

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia del concreto  $f'c = 310 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con  
piedra chancada de las canteras Tacllan y Rumichuco del  
distrito, provincia de Huaraz - Ancash - 2016**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Villanueva Villacaqui, Hubert Eulogio

**Asesor**

Castañeda Gamboa, Rogelio

**Huaraz-Perú**

**2019**

## **PALABRAS CLAVE**

---

<b>Tema</b>	Resistencia de concreto
<b>Especialidad</b>	Tecnología del Concreto

---

## **KEYWORDS**

---

<b>Topic</b>	Concrete Strength
<b>Especialization</b>	Concrete Technology

---

## **LINEA DE INVESTIGACION:**

---

<b>04</b>	Construcción y Gestión de la Construcción
<b>02</b>	Ingeniería y Tecnología
<b>02.01</b>	Ingeniería Civil
<b>02.01.02</b>	Ingeniería de la Construcción

---

## **TÍTULO**

RESISTENCIA DEL CONCRETO  $f'c = 310 \text{ KG/CM}^2$ , ELABORADO CON  
PIEDRA CHANCADA DE LAS CANTERAS TACLLAN Y RUMICHUCO DEL  
DISTRITO, PROVINCIA DE HUARAZ - ANCASH - 2016

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha llevado cabo en la ciudad de Huaraz, en la cual se determinó la resistencia del concreto  $F'c=310 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con agregado grueso (piedra chancada) de las canteras de Tacllan y Rumichuco de la ciudad de Huaraz donde los resultados obtenidos sirvieron para la solución de problemas relacionados a los materiales utilizados en la construcción, mejorando así las propiedades del concreto.

Con estos materiales previamente seleccionados, se analizaron, se elaboraron mezclas de prueba añadiendo y variando la cantidad de material inerte, teniendo como guía el procedimiento aplicado por el método ACI. Para cada dosificación calculada de prueba se realizaron 9 probetas, las mismas que se ensayarán a los 7,14, y 28 días de edad.

En la investigación experimental, en la cantera Tacllan se obtuvo una resistencia de  $329.80 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado en comparación con las muestras de la cantera Rumichuco que se obtuvo una resistencia de  $309.40 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de curado.

Comparando los resultados tanto de la cantera Tacllan y la cantera Rumichuco podemos percibir que la cantera Tacllan obtuvo  $106.38 \%$  de resistencia con respecto a la Rumichuco que es de  $99.80\%$ , superando en un  $6.58\%$ .

## ABSTRAC

The present research work has been carried out in the city of Huaraz, in which the concrete strength  $F'c = 310 \text{ kg / cm}^2$  was determined, made with coarse aggregate (crushed stone) from the Tacllan and Rumichuco quarries. Huaraz city where the results obtained served to solve problems related to the materials used in the construction, thus improving the properties of the concrete.

With these previously selected materials, test mixtures were analyzed, adding and varying the amount of inert material, taking as a guide the procedure applied by the ACI method. For each calculated test dose, 9 test tubes were made, which will be tested at 7.14, and 28 days of age.

In the experimental research, in the Tacllan quarry a resistance of  $329.80 \text{ kg / cm}^2$  was obtained after 28 days of curing compared to the samples from the Rumichuco quarry, which obtained a strength of  $309.40 \text{ kg / cm}^2$  after 28 days of curing.

Comparing the results of both the Tacllan quarry and the Rumichuco quarry we can perceive that the Tacllan quarry obtained 106.38% resistance with respect to the Rumichuco which is 99.80%, exceeding by 6.5

## Índice General

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1
Metodología	31
Resultados	34
Análisis Y Discusión	52
Conclusiones	65
Recomendaciones	67
Referencias Bibliográficas	68
Agradecimiento	70
Anexos	71

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Tipos de Cemento.....	06
<b>Tabla 2:</b> Valores típicos de los compuestos de los diferentes tipos de cemento portland.....	07
<b>Tabla 3:</b> Clasificación de los agregados según su tamaño... ..	10
<b>Tabla 4:</b> Límites granulométricos para el agregado fino.....	24
<b>Tabla 5:</b> Porcentaje que pasa por cada Tamiz.....	25
<b>Tabla 6:</b> Especificaciones del modelo de fineza.....	25
<b>Tabla 7:</b> Porcentaje que pasa por cada Tamiz.....	32
<b>Tabla 8:</b> Granulometría de la arena de la cantera Tacllan.....	34
<b>Tabla 9:</b> Granulometría de la arena de la cantera Rumichuco.....	35
<b>Tabla 10:</b> Granulometría de la grava de la cantera Tacllan.....	36
<b>Tabla 11:</b> Granulometría de la grava de la cantera Rumichuco.....	37
<b>Tabla 12:</b> Pesos unitarios de la arena de la cantera Tacllan .....	38
<b>Tabla 13:</b> Pesos unitario de la arena de la cantera Rumichuco.....	39
<b>Tabla 14:</b> Peso unitario de la Grava de la cantera Tacllan.....	40
<b>Tabla 15:</b> Peso unitario de la Grava de la cantera de Rumichuco.....	41
<b>Tabla 16:</b> Peso específico y capacidad de absorción de la arena de la cantera de Tacllan.....	42
<b>Tabla 17:</b> Peso específico y capacidad de absorción de la arena de la cantera de Rumichuco.....	42
<b>Tabla 18:</b> Peso específico y capacidad de absorción de la grava de la cantera de Tacllan.....	43
<b>Tabla 19:</b> Peso específico y capacidad de absorción de la grava de la cantera de Rumichuco.....	43

<b>Tabla 20:</b> Contenido de humedad de la cantera Tacllan.....	44
<b>Tabla 21:</b> Contenido de humedad de la cantera Rumichuco.....	45
<b>Tabla 22:</b> Diseño de Mezcla de la cantera Tacllan.....	46
<b>Tabla 23:</b> Diseño de Mezcla de la cantera Rumichuco.....	48
<b>Tabla 24:</b> Ensayo de resistencia de compresión.....	50
<b>Tabla 25:</b> Resumen de las Resistencias alcanzadas.....	60
<b>Tabla 26:</b> Resumen de las Resistencias alcanzadas.....	61
<b>Tabla 27:</b> Resumen de las Resistencias alcanzadas.....	62
<b>Tabla 28:</b> Resistencias a la compresión de probetas de concreto con agregados de la cantera TACLLAN y RUMICHUCO con gradación según días de curado.....	63
<b>Tabla 29:</b> Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.....	64

### Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Bolsa de cemento.....	07
<b>Figura 2:</b> Agregado grueso de la cantera Tacllan.....	12
<b>Figura 3:</b> Agregado fino de la cantera Rumichuco.....	13
<b>Figura 4:</b> Molde de probeta.....	29
<b>Figura 5:</b> Recolección del agregado fino de la cantera tacllan.....	34
<b>Figura 6:</b> Recolección del agregado fino de la cantera Rumichuco.....	35
<b>Figura 7:</b> Recolección del agregado grueso de la cantera Tacllan.....	36
<b>Figura 8:</b> Recolección del agregado grueso de la cantera Rumichuco.....	37
<b>Figura 9:</b> Ensayo de Gravedad específica del agregado fino.....	52

<b>Figura 10:</b> Ensayos de contenido de humedad del agregado fino.....	53
<b>Figura 11:</b> Ensayos de absorción del agregado fino.....	53
<b>Figura 12:</b> Ensayos de módulo de fineza del agregado fino.....	54
<b>Figura 13:</b> Ensayos de gravedad específica del agregado grueso.....	54
<b>Figura 14:</b> Ensayos de contenido de humedad del agregado grueso.....	55
<b>Figura 15:</b> Ensayos de absorción del agregado grueso.....	55
<b>Figura 16:</b> Ensayos de módulo de fineza del agregado grueso.....	56
<b>Figura 17:</b> Ensayos de pesos unitarios del agregado fino.....	57
<b>Figura 18:</b> Ensayos de laboratorio de materiales del agregado grueso.....	57
<b>Figura 19:</b> Cantidad de material por tanda de 1 saco de cemento.....	58
<b>Figura 20:</b> Promedio de la resistencia de concreto 7,14 y 28 en días.....	59
<b>Figura 21:</b> Diseño del comportamiento de la resistencia de concreto en 7, 14 y 28 días de la cantera de Tacllan.....	59
<b>Figura 22:</b> Diseño del comportamiento de la resistencia de concreto en días de la cantera de Rumichuco.....	60
<b>Figura 23:</b> Promedio de la resistencia de concreto en días 7,14 y 28 días en las canteras de Rumichuco y Tacllan.....	61
<b>Figura 24:</b> Recolección de agregados en las canteras.....	72
<b>Figura 25:</b> Realizando los ensayos de calidad de los agregados: peso unitario del agregado grueso.....	72
<b>Figura 26:</b> Pesos unitarios del agregado fino.....	73
<b>Figura 27:</b> Contenido de humedad de los agregados.....	73
<b>Figura 28:</b> Ensayo a la compresión de probetas cilíndricas.....	74

## INTRODUCCION

De los antecedentes encontramos:

**Comité ACI,(1905):** Instituto Americano del Concreto es una organización sin ánimo de lucro de los Estados Unidos de América que desarrolla estándares, normas y recomendaciones técnicas con referencia al hormigón reforzado. Se fundó en 1904 y su sede central se halla en Farmington Hills, Michigan, USA.

**Flores, et al. (1970):** la granulometría en sus propiedades mecánicas, es necesario indicar el rango de valores para los que el término debe aplicarse, pero antes de intentar acotar las resistencias para las cuales puede usarse esta acepción, puede ser útil describir cómo se han venido incrementando en las últimas décadas los valores de la resistencia a la compresión. En los años cincuenta, un concreto con resistencia a los esfuerzos de compresión de 350 kg/cm<sup>2</sup> (34.3 MPa) era considerado de alta resistencia; hoy día, este valor es considerado normal. En la siguiente década los valores de los esfuerzos de compresión de 400 a 500 kg/cm<sup>2</sup> (39.2 a 49.1 MPa), se usados comercialmente en algunos sitios (principalmente en países del primer mundo), y para los ochenta ya se producían concretos con valores que llegaban casi al doble.

El concreto convencional proporciona un sinnúmero de ventajas y beneficios, es uno de los materiales más empleados a nivel mundial en la industria de la construcción, sin embargo, para proyectos con requisitos más exigentes, es necesario desarrollar concretos que sean capaces de satisfacer mayores estándares de resistencia mecánica. A mediados del siglo XX, en el año de 1970 se llegó a optimizar el conocimiento de que era posible obtener mejores características del concreto bajando la relación agua cemento, Las resistencias comunes utilizadas en la época eran de 18 y 24 MPa. Con el desarrollo de la industria de la construcción se hizo necesaria la elaboración de concretos capaces de ofrecer a los diseñadores y constructores mejores resultados con mejores prestaciones.

Para mejorar las características del concreto se empezaron a utilizar aditivos químicos, lo cual facilito manejar relaciones a/c mínimas difíciles de manipular en condiciones

normales, y permitió realizar construcciones de proyectos más exigentes como edificios de gran altura con secciones menores (CIP 15 2014).

En concreto los aditivos más utilizados en la época eran los retardantes y Superplastificantes. Estos retardantes existentes en el mercado por ser más económicos se utilizaban con mucha frecuencia, pero no eran muy eficientes ya que provocaban el retardo del fraguado y aumentaban las porosidades en el concreto (ASTM C 494 - 1962).

Los Superplastificantes fueron utilizados con normalidad en el año de 1981 en Japón y Alemania, con la ayuda de estos se consiguió concreto de mejores características superando los límites de concretos convencionales, dando lugar a la aparición de los concretos de alta resistencia. (ASTM C 494 -1962).

Estos concretos son producidos con los mismos materiales tradicionales, solo que incorporan adiciones químicas y minerales, por lo que tienen un comportamiento superior al de los concretos convencionales, ya que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas lo cual obliga a desarrollar nuevas metodologías de producción, colocación, y compactación de este nuevo concreto (RNE. E 0.60 2010).

En Noruega, en el año de 1980, se investigó añadiendo materiales con propiedades cementantes a la acción del cemento, con el propósito de mejorar el desempeño del concreto y usarlo como material ligante suplementario en la elaboración puntual de concretos de alta resistencia. Este material con propiedades cementantes suplementarios proporciona características especiales al concreto, permitiendo dosificar concreto con mejores prestaciones. Para considerar su efecto es necesario adicionarlos a la cantidad de cemento empleada, generándose así el concepto de relación agua/ materiales cementantes (a/mc) o agua material ligante (a/ml) (Norma EHE08-2012).

La utilización de aditivos está orientada directamente a la reducción cada vez mayor de las relaciones agua material cementante, consiguiendo concretos con mejores resultados superando a los concretos convencionales. Bajo estas condicionantes los concretos no solamente eran más resistentes a la compresión simple, sino que también

ayudo a mejorar la resistencia a la tracción por flexión, módulos de elasticidad, consistencia, resistencia a la abrasión, impermeabilidad, y demostrando una mayor durabilidad (RNE. E 0.60 2010).

El ACI presento un concepto para hormigones de alta resistencia. “Es un hormigón que cumple con la combinación de desempeño especial y requisitos de uniformidad, combinación que no puede ser rutinariamente conseguida usando solamente los componentes tradicionales y las prácticas normales de mezcla colocación y curado”

**Castañeda, et al. (2017)** en su investigación “OBTENCIÓN DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, POR EL MÉTODO ACI, USANDO CANTERAS DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE” presentado en la Univerdad Privada San Pedro, tuvo como objetivo la influencia de los materiales en la mezcla del concreto de alta resistencia mediante la elaboracion y ensayos de probetas de las canteras de chimbote “Ruben”, Samanco” y la “Sorpresa”.

Se realizaran 9 probetas que se ensayaran a los 7, 14 y 28 dias de edad.

Para cada dosificación calculada de prueba se realizarán 9 probetas, las mismas que se ensayarán a los 7,14, y 28 días de edad.

Se concluyo en la cantera Ruben una resistencia de 424.42 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 dias en comparacion con la muestra patron que se obtuvo una resistencia de 343.48 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 dias de curado. En la cantera Samanco una resistencia de 381.48 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra patron de resistencia de 332.57 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 dias de curado.

Podemos percibir que la cantera Ruben tuvo una alta resistencia con respecto la cantera Samanco.

La justificación científica de la presente investigación es la importancia de obtener concreto de resistencia estable, de durabilidad optima, con las propiedades adecuadas dependiendo del agregado en la ciudad de Huaraz, es la razón principal del enfoque de esta investigación.

El concreto, se produce a partir de un diseño de mezclas que consiste en la selección de los constituyentes disponible, es decir el cemento, agregados, agua y aditivos. Otro factor influyente será las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los materiales las proporciones adecuadas es unos de los aspectos que se plantea en esta investigación, llegar a establecer una resistencia de concreto de  $F'_c=310\text{Kg/cm}^2$

se deberán considera las mismas restricciones, de esta manera poder realizar una comparación de los resultados a diferentes edades y enlazar la parte teórica con la practica

Así obtendremos resultados que ayudaran a un buen proceso constructivo en la ciudad de Huaraz.

También se podrá alcanzar a la población información de calidad de los agregados (piedra chancada), para su uso en obras de construcciones y lograr construcciones más resistentes y menos vulnerables al colapso.

Actualmente la problemática de nuestra localidad es que la ciudad de Huaraz, ubicada en un área geográfica de condiciones geológicas adversas hace que las estructuras de las obras civiles de concreto expuestas presenten deterioro por su defecto.

La calidad de un concreto es un factor determinante en la seguridad de una estructura, pero esta no se obtiene únicamente con un correcto diseño de mezcla para una obra, un eficiente mezclado y colocación, porque aun cumpliendo con estos, los resultados de laboratorio muestran variaciones considerables en la resistencia de un concreto hecho bajo un mismo diseño.

Se puede mencionar, por ejemplo, que uno de los factores que afectan la adherencia interna del concreto es la presencia de materiales desmenuzables e impurezas como limos y arcillas.

En la provincia de Huaraz los concretos tienen un tiempo de vida no muy larga por lo que el presente estudio pretende demostrar que la correcta elección de los agregados influye en la durabilidad del concreto.

En esta parte de la región existen muchas canteras que son utilizadas sin tener información de las propiedades de sus agregados

Por lo tanto, es necesario hacer un análisis comparativo de las principales canteras más importantes que se explotan o que potencialmente se pueden explotar para la región Ancash, tomando en cuenta las normas, para de esta manera poder comparar la calidad de los concretos elaborados con agregados (piedra chancada) de las canteras mencionadas para la determinación de la resistencia de un concreto con resistencia de diseño de  $F''c=310\text{Kg/cm}^2$ .

En la actualidad en la región Ancash no existe un estudio de los agregados de las canteras que nos sirvan de información para mejorar la resistencia en los diferentes tipos de concreto, es por eso que los resultados que se obtendrán servirán para diseñar concretos de mejor resistencia.

Por lo tanto, nos planteamos la siguiente interrogación:

**¿Con el uso de los agregados gruesos de las canteras de Tacllan y Rumichuco de la Ciudad de Huaraz, se obtendrá un concreto de resistencia a la compresión  $F''c=310\text{Kg/cm}^2$ ?**

## **PROPIEDADES DEL CONCRETO**

Se puede decir que las propiedades del concreto se estudian principalmente con el propósito de seleccionar los ingredientes adecuados de la mezcla. El diseño impone dos criterios para esta selección: resistencia del concreto y su durabilidad.

### **Materiales de diseño**

Cemento.

**Dominguez,J. (1993).** Sustenta en su libro el concreto y otros materiales para la construcción, que el cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos.

## Tipos de cementos

**Tabla 1:** Tipos de cemento

TIPOS	DE CEMENTO
Tipo I	Cemento uso general
Tipo II	De moderada resistencia a sulfatos
Tipo III	De alta resistencia inicial
Tipo IV	De bajo calor de hidratación
Tipo V	De alta resistencia a los sulfatos

**Fuente:** Dominguez,J. (1993)

### Composición química del cemento.

El cemento está compuesto por una serie de componentes químicos, que contribuyen favorablemente en la resistencia.

- ✓ **Silicato Tricálcico:** Es el componente más importante del cemento, este le confiere al cemento las siguientes propiedades: Mucha resistencia, endurecimiento rápido.
- ✓ **Silicato Dicálcico.** Presenta un calor de hidratación inferior al silicato tricálcico, aparece en concentraciones altas en el cemento y este confiere al cemento la siguiente propiedad, Endurecimiento progresivo.
- ✓ **Aluminato tricálcico.** Favorece el proceso de cocción de las materias primas, funciona como fundente favoreciendo a las reacciones químicas. Se altera fácilmente en presencia de sulfato y desprende mucho calor en el proceso de hidratación.
- ✓ **Ferroaluminado tetracálcico.** Acelera el fraguado. Los óxidos de hierro actúan como fundentes, que dan el color gris al cemento.

**Tabla 2:** Valores típicos de los compuestos de los diferentes tipos de cemento

CEMENTO	COMPOSICION QUIMICA EN %			
	C3S silicato Tricalcico	C2S silicato Dicalcico	C3Aluminato Tricalcico	C4AF Ferroaluminato Tetracalcico
Tipo I	48	25	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Fuente: Dominguez,J.(1993)

El cemento a utilizar en el diseño de concreto  $F'c = 310 \text{ kg/cm}^2$  es el cemento SOL, de tipo I ya que son los más utilizados en nuestra zona.

### Cemento Tipo I

El Cemento Sol Portland Tipo 1, en bolsas de 42.5 Kg, y a granel. El cemento Sol Portland Tipo 1 tiene un comportamiento es ampliamente conocido por el sector de Construcción Civil. Ofrece un endurecimiento controlado y es versátil para muchos usos. Se logran altas resistencias a temprana edad. Además, a partir de este cemento se logran otros tipos de cemento. **Dominguez,J. (1993)**



**Figura 1:** Bolsa de Cemento

Fuente: <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/207756/Cemento-Tipo-I-42.5-Kg/207756>

### **Características**

- ✓ Cumple con la Norma Técnica Peruana 334. 082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.
- ✓ Producto obtenido de la molienda conjunta de clínker y yeso.
- ✓ Ofrece un fraguado controlado.
- ✓ Por su buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad, es usado en concretos de muchas aplicaciones.
- ✓ Es versátil para muchos usos.
- ✓ Su comportamiento es ampliamente conocido por el sector de construcción civil.

### **Usos y Aplicaciones**

- ✓ Para construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requiera características especiales o no se especifique otro tipo de cemento.
- ✓ El acelerado desarrollo de sus resistencias iniciales permite un menor tiempo de desencofrado.
- ✓ Pre-fabricados de hormigón.
- ✓ Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos, adoquines.
- ✓ Mortero para asentado de ladrillos, tarrajeo, enchapes de mayólicas y otros materiales.
- ✓ peso específico (cm<sup>3</sup>) =3.11.

### **Ventajas**

- ✓ Es usado en concretos de muchas aplicaciones y preferido por el buen desarrollo de resistencias a la compresión a temprana edad.
- ✓ Desarrolla un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestros constructores en las diferentes aplicaciones requeridas del cemento.

## **Recomendaciones:**

- ✓ Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- ✓ Es importante utilizar agregados de buena calidad. Si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- ✓ Como todo concreto es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.
- ✓ Para asegurar una conservación del cemento se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas del aire húmedo.

## **Agregados.**

Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

## **Clasificación de los agregados**

### **Clasificación de los agregados según su origen.**

**Agregados Naturales:** consiste en materiales compuestos de fragmentos de roca modificados por procesos naturales, mayormente fluviales, pero también se consideran los generados por volcanes, terremotos, glaciares, corrientes eólicas y procesos

marinos que han contribuido a la formación de los materiales que se usan como agregados.

**Agregados Artificiales:** Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto.

### Clasificación de los agregados según su tamaño

**Agregado Grueso:** Son materiales cuyas partículas tienen tamaños de 7.6 cm (3") a 4.76 mm. (# 4). Todo lo que esté por encima de 3" todavía no tiene condiciones para el concreto.

**Agregado Fino:** Materiales cuyas partículas están entre el tamiz #4 y el tamiz # 200 es decir entre 4,76 mm y 0.074 mm.

**Tabla 3 :** Clasificación de los Agregados según su tamaño

Dimensión de la partícula elemental(mm)	Attemberg-(Sistema internacional)	U.S.Dep. de agricultura	Ex - U.R.S.S
<0.001			Arcilla
<0.002	Arcilla	Arcilla	
0.005			Limo fino
0.01	Limo	Limo	Limo medio
0.02			Limo grueso
0.05		Arena muy fina	
0.1	Arena fina		Arena fina
0.25			
0.2		Arena fina	
0.5			Arena media
1.0	Arena gruesa	Arena gruesa	
2.0		Arena muy gruesa	Arena gruesa
3.0	Grava fina	Grava fina	
5.0			
10.0	Grava	Grava	Grava
20.0			
>20.0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras

Fuente:[https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n\\_granulom%C3%A9trica](https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_granulom%C3%A9trica)

**Agregados Ligeros:** Son aquellos cuya densidad está entre 500 - 1000 Kg/m<sup>3</sup>. Se utiliza en concreto de relleno o en mampostería estructural, concreto para aislamiento.

**Agregado Normal:** los agregados más comunes usados como la arena, grava, piedra triturada y escoria de hornos enfriados al ambiente producen un concreto de peso normal. Es decir, el concreto que se produce, es un concreto de peso unitario de 2100 a 2400 kg/cm<sup>3</sup>.

**Agregados Pesado:** estos agregados pueden utilizarse en vez de gravas o piedra triturada para generar un concreto de alta densidad.

### **Características de los agregados**

Las características físicas, químicas y mecánicas de los agregados tienen efecto importante no solo en el acabado y calidad final del concreto, sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades térmicas, cambios de volumen y peso unitario del concreto endurecido.

### **Clases de agregados**

#### Agregado grueso

El agregado grueso se puede decir que es aquel cuyo tamaño de partícula es mayor a 4.75mm (malla N° 4), debido a que hay una gran gama de tamaños para los agregados gruesos, cabe recalcar que para la elaboración de concretos de alta resistencia es necesario utilizar solamente un rango de esos valores ya que con ello obtendremos resistencias adecuadas. Muchos estudios han demostrado que al utilizar agregados gruesos con un tamaño máximo nominal de 9.5 mm a 12.5 mm (3/8 a 1/2pulg.) se obtienen resistencias más elevadas.

Se compondrá de roca o grava dura; libre de pizarra, lascas u otros materiales exfoliables o descompuestos que puedan afectar la resistencia del hormigón. No contendrá exceso de piedras planas; estará limpio y desprovisto de materias orgánicas. El tamaño máximo del agregado oscilará entre 1/5 y 2/3 de la menor dimensión del elemento de

la estructura. Para el caso de losas este tamaño no será mayor que  $\frac{1}{3}$  del espesor de las mismas.



**Figura 2:** Agregado grueso de la cantera Tacllan

Fuente: Elaboración Propia

#### Agregado fino

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 4.75 mm, generalmente la distribución del tamaño de las partículas de agregado fino ha permanecido dentro de los límites recomendados para concreto normal por ASTM C-33, sin embargo, el agregado fino elegido debe de tener módulo de finura en el rango de 2.7 a 3.2.

Es el producto de la desintegración química y mecánica de las rocas bajo meteorización y abrasión. Cuando las partículas acaban de formarse suelen ser angulosas y puntiagudas, haciéndose más pequeñas y redondeadas por la fricción provocada por el viento y el agua.

El uso de uno u otro tipo de arena es indiferente en cuanto a sus ventajas, siempre y cuando ésta sea clara y no tenga arcilla o sedimentos, la arena natural debe contener una cantidad mínima de partículas de grosor mayor a 4.75 mm porque, generalmente estas partículas no son muy resistentes y pueden convertirse en un punto débil en el concreto.



**Figura 3:** Agregado fino de la cantera Rumichuco

Fuente: Elaboración Propia

### **Propiedades del agregado.**

- **Propiedades químicas:**

Tal como se expresó en la definición de agregado, la mayoría de los áridos son inertes. Sin embargo, desde hace algún tiempo se han observado reacciones entre agregado y cemento. Maguiña & Perez, (2016)

**Reacción Álcali-Sílice.** - Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo Normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado. Maguiña & Perez, (2016)

**Reacción Álcali-carbonatos.** - Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586. Maguiña & Perez, (2016)

- **Propiedades físicas.**

**Peso unitario de los agregados:** Se denomina peso unitario del agregado al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo. NTP 400.037, (2014).

**Peso específico:** el peso específico de los agregados adquiere importancia en la construcción, cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo o mínimo. El peso específico es un indicador de calidad. NTP 400.037, (2014)

**Absorción:** la capacidad que tiene los agregados de atrapar las moléculas de agua en sus poros, producido por la capilaridad, es la absorción. Su influencia radica en el aporte de agua al concreto haciendo variar propiedades importantes como la resistencia y la trabajabilidad. El curado es de extrema importancia en la producción de concretos de alta resistencia. A fin de producir una pasta cuyo contenido de sólidos sea tan alto como sea posible. El concreto deberá contener el mínimo posible de agua de mezclado. NTP 400.037, (2014)

**Contenido de humedad:** la cantidad de agua retenida por las partículas del agregado es el contenido de humedad, esta propiedad varía en función del tiempo y condiciones ambientales. NTP 400.037, (2014)

**Granulometría:** Es la distribución de los tamaños de las partículas que constituyen una masa de agregados; se determina mediante el análisis granulométrico que consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría. NTP 400.037, (2014)

- **Propiedades Resistentes. Resistencia:** La resistencia de las partículas de los agregados tiene gran importancia en un concreto, ya que algunas veces las fallas del mismo son ocasionadas por la falta de resistencia de los agregados que conforman el concreto. La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la

textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia. Maguiña & Perez, (2016)

**Tenacidad:** La tenacidad o resistencia a la falla por impacto en un concreto, está relacionada directamente con los agregados. Estos no deben ser débiles al momento de las cargas de impacto, porque si esto ocurre, alterarán su granulometría y originarán una baja calidad para ser utilizados en concreto. Maguiña & Perez, (2016)

**Dureza:** Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. Son propiedad que depende de la constitución mineralógica, la estructura y la procedencia de los agregados. Aunque la resistencia del agregado no es el principal factor de alteración en la resistencia del concreto. Maguiña & Perez, (2016)

**Adherencia:** Es la interacción existente en la zona de contacto del agregado y la pasta de cemento que ocurre durante los procesos de fraguado y endurecimiento. Depende de la calidad de la pasta de cemento y, en gran medida del tamaño, forma, rigidez y textura de las partículas de los agregados.

### **Cantera a utilizar**

El agregado fino y gruesos serán utilizados de la cantera tacllan y rumichuco la ciudad Huaraz. En el concreto  $F'c = 310 \text{ kg/cm}^2$  los agregados deben cumplir las normas como la ASTM C 33, caso contrario se deberá comprobar su eficiencia en el concreto.

### **Agua.**

Desde el punto de vista de tecnología del concreto, el agua se puede definir como el componente del concreto que le permite al cemento, experimentar reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados.

El curado es de extrema importancia en la producción de concretos de alta resistencia. Para producir una pasta con el contenido de sólidos tan alto como sea posible, el concreto deberá contener el mínimo contenido de agua. La relación agua cemento para llegar a la resistencia de  $1000 \text{ Kg/cm}^2$  debe ser 0.36.

para la fabricación de los concretos de alta resistencia, es necesario reducir la relación  $c/a$  a valores menores de 0.40, pudiendo llegar hasta 0.30. En el rango de  $a/c$  0.40 - 0.70, el componente más débil del concreto es el cemento y la interface cemento-agregado; pero cuando se va reduciendo el  $a/c$ , éstos dejan de ser los más débiles del Sistema, incrementándose la Resistencia. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (P.C.A),( 1978)

El agua se puede clasificar como agua de mezclado y agua de curado.

### **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 suficientemente hidratada, con una fluidez tal que le permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentre en estado plástica (agua de diseño de mezcla), en otras palabras, es la cantidad de agua necesaria para que los elementos del cemento se hidraten eficientemente. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (P.C.A),( 1978)

### **Agua de curado.**

El curado puede definirse como el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas propiedades se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (P.C.A),( 1978)

### **Agua a utilizar en el diseño de concreto de alta resistencia**

El agua a utilizar en el diseño de concreto  $F'c = 310 \text{ kg/cm}^2$  es el agua de la empresa de EPS Chavín existente ciudad de Huaraz, ya necesitamos un agua potable y limpio.

## **Concreto.**

El concreto es un material de la construcción que está hecho básicamente de agua, agregados (grava y arena), cemento y aire, gana resistencia después de un cierto tiempo de reacción con el agua. Aunque actualmente se les puede agregar otro ingrediente dependiendo su disposición final y el factor del tiempo, los denominados aditivos.

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tensión, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado, teniendo en conjunto un comportamiento muy favorable ante las diversas sollicitaciones a las que será sometido en la práctica. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (P.C.A),( 1978)

Las principales características de un concreto normal son las siguientes:

**Resistencia a compresión:** de 100 a 400 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto ordinario. Morataya , (2005)

**Resistencia a flexión:** proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global. PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (P.C.A),( 1978)

### **Resistencia con relación de edad**

El concreto de alta resistencia muestra una proporción más alta de aumento de resistencia a edades tempranas comparadas con concreto de resistencias más bajas, pero en edades más tarde, la diferencia no está en la resistencia del concreto y varía entre 0.70 a 0.75 para concretos de resistencia más bajo, mientras otros investigadores encontraron proporciones típicas de 7 días a 95 días la resistencia varía de 0.60 para resistencia baja, 0.65 para resistencias medias, y 0.73 para resistencias altas de concreto.

Probablemente, la proporción más alta de desarrollo de resistencia de estos concretos a edades tempranas es causada a través de, primero, un aumento en la temperatura

interior del curado de los cilindros de concreto debido a un calor más alto de hidratación y, segundo, por la más corta distancia entre las partículas hidratadas, debido a las bajas proporciones de la relación agua/cemento.

### **Relación agua/cemento (A/C)**

La relación entre la proporción de agua/cemento y la resistencia a compresión que se ha identificado en concretos de resistencia baja, ha resultado también ser válida para concretos de resistencia más alta. Los volúmenes de cemento más altos y los volúmenes de agua más bajos han producido resistencias más altas. Proporcionando grandes cantidades de cemento en la mezcla de concreto, también tiene, sin embargo, aumento en la demanda de agua de la mezcla.

Por supuesto que el asentamiento en el concreto se relaciona a la proporción agua/cemento y a la cantidad de agua en el concreto.

Las proporciones de A/C para concretos de alta resistencia típicamente han ido de 0.27 a 0.50. Las cantidades de mezclas líquidas, reductores de agua de alto rango, particularmente han sido incluidos en las proporciones A/C. ACI 3.4.1. Rivva,L. (1992)

### **Mezclado**

#### **Tiempo de mezclado**

El tiempo de mezclado requerido está limitado por la eficacia de la mezcladora para producir un pastón correcto. Según normas y recomendaciones generales, se debe mezclar 1 minuto por cada 0.75 m<sup>3</sup> más ¼ de minuto por cada 0.75 m<sup>3</sup> de capacidad adicional. Por otra parte, se puede establecer el tiempo de mezclado basándose en los resultados obtenidos en pruebas de eficiencia. Rivva,L. (1992)

## **Procedimientos de mezclado**

Cuando el parámetro más importante por obtener es alta resistencia a la compresión, es conveniente emplear bajas relaciones agua/cemento, cuidando esencialmente la trabajabilidad del concreto y, en consecuencia, su revenimiento.

En términos generales, el procedimiento de mezclado requiere, entre otros factores, mezclado previo del cemento y del agua con una revolvedora de alta velocidad, uso de aditivos, empleo de agregados cementantes, periodo más largo de curado, de ser posible con agua, compactación del concreto por presión y confinamiento del concreto en dos direcciones.

Adicionalmente, para la producción de este tipo de concretos son indispensables el empleo selectivo de materiales, un enfoque diferente en los procedimientos de diseño y elaboración de las mezclas, atención especial en la compactación y un control de calidad más riguroso. Algunos investigadores usan como técnicas para la producción de concretos de alta resistencia su composición, una alta velocidad de mezclado y re vibrado, y eventualmente la adición de algún aditivo para incrementar la resistencia del concreto. Rivva,L. (1992)

## **Colocación**

El concreto debe descargarse lo más próximo al lugar donde quedará definitivamente, se pueden usar carretillas, carritos, baldes de todo tipo y cubetas, entre otros equipos. Habrá que tener en cuenta que una permanencia larga del concreto en dichos recipientes hará más dificultosa su descarga por causa del alto contenido de cemento y mayor cohesión. Rivva,L. (1992)

## **Curado**

El curado es el proceso necesario para mantener el contenido de humedad adecuado y la temperatura favorable en el hormigón durante el período de hidratación de los materiales cementicos, para que así se puedan desarrollar completamente las propiedades del concreto deseadas. Rivva,L. (1992)

## **Ventajas y Desventajas**

- ✓ Gran resistencia a compresión por unidad de peso, volumen o costo; importante para la construcción de pilares y columnas en edificios de altura.
- ✓ Excelente comportamiento frente al impacto y perforación; esencial en trabajos de fortificación.
- ✓ Gran resistencia a tracción, apropiada en la construcción de ligas pretensadas.
- ✓ Importante módulo de elasticidad, permitiendo una gran estabilidad y que las flechas en las vigas para iguales valores de carga, sean reducidas.
- ✓ Mayor durabilidad, especialmente en estructuras expuestas a la acción del mar.
- ✓ Mayor aptitud para su transporte por bombas para las mismas distancias que los concretos tradicionales.

### **Ventajas estructurales**

- ✓ Dentro de las ventajas que se pueden mencionar desde el punto de vista estructural están las siguientes:
  - ✓ Se puede obtener mayor resistencia de diseño.
  - ✓ Se puede introducir mayor pre esfuerzos en el concreto de alta resistencia y se puede evitar la destrucción del concreto durante la entrega y manipulación.
  - ✓ La mayor reducción de agua acelera el endurecimiento del concreto y puede facilitar la temprana introducción del pre esfuerzo.
  - ✓ Con alta resistencia, la sección transversal de la estructura puede reducirse, lo que da como resultado la reducción de la carga muerta, lo cual es favorable para edificios altos, puentes de gran luz y para la estabilidad bajo la acción de sismos.
  - ✓ La reducción de peso también contribuye a diseños económicos de diferentes estructuras sin sacrificar buenas propiedades del concreto.
  - ✓ Debido a la estabilidad química, se requiere mucho menos mantenimiento para puentes de concreto que para puentes de acero.
  - ✓ La trabajabilidad mejorada, así como la baja relación agua/cemento, mejora la impermeabilidad del concreto. Morataya, C. (2005)

### **Las desventajas de estos concretos pueden ser:**

- ✓ Necesidad de materiales y componentes de alta calidad. Control de calidad muy exigente.
- ✓ Curado muy cuidadoso al poseer relaciones agua/cemento muy bajas
- ✓ Rotura frágil.

### **Características que deben cumplir los materiales.**

#### **Selección de los materiales**

Materiales de calidad son necesitados y las especificaciones requeridas para la producción. El concreto de alta resistencia ha sido producido usando un amplio rango de materiales de calidad, basado en resultados de pruebas de mezclas.

#### **a) Cementos.**

Es muy importante que el cemento empleado tenga una elevada resistencia y uniformidad. Cementos tipo I o II de conformidad con normativas, los cuales cumplen con las especificaciones técnicas y son cementos mezclados con porcentajes fijos de puzolanas o escorias.

#### **b) Agregados**

##### **Agregado fino**

**Morataya, C. (2005)**, en su tesis “concreto de alta Resistencia”, declaró que un poco de arena con un módulo de fineza debajo de 2.5 dio una consistencia pegajosa al concreto y lo hacen difícil de compactar. Arena con un módulo de finura de aproximadamente 3 dio mejor trabajabilidad y mejor resistencia a compresión.

No es necesario el uso de arena fina para mejorar trabajabilidad o evitar segregación, además, el uso de arena gruesa provoca una mínima disminución en la cantidad de agua de mezclado, lo cual es ventajoso en cuanto a la resistencia y permite un corte más fácil de la pasta de cemento durante el mezclado.

Debido a que la calidad del agregado fino para elaborar concretos de alta resistencia es muy importante, a continuación, se presentan algunas recomendaciones para escoger este tipo de agregado:

Un agregado fino con un perfil redondeado y una textura suavizada requiere menos agua de mezclado en el concreto, por esta razón es más recomendado el uso de este tipo de agregado cuando se requiere concretos con bajas relaciones agua/cementantes.

Un agregado fino debe ser bien graduada, con poco contenido de material fino plástico y módulo de finura controlado.

Las arenas con módulos de finura por debajo de 2.5 dan concretos con consistencias densas, que los hace difíciles de compactar, por el contrario, las arenas con módulos de finura igual o mayor a 3.0 dan los mejores resultados en cuanto a trabajabilidad y resistencias a la compresión; para concretos de alta resistencia se recomienda usar arenas con un módulo de finura cercano a 3.0.

Para concretos con relaciones agua/cementantes bajos las cantidades de materiales cementantes son generalmente altas, por lo que, la granulometría del agregado fino no tiene mucha importancia.

### **Agregado Grueso**

La forma de agregado grueso también es muy importante desde el punto de vista geológico, durante el proceso de trituración es primordial generar partículas de forma cubica, en vez de planas y alargadas, ya que estas son débiles y tienden a producir mezclas duras que requieren más agua o aditivo para lograr la trabajabilidad requerida. Pero cabe recalcar que, para concretos de alta resistencia, se considera que el agregado ideal debe ser 100% triturado, de perfil angular y textura rugosa, limpio, duro, resistente, poco absorbente, de preferencia con el menor porcentaje de partículas planas y alargadas.

Un agregado grueso debe tener baja nivel de absorción, buena adherencia, de tamaño pequeño y densidad elevada. Morataya, C. (2005).

### **c) Granulometría.**

#### **Granulometría de los agregados finos**

las arenas con módulo de fineza por debajo de 2.5 dan concretos de consistencia espesa de los hace difíciles de compactar. Las arenas con módulo de fineza igual o mayor de 3.0 dan las mejores trabajabilidad y resistencia a la compresión. Se recomienda emplear una arena con módulo de fineza cerca de 3.0, dado que puede contribuir a producir concretos de adecuada trabajabilidad y resistencia a la compresión. NTP 400.012

#### **Granulometría de los agregados Grueso**

la piedra triturada produce altas resistencias, que a comparación de la piedra canto rodado, sin embargo, se debe evitar una angulosidad excesiva debido al aumento en el requerimiento de agua y disminución de la trabajabilidad a que esto conlleva. NTP 400.012, (2001)

### **d) Agua**

El agua para concreto se especifica que debe ser de calidad potable. NTP 400.012, (2001)

### **e) Mezcla**

Relación agua/cemento bajas de 0.25 a 0.35 mezclado previo del cemento y del agua, periodo de curado más largo. NTP 400.012, (2001)

#### **Estudios Realizados**

##### **Granulometría**

##### **Granulometría de los agregados finos**

Para el análisis granulométrico del agregado fino, Los tamices a considerar serán el 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, siendo los porcentajes que pasan según las normativas.

**Tabla 4:** Límites granulométricos para el agregado fino

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa (en masa)</b>
3/8 pul	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	5 a 30
N° 100	0 a 10

**Fuente:** ASTM C 33

Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices norma ASTM C33

**Módulo de Fineza:** Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8,16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100.

**Tabla 5:** Especificaciones del Módulo de Fineza

	ESPECIFICACIONES (NTP 400.037/ASTM C33.07)		
	VALOR		OBSERVACION
<b>CARACTERISTICAS FISICAS ARENA</b>			
MODULO DE FINEZA	2.74	2.3-3.1	OK
PESO ESPECIFICO SECO	2.711	N.A	N.A
PESO ESPECIFICO SSS	2.736	N.A	N.A
% ABSORCION	0.93	N.A	N.A
PASANTE DE LA MALLA # 200 (%)	4.04	5 (máx.)	OK
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	68.1	65 (min)	OK
PARTICULAS FRIABLES Y TERRONES			
DE ARCILLA (%)	0.1	3 (máx.)	OK
PARTICULAS LIGERAS (%)	0.02	1 (máx.)	OK
INALTERABILIDAD por medio de			
sulfatos de magnesio (%)	2.34	15 (máx.)	OK
PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m3)	1531	N.A	N.A
PESO UNITARIO COMPAC. (Kg/m3)	1759	N.A	N.A

Fuente: ASTM C 33

**Granulometría de los agregados grueso**

Según especificaciones técnicas el análisis granulométrico del agregado grueso debe estar graduado dentro de los siguientes según NTP 400.012

**Tabla 6:** Porcentaje que pasa por cada Tamiz

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
1 1/2 "	100
1"	95-100
3/4"	68-85
1/2"	25-60
3/8"	12..45

Fuente: NTP 400.012

**Peso unitario.** Es el peso por unidad de volumen (aparente). Se determinan dos formas de peso unitario.

**Peso Unitario Suelto:** En el que el recipiente se llena normalmente sin presión alguna.

**Peso Unitario Compactado:** En el que el recipiente se llena con tres capas compactando cada una con la varilla estándar.

### **Especificaciones Técnicas**

En las arenas, el peso unitario compactado varía entre 1550 kg/m<sup>3</sup> y 1750 kg/m<sup>3</sup> disminuyendo cerca de un 30 % para el peso unitario suelto.

### **Peso específico**

Es el peso por unidad de volumen (agua desplazada por inmersión).

El peso específico puede variar, entre intervalos 1.2 a 2.2 gr/cm<sup>3</sup> para concretos ligeros, cuando su valor está entre 2.3 a 2.9 gr/cm<sup>3</sup>

El porcentaje de absorción de los agregados, comúnmente se halla en el intervalo de (0.20% - 3.50 %).

### **Contenido de humedad.**

### **Especificaciones Técnicas**

El contenido de humedad es una de las propiedades físicas del agregado, que no se encuentra en especificaciones, sin embargo, se puede manifestar que, en los agregados finos, el contenido de humedad puede llegar a representar un 8% o más, mientras que en el agregado grueso dichos contenidos pueden representar a un 4%.

### **Capacidad de absorción.**

Es aquel contenido de humedad que tiene el agregado que se encuentra en el estado saturado superficialmente seco. Este es el estado de equilibrio de los agregados, es decir en que no absorben ni sueltan agua.

## **Materiales y equipos para la elaboración de probetas**

El material y equipo necesario para preparar las muestras de ensayo está constituido por lo siguiente:

- ✓ Agregado grueso.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Cemento.
- ✓ Agua.
- ✓ Moldes cilíndricos de 152.5 mm de diámetro por 305 mm de altura. (6"x12").
- ✓ Base de molde maquinada.
- ✓ Varilla compactadora de acero liso, de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera.
- ✓ Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería.
- ✓ Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.
- ✓ Los moldes deben ser de material impermeable no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero.
- ✓ Mezcladora eléctrica de 3 pie<sup>3</sup> de capacidad.
- ✓ Balanza.

## **Operaciones Previas**

Cuando se preparan varias probetas de la misma muestra, se moldearas simultáneamente. El concreto usado en ensayos de asentamiento, aire incorporado u otros, no será empleada para la prueba de resistencia

El moldeo de las probetas se efectúa sobre una superficie horizontal, libre de vibraciones y protegida del tránsito. Antes del llenado se verificará que los moldes y bases se encuentren limpios y aceitados.

## **Moldeo de las Probetas**

El llenado de la probeta se efectuará evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara, la que se moverá alrededor de la coronación del cilindro.

Luego del remezclado del concreto, se llena de inmediato el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación de manera enérgica con la barra mediante 25 golpes verticales, uniformemente repartidos en forma de espiral, comenzando por el borde y terminando en el centro. El proceso se repite en las dos capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1”.

En la última se coloca el material en exceso, para enrasar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.

Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde, utilizando la barra de compactado, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

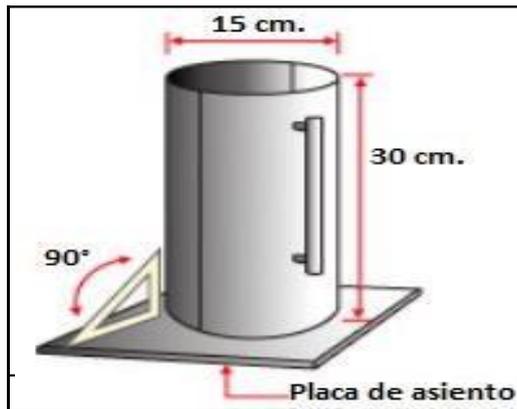
Si en el llenado de la última capa, el material estuviera en exceso se retirará lo conveniente con la plancha y luego se procederá a enrasar la superficie.

En las mezclas fluidas, para evitar la exudación al término de la consolidación, el material en exceso se puede retirar luego de 15 minutos de terminar la operación.

La superficie del cilindro será terminada con la barra o la regla de madera, de manera de lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.

Luego se procede a identificar la probeta correspondiente sobre el día de ejecución, tipo de cemento y resistencia.

En todos los casos, durante las primeras 24 horas, los moldes estarán a una temperatura ambiente de 16o c a 27o c, protegidos del viento y solemiento.



**Figura 4:** Molde de Probeta

Fuente: <https://civilgeeks.com/2011/12/04/introduccion-a-la-tecnologia-del-concreto/>

### Identificación de variables

Incorporación del agregados grueso y fino, cemento, agua para obtener un concreto de resistencia  $f'c = 310 \text{ kg/cm}^2$ .

- ✓ La resistencia, durabilidad y trabajabilidad que tendría utilizar un concreto y la relación directa del agua/cemento en el diseño de mezcla.

### Clasificación de las variables

#### ➤ Variable independiente

X: agregado (grueso y fino) de la cantera tacllan y rumichuco y relación de agua/cemento.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Relacion agua/cemento	relacion optima de agua/cemento para dosificar mezclas de concreto	capacidad de mezcla de soporte de altas cargas	A/C

➤ **Variable dependiente**

Y: La resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia  $f'c = 310$  kg/cm<sup>2</sup>.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresion del concreto	esfuerzo maxximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	Es la capaidad de las estructuras de resistir momentos antes de fracturarse, debido a una fuerza o accion que supera la elasticidad plastica de dicha estructura	kg/cm <sup>2</sup>

**En la presente tesis nuestra hipótesis es:** Utilizando la piedra chancada de las canteras de Tacllan y Rumichuco del distrito de Huaraz, se obtendrá un concreto de resistencia a la compresión de  $f'c = 310$  kg/cm<sup>2</sup>.

**El objetivo general del presente estudio es:** Determinar un concreto  $f'c = 310$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando los agregados gruesos de las canteras Tacllan y Rumichuco del distrito de Huaraz.

**Y como objetivos específicos:**

- ✓ Analizar las características físicas, mecánicas y químicas de los agregados utilizadas en el concreto.
- ✓ Determinar la relación a/c de un concreto  $f'c = 310$  kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Determinar la trabajabilidad del concreto.
- ✓ Analizar y Comparar los Resultados Obtenidos a los 7,14 y 28 días de edad de la mezcla, de las canteras Tacllan y Rumichuco.
- ✓ Analizar la inferencia estadística de los resultados.

## **METODOLOGIA**

### **Tipo y diseño de investigación:**

#### **Tipo de Investigación:**

El tipo de investigación es descriptivo y aplicada de acuerdo al fin que persigue, es descriptivo porque se describirá las propiedades de los agregados de las canteras Tacllan y Rumichuco y aplicada porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas relacionados a los materiales utilizados en la construcción, mejorando así las propiedades del concreto tales como: Resistencia a la Compresión al utilizar la piedra chancada para las dos canteras canteras.

Es una investigación Cuantitativa de acuerdo a los tipos de datos analizados, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

La hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

#### **Diseño de Investigación**

Es un diseño experimental de tipo descriptivo, porque es un proceso en el cual estudiaremos la resistencia del concreto  $f'c = 310 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregados gruesos de dos diferentes canteras.

el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Así se obtuvo resultados que ayudaron al buen procesamiento de datos y análisis.

**Tabla 7:** Muestra para el diseño de concreto

DISEÑO DE CONCRETO		
DIAS DE CURADO	TACLLAN	RUMICHICO
7 DIAS		
14 DIAS		
28 DIAS		

Fuente: Elaboración Propia

## **Población y muestra**

### **Población**

La población en esta investigación es el conjunto de 18 cilindros de concreto (testigos) de las canteras de Tacllan y Rumichuco en el distrito de Huaraz-2016.

### **Muestra**

La muestra viene a ser una muestra poblacional porque se tomó a las 18 probetas de concreto con un diseño de  $F'c=310 \text{ Kg/cm}^2$  que serán elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

- 9 probetas para la cantera de Tacllan.
- 9 probetas para la cantera de Rumichuco.

La muestra estará constituida por 18 probetas con un diseño de  $F'c=310 \text{ Kg/cm}^2$ ; también 9 probetas con agregado grueso (piedra chancada de la cantera de Tacllan) y

9 probetas con agregado grueso (piedra chancada de la cantera de Rumichuco), en donde para cada cantera se obtendrá la resistencia a los 7, 14 y 28 días de curado.

Para la elaboración de las unidades de estudio (probetas) se utilizó las siguientes referencias:

- ✓ El agregado fino se traerá de las canteras de Tacllan y Rumichco – Huaraz.
- ✓ El agregado Grueso para el diseño de las probetas se compró de las canteras de Tacllan y Rumichco – Huaraz.
- ✓ El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.

### **Procesamiento y análisis de la información**

Los datos obtenidos han sido procesados con el software Excel y analizados los resultados con tablas, gráficos, promedios y porcentajes.

### **Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **Técnica**

- Observación.

#### **Instrumento**

- Guía de observación resumen fichas técnicas de laboratorio de las pruebas a realizar.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento.

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

## RESULTADOS

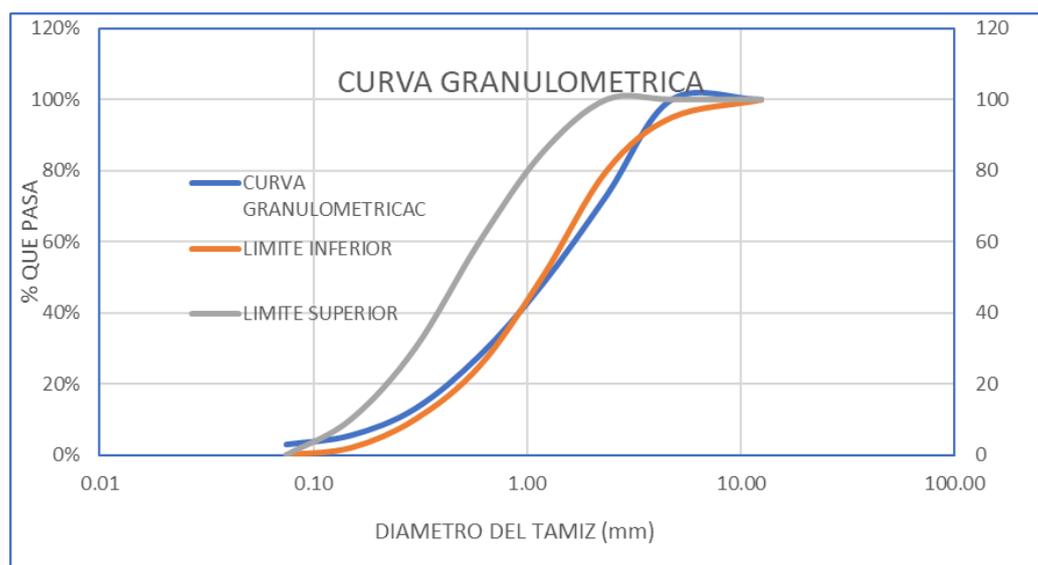
### Granulometría

#### Granulometría de la arena

**Tabla 8:** Granulometría de la arena de la cantera Tacllan

MALLAS	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	AGREGADO FINO	
						LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100	100%	100%
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100	95%	100%
N°8	2.36	485.00	27.00	27.00	73.00	80%	100%
N°16	1.18	450.00	25.06	52.06	47.94	50%	85%
N°30	0.60	360.00	20.04	72.10	27.90	25%	60%
N°50	0.30	268.00	14.92	87.02	12.98	10%	30%
N°100	0.15	135.00	7.52	94.54	5.46	2%	10%
N°200	0.08	46.00	2.56	97.10	2.90	0%	0%
PLATO		52.00	2.90	100	0		
TOTAL		1796.00	100.00				

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 5:** Curva Granulometría de la arena de la cantera Tacllan

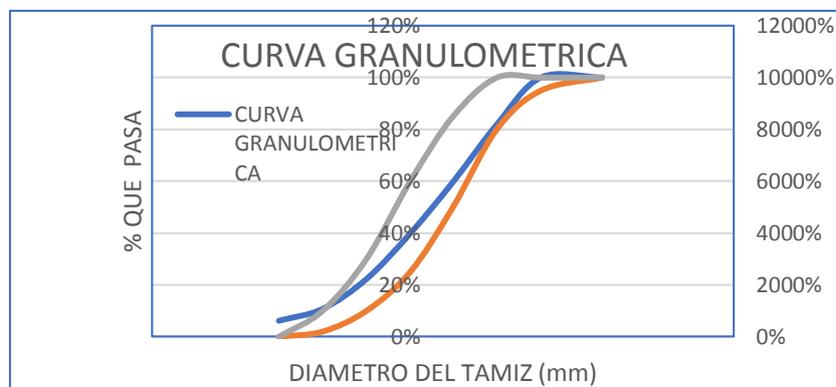
Fuente: Elaboración propia, Excel 2013

El peso inicial del agregado fino nos resultó de 1796 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar que el módulo de fineza es de 3.3, según la información antes mencionada la arena con un módulo de finura mayor a 3 da mejor trabajabilidad y mejor resistencia a la compresión, también el uso de arena gruesa provoca una mínima disminución en la cantidad de agua de mezclado, lo cual es ventajoso en cuanto a la resistencia y permite un corte más fácil de la pasta de cemento durante el mezclado Lambe T. & Whitman R. (2007).

**Tabla 9:** Granulometría de la arena de la cantera Rumichuco

MALLAS	ABERTURA(mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA	AGREGADO FINO	
						LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
3/8"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	100%
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100	95%	100%
N°8	2.36	419.10	18.20	18.20	81.80	80%	100%
N°16	1.18	510.00	22.15	40.35	59.65	50%	85%
N°30	0.60	457.20	19.85	60.20	39.80	25%	60%
N°50	0.30	405.00	17.59	77.79	22.21	10%	30%
N°100	0.15	265.30	11.52	89.31	10.69	2%	10%
N°200	0.08	106.00	4.60	93.91	6.09	0%	0%
PLATO		140.20	6.09	100	0		
TOTAL		2302.80	100.00				

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 6:** Curva Granulométrica de la arena de la cantera Rumichuco

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

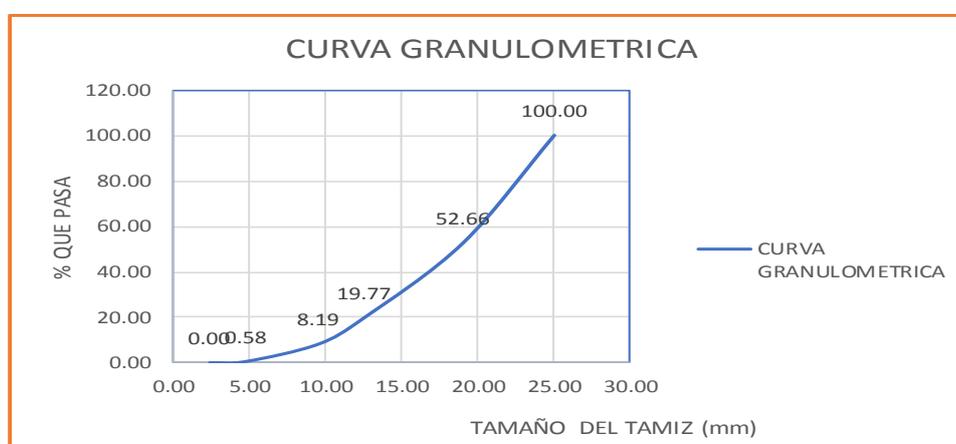
El peso inicial del agregado fino fue de 2302.8 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar que el módulo de fineza es de 2.9, según la información antes mencionada la arena con un módulo de finura mayor a 3 da mejor trabajabilidad y mejor resistencia a la compresión, también el uso de arena gruesa provoca una disminución considerable en la cantidad de agua de mezclado, lo cual puede no ser ventajoso en cuanto a la resistencia (Lambe T. y Whitman R; 2007).

### Granulometría de la grava

**Tabla 10:** Granulometría de la grava de la cantera Tacllan

MALLAS	ABERT (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	14.92	95-100
3/4"	19.00	5010.00	47.34	47.34	-32.42	68-85
1/2"	12.50	3480.00	32.89	80.23	-65.31	25-60
3/8"	9.50	1225.00	11.58	91.81	-76.89	12_45
N°4	4.75	806.00	7.61	99.42	-84.50	0-10
N°8	2.36	61.00	0.58	100.00	-85.08	
PLATO		0.00	0.00	100.00	-85.08	
TOTAL		10582.00	100.00			

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 7:** Curva Granulométría de la grava de la cantera Tacllan

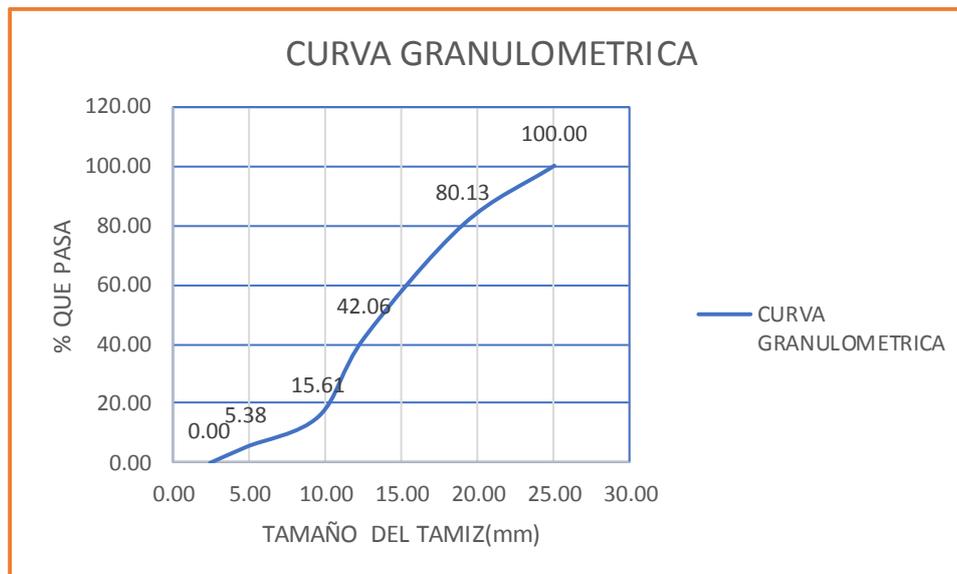
Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

El peso inicial del agregado grueso fue de 10582 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar el tamaño máximo nominal que fue de 3/4, el porcentaje que pasa según tabla N° 06 podemos visualizar que no cumple con las especificaciones. El material escogido fue la piedra triturada por razones que deja menor cantidad de vacíos.

**Tabla 11:** Granulometría de la grava de la cantera Rumichuco

MALLAS	ABERT (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	14.92	95-100
3/4"	19.00	3010.00	19.87	19.87	-4.95	68-85
1/2"	12.50	5767.00	38.07	57.94	-43.02	25-60
3/8"	9.50	4006.00	26.45	84.39	-69.47	12_45
N°4	4.75	1550.00	10.23	94.62	-79.70	0-10
N°8	2.36	815.00	5.38	100.00	-85.08	
PLATO		0.00	0.00	100.00	-85.08	
TOTAL		15148.00	100.00			

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 8:** Curva Granulométría de la grava de la cantera de Rumichuco

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013

El peso inicial del agregado grueso fue de 15148 kg, luego de realizar el tamizado podemos visualizar el tamaño máximo nominal que fue de  $\frac{3}{4}$ , el porcentaje que pasa según la tabla N° 0 podemos visualizar que cumple con las especificaciones. El material escogido fue la piedra triturada por razones que deja menor cantidad de vacíos.

### **Peso unitario**

#### **Peso unitario de la arena**

**Tabla 12:** Pesos unitarios de la arena de la cantera Tacllan

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	7820	7815	7825
<b>Peso de molde</b>	3425	3425	3425
<b>Peso de muestra</b>	4395	4390	4400
<b>Volumen de molde</b>	2776	2776	2776
<b>Peso unitario</b>	1583	1581	1585
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1583 KG/M3</b>		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	8105	8105	8120
<b>Peso de molde</b>	3425	3425	3425
<b>Peso de muestra</b>	4680	4680	4695
<b>Volumen de molde</b>	2776	2776	2776
<b>Peso unitario</b>	1686	1686	1691
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1688 KG/M3</b>		

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

En los estudios realizados para el peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario suelto arena y el peso unitario compactado de la grava. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos de los laboratorios realizados

**Tabla 13:** Pesos unitario de la arena de la cantera Rumichuco

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	7820	7835	7830
<b>Peso de molde</b>	3425	3425	3425
<b>Peso de muestra</b>	4395	4410	4405
<b>Volumen de molde</b>	2776	2776	2776
<b>Peso unitario</b>	1583	1589	1587
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1586 KG/M3</b>		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	8110	8115	8120
<b>Peso de molde</b>	3425	3425	3425
<b>Peso de muestra</b>	4685	4690	4695
<b>Volumen de molde</b>	2776	2776	2776
<b>Peso unitario</b>	1688	1689	1691
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1689 KG/M3</b>		

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

En los estudios realizados para el peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario suelto arena y el peso unitario compactado de la grava. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos de los laboratorios realizados.

## Peso unitario de la grava

**Tabla 14:** Peso unitario de la Grava de la cantera Tacllan

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	19050	19065	19055
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13717	13732	13722
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1468	1470	1469
Peso unitario prom.	<b>1469 KG/M3</b>		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	20105	20115	20120
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14772	14782	14787
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1581	1582	1583
Peso unitario prom.	<b>1582 KG/M3</b>		

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

En los estudios realizados para el peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario suelto arena y el peso unitario compactado de la grava. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos de los laboratorios realizados.

**Tabla 15:** Peso unitario de la Grava de la cantera de Rumichuco

<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	18975	18950	18960
<b>Peso de molde</b>	5310	5310	5310
<b>Peso de muestra</b>	13665	13640	13650
<b>Volumen de molde</b>	9341	9341	9341
<b>Peso unitario</b>	1463	1460	1461
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1461 KG/M3</b>		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Peso de molde + muestra</b>	19660	19640	19650
<b>Peso de molde</b>	5310	5310	5310
<b>Peso de muestra</b>	14350	14330	14340
<b>Volumen de molde</b>	9341	9341	9341
<b>Peso unitario</b>	1536	1534	1535
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1535 KG/M3</b>		

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

En los estudios realizados para el peso unitario podemos visualizar el promedio de peso unitario suelto arena y el peso unitario compactado de la grava. Estos datos serán visualizados en el diseño de mezcla de igual manera en las fotos de los laboratorios realizados.

## Peso específico y capacidad de absorción.

### Peso específico y capacidad de absorción de la arena

**Tabla 16:** Peso específico y capacidad de absorción de la arena de la cantera de Tacllan

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
PARAMETROS	DESCRIPCION	DATOS
<b>A</b>	Peso del material saturado superficialmente seco(Aire)	300
<b>B</b>	Peso del material saturado superficialmente seco(Agua)	678.5
<b>C=A-B</b>	Volumen de masa + volumen de vacios	978.5
<b>D</b>	Peso de material seco en el horno	864.5
<b>E=C-D</b>	Volumen de masa	114
<b>F</b>		296.5
<b>G = E - (A - F)</b>		-110.5
<b>ABSORCION(%)</b>	$((A-F/F)*100)$	1.18
<b>ABS. PROM.(%)</b>		1.18
<b>PROMEDIO</b>		
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Seca)=F/E	2.60
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Saturada)=A/E	2.63
<b>P.e.</b>	Aparente(Base Seca)=F/G	-2.68
<b>PROMEDIO</b>		
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Seca)	2.60
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Saturada)	2.63
<b>P.e.</b>	Aparente(Base Seca)	-2.68

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

**Tabla 17:** Peso específico y capacidad de absorción de la arena de la cantera de Rumichuco

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO		
PARAMETROS	DESCRIPCION	DATOS
<b>A</b>	Peso del material saturado superficialmente seco(Aire)	300
<b>B</b>	Peso del material saturado superficialmente seco(Agua)	678.5
<b>C=A-B</b>	Volumen de masa + volumen de vacios	978.5
<b>D</b>	Peso de material seco en el horno	866.7
<b>E=C-D</b>	Volumen de masa	111.8
<b>F</b>		296.6
<b>G = E - (A - F)</b>		-108.4
<b>ABSORCION(%)</b>	$((A-F/F)*100)$	1.15
<b>ABS. PROM.(%)</b>		1.15
<b>PROMEDIO</b>		
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Seca)=F/E	2.65
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Saturada)=A/E	2.68
<b>P.e.</b>	Aparente(Base Seca)=F/G	-2.74
<b>PROMEDIO</b>		
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Seca)	2.65
<b>P.e.</b>	Bulk(Base Saturada)	2.68
<b>P.e.</b>	Aparente(Base Seca)	-2.74

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

## Peso específico y capacidad de absorción de la grava

**Tabla 18:** Peso específico y capacidad de absorción de la grava de la cantera de Tacllan

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO				
PARAMETROS	DESCRIPCION	DATOS		
A:	Peso del material saturado superficialmente seco(Aire)	1173.90	1183.8	1175.9
B:	Peso del material saturado superficialmente seco(Agua)	738.80	738.7	735.9
C=A-B	Volumen de masa + volumen de vacios	435.10	445.10	440.00
D:	Peso de material seco en el horno	1165.00	1171.9	1167
E=C-(A-D)	Volumen de masa	426.20	433.20	431.10
ABSORCION(%)	$((A-D)/D)*100$	0.76	1.02	0.76
ABS. PROM.(%)		<b>0.85</b>		
<b>PROMEDIO</b>				
P.e.	Bulk(Base Seca)=D/C	2.68	2.63	2.65
P.e.	Bulk(Base Saturada)=A/C	2.70	2.66	2.67
P.e.	Aparente(Base Seca)=D/E	2.73	2.71	2.71
<b>PROMEDIO</b>				
P.e.	Bulk(Base Seca)=D/C			<b>2.65</b>
P.e.	Bulk(Base Saturada)=A/C			<b>2.68</b>
P.e.	Aparente(Base Seca)=D/E			<b>2.72</b>

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013

**Tabla 19:** Peso específico y capacidad de absorción de la grava de la cantera de Rumichuco.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO				
PARAMETROS	DESCRIPCION	DATOS		
A:	Peso del material saturado superficialmente seco(Aire)	1065.70	998.6	1064.6
B:	Peso del material saturado superficialmente seco(Agua)	664.20	620.7	663.8
C=A-B	Volumen de masa + volumen de vacios	401.50	377.90	400.80
D:	Peso de material seco en el horno	1056.80	991	1055.9
E=C-(A-D)	Volumen de masa	392.60	370.30	392.10
ABSORCION(%)	$((A-D)/D)*100$	0.84	0.77	0.82
ABS. PROM.(%)		<b>0.81</b>		
<b>PROMEDIO</b>				
P.e.	Bulk(Base Seca)=D/C	2.63	2.62	2.63
P.e.	Bulk(Base Saturada)=A/C	2.65	2.64	2.66
P.e.	Aparente(Base Seca)=D/E	2.69	2.68	2.69
<b>PROMEDIO</b>				
P.e.	Bulk(Base Seca)=D/C			<b>2.63</b>
P.e.	Bulk(Base Saturada)=A/C			<b>2.65</b>
P.e.	Aparente(Base Seca)=D/E			<b>2.69</b>

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

## Contenido de humedad.

**Tabla 20:** Contenido de humedad de la cantera Tacllan

AGREGADO GRUESO			
N° DE TARRO		14	16
PESO TARRO +SUELO HUMEDO	(g)	1130.5	1109.6
PESO TARRO +SUELO SECO	(g)	1124.2	1103.2
PESO DE AGUA	(g)	6.3	6.4
PESO DEL TARRO	(g)	169.7	162
PESO DEL SUELO SECO	(g)	954.5	941.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.66	0.68
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		0.67
AGREGADO FINO			
N° DE TARRO		15	17
PESO TARRO +SUELO HUMEDO	(g)	912.7	955.9
PESO TARRO +SUELO SECO	(g)	887.4	929.7
PESO DE AGUA	(g)	25.3	26.2
PESO DEL TARRO	(g)	164.5	165
PESO DEL SUELO SECO	(g)	722.9	764.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.50	3.43
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		3.47

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013

Podemos visualizar el promedio del contenido de humedad del agregado fino 3.47% y de igual manera el promedio del agregado grueso 0.67% estos datos serán utilizados en el diseño de mezcla y de igual manera podemos visualizar las fotos del laboratorio

**Tabla 21:** Contenido de humedad de la cantera Rumichuco

AGREGADO GRUESO			
N° DE TARRO		20	30
PESO TARRO +SUELO HUMEDO	(g)	1105.9	1106.5
PESO TARRO +SUELO SECO	(g)	1098.9	1099.7
PESO DE AGUA	(g)	7	6.8
PESO DEL TARRO	(g)	165.6	168.2
PESO DEL SUELO SECO	(g)	933.3	931.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.75	0.73
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		0.74
AGREGADO FINO			
N° DE TARRO		15	31
PESO TARRO +SUELO HUMEDO	(g)	948.10	949.4
PESO TARRO +SUELO SECO	(g)	923.8	924.3
PESO DE AGUA	(g)	24.30	25.10
PESO DEL TARRO	(g)	164.40	163.7
PESO DEL SUELO SECO	(g)	759.40	760.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.20	3.30
HUMEDAD PROMEDIO	(%)		3.25

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

Podemos visualizar el promedio del contenido de humedad del agregado fino 3.25% y de igual manera el promedio del agregado grueso 0.74% estos datos serán utilizados en el diseño de mezcla y de igual manera podemos visualizar las fotos del laboratorio

### **Diseño de mezcla**

Ser realizo el diseño de mezcla para el pre diseño y el diseño final, lo que se muestra a continuación es un resumen de esta, para visualizar los pasos

**Tabla 22:** Diseño de Mezcla de la cantera Tacllan

<b>DISEÑO DE MEZCLA METODO A.C.I. DE LA CANTERA TACLAN</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>DATOS</b>	<b>UNIDAD</b>
1.-	<b>Especificaciones</b>		
	F`c	310	Kg/cm2
2.-	<b>Materiales</b>		
a.-	<b>Cemento Portland</b>		
	Tipo	1	
	P. Especifico	3.15	
b.-	<b>Agregado Fino</b>		
	P. Especifico de la masa	2.63	
	Peso unitario seco suelto	1583	Kg/m3
	Peso unitario seco compacto	1688	Kg/m3
	contenido de humedad	3.5	%
	Absorcion	1.18	%
	modulo de Fineza	3.3	
c.-	<b>Agregado Grueso</b>		
	Tamaño maximo nominal	3/4"	
	P. Especifico de la masa	2.68	
	Peso unitario seco suelto	1469	Kg/m3
	Peso unitario seco compacto	1582	Kg/m3
	contenido de humedad	0.67	%
	Absorcion	0.85	%
	modulo de Fineza	7.39	
3.-	Determinacion de Resistencia Promedio	310	Kg/cm2
4.-	Tamaño maximo nominal	3/4"	
5.-	Selección del asentamiento	3" a 4"	
6.-	Volumen Unitario de Agua	200	Lt/m3
7.-	Contenido de Aire	2	%
8.-	Relacion Agua-Cemento a/c	0.53	
9.-	Factor del Cemento	377.36	Kg/m3
10.-	Contenido del Agregado Grueso	1044.95	Kg/m3
11.-	Volumen Absolutos		
	cemento	0.120	
	Agua	0.200	
	Aire	0.020	
	Agregado Grueso	0.390	
		<b>0.730</b>	
12.-	Contenido de Agregado Fino		
	Vol. Absoluto de Agregado fino	0.270	
	Peso del Agregado Fino	710.9	Kg/m3
13.-	Valores de Diseño		
	Cemento	377.4	Kg/m3
	Agua	200	Lt/m3
	Agregado Fino Seco	710.9	Kg/m3
	Agregado Grueso Seco	1045.0	Kg/m3

14.-	Correccion por Humedad				
	Agregado Fino			735.76	Kg/m3
	Agregado Grueso			1051.95	Kg/m3
	* Humedad superficial del Agregado				
	Agregado Fino			2.32	%
	Agregado Grueso			-0.18	%
	* Aporte de humedad de los agregados				
	Agregado Fino			16.49	
	Agregado Grueso			-1.88	
	* Agua efectiva			16.33	Lt/m3
15.-	Valores de Diseño Corregidos				
	Cemento			377.36	
	Agua			185.39	
	Agregado Fino Seco			735.76	
	Agregado Grueso Seco			<b>1051.95</b>	
16.-	Proporcion en Peso				
	<b>1</b>	<b>1.95</b>	<b>2.79</b>	<b>20.88</b>	<b>Lt/saco</b>
17.-	Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento				
	Cemento			42.5	kg/saco
	Agua			20.88	Lt/saco
	Agregado Fino Seco			82.9	kg/saco
	Agregado Grueso Seco			118.5	kg/saco
18.-	Proporcion en volumen				
	agregado fino			1638.41	kg/m3
	agregado grueso			1478.84	kg/m3
	* peso por pie3				
	a.- agregado fino			46.81	kg/pie3
	b.- agregado grueso			42.25	kg/pie3
	* dosificacion en volumen				
	a.- cemento			1	pie3
	b.- agregado fino			1.77	pie3
	c.- agregado grueso			2.8	pie3
	<b>1</b>	<b>1.77</b>	<b>2.80</b>	<b>20.88</b>	<b>lt/pie3</b>
19.-	proporcion en lampadas				
	agregado fino			6.96	kg/lamp
	agregado grueso			6.28	kg/lamp
	* dosificacion en lampadas				
	cemento			6.6	lamp
	agregado fino			11.9	lamp
	agregado grueso			18.9	lamp

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.

**Tabla 23:** Diseño de Mezcla de la cantera Rumichuco

<b>DISEÑO DE MEZCLA METODO A.C.I. DE LA CANTERA RUMICHUCO</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>DATOS</b>	<b>UNIDAD</b>
1.-	<b>Especificaciones</b>		
	F`c	310	Kg/cm2
2.-	<b>Materiales</b>		
a.-	<b>Cemento Portland</b>		
	Tipo	1	
	P. Especifico	3.15	
b.-	<b>Agregado Fino</b>		
	P. Especifico de la masa	2.68	
	Peso unitario seco suelto	1586	Kg/m3
	Peso unitario seco compacto	1689	Kg/m3
	contenido de humedad	3.25	%
	Absorcion	1.15	%
	modulo de Fineza	2.9	
c.-	<b>Agregado Grueso</b>		
	Tamaño maximo nominal	3/4"	
	P. Especifico de la masa	2.65	
	Peso unitario seco suelto	1461	Kg/m3
	Peso unitario seco compacto	1535	Kg/m3
	contenido de humedad	0.74	%
	Absorcion	0.81	%
	modulo de Fineza	7	
	Determinacion de Resistencia		
3.-	Promedio	310	Kg/cm2
4.-	Tamaño maximo nominal	3/4"	
5.-	Selección del asentamiento	3" a 4"	
6.-	Volumen Unitario de Agua	200	Lt/m3
7.-	Contenido de Aire	2	%
8.-	Relacion Agua-Cemento a/c	0.53	
9.-	Factor del Cemento	377.36	Kg/m3
10.-	Contenido del Agregado Grueso	949.28	Kg/m3
11.-	Volumen Absolutos		
	cemento	0.120	
	Agua	0.200	
	Aire	0.020	
	Agregado Grueso	0.358	
		<b>0.698</b>	
12.-	Contenido de Agregado Fino		
	Vol. Absoluto de Agregado fino	0.302	
	Peso del Agregado Fino	809.3	Kg/m3
13.-	Valores de Diseño		
	Cemento	377.4	Kg/m3
	Agua	200	Lt/m3

	Agregado Fino Seco	809.3		Kg/m3
	Agregado Grueso Seco	949.3		Kg/m3
14.-	Correccion por Humedad			
	Agregado Fino	835.63		Kg/m3
	Agregado Grueso	956.30		Kg/m3
	* Humedad superficial del Agregado			
	Agregado Fino	2.1		%
	Agregado Grueso	-0.07		%
	* Aporte de ahaumedad de los agregados			
	Agregado Fino	17		
	Agregado Grueso	-0.07		
	* Agua efectiva	16.33		Lt/m3
15.-	Valores de Diseño Corregidos			
	Cemento	377.36		
	Agua	183.67		
	Agregado Fino Seco	835.63		
	Agregado Grueso Seco	956.3		
16.-	Proporcion en Peso			
	<b>1</b>	<b>2.21</b>	<b>2.53</b>	<b>20.69</b>
				<b>Lt/saco</b>
17.-	Cantidad de Material por tanda de 1 saco de cemento			
	Cemento	42.5		kg/saco
	Agua	20.69		Lt/saco
	Agregado Fino Seco	94.1		kg/saco
	Agregado Grueso Seco	107.7		kg/saco
18.-	Proporcion en volumen			
	agregado fino	1637.55		kg/m3
	agregado grueso	1471.81		kg/m3
	* peso por pie3			
	a.- agregado fino	46.79		kg/pie3
	b.- agregado grueso	42.05		kg/pie3
	* dosificacion en volumen			
	a.- cemento	1		pie3
	b.- agregado fino	2.01		pie3
	c.- agregado grueso	2.56		pie3
	<b>1</b>	<b>2.01</b>	<b>2.56</b>	<b>20.69</b>
				<b>lt/pie3</b>
19.-	<b>proporcion en lampadas</b>			
	agregado fino	6.96		kg/lamp
	agregado grueso	6.25		kg/lamp
	* <b>dosificacion en lampadas</b>			
	cemento	6.6		lamp
	agregado fino	13.5		lamp
	agregado grueso	17.2		lamp

Fuente: Elaboración propia, Excel 2013

## Ensayo de Resistencia a la Compresión

Con los datos del diseño de mezcla se elaboraron 18 testigos donde progresivamente a los 7, 14 y 28 días y se muestra los resultados arrojados en el ensayo de resistencia a la compresión.

**Tabla 24:** Ensayo de resistencia de compresión

F' C		:	310	Kg/cm2			
Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ("	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
01	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	221.30	71.40
02	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	220.10	71.00
03	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	225.50	72.70
04	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	217.30	70.10
05	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	217.10	70.00
06	PATRON		24/07/2017	31/07/2017	7	215.60	69.60
07	PATRON		24/07/2017	07/08/2017	14	278.90	90.00
08	PATRON		24/07/2017	07/08/2017	14	284.30	91.70
09	PATRON		24/07/2017	07/08/2017	14	283.50	91.50
10	PATRON		24/07/2017	07/08/2017	14	274.50	88.50

---

11	PATRON	24/07/2017	07/08/2017	14	276.70	89.30
12	PATRON	24/07/2017	07/08/2017	14	272.20	87.80
13	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	325.40	105.00
14	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	328.80	106.10
15	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	335.30	108.20
16	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	309.30	99.80
17	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	311.30	100.40
18	PATRON	24/07/2017	21/08/2017	28	307.60	99.20

---

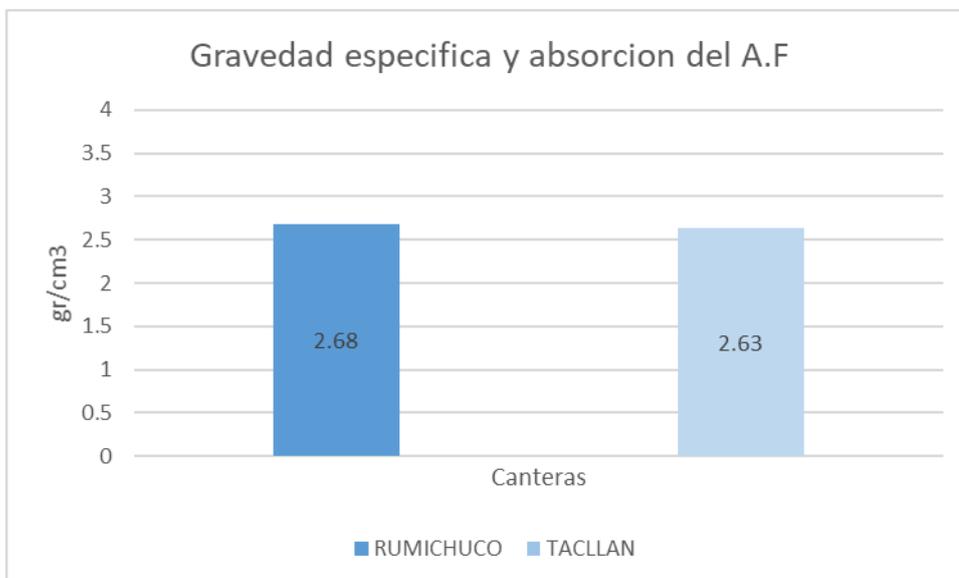
**Fuente: Elaboración propia, Excel 2013.**

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La relación agua cemento para los patrones tanto como para la cantera Tacllan como para la cantera Rumichuco, según las tablas del ACI corregidos por absorción y humedades nos da como resultado 0.53 con un slump 3 pulgadas

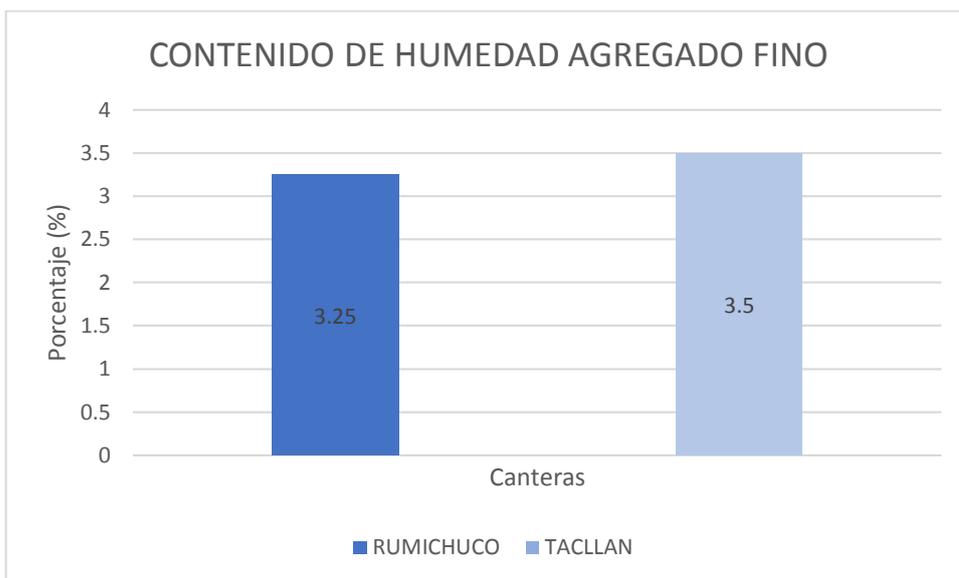
Según los resultados obtenidos para el ensayo de resistencia a la compresión para las 2 canteras, se ve que tiene mayor resistencia, para el día 7, 14 y 28, es el diseño experimental, se demuestra que si se realiza una buena gradación se puede obtener más resistencia.

En cuanto a los resultados físicos y mecánicos de los agregados podemos demostrar que tiene los siguientes parámetros:



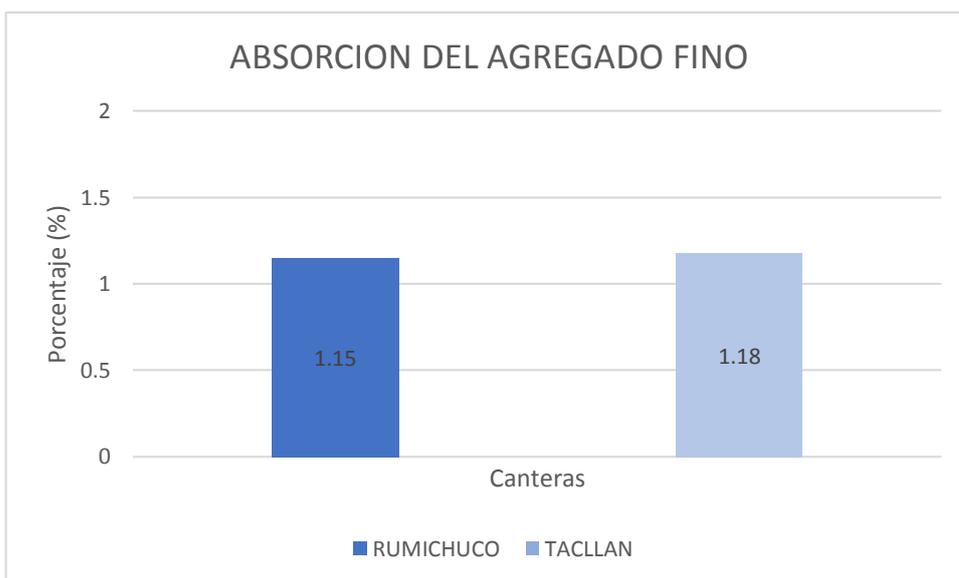
**Figura 9:** Ensayo de Gravedad específica del agregado fino

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



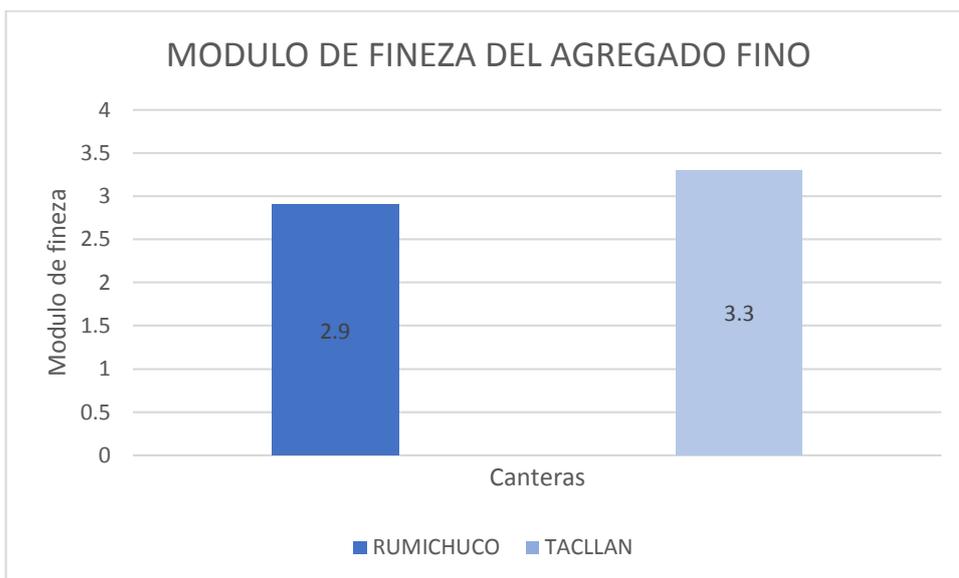
**Figura 10:** Ensayos de contenido de humedad del agregado fino

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 11:** Ensayos de absorción del agregado fino

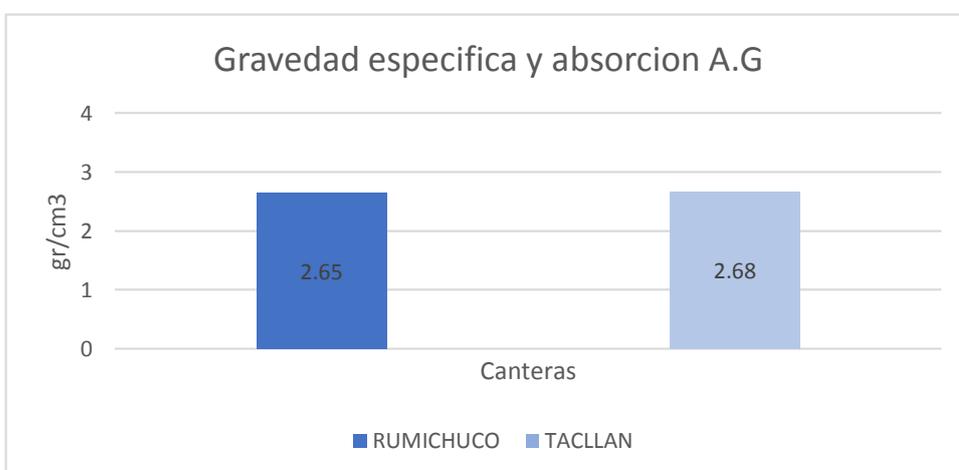
**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 12:** Ensayos de módulo de fineza del agregado fino

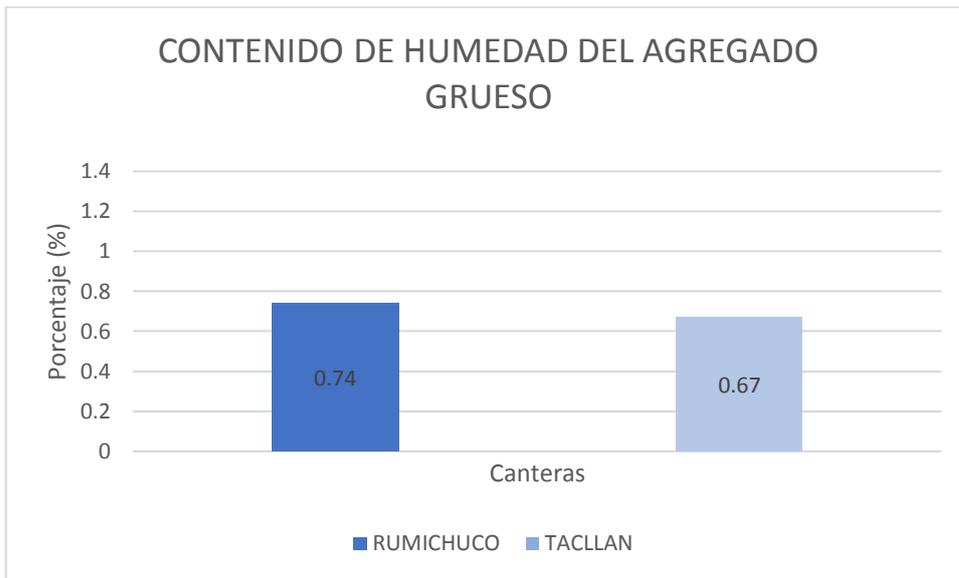
**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

De la figura N°09, ensayo de laboratorio para los materiales del agregado fino, se observa que, en la cantera de Rumichuco que tiene de 2,68 kg en el peso específico de masa, de 3,25% en el contenido de la humedad, el 1,15% en la absorción del material saturado y el 2,9% en el módulo de la fineza, mientras que en la cantera de Tacllan que tiene de 2,63 kg en el peso específico de masa, de 3,5% en el contenido de la humedad, el 1,18% en la absorción del material saturado y el 3,3% en el módulo de la fineza.



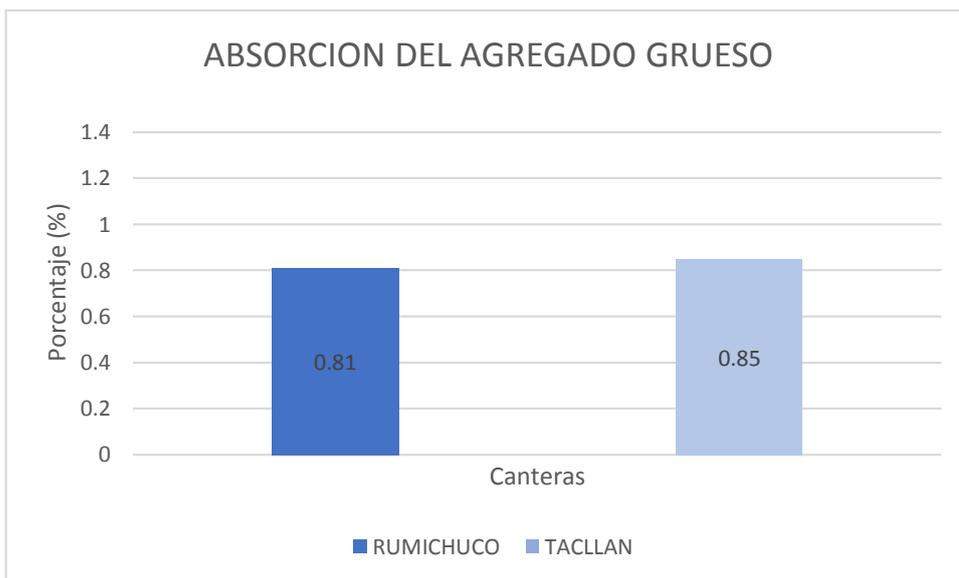
**Figura 13:** Ensayos de gravedad especifica del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



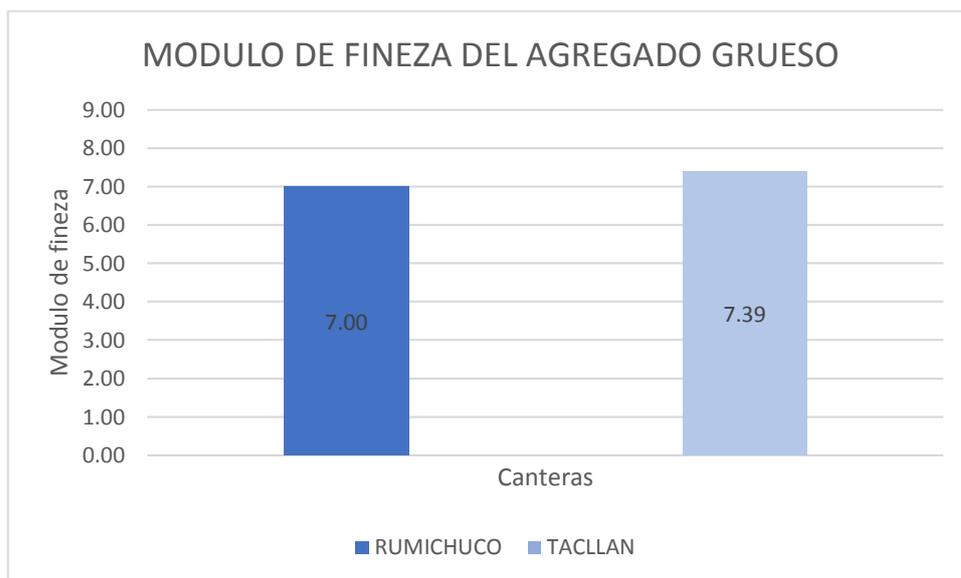
**Figura 14:** Ensayos de contenido de humedad del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 15:** Ensayos de absorción del agregado grueso

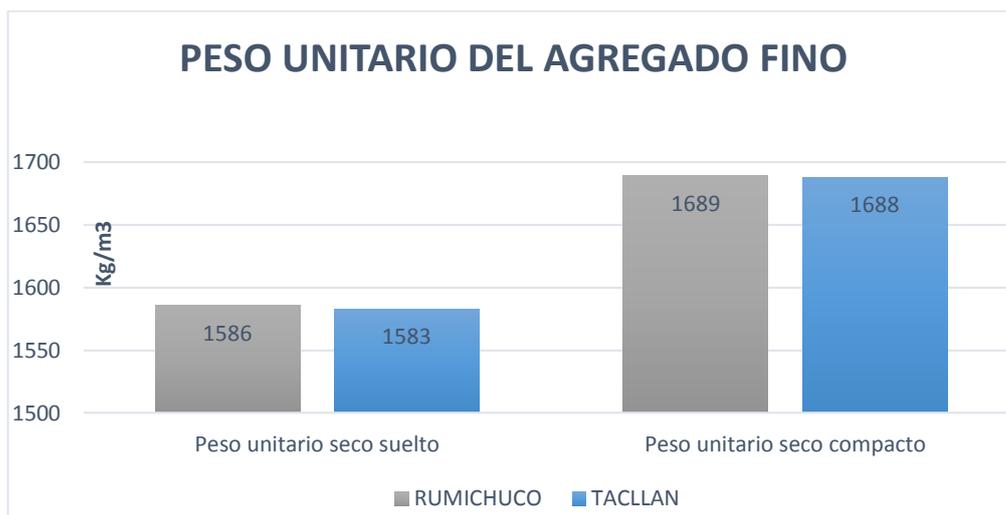
**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 16:** Ensayos de módulo de fineza del agregado grueso

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

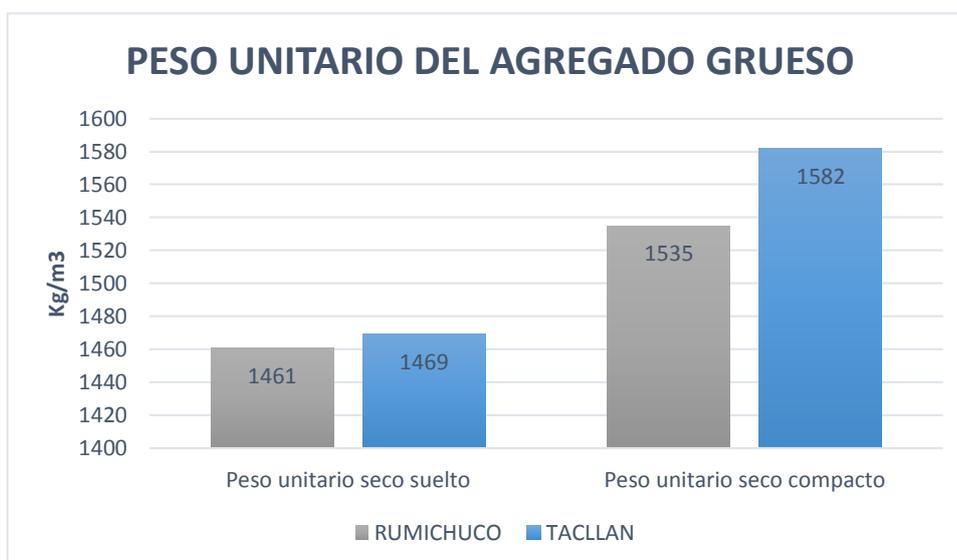
De la figura N°10, en el diseño de la mezcla de ACI de los materiales del agregado grueso, se observa que, en la cantera de Rumichuco que tiene de 2,65 kg en el peso específico de masa, de 0,74% en el contenido de la humedad, el 0,81% en la absorción del material saturado y el 7,0% en el módulo de la fineza, mientras que en la cantera de Tacllan que tiene de 2,68 kg en el peso específico de masa, de 0,67% en el contenido de la humedad, el 0,85% en la absorción del material saturado y el 7,39% en el módulo de la fineza.



**Figura 17:** Ensayos de pesos unitarios del agregado fino

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

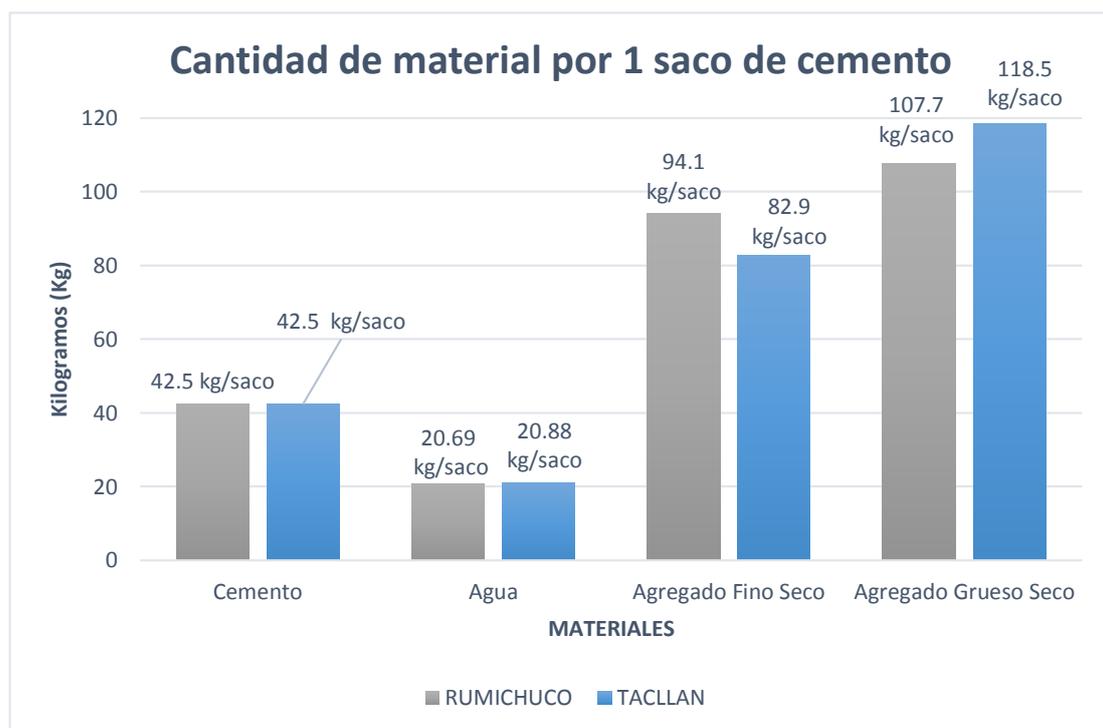
De la figura N° 11, en el diseño de la mezcla de ACI de los materiales del agregado fino, se observa que, en la cantera de Rumichuco que el peso unitario seco suelto es de 1586 kg y en el peso unitario seco compacto es de 1689 kg, mientras que en la cantera de Tacllan en el peso unitario seco suelto es de 1583 kg y en el peso unitario seco compacto es de 1688kg.



**Figura 18:** Ensayos de laboratorio de materiales del agregado grueso

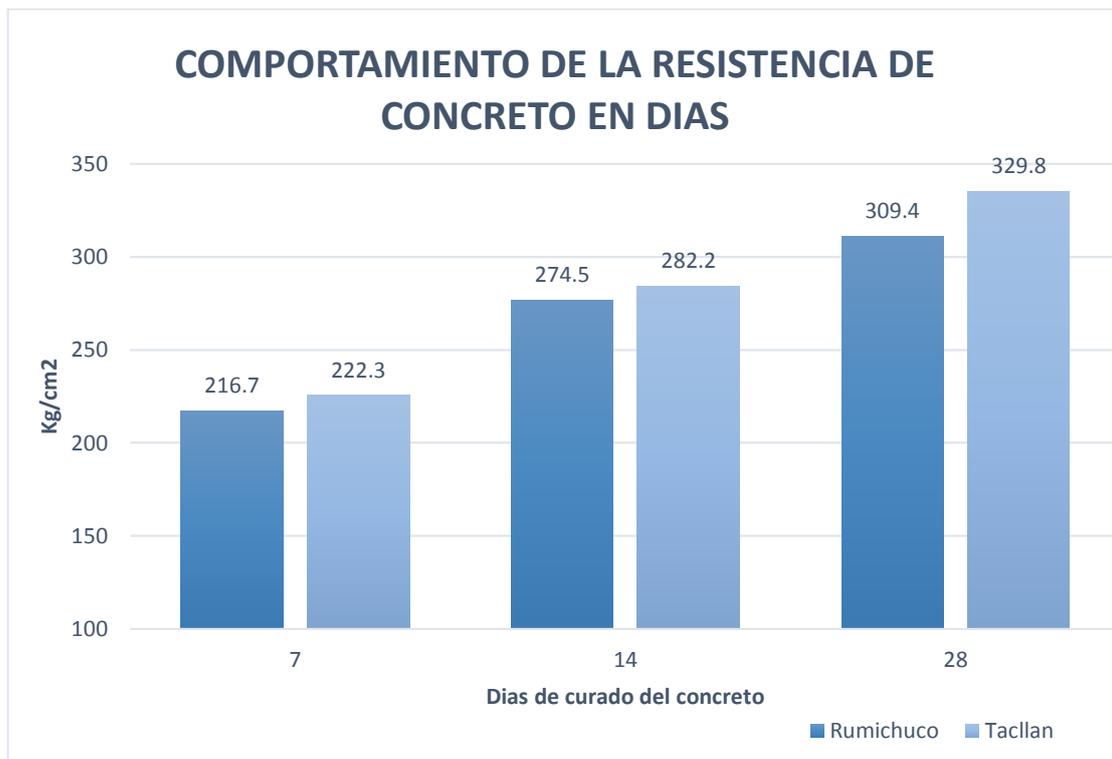
**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

De la figura N° 12, en el diseño de la mezcla de ACI de los materiales del agregado grueso, se observa que, en la cantera de Rumichuco que el peso unitario seco suelto es de 1586 kg y en el peso unitario seco compacto es de 1689 kg, mientras que en la cantera de Tacllan en el peso unitario seco suelto es de 1583 kg y en el peso unitario seco compacto es de 1688kg.



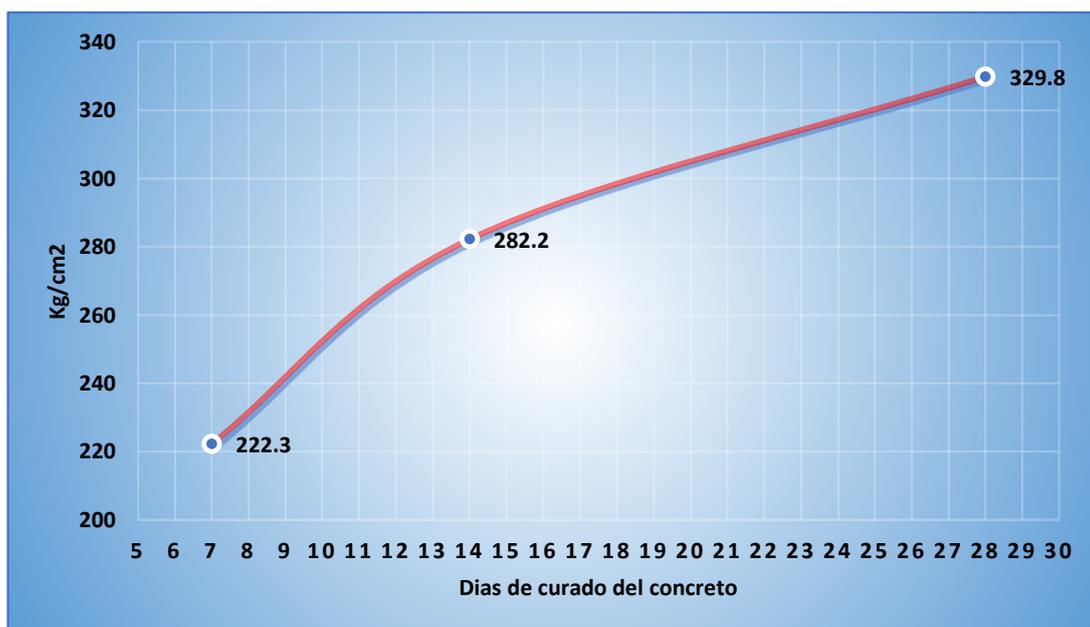
**Figura 19:** Cantidad de material por tanda de 1 saco de cemento

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013



**Figura 20:** Promedio de la resistencia de concreto 7, 14 y 28 en días

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.



**Figura 21:** Diseño del comportamiento de la resistencia de concreto en 7, 14 y 28 días de la cantera de Tacllan.

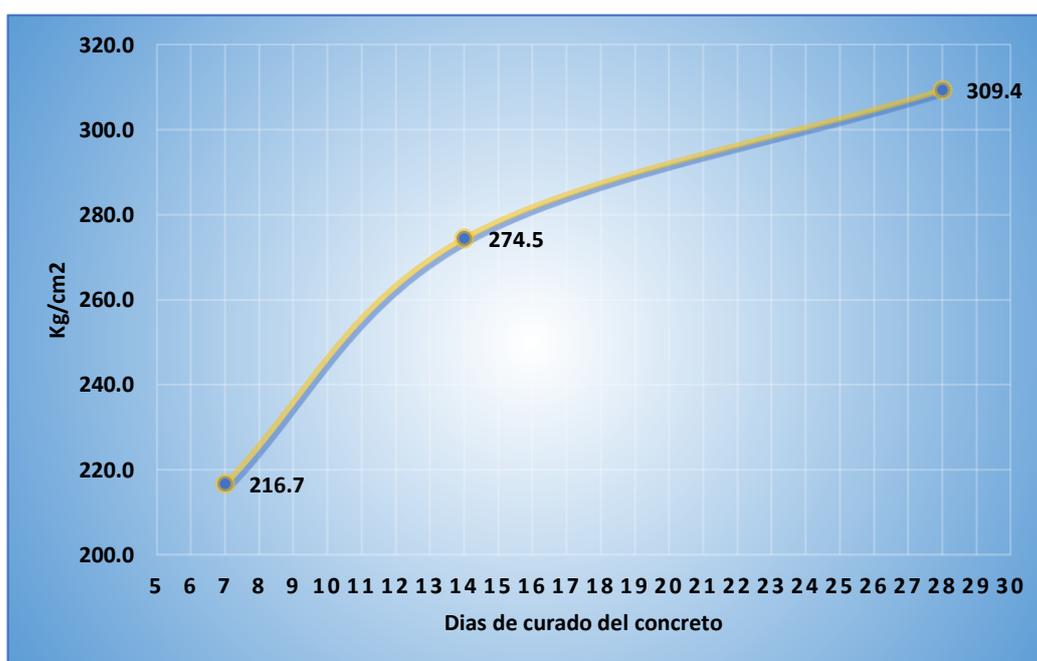
**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013

**Tabla 25:** Resumen de las Resistencias alcanzadas

Días	F' c kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia %
7	222,3	71,7%
14	282,2	91,0%
28	329,8	106,38%
<b>Total de resistencia proyectada</b>	<b>310,0</b>	

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

De las figura N°52 y cuadro N°26, se observa que en el diseño final, fue realizado para los días 7, 14 y 28 días con 3 probetas cada uno y con el promedio de estas se realizó la curva, el séptimo día alcanzo una resistencia promedio de 222,3 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 71,7%, al catorceavo día llego a una resistencia promedio de 282,2 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 91,0% y para los 28 días llego a un porcentaje de 100% pasando la curva proyectada, con una resistencia promedio de 329,8 kg/cm<sup>2</sup> en la cantera de Tacllan.



**Figura 22:** Diseño del comportamiento de la resistencia de concreto en días de la cantera de Rumichuco

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

**Tabla 26:** Resumen de las Resistencias alcanzadas

Días	F' c kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia %
7	216,7	69,9%
14	274,5	88,5%
28	309,4	99,8%
<b>Total de resistencia proyectada</b>	<b>310,0</b>	

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

De las figura N°53 y cuadro N°27, se observa que en el diseño final, fue realizado para los días 7, 14 y 28 días con 3 probetas cada uno y con el promedio de estas se realizó la curva, el séptimo día alcanzo una resistencia promedio de 216,7 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 69,9%, al catorceavo día llego a una resistencia promedio de 274,5 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 88,5% y para los 28 días llego a un porcentaje de 99,8% no pasando la curva proyectada, con una resistencia promedio de 309,4 kg/cm<sup>2</sup> en la cantera de Rumichuco.



**Figura 23:** Promedio de la resistencia de concreto en días 7,14 y 28 días en las canteras de Rumichuco y Tacllan

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 27:** Resumen de las Resistencias alcanzadas

Días	F' c kg/cm2	F' c kg/cm2
7	222,3	216.7
14	282,2	274.5
28	329,8	309.4
<b>Total de resistencia proyectada</b>	<b>310,0</b>	

**Fuente:** Elaboración propia, Excel 2013.

De las figura N°51 y Tabla N°25, se observa que en el diseño final, fue realizado para los días 7, 14 y 28 días con 6 probetas cada uno y con el promedio de estas se realizó la curva, el séptimo día la cantera Tacllan alcanzo una resistencia promedio de 222,3 kg/cm2, mientras que la cantera Rumichuco obtuvo un promedio de 216.7 kg/cm2, al catorceavo día la cantera Tacllan llego a una resistencia promedio de 282,2 kg/cm2, la cantera Rumichuco obtuvo un promedio de 274.5 kg/cm2, y para los 28 días la cantera Tacllan llego a una resistencia 329,8 kg/cm2 superando la curva proyectada, mientras que la cantera Rumichuco alcanzo una resistencia de 309,4 kg/cm2 cumpliendo ajustadamente la resistencia requerida, aplicando el factor de corrección  $\pm 5\%$ .

En el contraste de hipótesis se utilizó la prueba de media de T-Student.

**H<sub>0</sub>:** Utilizando la piedra chancada de las canteras de Tacllan y Rumichuco del distrito de Huaraz, se tendrá un concreto de resistencia  $f'c = 310$  kg/cm2.

**H<sub>1</sub>:** Utilizando la piedra chancada de las canteras de Tacllan y Rumichuco del distrito de Huaraz, no se tendrá un concreto de resistencia  $f'c = 310$  kg/cm2.

#### Prueba de media

T	gl	Sig. (bilateral)
2.014	5	.100

**Fuente:** Elaboración `propia, SPSS V.23.

Se observa que la sig. es mayor al 5% ( $0,100 > 0,05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que los agregados gruesos de las canteras de tacllan obtiene una resistencia a la compresión de 329,80 kg/cm2 y Rumichuco 309.4 kg/cm2 del distrito

de Huaraz, se puede observar que las canteras cumplen con la resistencia requerida, pero uno más que el otra y eso se debe al control de calidad, gradación y elaboración, si ambas canteras tienen casi las mismas propiedades físicas y mecánicas, en conclusión las canteras si tienen un concreto de resistencia de  $f'c = 310 \text{ kg/cm}^2$ .

## INFERENCIA ESTADÍSTICA

### PARA LA CANTERA TACLLAN Y RUMICHUCO CON GRADACIÓN

**TABLA 28:** Resistencias a la compresión de probetas de concreto con agregados de la cantera TACLLAN y RUMICHUCO con gradación según días de curado

Días de curado	Resistencia de probetas con agregados con gradación	
	Cantera Tacllan	Cantera Rumichuco
7	222,3	216,7
14	282,2	274,5
28	329,8	309,8

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 28 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk ( $p > 0.05$  para cada una de las muestras) y homogeneidad de varianzas (prueba F con  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para con gradación (agregado con gradación de la cantera Tacllan y agregado con gradación de la cantera Huaraz) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

**TABLA 29:** Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Cantera con Gradación	4171,734	1	4171,734	103,523	0,010
Días de curado	11297,276	2	5648,638	140,173	0,007
Error	80,595	2	40,298		
Total	15549.605	5			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP.

En la tabla 29 se puede visualizar que el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $0.010 < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula. Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas en las probetas de concreto, con agregados con gradación de la cantera Tacllan y con agregados con gradación de la cantera Huaraz son diferentes.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} < \alpha$  ( $0.007 < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencias de los día de curado.

## CONCLUSIONES

- Al analizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, nos dan como resultados favorables, cumpliendo con sus cuatro ensayos de calidad (contenido de humedad, pesos unitarios, gravedad específica y absorción y análisis granulométrico) según la normativa ASTM y MTC, para luego hacer el diseño de mezcla según el método ACI.

En cuanto a los agregados, se tiene que realizar la gradación para tener muestras uniformes, incluso lavar las muestra para que no exista ninguna impureza que pueda afectar al concreto, al realizar en ensayo de análisis granulométrico el módulo de fineza nos da como resultado que es mayor a 3 tiene mejores propiedades para un concreto, por razones que contiene menor de material fino plástico, el agregado grueso tiene que ser piedra triturada para que exista menos vacío y al tener menos vacíos mejor resistencia a la compresión.

- La relación agua-cemento de la muestra patrón de la cantera Tacllan según los cuadros del ACI, es 0.53 y por corrección de humedad y absorción es 0.49 con un SLUMP de 3.5 pulgadas, para la cantera Rumichuco la relación agua-cemento según los cuadros del ACI, es 0.53 y por corrección de humedad y absorción es 0.48 con un SLUMP de 4.0 pulgadas, en conclusión, las dos canteras cumplen con las normativas establecidas.
- Después de realizar los diversos ensayos de granulometría y el diseño de mezcla, se determinó la relación agua cemento de las dos canteras, siendo estas 0.48 y 0.49, con la cual obtuvimos un SLUMP de 3.5" y 4.00", el cual está dentro del rango bueno permisible trabajable.
- Los resultados de la resistencia a la compresión del concreto, utilizando los agregados su respectiva gradación, la cantera Tacllan, para los días 7, 14 y 28 días con 3 probetas cada uno y con el promedio se alcanzó, que el séptimo día una resistencia promedio de 222,3 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 71,70%, al catorceavo día llevo a una resistencia promedio de 282,2 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio

de 91,0% y para los 28 días llegó a un porcentaje de 106.38% pasando la curva proyectada, con una resistencia promedio de 329,8 kg/cm<sup>2</sup>.

En los resultados de la cantera de Rumichuco, para los días 7, 14 y 28 días con 3 probetas cada uno y con el promedio se alcanzó, que el séptimo día una resistencia promedio de 216,7 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 69,90%, al catorceavo día llegó a una resistencia promedio de 274,5 kg/cm<sup>2</sup> haciendo un porcentaje promedio de 88,5% y para los 28 días llegó a un porcentaje de 99.80%, con una resistencia promedio de 309,4 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo ajustadamente la resistencia requerida, al aplicar el factor de corrección  $\pm 5\%$ .

Al analizar los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión, a los 28 días de curado, de las dos canteras, nos damos cuenta que la cantera Tacllan, supera en un 6.58%, por su respectiva gradación a los resultados de la cantera Rumichuco.

- En la presente investigación con la prueba de media de T-Student, se demostró que en el diseño final de la resistencia de concreto de los agregados gruesos de las canteras de Rumichuco y Tacllan, cumple con el concreto diseñado que es de  $F'_{C}=310$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Huaraz-Ancash-2016.

## **RECOMENDACIONES**

- Optimizar y tecnificar los agregados de las canteras de Huaraz para lograr mejores resistencias a la compresión del concreto.
- A mayor día de curado mayor resistencia, por esa razón se recomienda realizar probetas mayores a 28 días, por tener antecedentes favorables en resultados en un mayor tiempo.
- Se recomienda proseguir con estudios para alcanzar las resistencias mayores teniendo en cuenta: tipo de agregado y compactado del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Astm, c494. (1962).** Historial Standard: Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto.  
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C494C494M-08a-SP.htm>

**Castañeda, et al. (2017)** en su investigación "Obtención del concreto de alta resistencia a la compresión, por el método aci, usando canteras de la ciudad de Chimbote

**Comité Aci. (1905).** Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (Versión en español y sistema métrico). ACI.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/American\\_Concrete\\_Institute](https://es.wikipedia.org/wiki/American_Concrete_Institute)

**Cip,15. (1014).** Estatuto único ordenado del colegio de ingenieros del Perú. Aditivos Químicos para el concreto. Aditivos químicos para el concreto.  
<https://www.google.com.pe/search?q=cip+15&oq=cip+15&aqs=chrome.69i57j0l5.4514j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

**Domínguez, j. (1993).** Sustenta en su libro el concreto y otros materiales para la construcción,  
<https://es.slideshare.net/july3108/39247781-libromaterialesdeconstruccion>

**Flores, et al. (1970):** *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.* Revista Construcción y Tecnología  
<http://www.imcyc.com/revista/2000/dic2000/resistencia.htm>

**Maguiña & Perez, (2016)** Propiedades químicas de los agregados.

**Morataya, c. (2005)**  
GUATEMALA). CARLOS EDUARDO MORATAYA CÓRDOVA. Asesorado por Ing. Francisco Javier Quiñónez De La Cruz. Guatemala, julio de 2005.  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2600\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2600_C.pdf)

**Ntp 400.037, (2014)** Observaciones fue oficializada como norma técnica peruana NTP 400.037:2014. agregados. especificaciones normalizadas para agregados en concreto <https://es.scribd.com/document/345114141/N-T-P-400037-2014-Especificaciones-Agregados>

**Ntp 400.012, (2001)** Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso.  
[http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma\\_tecnica\\_peruana\\_dos.pdf](http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf)

**Norma, ehe08. (2012)** guía de aplicación de la instrucción de hormigón estructura.  
<https://www.casadellibro.com/libro-guia-de-aplicacion-de-la-instruccion-de-hormigon-estructural-ehe-edificacion/9788449809781/2383166>

**Portland Cement Association (p.c.a),( 1978)** Libro\_Diseño y control de mezclas de concreto\_PCA(1)  
<https://es.scribd.com/doc/189238711/Libro-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-PCA-1>

**Rne, e060. (2010)** Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones,  
<https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230&dPrint=1>

**Rivva, I. (1992)** Selección de las proporciones por el método del comité 211 del ACI.  
<https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenrriquerivalopez>

## **AGRADECIMIENTO**

Con todo respeto y eterno agradecimiento por el apoyo que nos brindaron y a quienes debemos todo lo que somos, mis padres, ya que con sus esfuerzos y dedicaciones nos apoyaron en los momentos difíciles, en especial durante el transcurso de nuestros estudios.

A la Ing. Rosina María Leyva Milla, mi esposa por haberme brindado su apoyo y sus valiosas sugerencias para la realización en todo el transcurso de este estudio.

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por su alto nivel académico impartido a lo largo de nuestra carrera.

**ANEXO 1**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



**Figura 24:** Recolección de agregados en las canteras.



**Figura 25:** Realizando los ensayos de calidad de los agregados: peso unitario del agregado grueso.



*Figura 26:* Pesos unitarios del agregado fino.



*Figura 27:* Contenido de humedad de los agregados.



**Figura 28:** Ensayo a la compresión de probetas cilíndricas.

# ENSAYOS DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

## ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

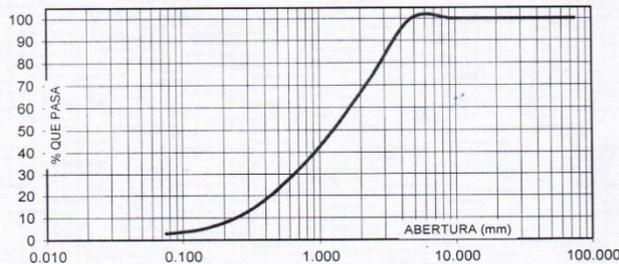
SOLICITA : **Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm<sup>2</sup>, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 20/07/2017 CANTERA : TACLAN MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1796
PESO SECO LAVADO	1744.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	52.00

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	485.00	27.00	27.00	73.00
N° 16	1.180	450.00	25.06	52.06	47.94
N° 30	0.600	360.00	20.04	72.10	27.90
N° 50	0.300	268.00	14.92	87.03	12.97
N° 100	0.150	135.00	7.52	94.54	5.46
N° 200	0.075	46.00	2.56	97.10	2.90
PLATO		52.00	2.90	100.00	0.00
TOTAL		1796.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8  
 MODULO DE FINEZA : 3.3  
 HUMEDAD : 3.90%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 Y DISEÑO DE MATERIALES  
  
**Ing. Lucio Y. Depaz Batón**  
 CIP: 189483  
 JEFE



www.usanpedro.edu.pe

RECTORADO: Mz. H - 11 Urb. Laderas del Norte Telf.: 043 342809 / 328034 Fax: 043 327896  
 CIUDAD UNIVERSITARIA: Mz. B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Chimbote  
 OFICINA CENTRAL DE ADMISION: Jr. San Martín N° 1222 Telf. 043 426734 - Huaraz  
 FACULTAD DE EDUCACION: Mz. D1 - Lt. 1 Urb. Las Casuarinas Telf. 043 312842 - Nuevo Chimbote  
 FACULTAD DE MEDICINA: San Luis - Nuevo Chimbote - Telf. 043 318704



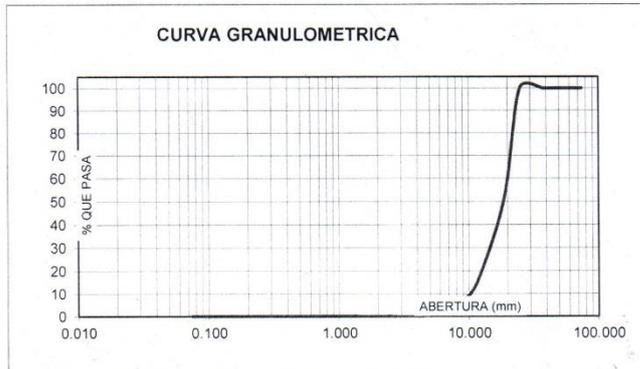
**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

SOLICITA : **Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm<sup>2</sup>, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 20/07/2017 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	10582
PESO SECO LAVADO	10582.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	5010.00	47.34	47.34	52.66
1/2"	12.500	3480.00	32.89	80.23	19.77
3/8"	9.500	1225.00	11.58	91.81	8.19
N° 4	4.750	806.00	7.62	99.42	0.58
N° 8	2.360	61.00	0.58	100.00	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
N° 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		10582.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"  
 MODULO DE FINEZA : 7.39  
 HUMEDAD : 0.83%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y GEOTECNIA  
 Ing. Lucio Y. Depaz Bailón  
 CIP: 169453  
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
 TESIS : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las  
 Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : TACLLAN  
 MATERIAL : AGREGADO FINO  
 FECHA : 20/07/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de frasco+ agua  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material  
 D : Peso de material+agua en el frasco  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio  
 F : Peso Material seco en horno  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa

300.0		
678.5		
978.5		
864.5		
114.0		
296.5		
-110.5		
1.18		
1.18		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)  
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

**PROMEDIO**

2.60		
2.63		
-2.68		

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.60
2.63
-2.68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y DISEÑO DE MARTILLAS  
  
**Ing. Lucio Y. Depaz Bailón**  
 CIP: 169453  
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

**SOLICITA** : Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS** : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : TACLLAN  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 20/07/2017

**A** : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
**B** : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
**C = A - B** : Volumen de masa + volumen de vacios  
**D** : Peso de material seco en el horno  
**E = C - (A - D)** : Volumen de masa

**ABSORCION (%)** :  $((A-D)/D) \times 100$   
**ABS. PROM. (%)** :

**P.e. Bulk (Base Seca)** = D/C  
**P.e. Bulk (Base Saturada)** = A/C  
**P.e. Aparente (Base Seca)** = D/E

1173.9	1183.8	1175.9
738.8	738.7	735.9
435.1	445.1	440.0
1165.0	1171.9	1167.0
426.2	433.2	431.1
0.76	1.02	0.76
0.85		

**PROMEDIO**

2.68	2.63	2.65
2.70	2.66	2.67
2.73	2.71	2.71

**PROMEDIO**

**P.e. Bulk (Base Seca)**  
**P.e. Bulk (Base Saturada)**  
**P.e. Aparente (Base Seca)**

2.66
2.68
2.72



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Ing. Lucio Y. Depaz Ballón  
 CIP: 169453  
 JEFE



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS :** " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm<sup>2</sup>, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 20/07/2017

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7820	7815	7825
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4395	4390	4400
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1583	1581	1585
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1583 Kg/m<sup>3</sup></b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8105	8105	8120
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4680	4680	4695
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1686	1686	1691
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1688 Kg/m<sup>3</sup></b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
ING. LUCIO Y. DEPAZ BAILÓN  
CIP: 169463  
JEFE

[www.usanpedro.edu.pe](http://www.usanpedro.edu.pe)

RECTORADO: Mz. H - 11 Urb. Laderas del Norte Telf.: 043 342809 / 328034 Fax: 043 327896  
CIUDAD UNIVERSITARIA: Mz. B s/n Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Chimbote  
OFICINA CENTRAL DE ADMISIÓN: Esq. Elías Aguirre y Espinar Telf.: 043 345899 / 344958 - Chimbote  
FACULTAD DE EDUCACIÓN: Mz. D1 - Lt.1 Urb. Las Casuarinas Teléfono.: 043 312842 - Nuevo Chimbote  
FACULTAD DE MEDICINA: San Luis - Nuevo Chimbote - Telf.: 043 319704



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS :** " Resistencia del Concreto  $FC' = 310 \text{ Kg/cm}^2$ , Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** TACLLAN  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 20/07/2017

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19050	19065	19055
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	13717	13732	13722
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1468	1470	1469
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1469 Kg/m<sup>3</sup></b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20105	20115	20120
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	14772	14782	14787
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1581	1582	1583
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1582 Kg/m<sup>3</sup></b>		





**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"				
SOLICITA	: Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.				
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA	: 20/07/2017
PROG. (KM.)	:			ASESOR	:
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	:	AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO TACLAN			
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
Nº TARRO		14	16		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1130.5	1109.6		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1124.2	1103.2		
PESO DE AGUA	(g)	6.30	6.40		
PESO DEL TARRO	(g)	169.70	162.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	954.50	941.2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.66	0.68		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.67	
AGEGRADO FINO					
Nº TARRO		15	17		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	912.7	955.9		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	887.4	929.7		
PESO DE AGUA	(g)	25.30	26.20		
PESO DEL TARRO	(g)	164.50	165.0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	722.90	764.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.50	3.43		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3.5	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y DIAGNOSTICO DE SUELOS  
*Ing. Lucio Y. Depaz Bailón*  
CIP: 169453  
JEFE



# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

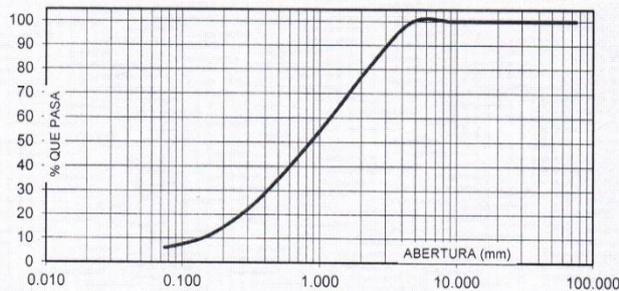
SOLICITA : **Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Taclan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
 LUGAR : HUARAZ  
 FECHA : 20/07/2017 CANTERA : RUMICHUCO MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2302.8
PESO SECO LAVADO	2162.60
PESO PERDIDO POR LAVADO	140.20

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.360	419.10	18.20	18.20	81.80
N° 16	1.180	510.00	22.15	40.35	59.65
N° 30	0.600	457.20	19.85	60.20	39.80
N° 50	0.300	405.00	17.59	77.79	22.21
N° 100	0.150	265.30	11.52	89.31	10.69
N° 200	0.075	106.00	4.60	93.91	6.09
PLATO		140.20	6.09	100.00	0.00
TOTAL		2302.80	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8  
 MODULO DE FINEZA : 2.9  
 HUMEDAD : 3.25%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYOS DE MATERIALES  
  
**Ing. Lucio Y. Depaz Bailón**  
 CIP: 169453  
 JEFE





**ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA**

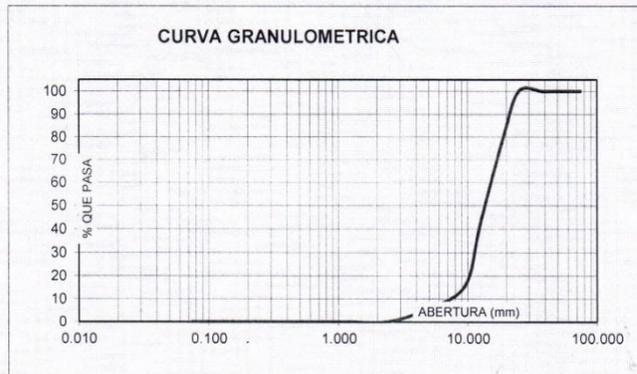
SOLICITA : **Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.**  
 TESIS : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
 LUGAR : **HUARAZ**  
 FECHA : 20/07/2017 CANTERA : RUMICHUCO MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	15148
PESO SECO LAVADO	15148.00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0.00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No					
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3010.00	19.87	19.87	80.13
1/2"	12.500	5767.00	38.07	57.94	42.06
3/8"	9.500	4006.00	26.45	84.39	15.61
Nº 4	4.750	1550.00	10.23	94.62	5.38
Nº 8	2.360	815.00	5.38	100.00	0.00
Nº 16	1.180	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 30	0.600	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.150	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		15148.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"  
 MODULO DE FINEZA : 6.99  
 HUMEDAD : 0.74%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y CENTRO DE TRANSFERENCIAS

**Ing. Lugo Y. Depaz Bailón**  
 CIP: 169453  
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO FINO**

**SOLICITA** : Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS** : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : RUMICHUCO  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**FECHA** : 20/07/2017

**A** : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
**B** : Peso de frasco+ agua  
**C = A + B** : Peso frasco + agua +material  
**D** : Peso de material+agua en el frasco  
**E = C - D** : Volumen de masa+volumen de vacio  
**F** : Peso Material seco en horno  
**G= E- (A - F)** : Volumen de masa

**ABSORCION (%)** : ((A-F/F)x100)  
**ABS. PROM. (%)** :

300.0		
678.5		
978.5		
866.7		
111.8		
296.6		
-108.4		
1.15		
1.15		

**P.e. Bulk (Base Seca)** = F/E  
**P.e. Bulk (Base Saturada)** = A/E  
**P.e. Aparente (Base Seca)** = F/G

**PROMEDIO**

2.65		
2.68		
-2.74		

**PROMEDIO**

**P.e. Bulk (Base Seca)**  
**P.e. Bulk (Base Saturada)**  
**P.e. Aparente (Base Seca)**

2.65
2.68
-2.74



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES

**Ing. Lucio Y. Depaz Bailón**  
 CIP: 189453  
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO**

**SOLICITA** : Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS** : " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm<sup>2</sup>, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Taclan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR** : HUARAZ  
**CANTERA** : RUMICHUCO  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 20/07/2017

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)  
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)  
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios  
 D : Peso de material seco en el horno  
 E = C - ( A - D ) : Volumen de masa

**ABSORCION (%)** :  $((A-D/D) \times 100)$   
**ABS. PROM. (%)** :

1065.7	998.6	1064.6
664.2	620.7	663.8
401.5	377.9	615.0
1056.8	991.0	1055.9
392.6	370.3	606.3
0.84	0.77	0.82
0.81		

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C  
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO		
2.63	2.62	1.72
2.65	2.64	1.73
2.69	2.68	1.74

**PROMEDIO**

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

2.63
2.65
2.68



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FILIAL HUARAZ**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
  
**Ing. Lucio Y. Depaz Bailón**  
 CIP: 169453  
 JEFE



### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS :** " Resistencia del Concreto  $FC'= 310 \text{ Kg/cm}^2$ , Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Taclan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** RUMICHUCO  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO  
**FECHA :** 20/07/2017

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7820	7835	7830
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4395	4410	4405
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1583	1589	1587
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1586 Kg/m<sup>3</sup></b>		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8110	8115	8120
Peso de molde	3425	3425	3425
Peso de muestra	4685	4690	4695
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1688	1689	1691
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1689 Kg/m<sup>3</sup></b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y ENLACE DE MATERIALES  
  
**Ing. Lucio Y. Depaz Bailón**  
CIP: 169453  
JEFE



**PESOS UNITARIOS**

**SOLICITA :** Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.  
**TESIS :** " Resistencia del Concreto FC'= 310 Kg/cm<sup>2</sup>, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** RUMICHUCO  
**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO  
**FECHA :** 20/072017

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18975	18950	18960
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	13665	13640	13650
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1463	1460	1461
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1461 Kg/m<sup>3</sup></b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19660	19640	19650
Peso de molde	5310	5310	5310
Peso de muestra	14350	14330	14340
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1536	1534	1535
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1535 Kg/m<sup>3</sup></b>		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y GEOTECNIA  
*Ing. Lucio Y. Depaz Bailón*  
CIP: 169453  
JEFE



**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: " Resistencia del Concreto $FC' = 310 \text{ Kg/cm}^2$ , Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"		
SOLICITA	: Bach. Villanueva Villacaqui Hubert E.		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 20/07/2017
PROG. (KM.)	:	ASESOR	:

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO RUMICHUCO
PROF. (m)	:

AGREGADO GRUESO				
Nº TARRO		20	30	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1105.9	1106.5	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1098.9	1099.7	
PESO DE AGUA	(g)	7.00	6.80	
PESO DEL TARRO	(g)	165.60	168.2	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	933.30	931.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.75	0.7	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			0.74

AGEGRADO FINO				
Nº TARRO		15	31	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	948.1	949.4	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	923.8	924.3	
PESO DE AGUA	(g)	24.30	25.10	
PESO DEL TARRO	(g)	164.40	163.7	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	759.40	760.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.20	3.30	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)			3.25



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y ENSAYOS DE MATERIALES

*Ing. Lucio Y. Depaz Bailón*  
CIP: 169453  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**SOLICITA:** Bach. Villanueva Villacaqui, Hubert.

**TESIS:** " Resistencia del Concreto FC= 310 Kg/cm2, Elaborado con piedra Chancada de las Canteras de Tacllan y Rumichuco del Distrito de Huaraz - Provincia de Huaraz 2016"

**FECHA:** 23/08/2017

F'c:

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F'c (%)
				MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	221.3	71.4
2	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	220.1	71.0
3	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	225.5	72.7
4	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	217.3	70.1
5	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	217.1	70.0
6	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	31/07/2017	7	215.6	69.6
7	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	278.9	90.0
8	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	284.3	91.7
9	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	283.5	91.5
10	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	274.5	88.5
11	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	276.7	89.3
12	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	07/08/2017	14	272.2	87.8
13	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	325.4	105.0
14	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	328.8	106.1
15	CONCRETO CANTERA TACLAN	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	335.3	108.2
16	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	309.3	99.8
17	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	311.3	100.4
18	CONCRETO CANTERA RUMICHUCO	-	-	24/07/2017	21/08/2017	28	307.6	99.2

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma ASTM C-39

**OBSERVACIONES:** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
MASAS DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

**RECTORADO:** Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: 043 341078 / 342809 / 328034 Fax: 327896  
**CIUDAD UNIVERSITARIA:** - Los Pinos B s/n. Urb. Los Pinos Telf.: 043 323505 / 326150 / 329486 - Bolognesi Av. Fco. Bolognesi 421 Telf.: 345042  
- Nuevo Chimbote D1 -1 Urb. Las Casuarinas - Telf.: 043 312842 - San Luis Nuevo Chimbote Telf.: 043 319704  
**OFICINA CENTRAL DE ADMISION:** Esq. Aguirre y Espinar - Telf.: (043) 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro