temperatura, pero no se encuentra libre en su totalidad. (NTP 339.088, 2006/ ASTM C 1602, 2012).

### **Agua de adsorción**

Es una capa molecular de agua que se encuentra fuertemente adherida a las superficies del gel por fuerzas intermoleculares de atracción. El agua adsorbida, cuyas distancias con respecto a la superficie del gel están en intervalos de 0 a 30 (Angstrom= 0.0000001 mm). se llama también agua activa. (NTP 339.088, ASTM C 1602, 2012).

### **Calidad del Agua**

La calidad del agua desempeña un papel muy importante; las impurezas del agua pueden interferir con el fraguado del cemento, pueden afectar adversamente la resistencia del concreto o causar manchas en su superficie, y también pueden conducir a la corrosión del refuerzo. Por esta razón es, se debería tomar en cuenta la conveniencia del agua para mezclado y los propósitos del curado. Se debe distinguir con claridad entre la calidad del agua de mezclado y el ataque al concreto endurecido por aguas agresivas. En verdad, algunas aguas que afectan adversamente al concreto endurecido pueden ser inofensivas o hasta benéficas al emplearlas en el mezclado. El agua de mezclado no deberá contener sustancias orgánicas e inorgánicas en proporciones

excesivas. En muchas especificaciones de proyectos en cuanto a la calidad del agua menciona que esta debe ser apropiada para beber; puesto que este tipo de agua muy raramente contiene sólidos inorgánicos disueltos que excedan 2,000 partes por millón (ppm) siendo el parámetro menos de 1,000 ppm. En una relación agua/cemento de 0.5, el último contenido corresponde a una cantidad de sólidos que representan 0.05% de la masa de cemento, y sería pequeño cualquier efecto de los sólidos comunes. (Neville, 2013, p. 125)

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. A continuación, se presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto:

Cloruros .....300 ppm.

Sulfatos .....300 ppm.

Sales de magnesio .....150 ppm.

Sales solubles totales .....500 ppm.

pH .....mayor de 7

Sólidos en suspensión ..... 1,500 ppm.

Materia orgánica .....10 ppm. (Rivva, 2010, p.255)

La Norma Peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3ppm)

- El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm)
- El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0
- El contenido de sulfatos, expresado como ion  $SO_4$ , será menor de 0,6 gr/l (600) ppm
- El contenido de cloruros, expresado como ion Cl, será menor de 1 gr/l (1000 ppm)
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en  $NaHCO_3$ , será menor de 1 gr/l (1000 ppm).
- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.
- El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados y libre de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la supervisión. Podrían utilizarse para la elaboración de concreto, con la previa verificación y autorización de la parte de supervisión, las siguientes aguas no potables: Aguas de ciénaga y pantano, siempre y cuando la tubería de succión se instale de tal manera que quede al menos 60 cm de agua debajo de la misma, teniendo que contar en la entrada con un dispositivo o rejilla que no permita el paso de raíces, pasto, fango, barro o materia sólida; Aguas de arroyos o lagos; aguas con una concentración máxima de 0.1% de  $SO_4$  y aguas alcalinas que lleguen a un máximo porcentaje de 0.15% de sulfatos o cloruros. (Rivva, 2010, p. 257).

Está totalmente prohibido utilizar para la elaboración de concreto: aguas acidas, aguas calcáreas, aguas minerales carbonatadas o naturales, aguas provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos industriales, aguas que contengan algas, materia orgánica, humus o descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o sus derivados y aguas con porcentajes



significativos de sales de sodio o potasio disueltos, en especial en todos aquellos casos en que es posible la reacción álcaliagregado. (Rivva, 2010, p. 257).

### **Requisitos de performance del concreto para agua de mezcla**

Las comparaciones estarán basadas en proporciones iguales para una mezcla de concreto, la mezcla de control se realizará con el 100% de agua destilada o agua potable, mientras que la mezcla de ensayo se debe realizar con el agua que se está evaluando. Dicho esto, la resistencia a la compresión que deberá alcanzar mínimamente la mezcla de ensayo, será del 90% de la resistencia de la muestra de control a los 7 días. (NTP 339.088, 2014, p. 10).

### **Normas para el ensayo de agua en el concreto**

- NTP 339.070: Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento portland
- NTP 339.071: Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.072: Método de ensayo para determinar por oxidabilidad del contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.073: Método de ensayo para determinar el PH de las aguas.
- NTP 339.074: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.
- NTP 339.075: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.
- NTP 339.076: Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas

### **Agregados**

“Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP

400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. Un adecuado conocimiento de la naturaleza física y química del concreto, así como del comportamiento de éste, implica necesariamente el de los materiales que conforman la corteza terrestre, estudiados a la luz de la geología y, específicamente, de la petrología”. (Rivva, 2010, p. 16).

Los agregados pueden ser: agregados finos ( arena fina o arena gruesa), agregado grueso (grava, piedra chancada) u hormigón (agregado global)

### **Agregados finos**

“Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas finamente trituradas de dimensiones reducidas que pasan el tamiz de 9.5 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz N° 200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados” (Abanto, 2009, p. 24).

### **Agregados gruesos**

“Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido en el tamiz 4.75mm (N° 4) y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso proveniente de la disgregación y abrasión natural de materiales pétreos. Se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada, o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas”. (Rivva, 2010, p. 17)

## **Gravas**

“Comunmente llamado canto rodado, es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra provenientes de la disgregación natural de las rocas por acción del hielo y otros agentes atmosféricos encontrándoseles corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural; cada fragmento a perdido sus aristas vivas y se presentan en formas más o menos redondeadas. Las gravas pesan de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup>” (Abanto, 2009, p. 26).

## **Piedra triturada o chancada**

“Se denomina así al agregado grueso obtenida por trituración artificial de roca o gravas. Como agregado grueso se puede usar cualquier clase de piedra partida siempre que sea limpia, dura y resistente. Su función principal es la de dar volumen y a portar su propia resistencia”. Los ensayos indican que la piedra chancada o piedra partida da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedra redonda (Abanto, 2009, p. 26).

## **Hormigón**

Se define como hormigón, o agregado integral, al material conformado por una mezcla de arena y grava. Este material, mezclado en proporciones arbitrarias se da en forma natural en la corteza terrestre y se le emplea tal como se le extrae de la cantera. El hormigón se usa para preparar concreto de baja calidad como el empleado en cimentaciones corridas, sobrecimientos, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc. En general sólo podría emplearse en concretos con resistencia a la compresión de 100 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, alcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto (Abanto, 2009, p. 26).

## **Propiedades del concreto**

### **Fraguado o tiempo de fraguado**

Cuando el cemento se mezcla con el agua, las reacciones químicas que se producen originan cambios en la estructura de la pasta, conservando la mezcla su plasticidad durante un cierto tiempo, desde pocos minutos hasta varias horas, para luego ocurrir varios fenómenos sucesivos:

- Un aumento relativamente brusco de la viscosidad acompañado de una elevación de temperatura de la pasta. A este proceso se le conoce como principio del fraguado o fraguado inicial.
- Después de un período de algunas horas, la pasta se vuelve indeformable y se transforma en un bloque rígido. A este momento se le conoce como el fin del fraguado o fraguado final. No corresponde a un fenómeno particular como el principio del fraguado, su determinación es tan sólo teórica o convencional. La resistencia aumenta con regularidad a medida que transcurre el tiempo.

Por lo tanto, el término «fraguado», o «tiempo de fraguado», es un concepto convencional que se emplea para designar el período que necesita una mezcla de cemento y agua para adquirir una dureza previamente fijada. Es esencial que el fraguado no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento. Si es muy rápido el tiempo será insuficiente para colocar el concreto antes que adquiera rigidez. Si es muy lento se pueden originar retrasos en el avance y utilización de la estructura. Los tiempos de fraguado pueden estar influidos principalmente por cuatro variables: el contenido en  $SO_3$ , el contenido en  $C_3A$ , el grado de finura y la temperatura alcanzada en la molienda. Una calidad normal de cemento fragua inicialmente a los 40-50 minutos o a los 30 minutos para los cementos de mayor grado de finura, considerándose normal un tiempo de fraguado final entre 4 y 7 horas. (Rivva, 2010, p.74)

El fraguado es la pérdida de la plasticidad que experimenta la masa de cemento. Existen dos fases de fraguado: fraguado inicial que se da cuando la pasta comienza a perder su plasticidad, fraguado final que se da cuando la masa de cemento se convierte en un bloque rígido y deja de ser deformable. El Endurecimiento se define como el desarrollo lento de la resistencia. (Abanto, 2009, p. 17).

### **Trabajabilidad**

“Es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado y terminado sin que pierda su homogeneidad (exude o se segregue). El grado de trabajabilidad apropiado para cada estructura, depende del tamaño y forma del elemento que se vaya a construir, de la disposición y tamaño del refuerzo y de los métodos de colocación y compactación. Los factores más importantes que influyen en la trabajabilidad de una mezcla son los siguientes: la gradación, la forma y textura de las partículas, las proporciones del agregado, la cantidad del cemento, el aire incluido, los aditivos y la consistencia de la mezcla” (Torres, 2004, p.89)

### **La consistencia**

Un método indirecto para determinar la trabajabilidad de una mezcla consiste en medir su consistencia o fluidez que es definido como el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente del agua usada. El requisito de agua es mayor cuando los agregados son más angulares y de textura áspera (pero esta desventaja puede compensarse con las mejoras que se producen en otras características, como la adherencia con la pasta de cemento. Para ello realizamos el ensayo de asentamiento utilizando el cono de Abrams

El ensayo de asentamiento o consistencia llamado también de revenimiento o “slump test” es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. El ensayo consiste en

consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronconómico (Cono de Abrams) midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldeado. El comportamiento del concreto indica su consistencia, o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos; la consistencia se modifica por variaciones del contenido de agua de mezcla. Teniendo en cuenta que según el asentamiento podemos tener las siguientes clases de mezcla: seca de 0” a 2” (mezcla poco trabajable con compactación de vibración normal), plástica de 3” a 4” (mezcla trabajable con compactación de vibración ligera chuzado) y Fluida de > 5” (Mezcla muy trabajable con compactación de chuseado) (Abanto, 2009, p. 49).

### **Resistencia**

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad. (Rivva, 2014, p. 33).

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a las pruebas. Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos; la resistencia a la compresión de un concreto debe ser alcanzado a los 28 días después de vaciado y realizado el curado respectivo, teniendo en cuenta de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. (Abanto, 2009, p. 51).

### **Resistencia a la compresión**

De acuerdo con Kosmatka (2004), “la resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto”. Normalmente, se

expresa en kilogramos por centímetro cuadrados ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) a una edad de 28 días. Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia a otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10% y 15% mayores que la resistencia a los 28 días.

### **Diseño de Mezcla**

La selección de las cantidades de los materiales que componen la unidad cúbica de concreto, usualmente determinada como diseño de mezcla de concreto, puede ser definida como el proceso de selección de los componentes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado endurecido cumpla con las características determinadas por el diseñador. (Rivva, 2014, p.70)

Teniendo en cuenta que actualmente nos encontramos en el boom de la construcción tanto de viviendas como de diversas obras civiles, donde uno de insumos primordiales es el agua y que según la norma nos menciona que debe ser potable para el uso en la construcción; ante la escases de este recurso la población viene usando agua proveniente de otras fuentes aledañas que no son potables (ríos, canales y manantiales) de las cuales se desconoce sus propiedades físico químicas y que muchas veces cambia las propiedades del concreto, es por ello que se justifica la necesidad de realizar la presente investigación ya que por ejemplo en Qhapac Ñan (sector 9), ubicado en el distrito de Cajamarca, encontramos aguas subterráneas, que sirven a los vecinos de este lugar para diversos usos e incluso vienen siendo transportadas en cisternas pero hasta la actualidad no hay ningún estudio que garantice el uso de esta agua para la elaboración de concreto.

## 1.2. Formulación del problema

¿En qué medida influye el uso de agua subterránea del sector Alzamora Miranda en la resistencia a la compresión de concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Cajamarca-2021.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. *Objetivo general*

Determinar la influencia del uso de agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) en la resistencia a la compresión del concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de demostrar que se puede utilizar dicha agua como insumo alternativo en la elaboración del concreto en Cajamarca - 2021

### 1.3.2. *Objetivos específicos*

- ❖ Determinar las características físico-químicas del agua subterránea del sector Alzamora Miranda para que puedan ser utilizados en la elaboración de concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ Elaborar un diseño de mezcla patrón de con agua potable para un concreto  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ Determinar la resistencia a la compresión de especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días, elaborados con agua potable para una resistencia  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ Determinar la resistencia a la compresión de especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días, elaborados con agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9), para una resistencia  $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ Realizar un análisis comparativo de resultados de los ensayos de resistencia a la compresión realizados a especímenes de concreto elaborados con aguas subterráneas, así como con agua potable.



## 1.4. Hipótesis

### 1.4.1. *Hipótesis general*

El uso del agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9), presenta una mínima variación en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Cajamarca-2021.

### 1.4.2. *Hipótesis específicas*

- ❖ Las características físico-químicas del agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) es la apropiadas para que pueda ser utilizada en la elaboración de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ Las proporciones utilizadas en el “diseño de mezcla patrón de con agua potable es similar al diseño utilizado con agua subterránea, para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- ❖ La resistencia a la compresión de especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días, elaborados con agua potable para una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , cumple con los estándares normativos
- ❖ La resistencia a la compresión de especímenes de concreto a los 7, 14 y 28 días, elaborados con agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) para una resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , cumple con los estándares normativos”
- ❖ En el análisis comparativo de resultados de los ensayos de resistencia a la compresión realizados a especímenes de concreto” se observa que los elaborados con agua subterránea son similares a los elaborados con agua potable.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### Propósito

De acuerdo con su propósito, esta investigación se caracteriza por ser aplicada, puesto que se centra en un objetivo específico que es determinar la influencia del “uso de agua subterránea” en la resistencia a la compresión de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con la finalidad de demostrar que se puede utilizar dicha agua como insumo alternativo en la elaboración del concreto.

#### Manejo de datos

Por el énfasis en el manejo de los datos, el enfoque considerado para esta investigación es el cuantitativo porque nos permitirá evaluar la realidad en función de parámetros que son medibles, además, nos permite hacer el uso de datos numéricos al cuantificar resultados mediante cálculos para explicar el comportamiento e influencia del agua de río y manantial en el tiempo de fraguado y resistencia del concreto.

#### Profundidad

Según el nivel o profundidad y tomando como referencia la naturaleza de las variables, esta es una investigación de nivel explicativo, puesto que pretende estudiar las relaciones de influencia entre las variables “uso de agua subterránea” en la resistencia a la compresión de concreto.

#### Manipulación de las variables

Según su manipulación de la variable la metodología de la investigación será de tipo experimental, debido a que se manipulará la variable “uso de agua potable” por el “uso de agua subterránea” controlando dichas variables, observando el grado en que la variable implicada y

manipulada producen un efecto determinado en la otra variable “resistencia a la compresión del concreto”.

## 2.2. Diseño de investigación

La presente investigación se ajustó al diseño de investigación experimental, debido a que se realizarán ensayos de laboratorio para obtener resultados; es del tipo cuasi experimental porque se manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. (Hernández, 2014, p.151)

El diseño del experimento presenta dos grupos para realizar una comparación post test, así:

GE-----x<sub>1</sub>-----O<sub>2</sub>

GC ----- x<sub>2</sub> ----- O<sub>2</sub>

GE: Grupo experimental

GC: Grupo de control

x<sub>1</sub>: Tratamiento con agua subterránea

x<sub>2</sub>: Tratamiento con agua potable

O<sub>2</sub>: Resistencia a la compresión  
post tratamiento

O<sub>2</sub>: Resistencia a la compresión  
post tratamiento

## 2.3. Materiales, instrumentos y métodos

### 2.3.1. Población y muestra

La población para el presente proyecto estará constituida por las unidades de probetas estándares para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto. También tendremos el agua subterránea utilizada para la elaboración de dichas probetas, la cual estará delimitado en las localidades del Qhapac Ñan (sector 9) y del de Centro Poblado Bella Unión.

**Figura 1**

*Vista satelital de lugares de toma de muestras de agua*



Fuente: Ubicación del Qhapac Ñan Google por Google Heart

La muestra está dada por el número de unidades de probetas estándares de concreto, conformados por 30 probetas elaboradas con agua potable y 30 probetas elaboradas con agua subterránea de los manantiales ubicados a la altura del Qhapac Ñan (sector 9) en las coordenadas UTM WGS – 84, 777137.13 m E; 9208807.56 m S, a continuación, lo detallamos de la siguiente manera:

**Tabla 1**

*Cantidad de probetas y tiempo de rotura*

Unidades de probetas estándares de concreto	Tiempo de rotura de probetas		
	7 días	14 días	28 días
Elaboradas con agua Potable	10	10	10
Elaboradas con agua subterránea	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.2. *Materiales*

**Tabla 2**

*Materiales y equipos*

Materiales para el concreto	Equipos
Cemento Portland Pacasmayo tipo I	Recipientes de agua pequeños (balde).
Agregados: Agregado fino y agregado grueso.	Cono de Abrams
Agua potable y agua subterránea	Probeta de 1000ml de capacidad
Aceite de Carro o Petróleo	Molde para Probetas
	Mezcladora
	Prensa Hidráulica
	Barrilla de Acero
	Balanza Electrónica

Fuente: Elaboración propia

### 2.3.3. *Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos*

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnicas	Instrumentos	Fuente
Análisis físico-químico del agua	Certificado de análisis de laboratorio de la calidad	Norma Técnica Peruana 339.088
	del agua	Norma ASTM C 1602
Muestreo de la cantera y Diseño de Mezcla de Concreto	Formato de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y materiales	ASTM. C 136/NTP 400.012, 400.017, 400.037 Norma ACI 211
Ensayo de resistencia a la compresión del concreto	Formato de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y materiales	Norma Técnica Peruana 339.034 Norma ASTM C39

Para esta investigación no se necesita de la validación de instrumentos debido a que los formatos utilizados ya se encuentran estandarizados y normados por las instituciones correspondientes.

Los procedimientos utilizados para la recolección de datos son como continuación se detallan:

### A. Análisis físico químico del agua

se realizó bajo los parámetros estipulados en la Norma Técnica Peruana 339.088, con lo que se determinó la cantidad de componentes físicos y químicos dañinos para el concreto contenido en el agua subterránea ubicado a la altura del Qhapac Ñan (sector 9), para ello se hizo uso del laboratorio certificado para los ensayos del agua en la ciudad de Cajamarca, el cual pertenece al Ministerio de salud, para este estudio se solicitó a la Dirección Regional de Salud (DIRESA) Cajamarca mediante el Laboratorio de salud ambiental, el análisis físico químico de las aguas a usar en la elaboración de especímenes de concreto. Después de solicitar los análisis respectivos, recogimos en envases las muestras de agua a usar tanto potable como agua subterránea, luego de recogida la muestra, ésta se tapó y llevó al laboratorio dentro de las 24 horas para que sea válido el análisis

#### Figura 2

*Recojo de las muestras de agua subterránea*





## **B. Ensayo de los agregados**

La muestra del material utilizado fue de la cantera "Aguilar" del distrito de Baños del Inca; las muestras de agregado grueso fueron tomadas para verificar el tamaño máximo, para ello se transportó los agregados en sacos tejidos para evitar la pérdida de finos, estas muestras fueron tomadas de los silos para luego ser transportadas al laboratorio de ensayos donde se realizaron los análisis granulométricos para determinar su tamaño máximo y así de esta manera verificar si el tamaño concuerda con la información que nos proporcionó el proveedor. Entre los ensayos realizados tenemos:

### **Análisis granulométrico del agregado fino y grueso**

La granulometría o análisis granulométrico es el método analítico que sirvió para determinar el grado de finura de las partículas de los sólidos granulares o pulverulentos, para ello se usó diferentes tamices superpuestos en orden de diámetro de poro o malla empezando por el de menor diámetro desde abajo.

Para realizar el análisis granulométrico del agregado fino hemos tenido en cuenta la NTP 400.012, la cual nos indica que para este tipo de ensayo tomamos una muestra de 500gr. Dicha muestra fue secada en el horno a una temperatura de  $1000 \pm 50$  C y posteriormente tamizada por las mallas N° 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200, los resultados del tamizado se expresaron indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

Para realizar el ensayo del análisis granulométrico del agregado grueso nos regimos por la NTP 400.012, de acuerdo al tamaño máximo nominal la norma nos indica para el ensayo, tomar una cierta cantidad de muestra. esta muestra fue previamente cuarteada y llevada al horno por espacio de 24 horas a una temperatura de  $1100C \pm 50C$ , el tamizado se hizo a

través de los tamices mallas N° 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200. El resultado se expresó indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra.

Para determinar el porcentaje retenido tanto del agregado fino como del grueso hemos utilizado la siguiente relación:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{peso de material retenido en tamiz}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100\%$$

### **Módulo de fineza**

Es la caracterización numérica que representa la distribución volumétrica de las partículas de los agregados. El módulo de fineza es un indicador de la finura de los agregados, puesto que cuanto mayor sea el módulo de fineza, más grueso es el agregado.

Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz N° 100 esta cantidad se divide entre 100. El módulo de fineza del agregado fino deberá estar comprendido entre los valores de 2.35 a 3.15, un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa. Además, se estima que con agregados finos cuyos módulos de finura varían entre 2,2 y 2,8 se obtienen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación y aquellos que están comprendidos entre 2,8 y 3, son los más indicados para producir concretos de alta resistencia.

Para determinar el módulo de fineza hemos hecho uso de la siguiente relación:

$$M_f = \frac{\sum \text{de los \% retenidos acumulados en la serie de mallas}}{100}$$

$M_f$ : Módulo de fineza



### **Tamaño máximo y tamaño máximo nominal del agregado grueso**

Esta característica está referida única y exclusivamente al agregado grueso. El tamaño máximo estará dado por la abertura de la malla más pequeña que deja pasar toda la muestra del agregado es decir pasa el 100% de la muestra. según NTP 400.017 utilizamos para seleccionar el agregado teniendo en cuenta las condiciones de geometría del encofrado y del refuerzo del acero.

El tamaño máximo nominal es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. La mayoría de los especificadores granulométricos se dan en función del tamaño máximo nominal y comúnmente se estipula de tal manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos:

El TMN no debe ser mayor que 1/5 de la dimensión menor de la estructura, comprendida entre los lados de una formaleta.

El TMN no debe ser mayor que 1/3 del espesor de una losa.

El TMN no debe ser mayor que 3/45 del espaciamiento libre máximo entre las barras de refuerzo.

### **Peso unitario del agregado fino y agregado grueso**

El peso unitario o aparente de los agregados es su peso tal como se encuentra en la realidad, es decir incluye los vacíos entre partículas, este peso es variable dependiendo del grado de capacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Entonces podríamos decir que es la cantidad de agregado o material que entra en  $1\text{m}^3$  incluyendo sus vacíos, en estado suelto o compactado y con diferentes pesos. Se expresa en  $\text{Kg}/\text{m}^3$  y para fines de diseño de mezcla, el peso unitario debe estar en condición seca.

La obtención del peso unitario del agregado es importante ya que este valor sirve para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa; la NTP 400.017 es la que rige el presente ensayo. Los ensayos relacionados al peso unitario del agregado fino son: para el peso unitario suelto y para el peso unitario compactado

Para determinar el PUS hemos hecho uso de la siguiente relación:

$$PUS = \frac{PSS}{VR} = \frac{PRA - PR}{VR}$$

PUS: Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)

PSS: Peso seco suelto (kg)

VR: Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>)

PRA: Peso del recipiente con agregado (Kg)

PR: Peso del recipiente

Para determinar el PUC hemos utilizado la siguiente relación:

$$PUC = \frac{PSC}{VR} = \frac{PRA - PR}{VR}$$

PUS: Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)

PSS: Peso seco compactado (kg)

VR: Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>)

PRA: Peso del recipiente con agregado (Kg)

PR: Peso del recipiente (kg)

### **Peso específico del agregado fino y agregado grueso**

El peso específico es un índice de calidad del agregado, cuando los valores son elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que los valores bajos

corresponden a agregados débiles y absorbentes. Para determinar el peso específico del agregado fino nos regimos en la norma técnica peruana NTP 400.022 / ASTM C128 y para el agregado grueso la norma técnica peruana NTP 400.021

Para ello, una muestra de agregado hemos sumergido en agua por 24 horas aproximadamente para llenar los poros esencialmente. Luego hemos retirado del agua, hemos secado el agua de la superficie de las partículas, y hemos pesado. La muestra hemos pesado posteriormente mientras era sumergida en agua. Finalmente, la muestra lo hemos secado al horno y lo hemos pesado una tercera vez. Usando los pesos así obtenidos y fórmulas en este modo operativo, es posible calcular tres tipos de peso específico y de absorción.

$$PE = \frac{PS}{VM} = \frac{P_{MSH}-PT}{VM}$$

PE: Peso específico (kg/m<sup>3</sup>)

PS: Peso seco (kg)

VM: Volumen desplazado de la muestra(m<sup>3</sup>)

$P_{MSH}$ : Peso de la muestra secada al horno (Kg)

PT: Peso de la tara

### **Porcentaje de absorción del agregado fino y agregado grueso**

Según NTP 400.021 para el agregado grueso y la NTP 400.22 para el agregado fino, la absorción es la cantidad de agua que puede absorber un agregado para llenar sus vacíos. Llamamos absorción a la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en esta, se expresa en porcentaje en peso.

Tiene importancia pues refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla. con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerlo en cuenta para hacer las correcciones necesarias. Para determinar el porcentaje de absorción hemos hecho uso de la siguiente relación:

$$\%Abs = \frac{P_{SSS} - P_s}{P_s} * 100\%$$

% Abs: Porcentaje de absorción (kg/m<sup>3</sup>)

$P_{SSS}$ : Peso saturado superficialmente seco del agregado (g)

$P_s$ : Peso seco del agregado (g)

### **Contenido de humedad del agrado fino y agregado grueso**

Es la cantidad de agua superficial que retienen en un momento determinado las partículas de los agregados. Es una característica importante pues contribuye a relacionar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas. Para ello hemos hecho uso de la siguiente relación:

$$\%H = \frac{P_h - P_s}{P_s} * 100\%$$

% H: Porcentaje de humedad (%)

$P_h$ : Peso muestra húmeda (g)

$P_s$ : Peso muestra seca (g)

## **C. Diseño de mezcla**

### **Diseño de mezcla de concreto**

Existen diversos métodos de diseño de mezcla; algunos de ellos son muy complejos debido a la existencia de múltiples variables de las que depende los resultados dichos métodos, aun así, no existe algún método que ofrezca resultados perfectos sin embargo podemos seleccionar alguno según sea el interés y la ocasión. En este proyecto hemos utilizado el método del comité 211 del ACI (American Concret Institute) que especificamos a continuación.

En el método del comité 211 del ACI, se determina el contenido de agregado grueso mediante la tabla, elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. El procedimiento utilizado por este comité ACI 211, está basado en el empleo de tablas y tiene la siguiente secuencia la cual hemos hecho uso:

1. Selección de la resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ )

$$f'_{cr} = f'_c + 1.33s$$

$$f'_{cr} = 2.33s - 35$$

De los resultados se asume la de mayor valor. Donde “s” la desviación estándar(kg/cm<sup>2</sup>)

Cuando no se tiene registro de resistencia de probetas correspondientes a obras y proyectos anteriores podemos hacer uso de la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Tabla para encontrar resistencia promedio*

$f'_c$	$f'_{cr}$
Menos de 210 kg/cm <sup>2</sup>	$f'_c + 70$
210 kg/cm <sup>2</sup> -350 kg/cm <sup>2</sup>	$f'_c + 84$
>350 kg/cm <sup>2</sup>	$f'_c + 98$

Fuente: ACI

2. *Selección del tamaño máximo nominal de agregado grueso.*

La elección del tamaño máximo del agregado, debe considerar la separación de los costados de la cimbra, el espesor de la losa y el espacio libre entre varillas individuales o paquetes de ellas.

3. *Selección del asentamiento (Slump).*

Nos ayuda a determinar la trabajabilidad del concreto fresco mediante el ensayo de slump realizado a través del cono de Abrams. El slump teórico a alcanzar según las solicitaciones de la obra puede ser:

**Tabla 5**

*Determinación del slump según la NTP 339.035-2009*

Tipo de estructura	Slump máximo	Slump mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI

4. *Selección del volumen unitario de agua (tabla 01).*

Aquí se obtiene el dato de la tabla con los contenidos de agua recomendables en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado. Considerando concreto sin y con aire incluido.

**Tabla 6**

*Tabla 1 para la selección de volumen*

Asentamiento	Agua en Lt. /m <sup>3</sup> , para TMN de agregados y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193		169	145	124
6" a 7"	243	228	--	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"		175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	---

Fuente: ACI

5. Selección de Contenido de aire atrapado (Tabla 2).

**Tabla 7**

*Tabla 2 para el contenido de aire atrapado*

TMN del agregado grueso	Aire atrapado %
3/8"	3.0
1/2"	2.5
3/4"	2.0
1"	1.5
1 1/2"	1.0
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Fuente: ACI

6. Selección de la relación agua /cemento sea por resistencia a la compresión o por durabilidad (tablas 5 y 7).

**Tabla 8**

Tabla 5 y 7 para calcular la relación agua cemento

f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire Incorporado
450	0.38	----
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.58	0.49
250	0.62	0.53
210	0.68	0.59
200	0.70	0.61
175	0.75	0.66
150	0.80	0.71

Fuente: ACI

7. Cálculo del contenido de cemento.

Dividimos paso (4) / paso (6)

8. Selección del peso del agregado (tabla 4).

**Tabla 9**

Tabla 4 para la selección del agregado

TMN del agregado grueso	Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diversos módulos de finesa del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65



1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI

9. *Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino*

Para ello dividimos el contenido de cada uno de los materiales (Cemento, agua, aire, y agregado grueso) entre sus respectivos pesos específicos, para finalmente sumar los resultados.

10. *Cálculo del volumen y peso en estado seco del agregado fino.*

Volumen = 1- el resultado del paso (9)

Peso = Resultado del volumen x peso específico seco

11. *Presentación del diseño en estado seco*

12. *Corrección del diseño por aporte de humedad a los agregados*

Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente. Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen tanto absorbida como superficial.

Peso del agregado húmedo = (peso del agregado seco) x (1+ % humedad)

El agua que va agregarse a la mezcla de prueba debe reducirse en una cantidad igual a la humedad libre que contiene el agregado.

El agua efectiva = Agua de diseño + (Peso del agregado seco \* porcentaje de absorción del agregado)- (Peso del agregado seco \* % del contenido de humedad del agregado).

13. *Presentación del diseño en estado húmedo*

Aquí presentamos las proporciones efectivas a utilizar. El diseño de mezcla del presente estudio adjuntamos en los anexos.

#### **D. Elaboración del concreto**

En la elaboración del concreto hemos tenido en cuenta las siguientes etapas:

##### **1. Extracción y preparación de la muestra**

La forma de extracción utilizada es la llamada "Muestra del material elaborado", que es la que se obtiene del material que después de ser sometido a procesos tales como trituración y tamizado han sido colocados en silos, acumulándolos en montones, y colocados en los vehículos.

##### **2. Toma de muestras del concreto fresco.**

Para el recojo de estas muestras hemos utilizado recipientes de material no absorbentes, de preferencia metálicos, de forma y tamaños adecuados a fin de impedir la segregación de los agregados. La homogenización de la muestra antes de los ensayos se realizó con una pala o cucharón.

##### **3. Ensayo de consistencia o slump mediante el cono de Abrams.**

Este ensayo se realizó según la NTP 339.035-2009. El denominado ensayo de asentamiento, revenimiento o "slump test", se encuentra ampliamente difundido y su empleo es aceptado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. El ensayo consistirá en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento del concreto luego de desmoldarlo.

Para realizar el ensayo hemos utilizado un molde troncocónico y una varilla de 5/8" con punta de bala, el molde descansa sobre una superficie plana no absorbente, dicho molde se llenó en tres capas, luego se compactó cada capa mediante 25 golpes con la varilla de acero,

estos golpes se les propinó en forma distribuida y en forma de espiral. La última capa se enrasó con ayuda de una espátula para luego levantar el molde verticalmente y con mucho cuidado; el ensayo culminó al medir el asiento del concreto que es la diferencia entre la altura del molde y la cara superior central de la mezcla.

### Figura 3

#### *Ensayo de consistencia Slump*



#### 4. Elaboración de probetas de concreto

Para el presente estudio hemos tenido en cuenta la NTP 339.183. Hemos elaborado 30 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura, para un Concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con cemento portland tipo 1, según el diseño de mezclas obtenido por el método ACI 211. Estas probetas fueron ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días de curado, ensayando 10 probetas de concreto según el tipo de agua, para cada edad en los días programados. Al momento de vaciado del concreto el molde, estuvo limpio y en su parte interior cuidadosamente aceitado. El moldeo de las probetas se efectuó sobre una superficie

horizontal, libre de vibraciones, el llenado de la probeta se efectuó evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara; luego de mezclarse el concreto se llenó los moldes en tres capas, cada una de ellas a un tercio de la altura del molde y compactadas energícamente con la barra compactadora con 25 golpes en forma vertical y en forma de espiral empezando por los extremos hasta llegar al centro y así sucesivamente con las otras dos capas superiores, en la capa última se agregó material hasta rebosar, retirando el material excedente y enrasamos la superficie del molde tratando de lograr un buen acabado, luego de ello con la ayuda de un martillo de goma se propició golpes para eliminar vacíos. Las probetas fueron retiradas de los moldes entre las  $20 \pm 4$  horas, después de ser moldeados se procedió soltando los elementos de cierre y luego de un momento se retiraron cuidadosamente los moldes. Las probetas fueron identificadas en su cara superior con nombre y edad de elaboración, con la ayuda de un lápiz de cera, al cabo de ello las probetas fueron enviadas a la poza del curado

#### **Figura 4**

##### *Elaboración de probetas cilíndricas de concreto*



## **5. Curado de probetas cilíndricas**

Al ser desmoldadas las probetas, se llevaron a la poza para su curado que contenía una solución saturada de agua de cal a una temperatura de  $230 \pm 20$ , La saturación se podrá obtener incorporando tentativamente 2gr de cal hidratada por litro de agua, el agua utilizada fue potable y limpia, no debiendo las probetas en ningún momento estar expuestas al goteo o a la acción del agua en movimiento.

### **E. Evaluación de la resistencia a la deflexión del concreto,**

Se realizó teniendo en cuenta los parámetros estipulados en la Norma Técnica Peruana 339.034 y la Norma Técnica ASTM C 39, con lo que determinó la resistencia máxima adquirida de los bloques de concreto en los tiempos de rotura establecidos.

La resistencia a la deflexión del concreto es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos. siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

La máquina de ensayo a utilizó fue una prensa manual de uso corriente, la maquina está provista de dos bloques de acero de superficie endurecida, entre los cuates se comprimen las probetas sometidas a ensayo, el cabezal inferior sobre el que descansa las probetas sometidas a ensayo, este cabezal inferior es rígido y plano, el cabezal superior está provisto de un dispositivo a rotula que te permite rotar libremente e inclinarse pequeños ángulos en cualquier dirección.

Las probetas se ensayaron un día después de ser retirados de la poza de curado, el ensayo de compresión de probetas de concreto se realizará con la probeta en estado seco; donde las probetas se colocaron en forma centrada en la prensa de ensayo que se comprime a una velocidad de carga de  $(20-50 \text{ lb/pulg}^2/\text{seg})$  aproximadamente. la cual se debe mantener

constante durante la duración del ensayo, es decir hasta cuando se logre una franca rotura de la probeta y la máquina electrónica registre su máxima resistencia.

#### **2.3.4. *Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos***

El método o la técnica empleado para el análisis de datos es la estadística descriptiva ya que se utiliza para hallar promedios de valores obtenidos mediante observación y recolectados en los protocolos respecto a las características de los agregados, así como también el promedio de las resistencias de las probetas ensayadas a la resistencia a la compresión a los diferentes días de curados.

El instrumento utilizado para el análisis de datos fue el Softwares en modo estudiante Microsoft Excel 2013, este software se utilizó para determinar a partir de los datos observados las características de los agregados tales como: contenido de humedad, granulometría, peso específico, peso unitario, contenido de humedad, calcular, comparar y analizar la resistencia a la compresión de especímenes de concreto elaborados con agua potable, con agua subterránea del sector Alzamora Miranda, utilizando este último como insumo alternativo en función de sus parámetros físicos y químicos.



### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En esta parte se detallan los resultados obtenidos de los materiales tales como los ensayos físico químicos del agua, ensayo de materiales, cálculo de diseño de mezcla del concreto y resultados de ensayo de compresión de los testigos de concreto.

#### 3.1. Análisis físico químico del agua

El agua usada para la presente dosificación y elaboración de testigos de concreto fue agua potable de SEDACAJ, y agua subterránea ubicado a la altura del Qhapac Ñan (sector 9), cuyos datos informativos de detallan a continuación:

**Tabla 10**

*Propiedades físico-químicas de las muestras de agua*

Código de la Muestra	Agua Potable SEDACAJ	Agua Subterránea	Requisitos
Localización de la Muestra	Vía de Evitamiento Sur N° 1712	Qhapac Ñan Sector 9	NTP 339.088
Sólidos Disueltos Totales	782.0	749.0	Máx. 5000
pH a 25°C	6.62	7.51	5 a 8
Hierro (Fe)	<LCM	0.333	Max. 1.00
Nitrito (NO <sub>2</sub> .)	<LCM	0.099	-
Aluminio (Al)	0.070	0.030	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	451.8	98.5	Máx. 600
Cloruro (Cl ·)	6.094	52.13	Max. 1000

Fuente: Dirección Regional de Salud (DIRESA).

Según la tabla 10 podemos observar que el agua subterránea empleada en la elaboración de especímenes para comparación con la muestra patrón cumple con las características establecidas con la norma, teniendo como PH un valor de 7.51, el cual está en el rango; los sólidos disueltos es 270.06, el cual está debajo del límite, la cantidad de hierro encontrado es 0.333 ppm el cual está también por debajo del límite.

### 3.2. Características de los agregados

#### Análisis granulométrico del agregado fino

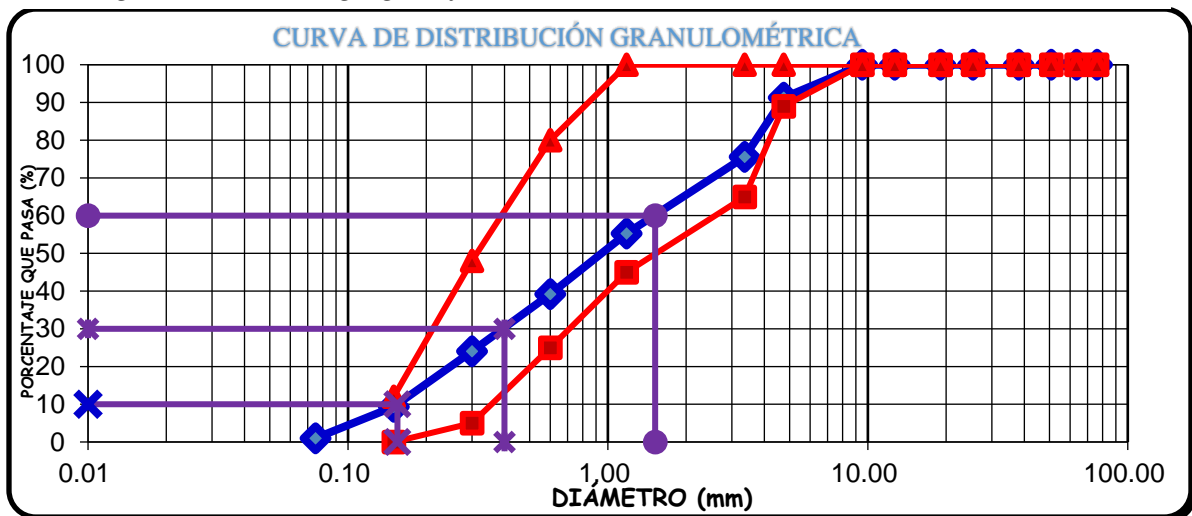
**Tabla 11**

*Análisis granulométrico del agregado fino*

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	131.00	8.73	8.73	91.27
N°8	3.36	235.00	15.67	24.40	75.60
N° 16	1.18	305.00	20.33	44.73	55.27
N° 30	0.60	241.00	16.07	60.80	39.20
N° 50	0.30	227.00	15.13	75.93	24.07
N° 100	0.15	221.00	14.73	90.67	9.33
N° 200	0.075	125.00	8.33	99.00	1.00
Cazoleta	--	15	1.00	100.00	0.00
TOTAL		1500.0	100%		

**Figura 5**

*Curva granulométrica agregado fino*





### Análisis granulométrico del agregado grueso

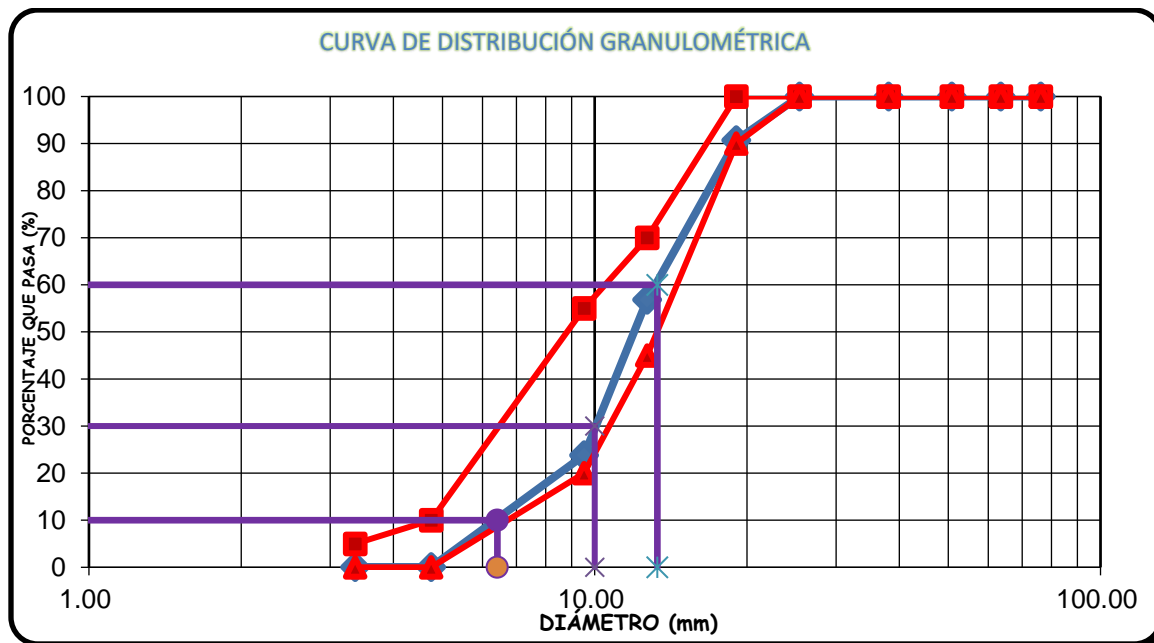
**Tabla 12**

*Análisis granulométrico agregado grueso*

N°	Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	742.00	9.28	9.28	90.73
½"	12.70	2711.00	33.89	43.16	56.84
⅜"	9.53	2641.00	33.01	76.18	23.83
N°4	4.75	1901.00	23.76	99.94	0.06
N°8	3.36	0.00	0.00	99.94	0.06
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.94	0.06
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.94	0.06
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.94	0.06
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.94	0.06
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.94	0.06
Cazoleta	--	5	0.06	100.00	0.00
TOTAL		8000.00	100		

**Figura 6**

*Curva granulométrica agregado grueso*



**Tabla 13**

*Resumen de las características mecánicas de los agregados*

Descripción	AGREGADO	AGREGADO
	FINO	GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	...	3/4"
P. ESPECIFICO MASA	2.610	2.620
PESO UNITARIO SUELTO	1611.138	1363.284
PESO UNITARIO COMPACTADO	1720.074	1504.064
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.903	0.373
ABSORCION (%)	1.200	1.100
MODULO DE FINURA	3.053	6.851
ABRASION (%)	...	27.000
PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	2.600	0.200

### 3.3. Resultados del diseño de mezcla

**Tabla 14**

*Proporciones del diseño de mezcla*

Materiales	Diseño con agua potable		Diseño con agua subterránea	
	Sin corregir	Corregidos por humedad	Sin corregir	Corregidos por humedad
CEMENTO	332.1 Kg	332.1 Kg	332.1 kg	332.1 kg
AGUA DE DISEÑO	205.00 Lt	174.0 Lt	205.00 Lt	174.0 Lt
AGREGADO FINO SECO	804.00 Kg	851.00 Kg	804.00 kg	851.00 kg
AGREGADO GRUESO SECO	941.00 Kg	945.00 Kg	941.00 kg	945.00 kg
AIRE TOTAL	2.00 %	2.00%	2.00 %	2.00 %
	PROPORCION EN PESO	PROPORCION EN VOLUMEN	PROPORCION EN PESO	PROPORCION EN VOLUMEN
CEMENTO	1	1	1	1
A. FINO	2.56	2.250	2.56	2.250
A. GRUESO	2.85	3.130	2.85	3.130
AGUA	22.3 (Lt / Bolsa)	22.300(Lt / Bolsa)	22.3(Lt / Bolsa)	22.300(Lt/Bolsa)

Según la tabla 14 podemos observar que en cuanto a las proporciones para el diseño de mezcla para la elaboración de especímenes de concreto son prácticamente similares tanto al usar agua potable como agua subterránea.

### 3.4. Resultados del ensayo a las probetas

Los ensayos de concretos preparados con agua potable y con agua subterránea fueron realizados a las edades de 7, 14 y 28 días, después de esto pudimos obtener los resultados que se muestran en las siguientes tablas:

**Resistencia a la compresión de especímenes de concreto, elaborados con agua potable para una resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

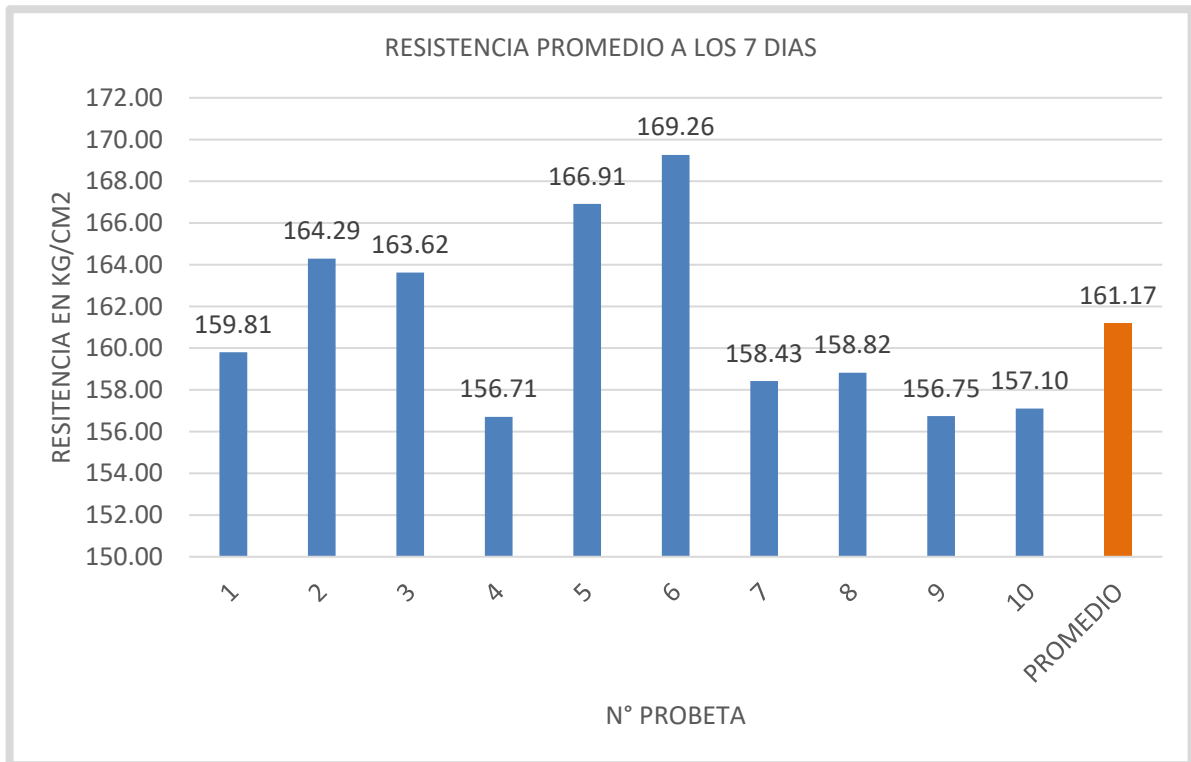
**Tabla 15**

*Resistencia para probetas 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando agua potable*

Edad (días)	Resistencia Requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )										Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
		CAP.1	CAP.2	CAP.3	CAP.4	CAP.5	CAP.6	CAP.7	CAP.7	CAP.9	CAP.10	
7	126	159.81	164.29	163.62	156.71	166.91	169.26	158.43	158.82	156.75	157.10	161.17
14	168	197.30	195.80	193.39	185.70	190.40	190.59	194.91	192.81	190.94	190.61	192.25
28	210	222.59	230.22	228.81	240.20	225.69	228.67	228.75	220.50	234.46	227.67	228.76

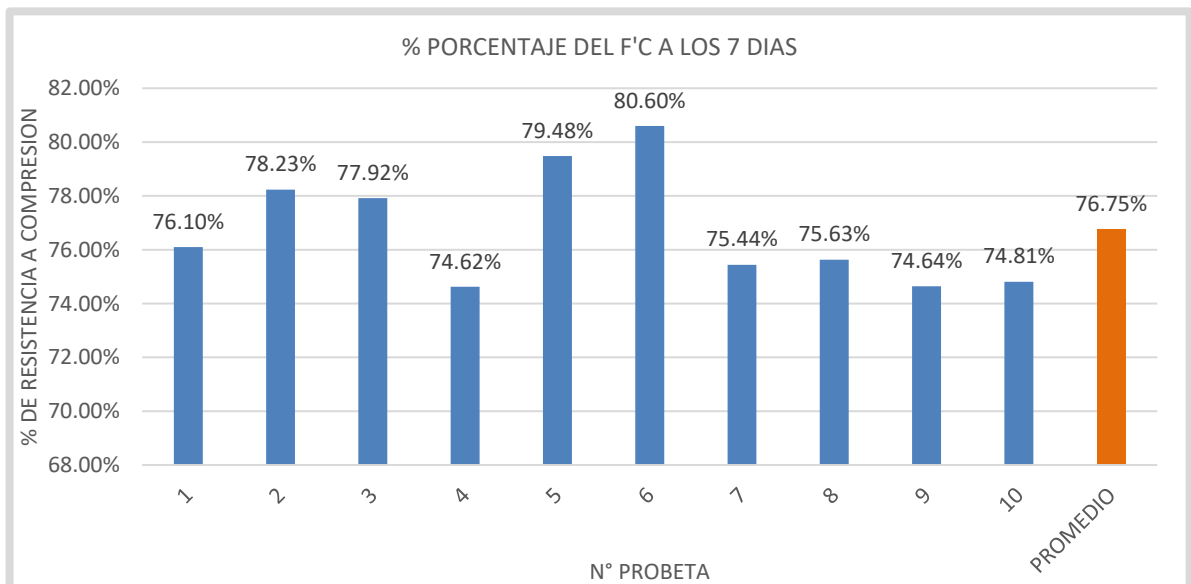
**Figura 7.**

*Resistencia promedio a los 7 días utilizando agua potable*



**Figura 8**

*Porcentaje del F'C a los 7 días utilizando agua potable*



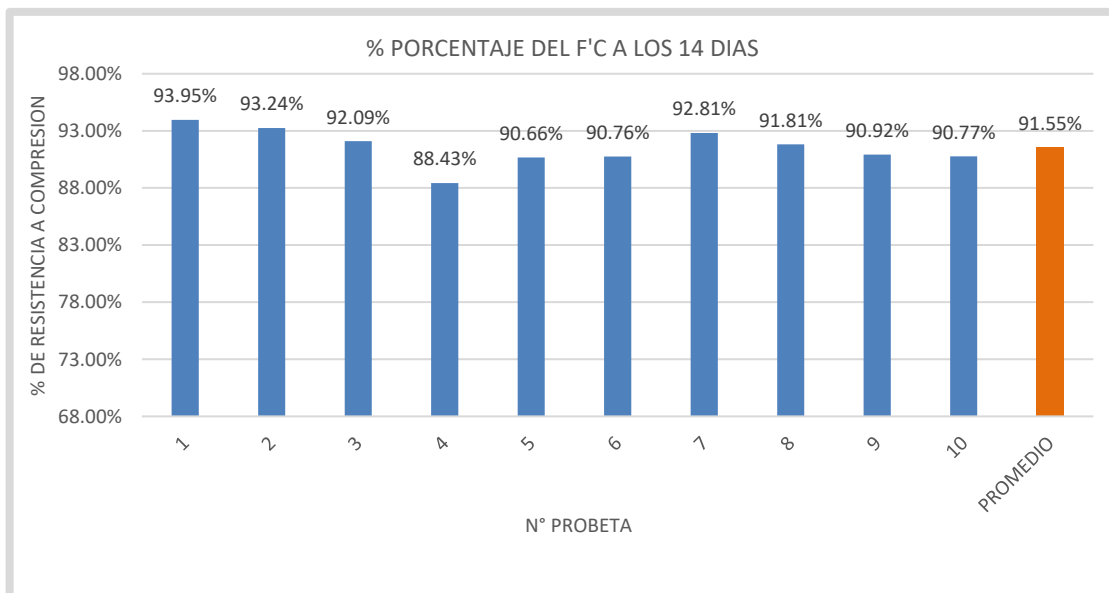
**Figura 9**

*Resistencia promedio a los 14 días utilizando agua potable*



**Figura 10**

*Porcentaje del F'c a los 14 días utilizando agua potable*



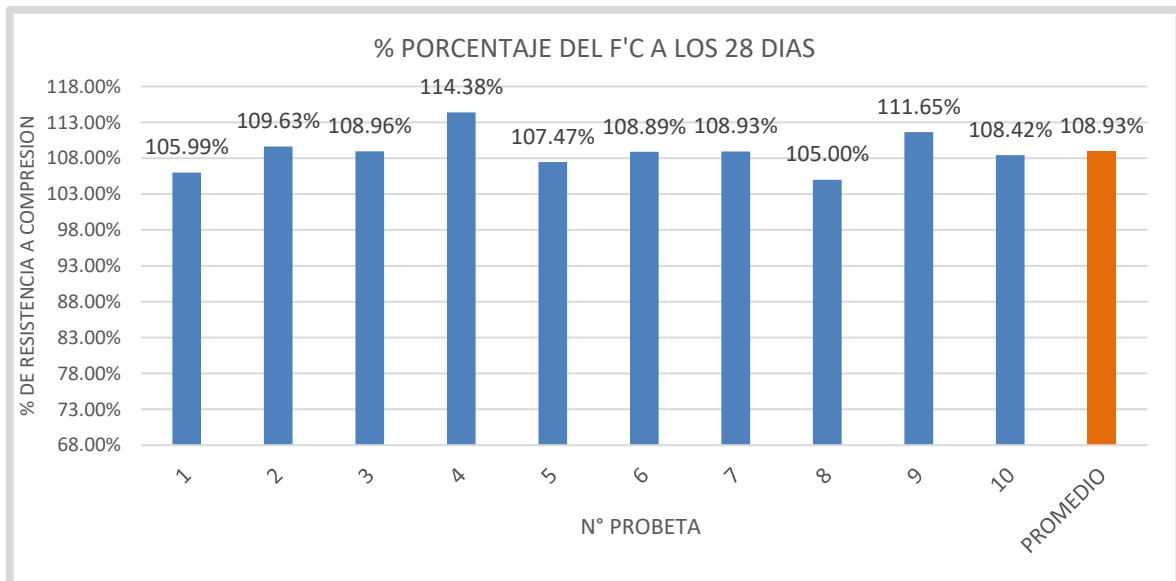
**Figura 11**

*Resistencia promedio a los 28 días utilizando agua potable*



**Figura 12**

*Porcentaje del F'C a los 28 días utilizando agua potable*



Según la tabla 15 podemos observar que al utilizar agua potable para la elaboración de especímenes de concreto, se logra la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo a los 7 días (161.17 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 días (192.25 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días (228.76 kg/cm<sup>2</sup>); igualmente en las figuras 5, 7 y 9 podemos observar los porcentajes respectivos de esfuerzo a la compresión con respecto a la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días (76.75%), a los 14 días (91.55%) y los 28 días (108.93%) sobrepasamos el 100% de la resistencia requerida.

**Resistencia a la compresión de especímenes de concreto, elaborados con agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9), para una resistencia  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

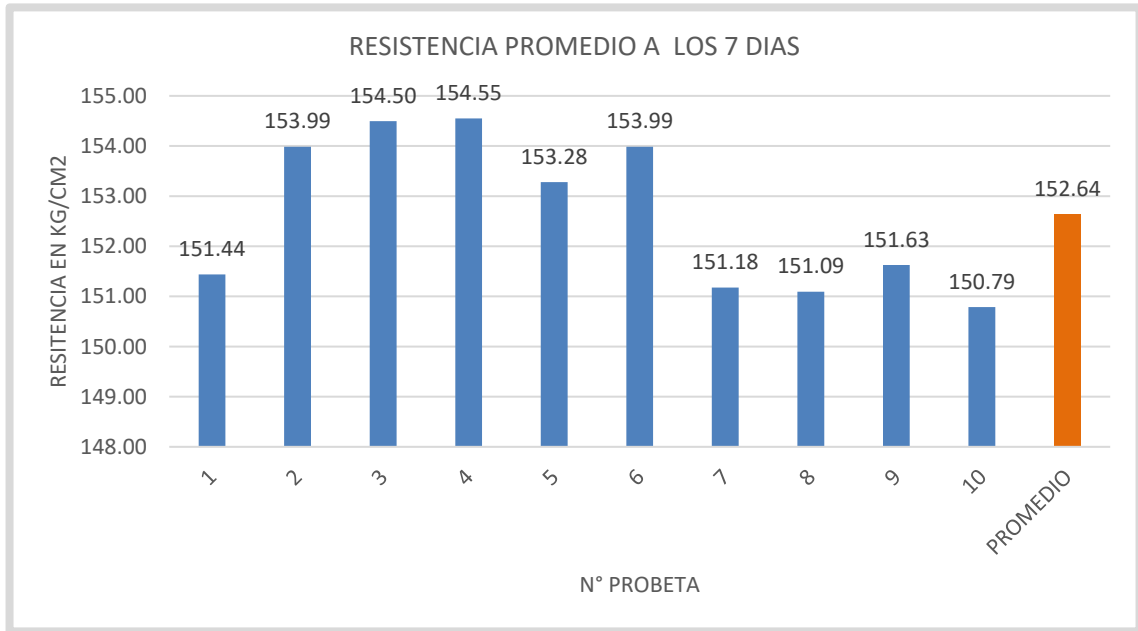
**Tabla 16**

*Resistencia para probetas 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando agua subterránea*

Edad (días)	Resistencia Requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )										Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
		CAP.1	CAP.2	CAP.3	CAP.4	CAP.5	CAP.6	CAP.7	CAP.7	CAP.9	CAP.10	
7	126	151.44	153.99	154.50	154.55	153.28	153.99	151.18	151.09	151.63	150.79	152.64
14	168	181.14	187.53	185.94	180.41	182.02	180.78	183.59	187.19	181.55	170.67	182.08
28	210	213.80	213.11	216.34	213.41	219.13	211.92	216.71	210.87	214.99	211.87	214.21

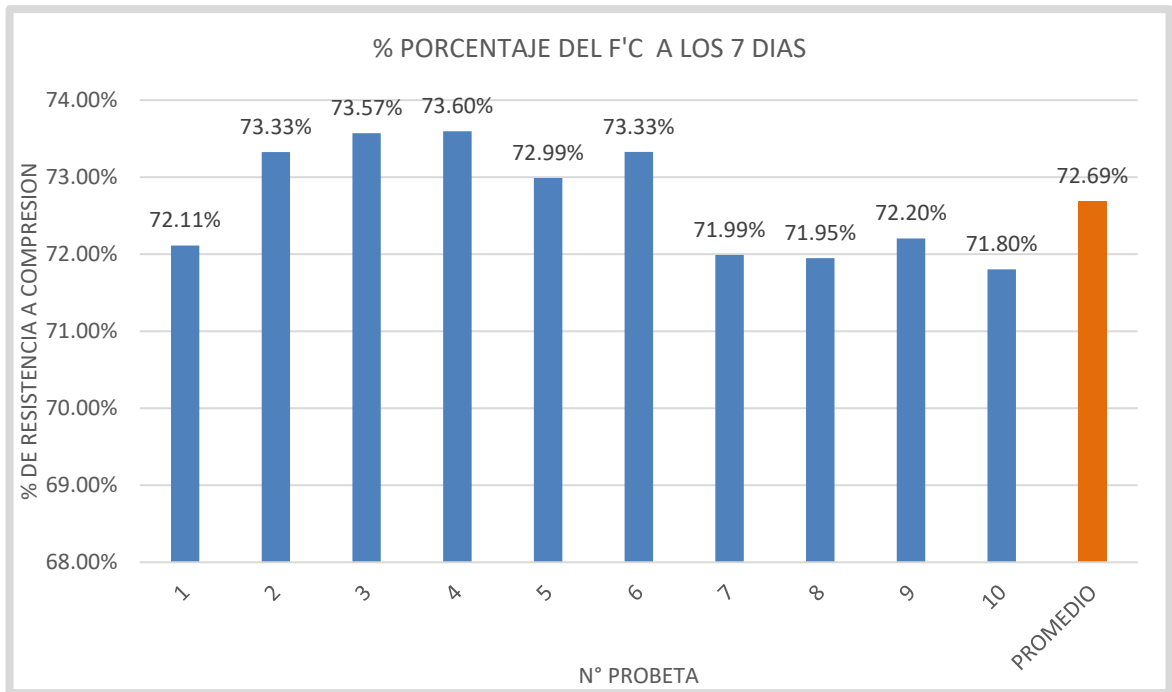
**Figura 13**

*Resistencia promedio a los 7 días utilizando agua subterránea*



**Figura 14**

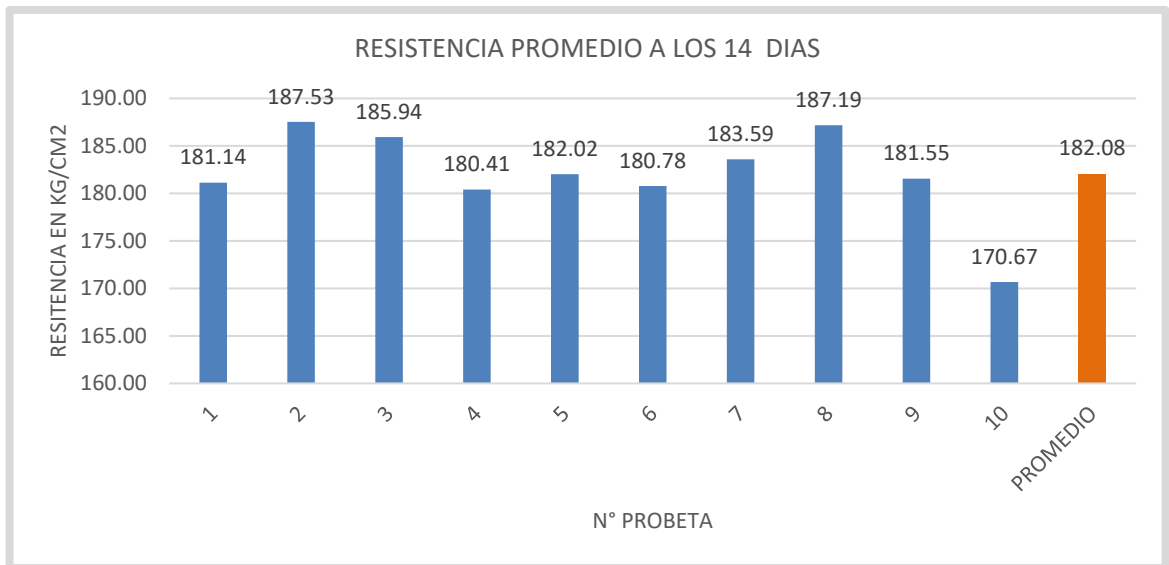
*Porcentaje del F'C a los 7 días utilizando agua subterránea*





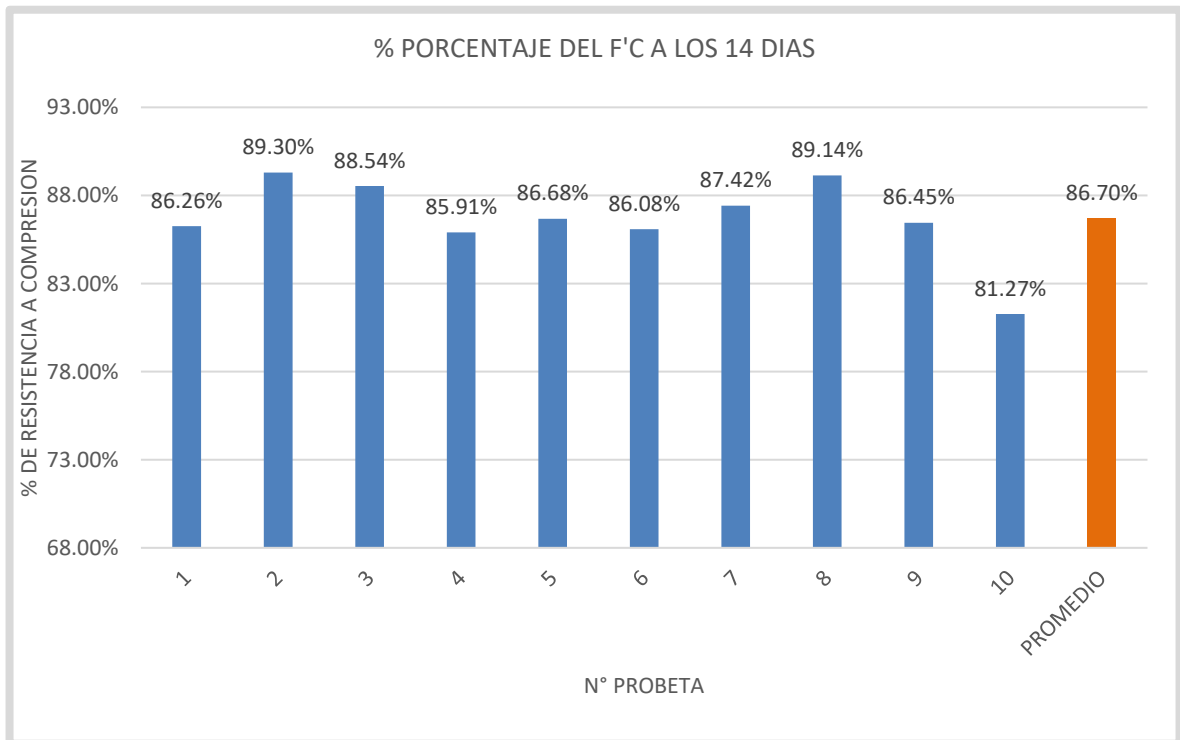
**Figura 15**

*Resistencia promedio a los 14 días utilizando agua subterránea*



**Figura 16**

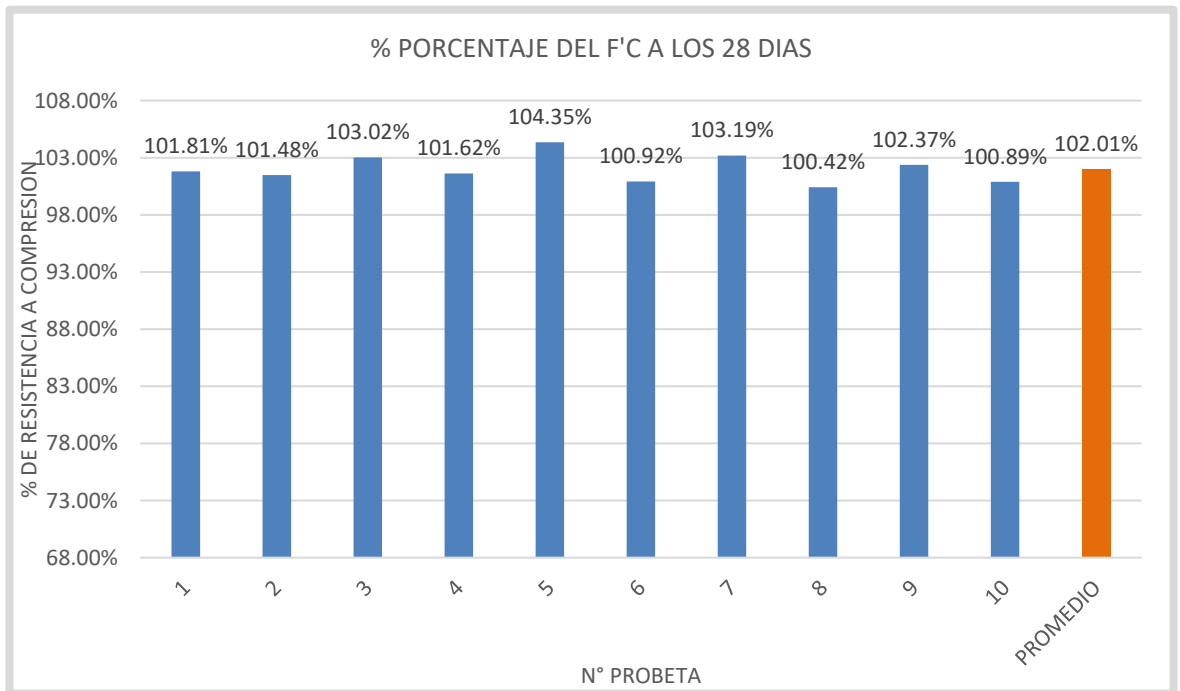
*Porcentaje del F'C a los 14 días utilizando agua subterránea*



**Figura 17**  
*Resistencia promedio a los 28 días utilizando agua subterránea*



**Figura 18**  
*Porcentaje del F'c a los 28 días utilizando agua subterránea*

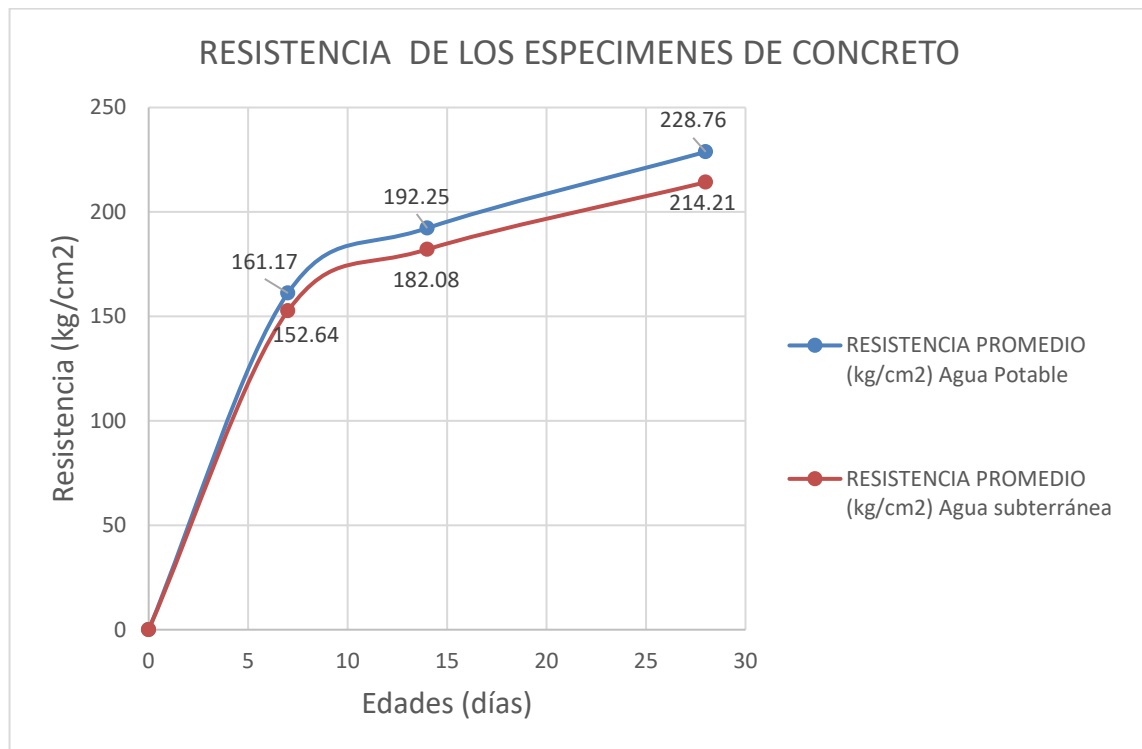


Según la tabla 16 podemos observar que al utilizar agua subterránea para la elaboración de especímenes de concreto, se logra la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo a los 7 días (152.64 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 días (182.68 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días (214.21 kg/cm<sup>2</sup>); igualmente en las figuras 12, 14 y 16 podemos observar los porcentajes respectivos de esfuerzo a la Compresión con respecto a la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días (72.69%), a los 14 días (86.70%) y los 28 días (102%) sobrepasamos el 100% de la resistencia requerida.

**Análisis comparativo de resultados de resistencia a la compresión de especímenes de concreto elaborados con agua subterráneas y agua potable.**

**Figura 19**

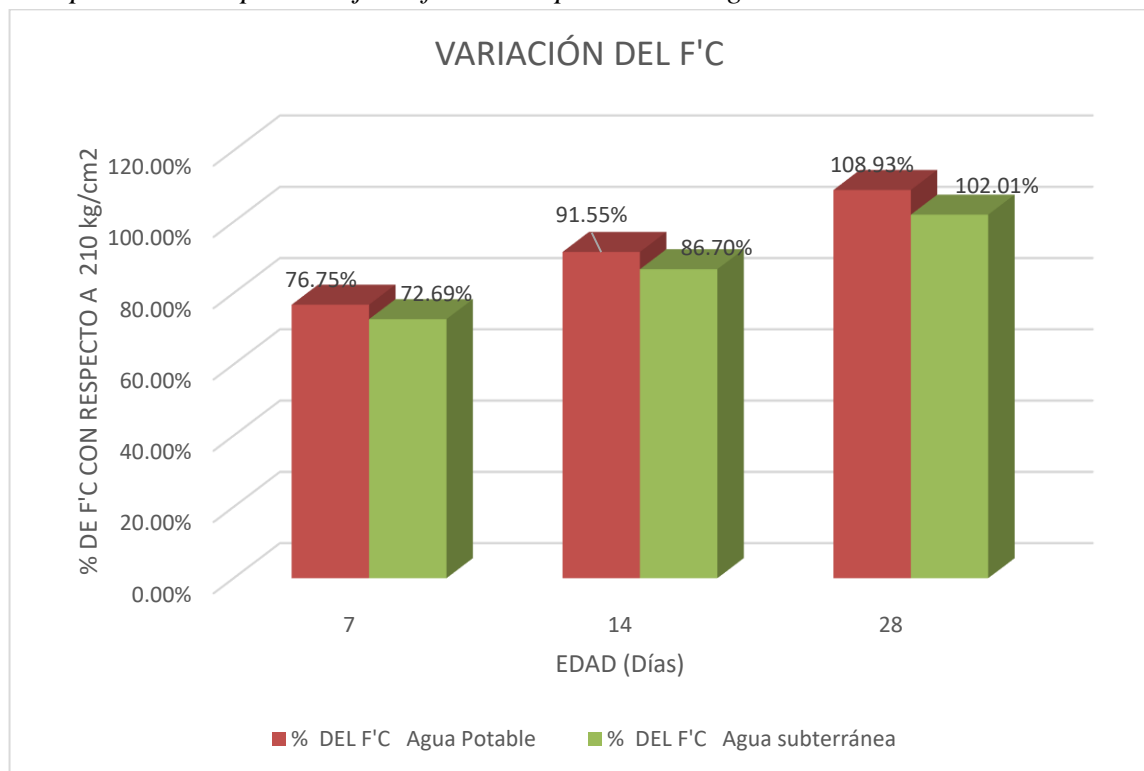
*Comparación de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con agua subterránea y agua potable*



Según la figura 16 podemos observar que existe una mínima variación en la resistencia a la compresión en los especímenes elaborados con agua de manantial con respecto a los especímenes elaborados con agua potable en las diferentes edades; a los 7 días tenemos una variación de 8,53 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días observamos una variación de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se observa una variación de 14.55kg/cm<sup>2</sup>; como nos damos cuenta esta variación no es tan significativa y según los ensayos se pudo determinar que se cumple con la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> al hacer uso del agua subterránea de esta localidad.

**Figura 20**

*Comparación del porcentaje de f'c con respecto a 210 kg/cm<sup>2</sup>*



La figura 17 nos presenta una comparación entre el porcentaje de f'c con respecto a la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> (100%) en las diferentes edades, donde observamos una ligera disminución de los especímenes elaborados con agua subterránea con respecto

a los elaborados con agua potable teniendo que a los 7 días se observa una disminución de 4.06%, a los 14 días una disminución de 4.85% y a los 28 días una disminución de 6.92%. Pero podemos mencionar que se encuentra dentro de los rangos permisibles cuyos valores son aproximadamente en 1 día entre 25 a 35 %, a los 3 días entre 42 a 53 %, a los 7 días entre 70 a 85 % a los 14 días entre 85 a 95 % y 28 días entre 100 a 120 % a los 60 días sube entre 10% y 15% de la resistencia de 28 días; pero estos parámetros dependen también de los materiales cemento, agregados, aditivos y métodos de curado.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En cuanto al agua a utilizar para la preparación de mezcla, de acuerdo a la NTP 339.088, esta debe ser preferentemente agua potable, sin colorantes, libre de azúcares, ácidos, materias orgánicas, aceites, libre de sales de potasio o de sodio. En la tabla 10 donde mostramos los resultados obtenidos en los ensayos del agua, parámetros mínimos y máximos donde podemos comprobar que el agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) cumple con las características establecidas en la norma, teniendo como PH un valor de 7.51, el cual está dentro el rango; los sólidos disueltos es 270.06 ppm, el cual está debajo del límite, la cantidad de hierro encontrado es 0.333 ppm el cual está también por debajo del límite; con estos resultados pudimos comprobar que este tipo de agua si sería óptima para la mezcla de concreto sin necesidad de un tratamiento previo; contrario a los resultados obtenidos por Anaya & Suarez (2016), en cuyo trabajo concluyó que las características físico-químicas del agua del río Magdalena varían considerablemente en la mayoría en los parámetros como la turbidez, pH y la alcalinidad sufriendo un incremento.

En lo referente a los ensayos de granulometría al agregado grueso muestran que este cumple con los tamaños máximos, nominales y las distribuciones porcentuales, como se muestra en la tabla 12 donde las distribuciones entre los tamices cumplen con los estipulados en la NTP 400.012. y además en la tabla 13 observamos que el tamaño de partícula máximo es de 3/4", esto nos demuestra que es un material bien graduado para ser utilizado en la mezcla de concreto. Para la granulometría del agregado fino, se obtuvo que también tuviera una buena distribución porcentual entre sus tamices y que según la tabla 13 el módulo de finura es de 3.053 lo cual está entre 2.3 y 3.1, de acuerdo con esto podemos decir que nuestro agregado también cumple con el parámetro requerido por la NTP 400.012.

De los ensayos de compresión de los especímenes de concreto, según la tabla 16 podemos observar que al utilizar agua subterránea de la localidad de Qhapac Ñan (sector 9) para la elaboración de especímenes de concreto, se logra la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo a los 7 días (152.64 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 días (182.68 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días (214.21 kg/cm<sup>2</sup>), pero también podemos observar en la figura 16 que existe una mínima variación en la resistencia a la compresión en los especímenes elaborados con agua subterránea con respecto a los especímenes elaborados con agua potable en las diferentes edades; a los 7 días tenemos una variación de 8,53 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días observamos una variación de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se observa una variación de 14.55kg/cm<sup>2</sup>; como nos damos cuenta esta variación no es tan significativa, Así mismo en la figura 17 nos presenta una comparación entre el porcentaje de  $f'c$  con respecto a la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> (100%) en las diferentes edades, donde observamos una ligera disminución de los especímenes elaborados con agua subterránea con respecto a los elaborados con agua potable teniendo que a los 7 días se observa una disminución de 4.06%, a los 14 días una disminución de 4.85% y a los 28 días una disminución de 6.92%, obteniendo una diferencia menor a la que obtuvo Orozco & Palacio (2015), que determinaron que el agua subterránea influye en la resistencia a la compresión en un rango de entre el 11 % y el 16% menos en la resistencia. Galvan & Guzman (2020) en su estudio realizado nos da a conocer que la resistencia de las muestras producidas con agua subterránea, evaluada a los 7 días es igual al 96% de la resistencia de la muestra patrón, siendo esta ligeramente superior a lo obtenido en nuestro estudio cuyos valores obtenidos son, a los 7 días (72.69%), a los 14 días (86.70%) y los 28 días (102%). Coincidimos con Chavez (2019), en su estudio encontró que los especímenes de concreto de 0.15 m de diámetro y una altura de 0.30 m que se ensayaron a compresión axial a las edades de 7, 14, 28 y 180 días elaborados con agua termal disminuye en un 0.91%, 1.70%, 3.26% y

3.35% en relación al concreto de control, concluyendo que el agua termal de los Baños del Inca puede ser utilizada en la elaboración del concreto puesto que la variación de la resistencia a la compresión axial es mínima pero que cumple con la resistencia de diseño. De igual manera coincidimos con Vargas (2016) en su investigación realizó ensayos de resistencia a compresión axial de los testigos evaluados a diferentes edades 7, 14, y 28 días donde con los resultados obtenidos encontramos que la resistencia a la compresión axial disminuye con la utilización de agua de canal en 2.38% en comparación con el diseño realizado a los 28 días, caso contrario sucede con la utilización del agua de manantial donde vemos que la resistencia a compresión axial aumenta 34.34% en comparación del diseño patrón a los 28 días; respecto a la utilización de agua de río, cumple con la resistencia de diseño, sobrepasando en 7.70% a los 28 días de curado.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado líneas atrás podemos llegar a determinar que se verifica nuestra hipótesis que menciona que el uso del agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9), influirá positivamente en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , puesto que podemos observar variaciones mínimas en la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con el agua subterránea con respecto a los elaborados con agua potable.

En el presente trabajo de investigación teniendo en cuenta los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- El agua subterránea del Qhapac Ñan (sector 9) empleada en la elaboración de especímenes en comparación con la muestra patrón que es el agua potable según el resultado de los análisis físico químicos realizados en laboratorio de salud ambiental de la Dirección Regional de Salud (DIRESA) Cajamarca, cumple con las características y límites máximos permisibles establecidos en la norma NTP 339.088, obteniendo un PH de 7.51 el cual se encuentra dentro del rango de 5 a 8; en cuanto a los sólidos disueltos se obtuvo un valor de 270.06 ppm estando



por debajo del límite máximo que es 5000 ppm, en cuanto a la cantidad de hierro encontrado fue de 0.333 ppm el cual está también por debajo del límite máximo que es 1.00 ppm.

- Los agregados utilizados en la elaboración de especímenes de concreto según los ensayos de granulometría nos muestran en la tabla 12 que las distribuciones del agregado grueso entre los tamices cumplen con lo estipulado en la NTP 400.012, siendo 3/4” el tamaño máximo de la partícula, lo cual nos demuestra que es un material bien graduado para ser utilizado en la mezcla de concreto. Para la granulometría del agregado fino, se obtuvo una buena distribución porcentual entre sus tamices, según la tabla 13 nos muestra que módulo de finura es de 3.053 lo cual está entre 2.3 y 3.1, de acuerdo con esto podemos decir que nuestro agregado también cumple con el parámetro requerido por la NTP 400.012.
- El diseño de mezcla para la elaboración de especímenes de concreto y considerando como única variante al tipo de agua, según la tabla 14 tenemos que para el agua potable es de 1: 2.25: 3:13: 22.30 (Lt/bls) y para el agua subterránea 1: 2.25:3.13:22.30 Lt/bls. concluyendo que las proporciones utilizadas en la mezcla para la elaboración de especímenes de concreto son prácticamente similares tanto al usar agua potable como agua subterránea.
- De los ensayos de compresión de los especímenes de concreto, según la tabla 16 podemos observar que al utilizar agua subterránea de la localidad de Qhapac Ñan (sector 9) para la elaboración de especímenes de concreto, se logra la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo a los 7 días (152.64 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 días ( 182.68 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días (214.21 kg/cm<sup>2</sup>), observando en la figura 16 que existe una mínima variación de la resistencia a la compresión en los especímenes elaborados con agua subterránea con respecto a los especímenes elaborados con agua potable en las diferentes edades, teniendo a los 7 días una variación de 8,53 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días una variación de 10.17 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días una

variación de 14.55kg/cm<sup>2</sup>; comparando porcentaje de  $f_c$  con respecto a la resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> (100%) en las diferentes edades tenemos una ligera disminución de los especímenes elaborados con agua subterránea con respecto a los elaborados con agua potable donde a los 7 días se observa una disminución de 4.06%, a los 14 días una disminución de 4.85% y a los 28 días una disminución de 6.92%., teniendo en cuenta estos resultados donde observamos variaciones mínimas concluimos que el agua subterránea de la localidad de Qhapac Ñan (sector 9) puede ser utilizada para la preparación de mezcla de concreto.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo , F. (2015). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- Anaya Suarez, E. J., & Suarez Torrez , O. D. (2016). *Evaluación de la resistencia a la compresión para mezclas de concretos de 3000 PSI elaboradas con combinaciones de agua del Río Magdalena y de agua potable a distintas proporciones*. Cartajena de Indias. Colombia.
- Bedoya Montoya, C. M., & Medina, R. C. (2016). El Concreto elaborado con aguas lluvia como aporte ambiental desde la construcción.
- Cayllahua Sullca , I. (2018). *Materiales de construcción*. Ayacucho, Perú.
- Chavez Soto , M. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agua termal, Cajamarca 2019*. Tesis para titulación, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Cajamarca. Perú.
- Díaz Rodriguez, B., & Ríos Alvinco, N. (2014). *Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a la compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo*. Trujillo.
- Galvan Romero , J. C., & Guzman Julio, A. C. (2020). *Influencia de la calidad del agua subterránea en la resistencia a la compresión de morteros hidráulicos*. Proyecto de Grado , Universidad de la Costa, Ingeniería Civil , Barranquilla. Colombia.
- Hernández Sampiere, R. (2014). *Metología de la investigación* (Sexta edición ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (2018). *Cajamarca. Resultados definitivos*.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). Diseño y Control de mezclas de concreto.

- Lozano Ramirez, L. A. (2017). *“Influencia del uso de agua del río Cumbaza en la resistencia del concreto en las localidades de San Antonio, Morales y Juan Guerra.* Tesis para obtener el Título de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Ingeniería Civil , Tarapoto. Perú.
- Neville, A. N. (2013). *Tecnología del Concreto* (Primera edición ed.). Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.
- Norma ASTM C 1602. (2012). *Especificación estándar para el agua de mezcla utilizada en la producción de cemento hidráulico Agua de mezcla utilizada en la producción de cemento hidráulico Hormigón 1.*
- NORMA ASTM C 33. (2012). *Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.*
- Normas NTP 339.035. (2009). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la la medición del asentamiento del concreto cemento portland.* Lima. Perú.
- Normas NTP 339.088. (2006). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland.Requisitos.* Lima. Perú.
- Normas NTP 339.183. (2013). *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.* Lima. Perú.
- Normas NTP 400.012. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global .* Lima. Perú.
- Normas NTP 400.017. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.* Lima. Perú.

Normas NTP 400.021. (2013 (revizado el 2018)). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.*

Lima. Perú.

Normas NTP 400.022. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* Lima. Perú.

Normas. NTP 339.034. (2008). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.*

Lima. Perú.

Orozco Orozco, B., & Palacio Bonfante, J. (2015). *Influencia de las características del agua subterránea en la resistencia de las unidades de mampostería de concreto con perforaciones verticales de fabricación artesanal. Caso de estudio Villanueva, Bolívar.*

Cartagena de Indias. Colombia.

Polanco Rodríguez, A. (2010). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto.* Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería, Chihuahua.

Rivva Lopez, E. (2010). *Naturaleza y Materiales del Concreto.* ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia.

Torres C, A. (2004). *Curso Básico de Tecnología del Concreto.* Universidad Nacional de Ingeniería, Ingeniería Civil, Lima.

Vargas Sánchez, I. R. (2016). *Resistencia a la compresión axial de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando diferentes tipos de agua. Cajamarca.* Tesis, Universidad Privada del Norte, Ingeniería Civil, Cajamarca. Perú.

**ANEXOS**

**Anexo 1: Análisis físico-químico del agua potable y agua subterránea.**



**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



---

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0122039**

**DATOS DEL CLIENTE**

Razon Social/Nombre	EDINSON ARROHEL AYAY JULCA		
Dirección	-		
Persona de contacto	EDINSON ARROHEL AYAY JULCA	Correo electrónico	-

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo	20.01.22	Hora de Muestreo	12:00 - 12:30
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	02		
Ensayos solicitados	Químicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la Muestra:	CAJAMARCA		

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato	SC - 069	Cadena de Custodia	CC - 039 - 22
Fecha y Hora de Recepción	20.01.22	16:01	Inicio de Ensayo 20.01.22 16:06
Reporte Resultado	31.01.22	11:00	



Edder Neyra Jaico  
Responsable de Laboratorio  
CIP: 147028

**Cajamarca, 08 de febrero de 2022**

Página: 1 de 4

---

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU  
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 599500 anexo 1140



**INFORME DE ENSAYO N° IE 0122039**

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código de la Muestra	Agua Potable - Sedacaj	Agua Subterránea	-	-	-	-		
Código Laboratorio	0122039-01	0122039-02	-	-	-	-		
Matriz	Uso y Consumo	Natural	-	-	-	-		
Descripción	Bebida	Subterránea	-	-	-	-		
Localización de la Muestra	Vía de Evitamiento Sur N° 1712	Qhapac Ñan - Sector 9	-	-	-	-		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.0190	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	0.070	0.030	-	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.0040	0.051	0.254	-	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.0160	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.1240	157.2	158.5	-	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.0020	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.0230	<LCM	0.333	-	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.0510	3.456	3.357	-	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.0050	0.010	0.009	-	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.0190	3.068	11.82	-	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.054	0.094	-	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.0020	0.006	<LCM	-	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.0260	20.21	23.55	-	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.0060	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.0240	<LCM	0.221	-	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.0910	160.6	36.38	-	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.1040	5.905	9.607	-	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.0070	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.0030	0.539	0.913	-	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.0030	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	0.006	-	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Silice (SiO2)	mg/L	0.2225	12.63	20.55	-	-	-	-

Cajamarca, 08 de febrero de 2022

Página: 2 de 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0122039

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código de la Muestra			Agua Potable - Sedacaj	Agua Subterránea	-	-	-	-
Código Laboratorio			0122039-01	0122039-02	-	-	-	-
Matriz			Uso y Consumo	Natural	-	-	-	-
Descripción			Bebida	Subterránea	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Vía de Evitamiento Sur N° 1712	Qhapac Ñan - Sector 9	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	0.0380	0.137	0.097	-	-	-	-
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	0.0650	6.094	52.13	-	-	-	-
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0500	<LCM	0.099	-	-	-	-
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	mg/L	0.0350	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.0640	12.83	30.88	-	-	-	-
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	0.0700	451.8	98.5	-	-	-	-
Fosfato (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	0.0320	<LCM	<LCM	-	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	6.62	7.51	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5000	782.0	749.0	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5000	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Sólidos Fijos	mg/L	2.5000	696.5	560.5	-	-	-	-
Sólidos Volátiles	mg/L	2.5000	88.0	189.0	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Limite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Cajamarca, 08 de febrero de 2022

LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Página: 3 de 4





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA  
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0122039

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO <sub>2</sub> , Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrato, Bromuro, Sulfato, Nitrito, Fosfato, N-NO <sub>2</sub> , N-NO <sub>3</sub> , P-PO <sub>4</sub> , N-NO <sub>2</sub> +N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+.B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,C, 23rd Ed. 2017: Solids, Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A,D, 23rd Ed. 2017: Solids, Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Sólidos Fijos	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 E, 23rd Ed. 2017: Solids, Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C
Sólidos Volátiles	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 E, 23rd Ed. 2017: Solids, Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C

NOTAS FINALES

- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
 (\*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.  
 ✓ Los resultados indicados en este informe conciernen única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.  
 ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.  
 ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.  
 ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.  
 ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-FD1 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 08 de febrero de 2022



LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA

Página: 4 de 4

Anexo 2. Propiedades físicas de los agregados.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

**Tesis** : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

**Tesista** : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

**Asesor** : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

**Cantera** : Río Chonta - Tar Tar Chico.

**Fecha** : 29 de Marzo 2022

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

**3.00** Peso Específico - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	2742.70	2743.20	2742.50	
3.02	Peso de canastilla sumergida	g	875.00	875.00	875.00	
3.03	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	3000.00	3000.00	3000.00	
3.04	Peso de la muestra secada al horno	g	2966.80	2966.30	2966.70	
3.05	Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1867.70	1868.20	1867.50	
	Peso Específico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.620	2.621	2.620	2.620
	Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/cm <sup>3</sup>	2.649	2.651	2.649	2.650
	Peso Específico de Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.699	2.701	2.699	2.700

**4.00** Absorción (%) ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	3000.00	3000.00	3000.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	2966.80	2966.30	2966.70	
	Absorción (%)	%	1.119	1.136	1.122	1.100

**5.00** Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del Recipiente	g	358.00	357.00	354.00	
5.02	Peso del Recipiente + muestra Humeda	g	1554.00	1448.00	1562.00	
5.03	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1549.00	1444.00	1558.00	
	Contenido de Humedad	W %	0.42	0.37	0.33	0.37

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
Jhonny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746



**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

**A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA**

Peso de la fiola en (g) =	192.01
Peso de la fiola + agua (g) =	690.2
Volumen de la fiola (cm3) =	500.00
Peso especifico (g/cm3) =	0.99638
P.e en (Kg/m3) =	996.38

**B) CALCULO DEL Factor f**

Peso del Molde (g) =	4222.00
Peso del Molde + Agua (g) =	13772.00
Peso Agua (Kg) =	9.5500
f (1/m3) =	104.333

**1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205 )**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	4222.00	4222.00	4222.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	17345.00	17278.00	17243.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	13123.00	13056.00	13021.00	
1.05	Factor (f)	1/m3	104.333	104.333	104.333	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.369	1.362	1.359	1.363
	Peso Unitario Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1369	1362	1359	1363

**2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	4222.00	4222.00	4222.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	18629.00	18674.00	18611.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	14407.00	14452.00	14389.00	
2.04	Factor (f)		104.333	104.333	104.333	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.503	1.508	1.501	1.504
	Peso Unitario Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1503	1508	1501	1504

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Johnny Vásquez Torres*  
 Johnny Vásquez Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255746



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C-117 / NTP 400.018)

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Eclinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.


Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

1.00 Ensayo Partículas < N° 200 para el Agregado Fino

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	500.00	500.00	500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	486.80	486.90	487.50	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	13.20	13.10	12.50	
Material que Pasa el Tamiz N° 200		%	2.64%	2.62%	2.50%	2.60%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

  
Johnny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746





SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

3.00 Peso Específico / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de fiola	g	192.0	192.0	192.0	
3.02	Peso de la fiola +agua hasta menizco	g	690.2	690.2	690.2	
3.03	peso de la fiola +agua + muestra	g	1003.2	1003.0	1003.1	
3.04	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
3.05	Peso de la muestra secada al horno	g	493.85	494.10	493.95	
3.06	volumen de agua añadida al frasco (g)	g	311.19	311.01	311.09	
	Peso Específico de Masa	g/m <sup>3</sup>	2.616	2.614	2.615	2.610
	Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m <sup>3</sup>	2.648	2.646	2.647	2.650
	Peso Específico de Aparente	g/m <sup>3</sup>	2.704	2.699	2.701	2.700

4.00 Absorción (%) / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	493.85	494.10	493.95	
	Absorción (%)	%	1.245	1.194	1.225	1.200

5.00 Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del Recipiente	g	358.00	357.00	360.00	
5.02	Peso del Recipiente + muestra Humeda	g	1457.00	1577.00	1522.00	
5.03	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1395.00	1509.00	1458.00	
	Contenido de Humedad	W %	5.98	5.90	5.83	5.90

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

  
Johnny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA

Peso de la fiola en (g) =	192.01
Peso de la fiola en (g) =	690.2
Volumen de la fiola (cm3) =	500
Peso especifico (g/cm3) =	0.99638
P.e en (Kg/m3) =	996.38

B) CALCULO DEL Factor f

Peso del Molde (g) =	1995
Peso del Molde +Agua (g) =	4867
Peso Agua (Kg) =	2.872
f (1/m3) =	346.93

1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205 )

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	6641.00	6643.00	6633.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	4646.00	4648.00	4638.00	
1.05	Factor (f)		346.929	346.929	346.929	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.612	1.613	1.609	1.611
Peso Unitario Suelto		Kg/m <sup>3</sup>	1611.83	1612.53	1609.06	1611

2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	6955.00	6912.00	6992.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	4960.00	4917.00	4997.00	
2.04	Factor (f)	1/m3	346.929	346.929	346.929	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.721	1.706	1.734	1.720
Peso Unitario Compactado		Kg/m <sup>3</sup>	1720.77	1705.85	1733.60	1720

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
Jhonny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748

Anexo 3. Ensayo de abrasión



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ENSAYO DE ABRASIÓN / NTP 400.019 / ASTM C 702 / MTC E 207

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./m/m)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3651	3653	3647
% Desg. = $((Pi - Pf) / Pi) \times 100$				26.98	26.94	27.06
Abrasión % Desgaste Promedio				27.00		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
Jhonny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748

Anexo 4. Material más fino que pasa por el tamiz N°200



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C-117 / NTP 400.018)

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

1.00 Ensayo Partículas < N° 200 para el Agregado Grueso

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	3000.00	3000.00	3000.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	2993.50	2993.60	2993.20	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	6.50	6.40	6.80	
	% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.217%	0.213%	0.227%	0.20%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonhy Vásquez Torres*  
Jhonhy Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 265746



Anexo 5: Análisis granulométrico del agregado grueso



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC.E 202

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

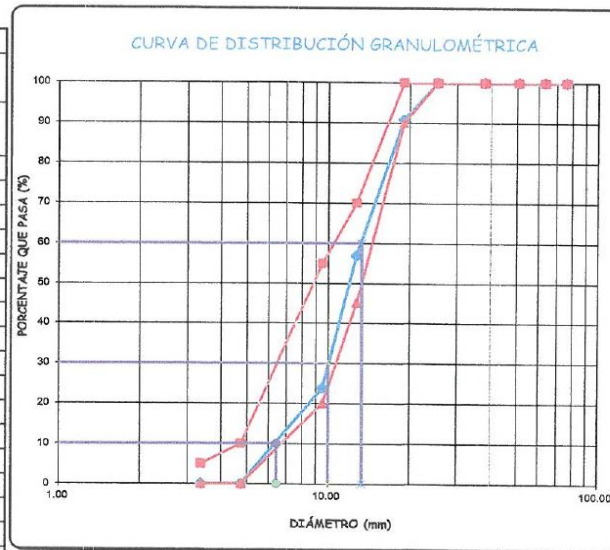
Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	742.00	9.28	9.28	90.73
1/2"	12.70	2711.00	33.89	43.16	56.84
3/8"	9.53	2641.00	33.01	76.18	23.83
N°4	4.75	1901.00	23.76	99.94	0.06
N°8	3.35	0.00	0.00	99.94	0.06
N 16	1.18	0.00	0.00	99.94	0.06
N 30	0.60	0.00	0.00	99.94	0.06
N 50	0.30	0.00	0.00	99.94	0.06
N 100	0.15	0.00	0.00	99.94	0.06
N 200	0.075	0.00	0.00	99.94	0.06
Cazoleta	--	5	0.06	100.00	0.00
TOTAL		8000.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.851			



D60 =	13.00	D30 =	10.00	D10 =	6.42
Cu =	2.02	Cc =	1.20		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.851.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhoany Vásquez Torres*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748

Anexo 6. Resumen de las características del agregado grueso



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA

Peso de la fiola en (g) =	192.01
Peso de la fiola en (g) =	690.2
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> ) =	500
Peso especifico (g/cm <sup>3</sup> ) =	0.99638
P.e en (Kg/m <sup>3</sup> ) =	996.38

B) CALCULO DEL Factor f

Peso del Molde (g) =	1995
Peso del Molde +Agua (g) =	4867
Peso Agua (Kg) =	2.872
f (1/m <sup>3</sup> ) =	346.93

1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205 )

frem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	6641.00	6643.00	6633.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	4646.00	4648.00	4638.00	
1.05	Factor (f)		346.929	346.929	346.929	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.612	1.613	1.609	1.611
	Peso Unitario Suelto	Kg/m <sup>3</sup>	1611.83	1612.53	1609.06	1611

2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)

frem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	6955.00	6912.00	6992.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	4960.00	4917.00	4997.00	
2.04	Factor (f)	1/m <sup>3</sup>	346.929	346.929	346.929	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.721	1.706	1.734	1.720
	Peso Unitario Compactado	Kg/m <sup>3</sup>	1720.77	1705.85	1733.60	1720

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

  
 Johnny Vásquez Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255748

Anexo 7. Propiedades físicas del agregado fino



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA

Peso de la fiola en (g) =	192.01
Peso de la fiola en (g) =	690.2
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> ) =	500
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) =	0.99638
P.e en (Kg/m <sup>3</sup> ) =	996.38

B) CALCULO DEL Factor f

Peso del Molde (g) =	1995
Peso del Molde +Agua (g) =	4867
Peso Agua (Kg) =	2.872
f (1/m <sup>3</sup> ) =	346.93

1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205 )

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	6641.00	6643.00	6633.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	4646.00	4648.00	4638.00	
1.05	Factor (f)		346.929	346.929	346.929	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.612	1.613	1.609	1.611
Peso Unitario Suelto		Kg/m <sup>3</sup>	1611.83	1612.53	1609.06	1611

2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	1995.00	1995.00	1995.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	6955.00	6912.00	6992.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	4960.00	4917.00	4997.00	
2.04	Factor (f)	1/m <sup>3</sup>	346.929	346.929	346.929	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.721	1.706	1.734	1.720
Peso Unitario Compactado		Kg/m <sup>3</sup>	1720.77	1705.85	1733.60	1720

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
Jhonny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748



PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Álvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO  
3.00 Peso Específico / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de fiola	g	192.0	192.0	192.0	
3.02	Peso de la fiola +agua hasta menizco	g	690.2	690.2	690.2	
3.03	peso de la fiola +agua + muestra	g	1003.2	1003.0	1003.1	
3.04	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
3.05	Peso de la muestra secada al horno	g	493.85	494.10	493.95	
3.06	volumen de agua añadida al frasco (g)	g	311.19	311.01	311.09	
	Peso Específico de Masa	g/m <sup>3</sup>	2.616	2.614	2.615	2.610
	Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	g/m <sup>3</sup>	2.648	2.646	2.647	2.650
	Peso Específico de Aparente	g/m <sup>3</sup>	2.704	2.699	2.701	2.700

4.00 Absorción (%) / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	500.00	500.00	500.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	493.85	494.10	493.95	
	Absorción (%)	%	1.245	1.194	1.225	1.200

5.00 Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del Recipiente	g	358.00	357.00	360.00	
5.02	Peso del Recipiente + muestra Humeda	g	1457.00	1577.00	1522.00	
5.03	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1395.00	1509.00	1458.00	
	Contenido de Humedad	W %	5.98	5.90	5.83	5.90

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 Johnny Vásquez Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 255746

Anexo 8. Análisis granulométrico del agregado fino



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

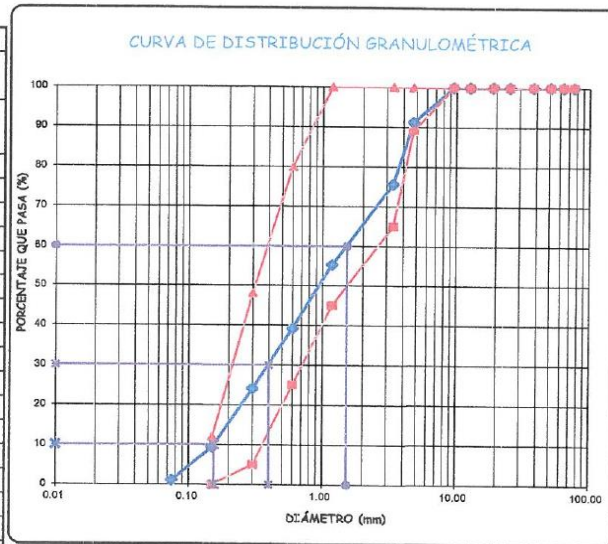
Testista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrobel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

Peso Seco Inicial =		1500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		15.00			
Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	131.00	8.73	8.73	91.27
N°8	3.36	235.00	15.67	24.40	75.60
N 16	1.18	305.00	20.33	44.73	55.27
N 30	0.60	241.00	16.07	60.80	39.20
N 50	0.30	227.00	15.13	75.93	24.07
N 100	0.15	221.00	14.73	90.67	9.33
N 200	0.075	125.00	8.33	99.00	1.00
Cazoleta	--	15	1.00	100.00	0.00
TOTAL		1500.0			
MÓDULO DE FINURA =		3.055			



D60 =	1.52	D30 =	0.4	D10 =	0.155
Cu =	9.81	Cc =	0.68		

OBSERVACIONES:

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037 - ATMC-33

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 3.055.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746

Anexo 9. Ensayo de partículas del agregado fino y resumen de las características



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C -117 / NTP 400.018)

Tesis : "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"

Tesista : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

Asesor : Mg. Ing. Jane Elizabeth Álvarez Llanos.

Cantera : Río Chonta - Tar Tar Chico.

Fecha : 29 de Marzo 2022

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

1.00 Ensayo Partículas < N° 200 para el Agregado Fino

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	500.00	500.00	500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	486.80	486.90	487.50	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	13.20	13.10	12.50	
Material que Pasa el Tamiz N° 200		%	2.64%	2.62%	2.50%	2.60%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhanny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 265746



CEMENTO =	0.107839	m3
AGUA DE MEZCLADO =	0.205	m3
AIRE (%) =	0.02	m3
SUMA =	0.332839	m3
<b>VOLUMEN DE AGREGADOS =</b>	<b>0.667161</b>	<b>m3</b>

MODULO DE COMBINACION	<b>5.097</b>
% AGREGADO FINO =	<b>46.16</b>
% AGREGADO GRUESO =	<b>53.84</b>

AGREGADO FINO SECO =	804.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	941.00	Kg/m3

APORTE HUMEDAD AGREGADOS	
APORTE AF =	37.82
APORTE AG =	-6.84
TOTAL =	30.98

**MATERIALES DE DISEÑO**

<b>CEMENTO</b>	<b>332.1</b>	<b>Kg</b>
<b>AGUA DE DISEÑO</b>	<b>205.00</b>	<b>Lt</b>
<b>AGREGADO FINO SECO</b>	<b>804.00</b>	<b>Kg</b>
<b>AGREGADO GRUESO SECO</b>	<b>941.00</b>	<b>Kg</b>
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	<b>%</b>

**MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

<b>CEMENTO</b>	<b>332.1</b>	<b>Kg</b>
<b>AGUA EFECTIVA</b>	<b>174.0</b>	<b>Lt</b>
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>	<b>851.00</b>	<b>Kg</b>
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>	<b>945.00</b>	<b>Kg</b>
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	<b>%</b>

**PROPORCION EN PESO**

CEMENTO =	<b>1</b>	
A. FINO =	<b>2.56</b>	
A. GRUESO =	<b>2.85</b>	
AGUA =	<b>22.3</b>	(Lt / Bolsa)

**PROPORCION EN VOLUMEN**

CEMENTO =	<b>1</b>	
A. FINO =	<b>2.250</b>	4.500
A. GRUESO =	<b>3.130</b>	6.260
AGUA =	<b>22.300</b>	(Lt / Bolsa)



**Anexo 11:** Diseño de mezcla de concreto utilizando subterránea del Qhapac Ñan (sector 9)

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

<b>Tesis</b>	: "INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021"		
<b>Tesista</b>	: Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.		
<b>Asesor</b>	: Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.		
<b>Fecha</b>	: 29 de marzo 2022		

<b>ELEMENTO ESTRUCTURAL</b>	: CIMENTACIÓN	<b>LUGAR:</b>	<b>CAJAMARCA</b>
<b>CEMENTO :</b>	PORTLAND PACASMAYO TIPO I - A.S.T.M.C -150	<b>PESO ESPECIFICO =</b>	<b>3.080</b> g/cm3

<b>PROCEDENCIA DE AGREGADOS :</b>	
<b>AGREG. FINO</b>	: Río Chonta - Tar Tar Chico.
<b>AGREG. GRUESO</b>	: Río Chonta - Tar Tar Chico.

F'c = 210 Kg/cm2  
F'cr = 252 Kg/cm2

<b>CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b>				
	<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>			<b>3/4"</b>	
<b>PESO ESPECIFICO DE MASA</b>	<b>2.610</b>	g/cm3	<b>2.620</b>	g/cm3
<b>PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>	<b>2.650</b>	g/cm3	<b>2.650</b>	g/cm3
<b>PESO ESPECIFICO APARENTE</b>	<b>2.700</b>	g/cm3	<b>2.700</b>	g/cm3
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1611</b>	Kg/m3	<b>1363</b>	Kg/m3
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1720</b>	Kg/m3	<b>1504</b>	Kg/m3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>5.903</b>		<b>0.373</b>	
<b>ABSORCION (%)</b>	<b>1.200</b>		<b>1.100</b>	
<b>MODULO DE FINURA</b>	<b>3.053</b>		<b>6.851</b>	
<b>ABRASION (%)</b>	...		<b>27.00</b>	
<b>% QUE PASA MALLA Nº 200</b>	<b>2.60</b>		<b>0.20</b>	

<b>ASENTAMIENTO =</b>	<b>3" - 4"</b>
<b>CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO =</b>	<b>205.0</b> Lt/m3
<b>AIRE TOTAL (%) =</b>	<b>2.0</b>
<b>RELACION A/Mc =</b>	<b>0.617</b>

<b>CEMENTO =</b>	<b>332.15</b> Kg/m3	<b>7.82</b> Bolsas/m3
------------------	---------------------	-----------------------

<b>METODO VOLUMENES ABSOLUTOS :</b>		
<b>CEMENTO =</b>	0.107839	m3
<b>AGUA DE MEZCLADO =</b>	0.205	m3
<b>AIRE (%) =</b>	0.02	m3
<b>SUMA =</b>	0.332839	m3
<b>VOLUMEN DE AGREGADOS =</b>	0.667161	m3

<b>MODULO DE COMBINACION :</b>	<b>5.097</b>
<b>% AGREGADO FINO =</b>	<b>46.16</b>
<b>% AGREGADO GRUESO =</b>	<b>53.84</b>

<b>APORTE HUMEDAD AGREGADOS</b>
---------------------------------

AGREGADO FINO SECO =	804.00	Kg/m3
AGREGADO GRUESO SECO =	941.00	Kg/m3

APORTE AF=	37.82
APORTE AG=	-6.84
TOTAL =	30.98

**MATERIALES DE DISEÑO**

<b>CEMENTO</b>	<b>332.1</b>	Kg
<b>AGUA DE DISEÑO</b>	<b>205.00</b>	Lt
<b>AGREGADO FINO SECO</b>	<b>804.00</b>	Kg
<b>AGREGADO GRUESO SECO</b>	<b>941.00</b>	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%

**PROPORCION EN PESO**

CEMENTO =	<b>1</b>	
A. FINO =	<b>2.56</b>	
A. GRUESO =	<b>2.85</b>	
AGUA =	<b>22.3</b>	(Lt / Bolsa)

**MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

<b>CEMENTO</b>	<b>332.1</b>	Kg
<b>AGUA EFECTIVA</b>	<b>174.0</b>	Lt
<b>AGREGADO FINO HUMEDO</b>	<b>851.00</b>	Kg
<b>AGREGADO GRUESO HUMEDO</b>	<b>945.00</b>	Kg
<b>AIRE TOTAL</b>	<b>2.00</b>	%

**PROPORCION EN VOLUMEN**

CEMENTO =	<b>1</b>	
A. FINO =	<b>2.250</b>	4.500
A. GRUESO =	<b>3.130</b>	6.260
AGUA =	<b>22.300</b>	(Lt / Bolsa)

**Anexo 12:** Ensayo a la compresión de especímenes de concreto elaborados con agua potable



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TESIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arohel Ayay Julca.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 4/09/2022

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	FALLA TIPO	PESO (g)
1	CAP - 21	28	397.66	40550.19	210	15.23	182.18	222.59	106.99%	2	12727
2	CAP - 22	28	408.06	41610.69	210	15.17	180.74	230.22	109.63%	2	12661
3	CAP - 23	28	407.71	41575.00	210	15.21	181.70	228.81	108.98%	3	12512
4	CAP - 24	28	427.43	43585.89	210	15.20	181.46	240.20	114.38%	6	12818
5	CAP - 25	28	401.09	40898.85	210	15.19	181.22	225.69	107.47%	3	12606
6	CAP - 26	28	405.84	41384.32	210	15.18	180.98	228.67	108.89%	3	12731
7	CAP - 27	28	402.79	41073.30	210	15.12	179.55	228.75	106.93%	5	12891
8	CAP - 28	28	388.25	39590.63	210	15.12	179.55	220.50	105.00%	5	12894
9	CAP - 29	28	416.67	42486.67	210	15.19	181.22	234.46	111.65%	6	12848
10	CAP - 30	28	400.89	40879.58	210	15.12	179.55	227.67	106.42%	5	12671
PROMEDIO								228.76	108.93%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TESIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrohel Ayay Julca.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 21/05/2022

Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	FALLA TIPO	PESO (g)
1	CAP - 11	14	351.10	35802.37	210	15.20	181.46	197.30	93.95%	6	12745
2	CAP - 12	14	349.89	35577.01	210	15.21	181.70	195.80	93.24%	6	12878
3	CAP - 13	14	345.50	35231.33	210	15.23	182.18	193.39	92.09%	6	12789
4	CAP - 14	14	332.20	33875.10	210	15.24	182.41	185.70	88.43%	5	12568
5	CAP - 15	14	339.70	34639.89	210	15.22	181.94	190.40	90.66%	5	12544
6	CAP - 16	14	340.50	34721.47	210	15.23	182.18	190.59	90.76%	5	12642
7	CAP - 17	14	344.10	35088.57	210	15.14	180.03	194.91	92.81%	3	12741
8	CAP - 18	14	342.20	34894.82	210	15.16	180.98	192.81	91.81%	3	12788
9	CAP - 19	14	337.10	34374.76	210	15.14	180.03	190.94	90.92%	2	12711
10	CAP - 20	14	337.40	34405.35	210	15.16	180.50	190.81	90.77%	2	12653
PROMEDIO								192.26	91.65%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

  
Johnny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAIXIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TEISIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelerio Carmona Huaripeta, Edinson Arrohel Ayay Julca.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llenos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 14/05/2022

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL $f_c$	FALLA TIPO	PESO (g)	
1	CAP - 1	7	285.50	29113.01	210	15.23	182.18	159.81	78.10%	2	12727	
2	CAP - 2	7	291.20	28894.25	210	15.17	180.74	164.29	78.23%	2	12861	
3	CAP - 3	7	291.55	29729.94	210	15.21	181.70	163.62	77.92%	3	12512	
4	CAP - 4	7	278.86	28435.91	210	15.20	181.46	156.71	74.82%	5	12819	
5	CAP - 5	7	296.63	30247.95	210	15.19	181.22	166.91	79.48%	3	12808	
6	CAP - 6	7	300.41	30633.41	210	15.18	180.98	169.26	80.60%	3	12731	
7	CAP - 7	7	278.96	28446.11	210	15.12	179.55	158.43	75.44%	5	12691	
8	CAP - 8	7	279.65	28516.47	210	15.12	179.55	158.82	75.63%	5	12694	
9	CAP - 9	7	278.56	28405.32	210	15.19	181.22	156.75	74.64%	5	12648	
10	CAP - 10	7	276.63	28208.51	210	15.12	179.55	157.10	74.81%	5	12671	
PROMEDIO								161.17	76.76%			

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.



Johnny Pasquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746



Anexo 12: Ensayo a la compresión de especímenes de concreto elaborados con agua subterránea



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TESIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrocha Ayay Julca.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 4/08/2022

Nº DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (kN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	FALLA TIPO	PESO (g)	
1	CAS - 21	28	377.96	38541.34	210	15.15	180.27	213.80	101.81%	2	12734	
2	CAS - 22	28	373.75	38112.04	210	15.09	178.84	213.11	101.48%	2	12632	
3	CAS - 23	28	381.43	38895.18	210	15.13	179.79	216.34	103.02%	5	12574	
4	CAS - 24	28	379.76	38724.89	210	15.20	181.46	213.41	101.62%	5	12679	
5	CAS - 25	28	365.84	39344.88	210	15.12	179.55	219.13	104.35%	5	12517	
6	CAS - 26	28	374.64	38202.79	210	15.15	180.27	211.92	100.92%	5	12641	
7	CAS - 27	28	382.59	39013.47	210	15.14	180.03	216.71	103.19%	5	12573	
8	CAS - 28	28	375.74	38314.96	210	15.21	181.70	210.87	100.42%	3	12659	
9	CAS - 29	28	379.55	38703.47	210	15.14	180.03	214.99	102.37%	5	12701	
10	CAS - 30	28	374.55	38193.61	210	15.15	180.27	211.87	100.89%	5	12633	
PROMEDIO									214.21	102.01%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Johnny Vásquez Torres*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TESIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelario Carmona Huaripata; Edinson Arrobel Ayay Juica.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 21/05/2022

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	FALLA TÍPICA	PESO (g)	
1	CAS - 11	14	320.22	32653.47	210	15.15	180.27	181.14	86.26%	3	12855	
2	CAS - 12	14	330.20	33671.15	210	15.12	179.55	187.53	89.30%	3	12785	
3	CAS - 13	14	327.40	33385.63	210	15.12	179.55	185.94	88.54%	3	12811	
4	CAS - 14	14	318.50	32478.08	210	15.14	180.03	160.41	85.91%	2	12818	
5	CAS - 15	14	322.20	32855.38	210	15.18	180.50	182.02	86.68%	3	12844	
6	CAS - 16	14	317.89	32415.88	210	15.11	179.32	180.78	88.08%	4	12758	
7	CAS - 17	14	323.26	32963.47	210	15.12	179.55	183.59	87.42%	4	12899	
8	CAS - 18	14	329.60	33809.97	210	15.12	179.55	187.19	89.14%	5	12645	
9	CAS - 19	14	320.10	32641.24	210	15.13	179.79	161.55	86.45%	8	12833	
10	CAS - 20	14	302.50	30846.53	210	15.17	180.74	170.67	81.27%	3	12714	
PROMEDIO									182.08	86.70%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

  
Johnny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255748

ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ESPECÍMENES DE  
(A.S.T.M. C 39M -17)

TESIS: INFLUENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL QHAPAC ÑAN (SECTOR 9), EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, CAJAMARCA 2021

TIPO DE MEZCLA : AGUA POTABLE

TESISTA : Walter Candelario Carmora Huaripata; Edinson Arrohal Ayay Julca.

ASESOR : Mg. Ing. Jane Elizabeth Alvarez Llanos.

LABORATORIO : GUERSAN INGENIEROS SRL

FECHA DE FABRICACIÓN : 7/05/2022

FECHA DE ENSAYO : 14/05/2022

N° DE ENSAYO	CÓDIGO	EDAD (días)	CARGA DE ROTURA (KN)	CARGA DE ROTURA (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm <sup>2</sup> )	% DEL f <sub>c</sub>	FALLA TIPO	PESO (g)
1	CAS - 1	7	269.30	27156.14	210	15.11	179.32	151.44	72.11%	5	12896
2	CAS - 2	7	271.14	27648.69	210	15.12	179.55	153.99	73.33%	5	12759
3	CAS - 3	7	272.40	27777.17	210	15.13	179.79	154.50	73.57%	6	12898
4	CAS - 4	7	274.30	27970.92	210	15.18	180.98	154.55	73.80%	6	12645
5	CAS - 5	7	272.40	27777.17	210	15.19	181.22	153.28	72.99%	4	12711
6	CAS - 6	7	271.50	27685.40	210	15.13	179.79	153.99	73.33%	4	12816
7	CAS - 7	7	266.90	27216.33	210	15.14	180.03	151.18	71.99%	5	12944
8	CAS - 8	7	266.40	27165.34	210	15.13	179.79	151.09	71.95%	5	12844
9	CAS - 9	7	268.40	27389.28	210	15.16	180.50	151.83	72.20%	6	12966
10	CAS - 10	7	265.51	27074.59	210	15.12	179.55	150.79	71.80%	6	12744
PROMEDIO								152.84	72.68%		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Jhonny Vásquez Torres*  
Jhonny Vásquez Torres  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 255746



**Anexo 13:** Panel fotográfico























































