

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$   
kg/cm<sup>2</sup> elaborado y curado a diferentes temperaturas  
ambientales, Ancash 2016”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

**Córdova Durand Max Junior**

**Asesor:**

**Solar Jara Miguel Angel**

**Chimbote – Perú**

**2020**

**Palabras clave:**

TEMA	Resistencia concreto
ESPECIALIDAD	Tecnología del concreto

**Key Words**

Theme	Concrete resistance,
Specialty	Concrete technology

**Línea de investigación**

---

Linea de investigación	: <b>Construcción y gestión de la construcción</b>
- Area	: Ingeniería y tecnología
OCDE - Sub area	: Ingeniería Civil
- Disciplina	: Ingeniería Civil : Ingeniería de la construcción

---

**Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
elaborado y curado a diferentes temperaturas ambientales,  
Ancash 2016”**

## RESUMEN

La investigación permitió determinar y comparar la resistencia a la compresión de un concreto elaborado y curado a diferentes temperaturas ambientales, para ello se escogió dos localidades Caraz (Ensayo Patrón) y Catac.

El concreto se diseñó con una resistencia a la compresión de  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, según el método ACI 211., posteriormente se sometió a diferentes temperaturas ambientales: clima frío y cálido, en las zonas de Caraz y Catac respectivamente, estas dos localidades se encuentran en la sierra de Ancash y sus climas son marcadamente diferentes.

Se evaluó periódicamente el concreto en su comportamiento de resistencia a la compresión en el laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro – Huaraz, a diferentes días de curado: 7, 14, 28 días.

Las temperaturas promedio fueron de 27.02 °C en Caraz (clima cálido) y de 13.82°C en Catac (clima frío)

La resistencia a la compresión del concreto en clima cálido: Caraz, a los 28 días de curado alcanzó 94.30% (198.10 kg/cm<sup>2</sup>) y el concreto en clima frío: Cátac, 69.60% (146.20 kg/cm<sup>2</sup>) respecto a la resistencia del diseño.

La resistencia a la compresión del concreto disminuye un 26.20% en un clima frío: Cátac respecto a un clima cálido: Caraz.

## ABSTRACT

The research allowed to determine and compare the compressive strength of a concrete made and cured at different ambient temperatures, for this purpose two Caraz (Standard Test) and Catac locations were chosen.

The concrete was designed with a compressive strength of  $f_c$  210kg / cm<sup>2</sup>, according to the ACI 211 method, subsequently subjected to different ambient temperatures: cold and warm weather, in the areas of Caraz and Catac respectively, these two locations They are located in the Ancash mountain range and their climates are markedly different.

The concrete was evaluated periodically in its behavior of resistance to compression in the Soil Mechanics laboratory and Materials test of the University San Pedro - Huaraz, at different days of curing: 7, 14, 28 days.

The average temperatures were 27.02 ° C in Caraz (warm weather) and 13.82 ° C in Catac (cold weather)

The compressive strength of concrete in warm weather: Caraz, after 28 days of curing reached 94.30% (198.10 kg / cm<sup>2</sup>) and concrete in cold weather: Cátac, 69.60% (146.20 kg / cm<sup>2</sup>) with respect to the resistance of design.

The compressive strength of concrete decreases 26.20% in a cold climate: Cátac compared to a warm climate: Caraz

## INDICE

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
Palabras clave – Línea de investigación	i
Título del trabajo	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras y Gráficos	vii
Introducción	1
Metodología	23
Resultados	38
Análisis y discusión	54
Conclusiones	58
Recomendaciones	60
Agradecimientos	62
Referencias bibliográficas	63
Anexos	64

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> – Variación de Temperatura Media – Cátac	15
<b>Tabla 2</b> – Variación de Temperatura Media – Caraz	19
<b>Tabla 3</b> – Variable Dependiente	20
<b>Tabla 4</b> – Variable Independiente	21
<b>Tabla 5</b> – Esquema de Diseño de Bloques de Concreto	24
<b>Tabla 6</b> – Técnica e Instrumento	25
<b>Tabla 7</b> – Asentamiento Recomendados para Varios Tipos de Construcción	32
<b>Tabla 8</b> – Requerimientos Aproximados de Agua de Mezclado para diferentes Slump y Tamaño Máximo de Agregados	33
<b>Tabla 9</b> – Condiciones	34
<b>Tabla 10</b> – Relación A/C	34
<b>Tabla 11</b> – Volumen del Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen de Concreto	35
<b>Tabla 12</b> – Estimación del Peso del Concreto	36
<b>Tabla 13</b> – Resistencia Obtenida a los 7 Días y la Resistencia Requerida	47
<b>Tabla 14</b> – Resistencia Obtenida a los 14 Días y la Resistencia Requerida	49
<b>Tabla 15</b> – Resistencia Obtenida a los 28 Días y la Resistencia Requerida	50

## INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

<b>Figura 1</b> – Mapa de Ubicación - Cátac	14
<b>Figura 2</b> – Variación de Temperatura Media - Cátac	16
<b>Figura 3</b> – Precipitación - Cátac	16
<b>Figura 4</b> – Mapa de Ubicación - Caraz	17
<b>Figura 5</b> – Variación de Temperatura Media – Caraz	20
<b>Figura 6</b> – Resistencia Obtenida a los 7 Días y la Resistencia Requerida	48
<b>Figura 7</b> – Resistencia Obtenida a los 14 Días y la Resistencia Requerida	49
<b>Figura 8</b> – Resistencia Obtenida a los 28 Días y la Resistencia Requerida	50
<b>Figura 9</b> – Resistencia Obtenida a los 7 Días y la Resistencia Requerida	48
<b>Figura 10</b> – Resistencia Obtenida a los 14 Días y la Resistencia Requerida	49
<b>Figura 11</b> – Resistencia Obtenida a los 28 Días y la Resistencia Requerida	50
<b>Figura 12</b> – Resistencia a compresión y temperatura ambiental en ensayo patrón	54
<b>Figura 13</b> – Resistencia a compresión y temperatura ambiental en Catac	56



## 1.- INTRODUCCIÓN

Las construcciones con concreto en el mundo y específicamente en el Perú, se realizan en las distintas geografías. Estas geografías presentan diferentes realidades contextuales, las cuales pueden ser climáticas, atmosféricas, sísmicas, etc. El análisis de las investigaciones científicas demuestra que estos factores climáticos influyen positiva o negativamente en los concretos aplicados en construcciones civiles. En Ancash, la geografía se presenta como zona de costa y sierra, ubicado la primera en un rango de 0 a 600 metros de altitud, con presencia de calor, brisa marina, vientos y ligeramente fríos y lloviznas. Mientras que en la zona sierra va desde los 600 metros hacia los 4800 metros sobre el nivel del mar; realidad que presenta fuertes lluvias, bajas temperaturas, heladas, granizos, etc.

Actualmente, es necesario conocer el comportamiento del concreto para poder tomar decisiones en la industria de la construcción y garantizar cierta resistencia y durabilidad aceptable. Uno de las variables importantes del comportamiento de este tipo de concreto es la resistencia a la compresión, materia del presente trabajo de investigación. En tal sentido la presente investigación se enfoca en un estudio analítico comparativo denominado “Resistencia a la compresión de un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado y curado a diferentes temperaturas ambientales, Ancash 2016.

### ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

#### **Vaciado de concreto en climas fríos**

The Chemical Company concluye que las dificultades del vaciado del concreto en climas fríos son causadas principalmente por bajas temperaturas ambientales, y por no proteger al concreto del congelamiento. Estas condiciones afectan la calidad del concreto al extender el tiempo de fraguado, reducir el desarrollo de resistencias e incrementar el potencial de agrietamiento por retracciones plásticas.

El tiempo de fraguado, resistencia, durabilidad y otras propiedades deseadas del concreto pueden obtenerse en climas fríos siguiendo las siguientes prácticas recomendadas:

- Planear con anticipación los vaciados en climas fríos.
- Utilizar ingredientes tibios en el concreto.
- Evitar el vaciado del concreto en substratos congelados.
- Prevenir el congelamiento del concreto.
- Limitar los cambios rápidos en la temperatura del concreto.
- El vaciado del concreto en climas fríos tendrá éxito si se siguen todas las precauciones y recomendaciones para el vaciado del concreto publicadas por ACI.

Para ilustrar la influencia del contenido y tipo de cemento en las propiedades del concreto fabricado en climas cálidos, a continuación, se hace referencia a una investigación realizada por **Palomo et al. (2000)**, orientada al estudio micro estructural de dos cementos, que poseyendo idéntica composición química pero diferente superficie específica, fueron sometidos a sendas hidrataciones y curados a 20 y 40 °C. En este estudio se hizo el seguimiento de la evolución del calor de los primeros momentos de la hidratación de los cementos por medio de la técnica de calorimetría de conducción.

Adicionalmente se hizo un seguimiento de la evolución mecánica de los materiales a 3, 7 y 28 días y un estudio de la evolución micro estructural de estos por medio de la microscopía electrónica de barrido y la poro simetría de mercurio.

Los resultados de la investigación indican que la evolución micro estructural de los cementos con el tiempo, es diferente dependiendo de la temperatura de curado.

Dichas diferencias pueden explicar el comportamiento mecánico observado en los materiales. Las principales conclusiones extraídas de este estudio son las siguientes:

- La temperatura de hidratación de los cementos afecta a la velocidad y a la intensidad de las reacciones (a mayor temperatura mayor liberación de calor en menor tiempo), al desarrollo micro estructural de los cementos y consecuentemente a su evolución mecánico-resistente.
- Por efecto de la temperatura elevada los cementos experimentan un alto grado de hidratación a primeras edades con una deposición densa y compacta de fases hidratadas en torno de los granos de clínter anhidros y una drástica reducción del

tamaño medio de los poros; dicha microestructura evoluciona poco con el tiempo (hasta los 28 días).

- La superficie específica de los cementos afecta también a su evolución calorífica, resistente, micro estructural, etc.: cuanto más fino es el material, más rápido reacciona y más rápido alcanza sus prestaciones mecánicas óptimas.

El clima cálido es definido por el Comité 305 (Hot Weather Concreting) del ACI como “una combinación de las condiciones que tienden a deteriorar la calidad del concreto en estado fresco o endurecido, mediante la aceleración de la velocidad de pérdida de humedad y la velocidad de hidratación del cemento”. Dichas condiciones se citan a continuación:

- Alta temperatura ambiental.
- Baja humedad relativa.
- Velocidad del viento.
- Radiación solar.

Algunos problemas potenciales del concreto en estado fresco son los siguientes:

- Incremento en la demanda del agua.
- Incremento en la pérdida de fluidez o asentamiento y el correspondiente problema de la adición de agua en la obra.
- Incremento en la velocidad de fraguado, lo que resulta en una mayor dificultad para manejar, compactar y darle acabado al concreto, asimismo una mayor probabilidad de tener juntas frías.
- Incremento en la tendencia de agrietamiento por retracción plástica.

Por otro lado, el concreto en estado endurecido tiene los siguientes problemas en climas cálidos:

- Pérdida de resistencia a edades de 28 días y posteriores como resultado de una mayor demanda de agua y de una temperatura mayor del concreto.
- Tendencia a la retracción por secado y al agrietamiento debido a diferenciales térmicos.

- Reducción de la durabilidad.
- Mayor variación en la apariencia superficial.

Cuando el hormigón se mezcla, se transporta y se pone en obra bajo condiciones de elevada temperatura ambiental, en alta radiación solar, baja humedad relativa y viento apreciable, resulta esencial tomar en consideración los efectos que estos factores climáticos ejercen sobre propiedades del hormigón. Naturalmente, para minimizar o incluso eliminar la incidencia negativa que todos estos factores pueden producir en las prestaciones del material, es razonable pensar en la necesidad de conocer y comprender la forma como actúa (palomo et al...2000).

Una alta temperatura ambiental tiene como consecuencia una mayor demanda de agua del hormigón y un incremento en la temperatura de dicho hormigón en estado fresco. Lo anterior tiene como resultado un incremento en la velocidad de pérdida de fluidez y una rápida hidratación del cemento lo cual conduce a un aceleramiento en el fraguado y en una menor resistencia del hormigón (palomo et al..2000). Neville(1999): Asimismo esto implica la frecuencia adición de agua al hormigón con el objeto de restablecer la trabajabilidad original”.

Mouret all,(1997): Como resultado de todo lo anterior, la temperatura ambiental alta puede afectar adversamente las propiedades mecánicas y de servicio de hormigón endurecido.

Portland Cement Association (1997): El cemento portland es mezclado con agua se libera calor, este calor es llamado calor de hidratación que es el resultado de la reacción química exotérmica entre el cemento y el agua. El calor generado por hidratación del cemento incrementa la temperatura del hormigón. La mayor velocidad de liberación de calor ocurre de las primeras 24 horas y una gran cantidad de calor se desarrolla durante los primeros 3 días.

## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se sabe que el concreto es indispensable en las diferentes construcciones y son elementos estructurales que requieren todo tipo de obras de construcción ya que hay obras que están expuestas a diferentes climas (fríos y cálidos), pues es esta nuestra

preocupación o justificación de la investigación del comportamiento del concreto ante estos fenómenos.

Por otro lado el propósito de esta investigación es de obtener la diferencia de resultados de testigos de concreto en los 7, 14 y 28 días de colocado y expuestos a diferencias de temperatura, pues este estudio nos permitirá realizar métodos aplicativos para resolver y actuar ante este fenómeno climático ya que se sabe son en los expedientes técnicos cuales sean las obras no cuentan con toda la información pues este estudio nos permitirá actuar correctamente en la ejecución de diferentes obras civiles.

El factor climático de temperaturas altas y bajas es uno de los problemas álgidos en las zonas andinas de la Región Ancash, y con mayor agudeza en las estaciones de invierno, y la explicación que tenemos es que el concreto no desarrolla resistencias debido a que la velocidad de hidratación es lenta en climas fríos y rápida en climas cálidos, se prolonga el tiempo de fraguado (ver tabla I) y en algunos casos hasta llega a detenerse, las bajas temperaturas extremas según ACI 306 son menores que  $-5^{\circ}\text{C}$ , y en las obras civiles trae consigo consecuencias a contracciones y extensiones en el concreto generando grietas, y si a esto le sumamos que se diseñan concretos de bajas resistencias ( $F'c= 175\text{kg/cm}^2$ ), el resultado a corto plazo es evidente: concretos deteriorados y fragmentados ya que estas causas no permiten que el concreto tenga una buena durabilidad.

- El desconocimiento de este efecto, y que muchos profesionales pasan por alto, pone en riesgo las obras que se ejecutan en zonas a más 3000 msnm. más aún muchas veces incurrimos en el error creando dar solución cuando “añadimos más cemento a la mezcla” (solución errónea); esta desmerece los principios de tecnología del concreto.
- Y es que la durabilidad del concreto, no es un concepto absoluto que dependa única y exclusivamente de un buen diseño de mezcla, sino que está en función del ambiente y de las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.
- En este sentido no existe un concreto "durable" por sí mismo, ya que las características particulares a las que estará sometido harán que este pueda dejar de ser durable.

## **PROBLEMA:**

La fabricación del concreto con cemento Portland, en condiciones climáticas extremas, ya sean de altas temperaturas o de bajas temperaturas, influye de manera directa en las características del concreto para cualquier etapa del mismo: amasado, transporte, puesta en obra, curado, así como en las propiedades físicas y mecánicas.

Ello constituye una preocupación por las evidentes consecuencias negativas que esto tiene sobre los aspectos técnicos y económicos.

Las construcciones con concreto en el mundo y específicamente en el Perú se realizan en las distintas geografías que el país dispone. Estas geografías presentan diferentes realidades contextuales, las cuales pueden ser climáticas, atmosféricas, sísmicas, etc. El análisis de las investigaciones científicas demuestra que estos factores climáticos influyen positiva o negativamente en los concretos aplicados en edificaciones.

En Ancash, la geografía se presenta como zona de costa y sierra. En el distrito de Cátac (primer lugar de investigación), se encuentra a 3640 m.s.n.m. que posee un clima que fluctúa entre 4 °C y 19.5 °C, con temperaturas bastante cambiantes con un régimen de lluvias con mayor intensidad y granizo en los meses de enero a marzo y las heladas en los meses de mayo a septiembre.

En la ciudad de Caraz (segundo lugar de investigación), nos encontramos a una altura de 2256 m.s.n.m, su clima se caracteriza por ser semi-cálido y templado todo el año con una temperatura que oscila entre los 11 °C y 25 °C con presencia de calor, vientos ligeramente templados y precipitaciones que nunca son superiores a 500 mm.

Actualmente, es necesario conocer el comportamiento del concreto para poder tomar decisiones en la industria de la construcción y garantizar cierta resistencia y durabilidad aceptable. Uno de las variables importantes del comportamiento de este tipo de concreto es la resistencia a la compresión, al estar sometido a un tipo de curado a la intemperie, es decir en las mismas condiciones de los diferentes tipos de estructuras de concreto, materia del presente trabajo de investigación.

Según el ACI-306R (“Cold Weather Concreting”) se considera clima frío si la temperatura ambiental media por más de 3 días consecutivos es menor de 5°C. Si la temperatura ambiental media se mantiene superior a 10°C ya no se considera clima frío. En el caso de las normas peruanas y otras sudamericanas consideran clima frío a aquel en que, en cualquier época del año la temperatura ambiente puede estar por debajo de 5 °C. La presente investigación pretende hacer un estudio para determinar la diferencia de resistencia a la compresión de dos concretos / testigos expuestos a dos temperaturas distintas y a un curado a la intemperie (mismas condiciones de las estructuras de concreto), con la finalidad de conocer y aplicarlo en futuras construcciones.

Uno de los problemas que se presenta en la elaboración del concreto en función del factor climático de la zona sierra es en el fraguado del concreto.

Los problemas que se generan son los siguientes:

- Baja Resistencia a la compresión del concreto los primeros días después de colocado.
- Cuando el concreto se congela el agua libre se convierte en hielo aumentando su volumen que en estado sólido rompe la débil adherencia entre las partículas del concreto, si aún no se ha iniciado el proceso de endurecimiento, produciéndose el agrietamiento.
- Debido a las bajas temperaturas se produce una disminución de la actividad o reacción química, para el proceso de endurecimiento del concreto el cual puede llegar a disminuir notablemente el fraguado.
- En general se consideran condiciones extremas de temperatura para el concreto cuando la temperatura ambiental es inferior a 5° C y superior a los 28° C, en cuyo caso se debe tener especial cuidado en la selección de materiales, dosificación, preparación, transporte, curado, control de calidad.

Actualmente, es necesario conocer el comportamiento del concreto expuesto a temperaturas extremas (frías y cálidas), para poder tomar decisiones en la industria de la construcción y garantizar cierta resistencia y durabilidad aceptable. Uno de las variables importantes del comportamiento de este tipo de

concreto aborda el problema de las diferencias de resistencia a la compresión debido a diferentes temperaturas, en la zona sierra de Ancash.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto  $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  el cual es sometido a diferente temperatura ambiental en la zona sierra de Ancash?

## MARCO REFERENCIAL

### **Concreto**

#### **Definición**

El concreto es un material durable y resistente pero, dado que se trabaja en su forma líquida, prácticamente puede adquirir cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular para exteriores.

El concreto de uso común, o convencional, se produce mediante la mezcla de tres componentes esenciales, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo.

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

El comportamiento mecánico del concreto y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

- Las características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida.
- La calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio.
- La afinidad de la matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

## Componentes

### a) Cemento

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables tanto al aire como bajo agua.

#### **Tipos de Cemento Portland:**

##### **Tipo I**

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

##### **Propiedades**

- Mayores resistencias iniciales
- Menores tiempos de fraguado

##### **Aplicaciones**

- Obras de concreto y concreto armado en general
- Estructuras que requieran un rápido desencofrado
- Concreto en clima frío
- Productos prefabricados
- Pavimentos y cimentaciones



##### **Tipo II**

##### **Características:**

- Producto obtenido de la molienda conjunta de Clínker tipo II de bajo contenido de álcalis y yeso.
- Bajo en contenido de álcalis (sodio y potasio).
- Se logran altas resistencias a tempranas edades.
- Por el buen desarrollo de resistencias a la compresión, es usado en muchas aplicaciones. Además, tiene la capacidad de utilizarse en variados diseños de mezclas de concreto.
- Presenta mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Portland tipo I.

- Sus cualidades son ampliamente conocidas por el sector construcción civil en el extranjero.

#### ***Usos y Aplicaciones:***

- Para construcciones en general y de gran envergadura, especialmente cuando se desea una resistencia a la acción de los sulfatos y un moderado calor de hidratación.
- Cemento resistente a la reacción álcali/ agregado.

#### ***Recomendaciones:***

- Como en todo cemento, se debe respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias y trabajabilidad.
- Es importante utilizar agregados de buena calidad, si estos están húmedos es recomendable dosificar menor cantidad de agua para mantener las proporciones correctas.
- Para lograr resistencias adecuadas es recomendable curar con agua todos los elementos estructurales.

#### ***Tipo III***

Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esto se debe por el cemento obtenido durante la molienda es más fino. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando es necesario retirar cimbras (encofrados) lo más pronto posible o cuando por requerimientos particulares, una obra tiene que ponerse en servicio muy rápidamente, como en el caso de carreteras y autopistas.

#### ***Tipo IV***

El cemento tipo IV se usa donde se deban minimizar la tasa y la cantidad de calor generado por la hidratación. Por lo tanto, este cemento desarrolla la resistencia en una tasa más lenta que otros tipos de cemento. Se puede usar el cemento tipo IV en estructuras de concreto masivo, tales como grandes presas por gravedad, donde la subida de temperatura derivada del calor generado durante el endurecimiento deba ser minimizada.

### **Tipo V**

El cemento portland Tipo V es un cemento de alta resistencia a los sulfatos, ideal para obras que estén expuestas al daño por sulfatos. Este cemento se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo V (con bajo contenido de aluminato tricálcico <5%) y yeso.

#### **Propiedades**

- Alta resistencia a los sulfatos

#### **Aplicaciones**

- Ideal para losas, tuberías y postes de concreto en contacto con suelos o aguas con alto contenido de sulfatos.
- Para cualquier estructura de concreto que requiera alta resistencia a los sulfatos.

## **b) Agregados**

Material granular, el cual puede ser arena, piedra natural zarandeada o chancada, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero.

Descripción:

- Los agregados ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos, en las proporciones de la mezcla, y en la economía.
- Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra. Junto con el agua, el cemento y aditivos, conforman el conjunto de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.
- Esta identificación de los materiales se deriva de la condición mínima del concreto convencional de dividir los agregados en dos fracciones principales cuya frontera nominal es 4.75 mm (malla núm. 4 ASTM).
- Dependiendo del diámetro medio de sus partículas se clasifican en:

**Agregado Fino:** Aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

**Agregado Grueso:** Aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

- Los agregados deben estar libres de partículas orgánicas, sales, limos y arcillas que puedan afectar las reacciones químicas de fraguado o produzcan porosidades indeseables.

### c) Agua

El agua utilizada en el concreto debe ser potable en lo posible o al menos debe estar libre de impurezas. Nunca debe usarse agua de mar, pues su salinidad afecta al hacer en el concreto armado y en el concreto pre esforzado.

### d) Clima

El clima es la estadística del tiempo atmosférico, normalmente sobre un intervalo de 30 años. Se mide al evaluar los patrones de variación en temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación, cuenta de partícula atmosférica y otras variables meteorológicas en una región dada sobre periodos largos de tiempo. El clima difiere del tiempo, en que el tiempo solo describe las condiciones de corto plazo de estas variables en una región dada.

El clima de una región esta generado por el sistema climático, el cual tiene cinco componentes: atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera.

El clima de una ubicación está afectado por su latitud, terreno y altitud, así como cuerpos de agua cercanos y sus corrientes. Los climas pueden clasificarse según la media y las gamas típicas de diferentes variables, generalmente temperatura y precipitación.

El clima en Ancash es variado. En la costa, el piso inferior de la vertiente occidental, el clima es desértico, con lluvias muy escasas y mal distribuidas, que se incrementan a medida que se avanza en altitud; zonas con clima templado y seco se encuentran en los pisos medios de las vertientes andinas oriental y

occidental, así como en el Callejón de Huaylas; climas fríos y secos en las punas y altas mesetas; y climas polares en las cumbres nevadas. Al este de la Cordillera Blanca y en el fondo del valle formado por el Marañón hay un clima cálido - húmedo con temperaturas altas durante el día y la noche.

De tal modo, el departamento de Ancash presenta el siguiente clima:

**Templado – cálido** en el litoral costero, hasta los 2,900 msnm con variaciones de 12 °C a 24 °C.

**Templado – frío** desde los 3,000 hasta los 3,900 msnm. Temperaturas medias que oscilan entre 6 °C y 12 °C. Desciende a 0° en época de invierno.

**Boreal (frío – seco)** en la puna (mas de 4,000 msnm) con temperaturas inferiores a los 6 °C.

Las lluvias son marcadamente estacionales (de noviembre a abril). La humedad en la costa es casi 100%, en cambio en la sierra es variable (de 60% a 70% según los lugares).

## CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LAS ZONAS DE INVESTIGACION

### CATAC

#### **Ubicación:**

DEPARTAMENTO	:	ANCASH
PROVINCIA	:	RECUAY
DISTRITO	:	CATAC
LATITUD	:	09°48'06"
LONGITUD	:	77°25'49"
ALTITUD	:	3557 m.s.n.m.
SUPERFICIE	:	118.27 Km2.



**Figura 1: Mapa de Ubicación Cátac**  
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Cátac es uno de los diez distritos de la provincia de Recuay. Se encuentra a la margen derecha del río Santa en su trayecto de sur a norte. Localizada entre una altitud de 3 500 msnm - en su parte más baja y a más de 5 000 msnm.

Su clima presenta heladas, de mayo hasta setiembre que contrasta con el calor intenso al medio día en esa misma época, por lo que la gente de aquí suele andar muy bien abrigada; de enero a marzo son frecuentes las precipitaciones pluviales en algunos casos hasta de granizo.

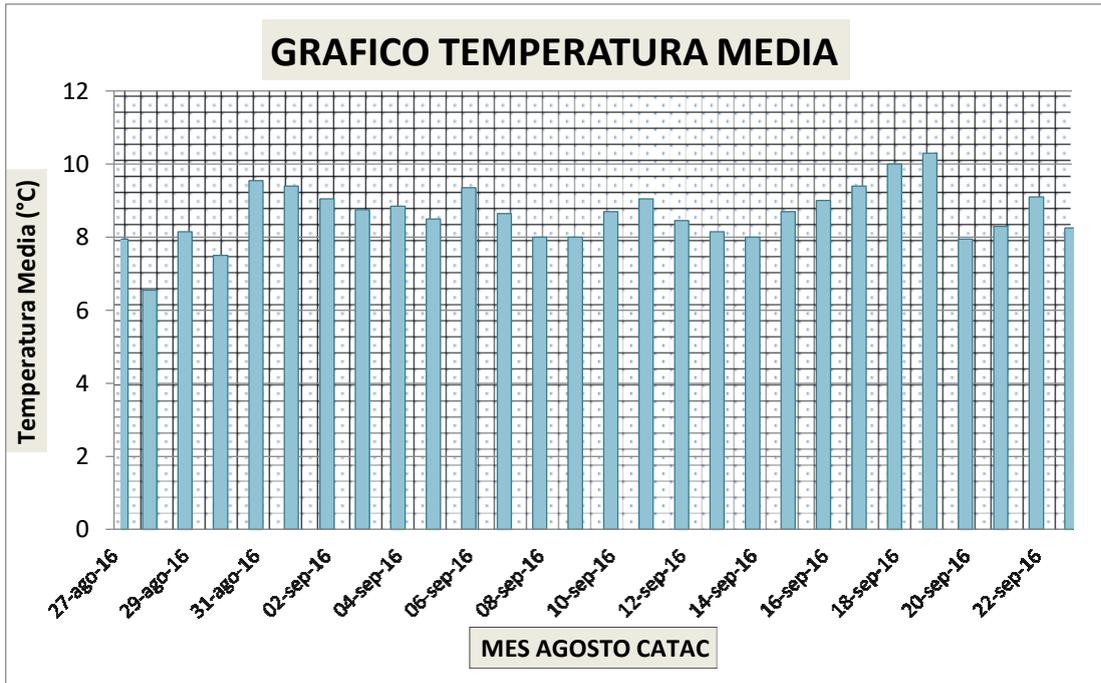
Fue creado políticamente como distrito el 8 de enero de 1965.

La actividad económica que destaca es la producción ganadera. En sus pastos se crían ovejas, vacas, alpacas, llamas y vicuñas en estado natural. Su producción lechera, como la fama de sus quesos. También se dedican a la agricultura sembrando en mayor cantidad papa y trigo por ser productos que mejor se adaptan al clima de la zona.

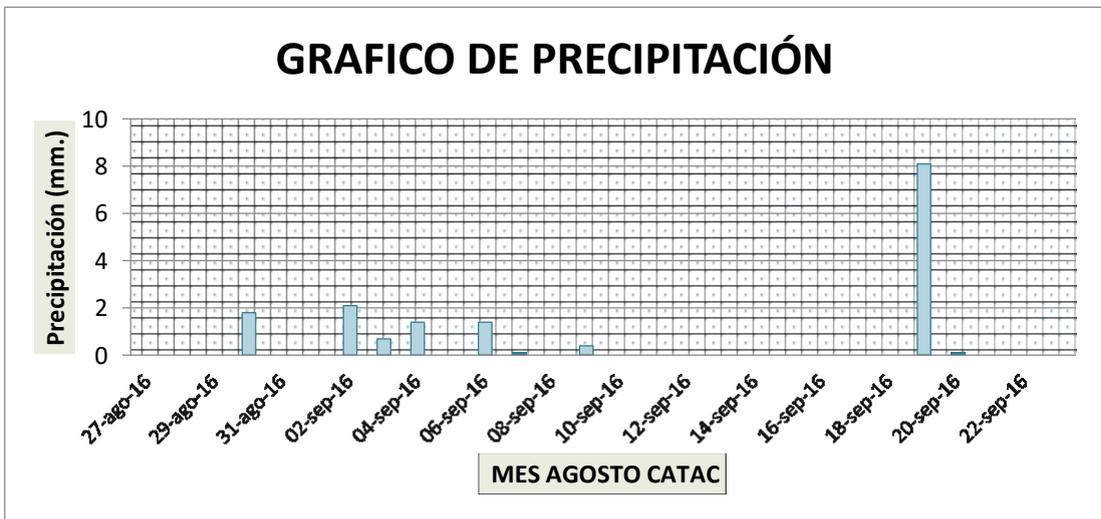
**TABLA 1: Variación de Temperatura Media – CATAC**

<b>ESTACIÓN: PACHACOTO, Tipo Automática – Meteorológica</b>				
<b>Departamento: ANCASH</b>		<b>Provincia: RECUAY</b>		<b>Distrito: CATAC</b>
<b>Latitud: 9° 51' 9.73"</b>		<b>Longitud: 77° 24' 21.86"</b>		<b>Altitud: 3723</b>
<b>Día - Mes - Año</b>	<b>Temperatura °C</b>			<b>Precipitación Acum. (mm.)</b>
	<b>Mínima</b>	<b>Media</b>	<b>Máxima</b>	
27-ago-16	-2.7	7.95	18.6	0
28-ago-16	-2.3	6.55	15.4	0
29-ago-16	-2.2	8.15	18.5	0
30-ago-16	-1.8	7.5	16.8	1.8
31-ago-16	-0.8	9.55	19.9	0
01-sep-16	-1	9.4	19.8	0
02-sep-16	-1	9.05	19.1	2.1
03-sep-16	-1.2	8.75	18.7	0.7
04-sep-16	-2	8.85	19.7	1.4
05-sep-16	-2.2	8.5	19.2	0
06-sep-16	0.1	9.35	18.6	1.4
07-sep-16	-1.3	8.65	18.6	0.1
08-sep-16	-2.1	8	18.1	0
09-sep-16	-3.1	8	19.1	0.4
10-sep-16	-1.4	8.7	18.8	0
11-sep-16	-0.9	9.05	19	0
12-sep-16	-2.1	8.45	19	0
13-sep-16	-1.6	8.15	17.9	0
14-sep-16	-0.6	8	16.6	0
15-sep-16	-0.8	8.7	18.2	0
16-sep-16	-0.3	9	18.3	0
17-sep-16	0.8	9.4	18	0
18-sep-16	0.4	10	19.6	0
19-sep-16	0.7	10.3	19.9	8.1
20-sep-16	-2	7.95	17.9	0.1
21-sep-16	-2.5	8.3	19.1	0
22-sep-16	-1	9.1	19.2	0
23-sep-16	-1.4	8.25	17.9	0
<b>PROMEDIO</b>	<b>-1.30</b>	<b>8.63</b>	<b>18.55</b>	<b>0.58</b>

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2016



**Figura 2: Variación de Temperatura Media - CATAAC**  
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2016



**Figura 3: Precipitación - CATAAC**  
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2016

## CARAZ:

### Ubicación:

DEPARTAMENTO	:	ANCASH
PROVINCIA	:	HUAYLAS
DISTRITO	:	CARAZ
LATITUD	:	09°02'50"
LONGITUD	:	77°48'39"
ALTITUD	:	2278 m.s.n.m.
SUPERFICIE	:	246.52 Km2.



**Figura 4: Mapa de Ubicación Caraz**  
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Caraz es una ciudad y distrito peruano, capital de la provincia de Huaylas en el departamento de Ancash. Se ubica a orillas del río Santa en el Callejón de Huaylas, siendo la segunda ciudad más importante de este, luego de Huaraz, que es la capital del departamento. Se localiza a 15 km al norte de la ciudad de Yungay y a 67 km de la ciudad de Huaraz. El clima es templado todo el año con una temperatura que oscila entre los 16° y 25°C, y una altitud de 2256 m.s.n.m.

El distrito de Caraz limita por el sur con el distrito de Pueblo Libre y la provincia de Yungay; por el norte con el distrito de Santa Cruz; por el este con la Provincia de Pomabamba; y por el oeste con los distritos de Huata y Pamparomás. El distrito de Caraz tiene una extensión de 246.52 km<sup>2</sup>.

La Cordillera Blanca está regida climatológicamente por dos temporadas o estaciones: la invernal seca (mayo - septiembre) y la estival lluviosa (octubre - abril).

La temporada seca, ofrece las mejores condiciones para practicar el andinismo: días claros, precipitaciones escasas y vientos moderados.

Entre los 2000 y 3200 m las temperaturas son suaves durante el día y frías durante las noches. Desde los 3200 a 4000m. Se registran fuertes heladas nocturnas. Caminando a partir de los 4500m. Podemos sentir la sensación de fuerte calor debido a la latitud tropical.

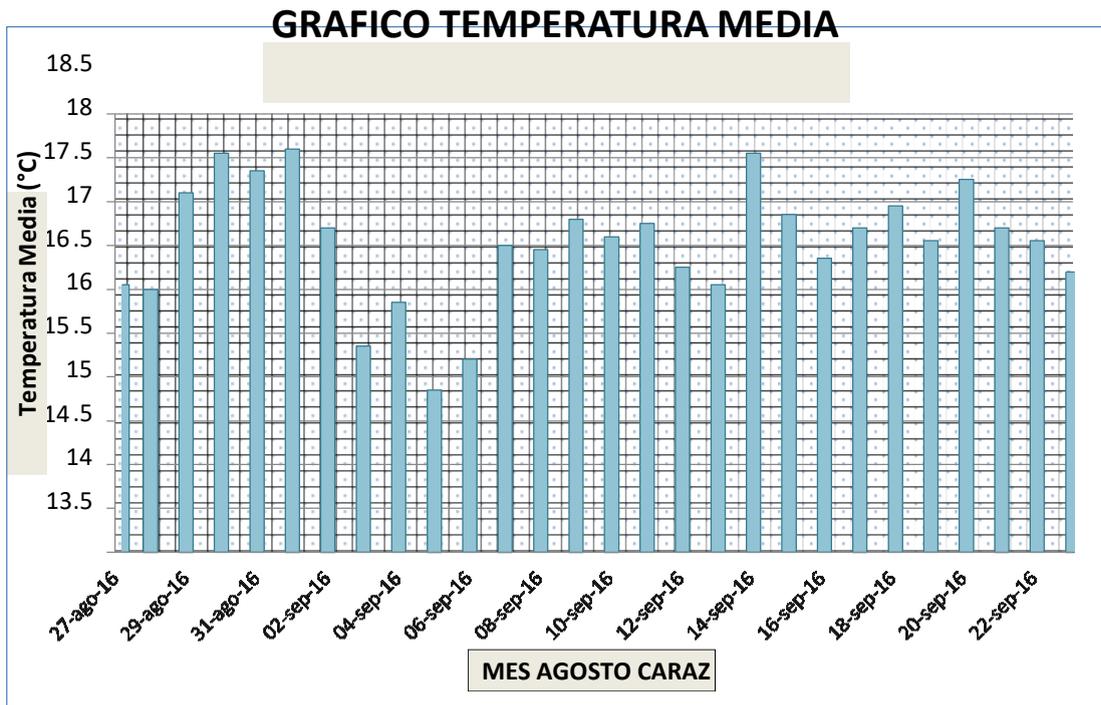
Desde los 4500 hasta los 4800 (cota en la que se sitúa la isoterma de 0°C) se localiza el verdadero clima helado. Por encima de esta altitud aparece el clima propio de la alta montaña tropical: sol fuerte, sequedad ambiental, baja presión atmosférica y temperaturas que a 6000 m de altitud, en días soleados sin viento pueden ser superiores a 20°C, mientras que a la sombra o por la noche pueden ser inferiores a – 15°C.

En el siguiente cuadro, se presentan las condiciones climáticas de temperatura y precipitación de la zona de estudio para nuestra investigación, que está ubicada en el departamento de Ancash.

**TABLA 2: Variación de Temperatura Media - CARAZ**

<b>ESTACIÓN: SAUCEPAMPA, Tipo Automática – Meteorológica</b>				
<b>Departamento: ANCASH</b>	<b>Provincia: HUAYLAS</b>		<b>Distrito: CARAZ</b>	
<b>Latitud: 9° 2' 45.08"</b>	<b>Longitud: 77° 45' 6.22"</b>		<b>Altitud: 2980</b>	
<b>Día - Mes - Año</b>	<b>Temperatura °C</b>			<b>Precipitación Acum. (mm.)</b>
	<b>Mínima</b>	<b>Media</b>	<b>máxima</b>	
27-ago-16	8.2	16.55	24.9	0
28-ago-16	7.8	16.5	25.2	0
29-ago-16	8.9	17.6	26.3	0
30-ago-16	9.5	18.05	26.6	0
31-ago-16	9.4	17.85	26.3	0
01-sep-16	9.9	18.1	26.3	0
02-sep-16	9.2	17.2	25.2	0
03-sep-16	8.3	15.85	23.4	0
04-sep-16	8.2	16.35	24.5	0
05-sep-16	7.5	15.35	23.2	0
06-sep-16	8.5	15.7	22.9	0
07-sep-16	10.2	17	23.8	0
08-sep-16	9	16.95	24.9	0
09-sep-16	9.5	17.3	25.1	0
10-sep-16	9.6	17.1	24.6	0
11-sep-16	9.8	17.25	24.7	0
12-sep-16	9.6	16.75	23.9	0
13-sep-16	8.8	16.55	24.3	0
14-sep-16	9.6	18.05	26.5	0
15sep-16	9.6	17.35	25.1	0
16-sep-16	8.5	16.85	25.2	0
17-sep-16	9.7	17.2	24.7	0
18-sep-16	9.2	17.45	25.7	0
19-sep-16	9.6	17.05	24.5	0
20-sep-16	9.9	17.75	25.6	0
21-sep-16	10	17.2	24.4	0
22-sep-16	10.2	17.05	23.9	0
23-sep-16	9.5	16.7	23.9	0
<b>PROMEDIO</b>	<b>9.20</b>	<b>17.02</b>	<b>24.84</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2016



**Figura 5: Variación de Temperatura Media - CARAZ**  
Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2016

## VARIABLES

### Variable Dependiente

**TABLA 3: Variable Dependiente**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
<b>Resistencia a la Compresión del concreto</b>	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de concreto bajo una carga de aplastamiento de 210 kg.	Kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración Propia del Autor*

## Variable Independiente

**TABLA 4: Variable Independiente**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR
<b>TEMPERATURA AMBIENTAL (clima frio y cálido)</b>	Las <b>Temperaturas Ambientales (Clima frio y cálido)</b> pueden llegar a causar problemas en el mezclado, vaciado, tiempo de fraguado y curado del concreto teniendo un efecto adverso en las propiedades físicas y la vida de servicio	°C

*Fuente: Elaboración Propia del Autor*

Se plantea la siguiente hipótesis:

La resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  variaría cuando es sometida a diferente temperatura ambiental en la zona sierra de Ancash (Cátac – clima frio y Caraz – clima cálido)

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar y comparar la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  sometido a diferente temperatura ambiental (Cátac - clima frio y Caraz - cálido) en la zona sierra de Ancash.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Caracterización física de los agregados: arena gruesa y piedra chancada de 1/2".
- Determinar la relación A/C para un diseño de mezclas óptimo para la elaboración de las probetas de concreto.
- Determinar la temperatura ambiental

- Obtener de la resistencia a la compresión de los testigos de concreto a los 7,14 y 28 días del proceso de curado para ser comparados estos resultados obtenidos del laboratorio.
- Determinar la influencia de la temperatura en la propiedad mecánica: resistencia a la compresión del concreto, respecto a la resistencia de diseño en las diferentes zonas de estudio Caraz - Catac.

## 2.- METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se utilizó lo siguiente:

### **Materiales**

- Agregado grueso.
- Agregado fino.
- Cemento Portland tipo I.

### **Equipo**

- Balanza con sensibilidad de 0.5 gramos para el caso del agregado fino y 5 gramos para el agregado grueso.
- Serie de tamices:  
Para la arena (agregado fino): N° 04, 08, 16, 30,50, 100 y 200 fondo o plato.  
Para la piedra (agregado grueso): 3", 2",  $2\frac{1}{2}$ ",  $1\frac{1}{2}$ ", 1",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 04, plato.
- Recipientes.
- Escobilla y espátulas.
- Martillo de goma.
- Moldes de probetas.
- Trompo de concreto de 9 pies<sup>3</sup>
- Balanza digital.
- Camioneta para transporte.
- Cámara digital.
- Computadora personal portátil.
- Impresora.
- Plotter

### **Infraestructura:**

- Oficina particular del investigador.
- Laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro.

## TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### Tipo de investigación

Nuestro tipo de investigación es aplicada, cuantitativo y de nivel explicativo porque se ha analizado y hemos comparado el comportamiento de la resistencia del concreto a consecuencia de estar sometidas a diferentes temperaturas ambientales.

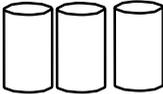
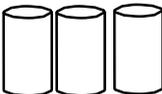
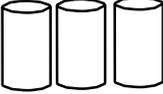
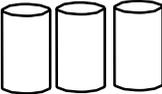
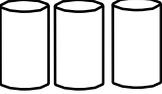
### Diseño de investigación

La investigación será experimental; lo cual trataremos de estudiar el comportamiento y la resistencia del concreto en sus procesos de endurecimiento en los primeros 7, 14 y 28 días; sometidas a diferencias de temperatura ambiental, para las diferentes zonas de estudio.

El estudio se concentró en el laboratorio de mecánica de suelos para el análisis granulométrico, diseño de mezclas y ruptura de los testigos de concreto; y en las zonas de estudios Caraz - Cátac, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizados obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos.

El diseño es en bloques completo al azar según el siguiente esquema:

**TABLA 5: Esquema de diseño de bloques de concreto**

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA DEL CONCRETO A DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES	
	Clima cálido Caraz	Clima frío Cátac
7 días		
14 días		
28 días		

Fuente: Elaboración Propia del Autor

## **Población y muestra**

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

La muestra estará constituido por 18 probetas de concreto con un diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días, 3 probetas a los 28 días en la zona de Caraz; 3 probetas a los 7 días, 3 probetas a los 14 días, 3 probetas a los 28 días en la zona de Catac.

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

- La piedra chancada de  $\frac{1}{2}$ " y arena gruesa para el diseño de probetas se compró en las canteras aledañas al callejón de Huaylas cuyo material es reconocido por ser un excelente material en la región Ancash.
- El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro para su análisis granulométrico.
- Los materiales según el diseño de mezclas, serán llevados a las zonas de estudio (Caraz – Catac) para la elaboración de las unidades de estudio (probetas).

## **Técnica e instrumento**

**TABLA 6: Técnica e Instrumento**

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	Guía de observación Resumen.

Fuente: Elaboración Propia del Autor

## **Proceso y análisis de los datos**

### **ANALISIS GRANULOMETRICO**

Los análisis granulométricos se realizaron mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferentes enumeraciones, dependiendo de la separación de los cuadros de malla. Los granos que pasan o se quedan en el tamiz tienen sus características ya determinadas.

La granulometría y el tamaño máximo del agregado son importantes debido a su efecto en la dosificación, economía, porosidad, y contracción del concreto. Para su gradación se utilizan una serie de tamices que están especificados en la ASTM C-33 por intermedio de estos tamices se seleccionaran los tamaños y por medio de unos procedimientos hallaremos su módulo de fineza, así como también el tamaño máximo y tamaño nominal.

El método de determinación granulométrica más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices; en la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega el material original.

#### **Los objetivos de la granulometría son:**

Determinar la presentación numérica de distribución volumétrica de las partículas por tamaños y con estos datos construir su curva granulométrica que nos permitirá apreciar la distribución acumulada.

Calcular si los agregados (fino y grueso) se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla.

Determinar mediante el análisis de tamizado el tamaño máximo y tamaño nominal del agregado y su módulo de fineza.

**Áridos o agregados:** Son materiales inertes que constituyen la parte principal de los componentes del concreto y de los morteros.

- Son considerados agregados finos los que pasan la malla N° 4.

- Son considerados agregados gruesos los que son retenidos por encima de la malla N° 4.

**Arena:** Es el agregado predominantemente fina resultante de la disgregación natural o artificial de la roca.

Según el tipo de roca de lo que procede, la arena puede variar mucho en apariencia. Por ejemplo, la arena volcánica es de color negro mientras que la arena de la playa suele ser blanca.

Clasificación granulométrica: Según la comisión de normalización de la sociedad de ingenieros del Perú.

- Arena flor de roca: 0.005 a 0.05 mm
- Arena fina: 0.05 a 0.5 mm
- Arena media: 0.5 a 2.00 mm
- Arena gruesa: 2.0 a 5.00 mm

**Grava.**-Es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra provenientes de rocas disgregadas por la acción de los fenómenos naturales o por corrientes de agua. Cada fragmento presenta formas redondeadas.

Clasificación granulométrica:

- Gravilla: 5 a 10 mm
- Grava fina: 10 a 20 mm
- Grava media: 20 a 40 mm
- Grava gruesa: 40 a 75 mm
- Cantos rodados > 75 mm

**Tamaño máximo de los agregados:**

Está dado por la abertura de la malla superior a la que retiene el 15% o más al cribar por ella el agregado más grueso. Como aquel que corresponde al menos tamiz por el que pasa toda la muestra.

**Tamaño nominal:**

Es aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

**Módulo de fineza:**

Representa un tamaño promedio ponderado de la muestra de la arena, pero no representa la distribución de las partículas, cuantitativamente es el resultado de dividir entre 100 la suma de los tanto por ciento retenido acumulados en los tamices siguientes:

- Para el agregado fino: N° 04,08,16,30,50 Y 100 (Mallas estándar)
- Para el agregado grueso: 3",  $1\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N° 04,08,16,30,50 y 100.

La norma ASTM lo incorpora en las regulaciones del agregado fino. Establece que la arena debe tener un módulo de fineza no menor que 2.2 ni mayor que 3.1.

**Tamizado:**

El tamizado es un método físico para separar mezcla. Consiste en hacer pasar una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños por un tamiz o colador. Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y los grandes quedan retenidos por el mismo.

Es un método muy sencillo utilizado generalmente en mezclas de sólidos heterogéneos, como piedras y arena, en la cual la arena atravesará el tamiz y las piedras quedarán retenidas. Los orificios del tamiz suelen ser de diferentes tamaños y se utilizan de acuerdo al tamaño de las partículas que contenga la mezcla.

Tamización:

Para aplicar este método es necesario que las fases se presenten al estado sólido. Se utilizan tamices de metal o de plástico, que retienen las partículas de mayor tamaño y dejan pasar las de menor diámetro. Por ejemplo: trozo de mármol mezclados con arena; harina – corcho; sal fina - pedazo de roca; canto rodado etc.

### Equipos y materiales:

- Balanza con sensibilidad de 0.5 gramos para el caso del agregado fino y 5 gramos para el agregado grueso.
- Serie de tamices:  
Para la arena (agregado fino): N° 04, 08, 16, 30, 50, 100 y 200 fondo o plato.  
Para la piedra (agregado grueso): 3", 2", 2<sup>1</sup>", 1<sup>1</sup>", 1", 1", 3", N° 04, plato.
- Recipientes.
- Escobilla y espátula

### Muestra:

- Arena Gruesa : 2800 gramos
- Piedra Chancada : 5000 gramos



Figura 6.- Material extraída de cantera para el análisis granulométrico

### Procedimiento:

El procedimiento que se indica se realiza de manera similar por separado para la arena y piedra chancada.

- Se toma el material seco y se cuartea hasta obtener una muestra pequeña (tanto para la piedra y la arena)
- Se pesa cada muestra en la balanza (5000 gramos de piedra y gramos de 2800 arena)
- El material a tamizarse se coloca en la malla superior, las que están en orden decreciente. Según tamaño de aberturas.
- El tamizado se hace a mano.

- Se toma cada tamiz con su tapa y base, y se imprime movimientos permanentes con direcciones frecuentes cambiantes. Para ello se imprime al tamiz los distintos movimientos de vaivén: adelante, atrás, izquierda, derecha arriba, abajo y circular.
- En ningún caso se facilita con la mano, el pasaje de una partícula a través del tamiz.
- Se utiliza una escobilla para limpiar la malla.
- Se da por finalizada la operación del tamizado cuando en el transcurso de un minuto no pase del 1% del peso del material retenido sobre el tamiz.
- El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra. En el peso del retenido por cada tamiz, debe incluirse el material retenido de la limpieza del mismo.



**Figura 7.-** Agregado grueso en proceso de tamiz



**Figura 8.-** Lavado del material grueso.

## A. Para el agregado grueso

Cálculos:

- Calculo para % retenido parcial  
$$\% \text{ Peso retenido} / \text{ peso total retenido) } * 100$$
- Calculo para % retenido acumulado  
El primer % retenido se traslada la misma luego se procede la suma con el total retenido acumulado más el % retenido en cada malla.
- Calculo para % pasante  
Se resta de 100 el % retenido acumulado
- Tamaño máximo  
Es el último número del tamiz por la cual pasa todo el material.
- Tamaño nominal  
Es el número del tamiz donde retiene los primeros residuos de material.
- Módulo de fineza  
Es el resultado de dividir entre 100 la suma de los tanto por ciento retenido acumulados en los tamices siguientes: 3, 1, 2, 4, 8, N° 04, 08, 16, 30, 50 y 100. — — —

## B. Para el agregado fino

Cálculos:

- Cálculos para % peso retenido  
$$\% \text{ peso retenido} = (\text{peso retenido} / \text{peso total retenido}) * 100$$
- Cálculos para % retenido acumulado  
El primer % retenido se traslada la misma luego se procede la suma con el total retenido acumulado más el % retenido en cada malla.
- Calculo para % pasante  
Se resta de 100 el % retenido acumulado
- Módulo de fineza  
Es el resultado de dividir entre 100 la suma de los tanto por ciento retenido acumulados en los tamices siguientes: N° 04, 08, 16, 30, 50 Y 100 (Mallas estándar).

## Diseño de mezcla

En general existen varios métodos de cálculo para la selección y ajuste de las dosificaciones de concreto de peso normal. Sin embargo, todos ellos solo establecen una primera aproximación de proporciones con el propósito de ser chequeados por coladas de prueba en el laboratorio o en el campo, y hacer los ajustes necesarios para producir las características deseadas del concreto.

El concreto está compuesto principalmente de cemento, agregados y agua. Contendrá, asimismo, alguna cantidad de aire atrapado y puede contener también aire incorporado intencionalmente por el uso de un aditivo o de cemento incorporador de aire.

La estimación de los pesos requeridos para alcanzar una resistencia de concreto determinada, involucra una secuencia de pasos lógicos y directos que pueden ser realizados de la siguiente forma:

### Paso 1.- Selección del asentamiento.

Si el asentamiento no está especificado, se puede utilizar como referencia la siguiente tabla A:

**Tabla 7: Asentamiento**

Tipo de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Zapatatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Zapatatas simples, caissons y muros de subestructura.	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

Los Valores Máximos pueden ser incrementados en 1” para métodos de consolidación diferentes de vibración.

### **Paso 2.- Selección del tamaño máximo del agregado.**

Generalmente el tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible y consistente con las dimensiones de la estructura.

### **Paso 3.- Estimación del agua de mezcla.**

La cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerido para obtener un asentamiento dado depende del tamaño máximo, forma de partículas y gradación de los agregados y la cantidad de aire incorporado. No es apreciablemente por la cantidad de cemento. La siguiente tabla B proporciona una estimación del agua de mezclado requerida para diferentes tamaños de agregado.

**Tabla 8: Cantidad de agua**

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMP Y TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADOS

SLUMP (pulg)	AGUA EN Kg/m <sup>3</sup> DE CONCRETO		
	TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		
	½"	¾"	1 ½"
½" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

### **Paso 4.- Selección de la relación agua-cemento**

La relación agua-cemento es determinada no solamente por requerimientos de resistencia sino también por otros factores como durabilidad y propiedades del acabado. Sin embargo, la resistencia  $f'c$  de los planos debe incrementarse a un  $f'cr$  necesario que depende de la calidad de la construcción que a su vez depende de la Mano de Obra, Equipo, Materiales y Control de Mezcla.

A continuación, se presenta la tabla C que conservadoramente establece los factores K de incremento  $f'cr=K.f'c$ :

**Tabla 9 : factores “K”**

CONDICIONES	K
1. Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante.	1,15
2. Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica.	1,25
3. Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada.	1,35
4. Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1,50

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

**Tabla 10: relación agua/cemento**

f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION a/c (en peso)	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
140	0.80	0.71
175	0.67	0.54
210	0.58	0.46
245	0.51	0.40
280	0.44	0.35
315	0.38	<i>Requiere otros métodos de estimación.</i>

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

Con materiales típicos, las relaciones agua-cemento de la tabla D, han producido las resistencias mostradas, basadas en probetas ensayadas a los 28 días. Se calculó las relaciones a/c para el f'c de diseño.

**Paso 5.- Cálculo del contenido de cemento.**

El cemento requerido es igual al agua de mezclado (paso 3) dividido entre la relación agua-cemento (paso 4).

Se debe precisar que si el proyecto indica un contenido mínimo de cemento, separadamente además de requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla estará basada en aquel criterio en aquel criterio que de la mayor cantidad de cemento.

**Paso 6.- Estimación del contenido de agregado grueso.**

Los agregados que tienen esencialmente el mismo tamaño máximo y graduación, producirán concreto de trabajabilidad satisfactoria cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado es empleado por unidad de volumen de concreto. Valores aproximados para este volumen de concreto se dan en la tabla E siguiente:

**Tabla 11. Agregado grueso por metro cúbico**

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (en m3)				
Tamaño Máximo del Agregado (pulg.)	Módulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
½"	0.59	0.57	0.55	0.53
¾"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½"	0.76	0.74	0.72	0.70

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

El peso unitario seco y compactado del agregado grueso es de 1608 kg/m3 de donde:

$$\text{“Cantidad de agregado grueso (kg) = (volumen de agregado grueso de Tabla E (m3)) x 1608 kg/m3”}$$

### Paso 7.- Estimación del contenido de agregado fino.

Considerando un concreto de riqueza media (330 kg. De cemento por m<sup>3</sup>), asentamiento de 3” a 4” y peso específico de agregado de 2.70 se obtiene una estimación del peso del concreto fresco que se muestra en la tabla F.

**Tabla 12: Estimación del peso del concreto**

ESTIMACION DEL PESO DE CONCRETO EN KG/M3		
Tamaño Máximo del Agregado (pulg)	Peso del concreto en Kg/m <sup>3</sup>	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
1/2”	2315	2235
3/4”	2355	2280
1”	2375	2315
1 1/2”	2420	2355

Fuente: Ing. Jesús Ramos S., CAPECO - Costos y Presupuestos en Edificación, 2005

Peso del agregado fino (Kg) = peso del concreto (Kg) – (peso del agregado grueso (Kg) + peso del cemento (kg) + peso del agua de mezclado (Kg))

### Paso 8.- Ajuste por contenido de humedad de los agregados.

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto están húmedos, por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad que aportan los agregados.

Por lo tanto, si se tiene:

#### **Agregado Grueso:**

- Humedad total: a%
- % absorción: b%

#### **Agregado fino:**

- Humedad total: c%
- % Absorción: d%

#### **Agregado Grueso:**

- Humedad total: a%

- % absorción: b%

**Agregado fino:**

- Humedad total: c%
- % Absorción: d%

Peso del Agregado grueso húmedo (Kg) = (peso del agregado grueso seco (Kg)) x (1+a/100)

Peso del Agregado fino húmedo (Kg) = (peso del agregado fino seco (Kg)) x (1+c/100)

Agua en agregado grueso = (peso del Agreg. Grueso húmedo en Kg) x (a% - b%)= **X** Kg.

Agua en agregado fino = (peso del Agreg. Fino húmedo en Kg) x (c% - d%) = **Y** Kg.

Agua de mezclado neta = Agua de mezclado (Kg) – (X + Y)

En base a los resultados obtenidos de las proporciones calculadas por el método expuesto se deben realizar ensayos de prueba a fin de ajustar la dosificación a los requerimientos de la obra.

## RECOLECCIÓN PROCESO Y ANÁLISIS

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel.

Para realizar el análisis de los datos se tendrá presente:

- Cálculo de dosificación para el diseño de mezcla la probeta de concreto.
- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios de los resultados obtenidos en laboratorio

### 3.- RESULTADOS

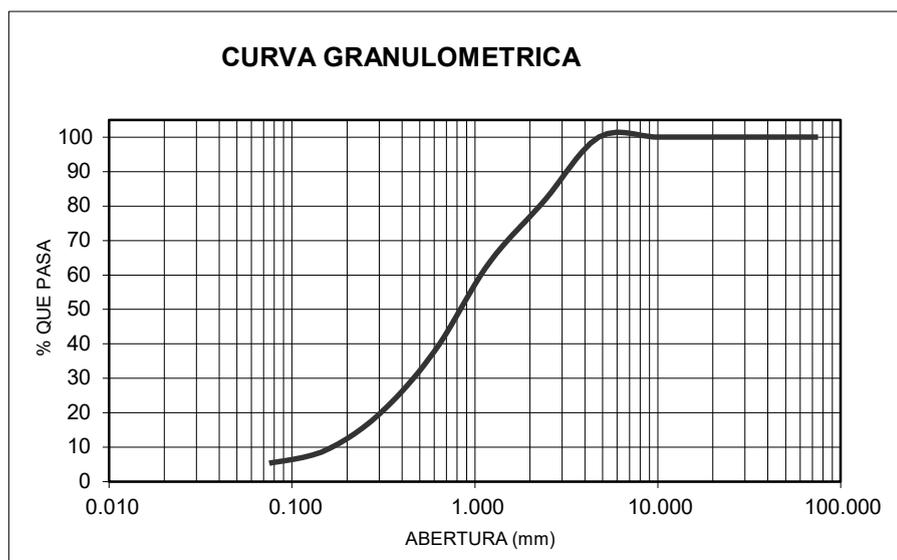
En este capítulo se presenta los resultados obtenidos después de haber realizado los diversos ensayos de laboratorio, para determinar el análisis granulométrico, el diseño de mezclas y las resistencias a la compresión de los testigos de concreto expuestos a diferentes climas (frio y cálido), estos resultados fueron obtenidos en base a los cálculos realizados en gabinete y en laboratorio.

#### ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

**LUGAR** : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
**FECHA** : 26/07/2016 **CANTERA:** PARIHUANCA **MATERIAL:** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2100
PESO SECO LAVADO	1986.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	113.50

TAMIZ						
N°	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	
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	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 8"
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	MODULO DE FINEZA : 2.9
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	HUMEDAD : 0.63%
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	395.40	18.83	18.83	81.17	
N° 16	1.180	379.10	18.05	36.88	63.12	
N° 30	0.600	530.40	25.26	62.14	37.86	
N° 50	0.300	381.90	18.19	80.32	19.68	
N° 100	0.150	224.50	10.69	91.01	8.99	
N° 200	0.075	75.20	3.58	94.60	5.40	
PLATO		113.50	5.40	100.00	0.00	
TOTAL		2100.00	100.00			



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ENSAYO N°	01	02
Peso de tara + MH	560.00	560.00
Peso de tara + MS	556.50	556.50
Peso de tara	0.00	0.00
Peso de agua	3.50	3.50
MS	556.50	556.50
Contenido humedad (%)	0.63	0.63
<b>(%) Promedio</b>	<b>0.63</b>	

**PESO UNITARIO SUELTO**

ENSAYO N°	01	02	3
Peso molde + muestra	7905	7895	7880
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4479	4469	4454
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1613	1610	1604
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>	<b>1612</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

ENSAYO N°	01	02	03
Peso molde + muestra	8270	8285	8265
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4844	4859	4839
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1745	1750	1743
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>	<b>1748</b>		

## PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION

<b>A</b>	:	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00
<b>B</b>	:	Peso de picnómetro + agua	655.90
<b>C=A+B</b>	:		955.90
<b>D</b>	:	Peso de picnómetro + agua + material	843.00
<b>E=C-D</b>	:	Volumen de masa + volumen de vacíos	112.90
<b>F</b>	:	Peso de material seco en estufa (105°)	296.00
<b>G=E-(A-F)</b>	:	Volumen de masa	108.90

**ABSORCION(%):**  $((A-F)/F) \times 100$

<b>1.35</b>
-------------

**P.e. Bulk (Base Seca) = F/E**

**P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E**

**P.e. Aparente (Base Seca) = F/G**

<b>2.657</b>
--------------

<b>2.718</b>
--------------

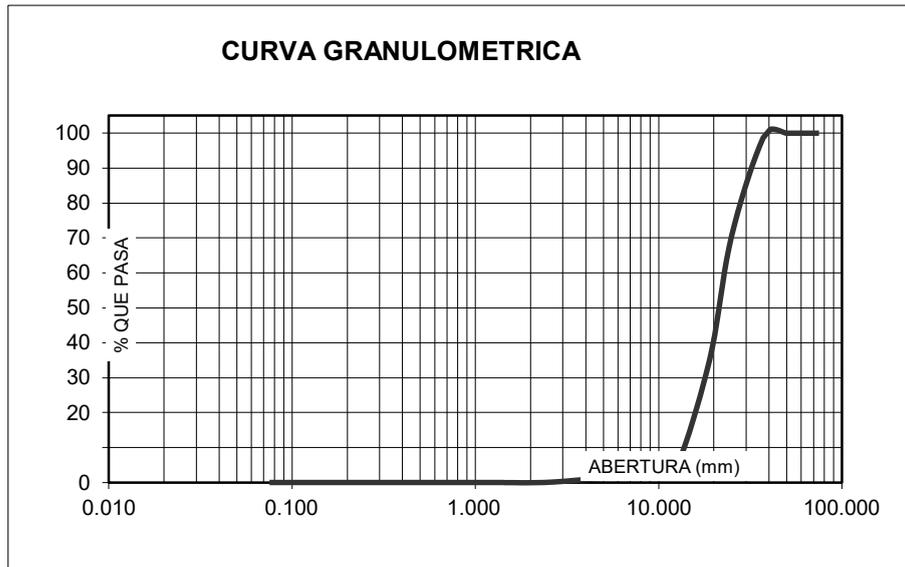
## ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

**LUGAR** : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH)

**FECHA** : 26/07/2016      **CANTERA:** PARIHUANCA      **MATERIAL:** AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	3400
PESO SECO LAVADO	3395.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	4.50

TAMIZ						
N°	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
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	998.50	29.37	29.37	70.63	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"
3/4"	19.000	1198.50	35.25	64.62	35.38	MODULO DE FINEZA : 7.61
1/2"	12.500	1050.00	30.88	95.50	4.50	HUMEDAD : 0.60%
3/8"	9.500	100.00	2.94	98.44	1.56	
N° 4	4.750	11.50	0.34	98.78	1.22	
N° 8	2.360	37.00	1.09	99.87	0.13	
N° 16	1.180	0.00	0.00	99.87	0.13	
N° 30	0.600	0.00	0.00	99.87	0.13	
N° 50	0.300	0.00	0.00	99.87	0.13	
N° 100	0.150	0.00	0.00	99.87	0.13	
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.87	0.13	
PLATO		4.50	0.13	100.00	0.00	
TOTAL		3400.00	100.00			



**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ENSAYO N°	01	02
Peso de tara + MH	1000.00	1000.00
Peso de tara + MS	998.00	998.00
Peso de tara	0.00	0.00
Peso de agua	6.00	6.00
MS	998.00	998.00
Contenido humedad (%)	0.60	0.60
<b>(%) Promedio</b>	<b>0.60</b>	

**PESO UNITARIO SUELTO**

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	20380	20360	20375
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	15047	14997	15042
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1611	1606	1610
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>	<b>1609</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	21150	21170	21165
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	15817	15837	15832
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1693	1695	1694
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>	<b>1694</b>	1694	

### PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION

<b>A</b>	:	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1721.00
<b>B</b>	:	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1088.80
<b>C=A-B</b>	:	Volumen de masa+volumen de vacíos	632.20
<b>D</b>	:	peso de material seco en estufa (105°)	1710.00
<b>E=C-(A-D)</b>	:	Volumen de masa	621.20

**ABSORCION (%)**:  $((A-D/D) \times 100)$  **0.64** NORMA MTC

P.e. Bulk (Base Seca)	=	D/C	<b>2.705</b>
P.e. Bulk (Base Saturada)	=	A/C	<b>2.722</b> CONCRETO
P.e. Aparente (Base Seca)	=	D/E	<b>2.753</b>

## DISEÑO DE MEZCLAS

**LUGAR:** LABORATORIO USP-HUARAZ

**FECHA :** 31/07/16 **CANTERA** PARIÁ HUANCA

**DATOS:**

F'c	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Agreg. Grueso</b>			
Humedad Total	=	0.20%	
% Absorción:	=	0.64%	
<b>Agreg. Fino</b>			
Humedad Total	=	0.63%	
% Absorción:	=	1.35%	
Asentamiento max.	=	3 pulg.	..... TABLA A
Tamaño Max. Agregado grueso	=	1 1/2" pulg.	Laboratorio
Peso Concreto	=	2420 kg/m <sup>3</sup>	..... TABLA F
Modulo Fineza	=	2.89	Laboratorio
p.u.s.c	=	1608 kg/m <sup>3</sup>	
Vol. Agr. Grueso Seco Comp. (m <sup>3</sup> )		0.66	..... TABLA E
Agua Mezcado	=	193 Kg/m <sup>3</sup>	..... TABLA B
Diseño	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>	
RELACION AGUA CEMENTO			..... TABLA D
210	0.58	<i>sin aire incorporado</i>	

	a/c	=	0.58
Contenido Cemento	=		332.76 Kg/m <sup>3</sup>
			<b>7.83</b> bolsas
Cont. Agreg. Grueso	=		1061.28 Kg
Cont. Agreg. Fino	=		832.96 Kg

Ajuste por humedad del peso de los agregados:

Peso Agreg. Grueso Húmedo	=	1063.403
Peso Agreg. Grueso Fino	=	832.96
Agua en Agreg. Grueso	=	-4.67897
Agua en Agreg. Fino	=	-6.03511
Agua de Mezclado Neta	=	203.71

**DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE (1m3 Concreto):**

<b>Cemento</b>	=	332.76 Kg.
		7.83 bls
<b>Agreg Grueso</b>	=	1063.4 Kg.
<b>Agreg Fino</b>	=	838.209 Kg.
<b>Agua de Mezclado</b>	=	203.71 Kg.

**DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE (1m3 Concreto):**

Partiendo de los resultados obtenidos y conocidos los pesos unitarios saturados:

Cemento	=	1500 Kg/m <sup>3</sup>
Agreg. Grueso	=	1608 Kg/m <sup>3</sup>
Agreg. Fino	=	1748 Kg/m <sup>3</sup>

Se tiene:

<b>Cemento</b>	=	332.76 Kg/m <sup>3</sup>	< >	0.247
		7.83 bls		
<b>Agreg. Grueso</b>	=	0.66 m <sup>3</sup>		
<b>Agreg. Fino</b>	=	0.48 m <sup>3</sup>		
<b>Agua de Mezclado</b>	=	0.204 m <sup>3</sup>		

**La proporción c : a : p será:**

1 : 2.16 : 3.0 / en volumen

**CANTIDAD DE MATERIAL PARA PROBETA DE CONCRETO**

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	1.92	Kg
PIEDRA CHANCADA	6.27	Kg
ARENA GRUESA	4.30	Kg
AGUA	1.06	Kg

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2

### COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO Y CURADO A DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES A LOS 7 PRIMEROS DIAS.

REG. N°	ELEMENTO	LUGAR	HORA	FECHA		EDAD DIAS	AREA PROBETA cm2	SLUMP ( pul )	LECTURA DIAL (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO 3 VALORES	% RESISTENCIA OBTENIDA
				MODELO	ROTURA							
CZ-001			4:32 pm	27/08/2016	02/09/2016	7	176.3		21294.0	120.8		
CZ-002	VARIOS	CARAZ	4:45 pm	27/08/2016	02/09/2016	7	175.2	3	19847.0	113.3	113.9	54.2 %
CZ-003			5:08 pm	27/08/2016	02/09/2016	7	176.1		18956.0	107.6		
CT-001			11:37 am	27/08/2016	02/09/2016	7	174.4		11320.0	64.9		
CT-002	VARIOS	CATAC	11:55 am	27/08/2016	02/09/2016	7	176.1	3	10867.0	61.7	65.2	31.0 %
CT-003			12:15 pm	27/08/2016	02/09/2016	7	174.6		12035.0	68.9		

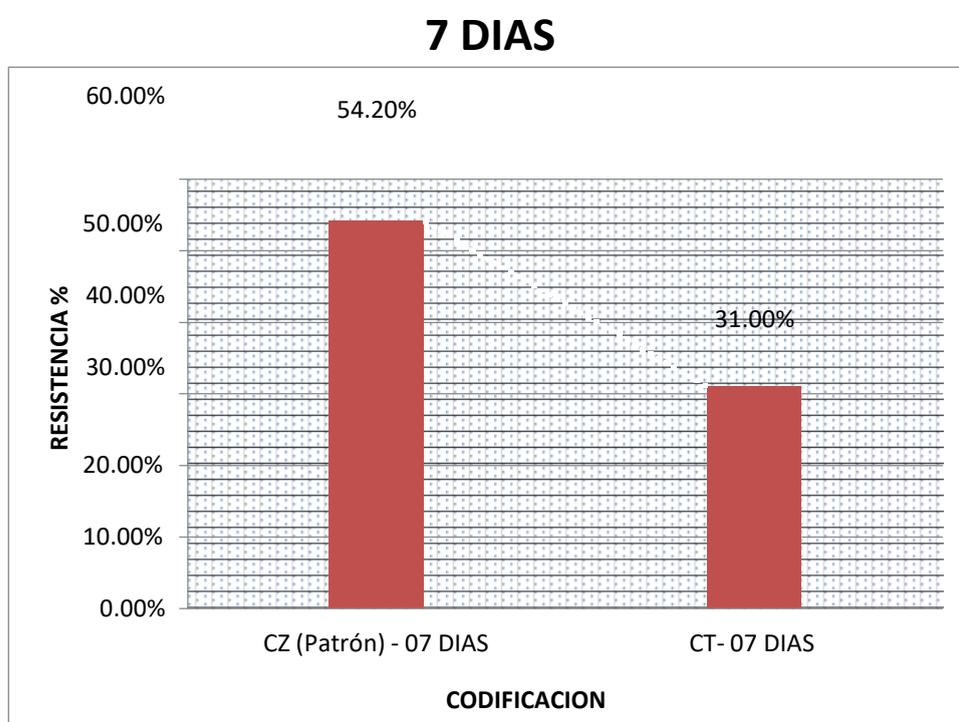
Fuente: Elaboración Propia del Autor

El análisis comparativo de la resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en los 7 primeros días de los testigos de concreto entre ensayo patrón (Caraz) y Catac elaborados y curados en las zonas de estudio respectivamente.

**TABLA 13: Resistencia obtenida a los 7 días y la resistencia requerida**

COMPARACION A LOS 7 DIAS		
CODIFICACION	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2	RESISTENCIA %
RESISTENCIA REQUERIDA	210.00	100.00%
CZ (Patrón) - 07 DIAS	113.90	54.20%
CT - 07 DIAS	65.20	31.00%

Fuente: Elaboración Propia del Autor



**Figura 9 :** Resistencia obtenida a los 7 días entre ensayo patrón (Caraz) y Catac

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Resultado de la resistencia del concreto a los 7 días elaborados y curados a diferentes temperaturas ambientales en las zonas de estudio Caraz ensayo patrón (Clima cálido) y Catac (Clima frio).

En el grafico se aprecia las resistencias obtenidas y la resistencia requerida, la mayor resistencia para los 7 días se obtuvo en las probetas elaboradas en la ciudad de Caraz ensayo patrón (Clima cálido) con un 54.20%. Por otro lado la de menor resistencia se obtuvo las probetas elaboradas en la ciudad de Catac (clima frio) con un 31.00%. Por lo cual se tiene una diferencia de 23.20%.

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO Y CURADO A DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES A LOS 14 PRIMEROS DIAS.**

REG. N°	ELEMENTO	LUGAR	HORA	FECHA		EDAD DIAS	AREA PROBETA cm2	SLUMP ( pul )	LECTURA DIAL (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO 3 VALORES	% RESISTENCIA OBTENIDA
				MODELO	ROTURA							
<b>CZ-004</b>			2:34 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	176.7		23790.0	134.6		
<b>CZ-005</b>	VARIOS	CARAZ	2:55 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	174.8	3	26190.0	149.8	137.2	<b>65.3 %</b>
<b>CZ-006</b>			3:22 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	175.3		22290.0	127.2		
<b>CT-004</b>			3:53 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	174.9		19180.0	109.7		
<b>CT-005</b>	VARIOS	CATAC	4:18 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	173.8	3	17280.0	99.4	107.0	<b>50.9 %</b>
<b>CT-006</b>			4:31 pm	27/08/2016	09/09/2016	14	175.5		19630.0	111.9		

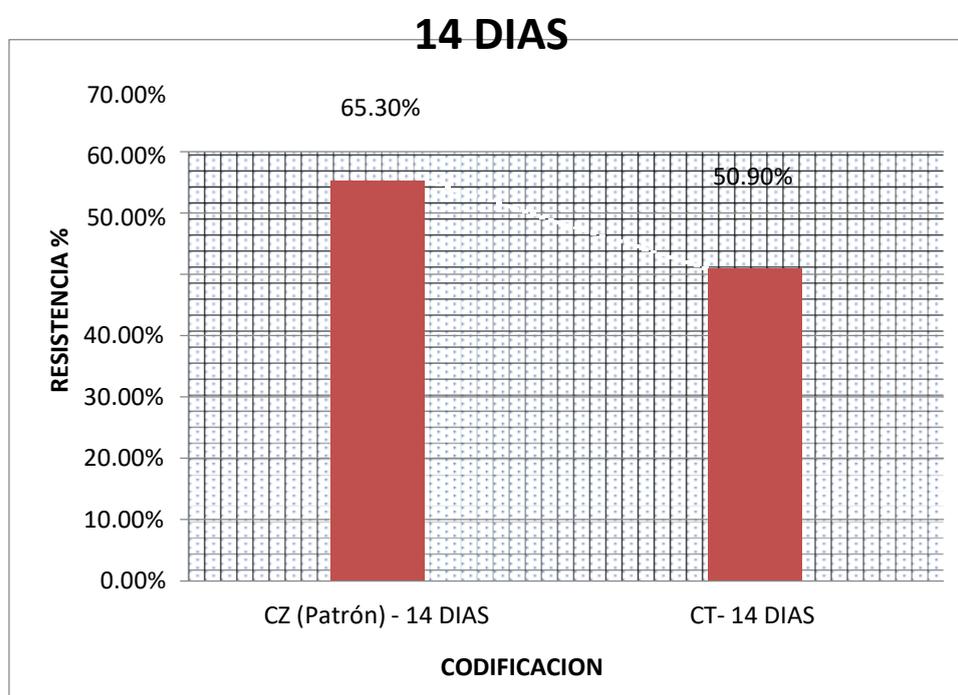
Fuente: Elaboración Propia del Autor

En esta parte se realizará el análisis comparativo de la resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en los 14 primeros días de los testigos de concreto entre ensayo patrón (Caraz) y Catac elaborados y curados en las zonas de estudio respectivamente.

**TABLA 14: Resistencia obtenida a los 14 días y la resistencia requerida**

COMPARACION A LOS 14 DIAS		
CODIFICACION	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2	RESISTENCIA %
RESISTENCIA REQUERIDA	210.00	100.00%
CZ (Patrón) - 14 DIAS	137.20	65.30%
CT - 14 DIAS	107.00	50.90%

Fuente: Elaboración Propia del Autor



**Figura 10: Resistencia obtenida a los 14 días entre ensayo patrón (Caraz) y Catac**

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Resultado de la resistencia del concreto a los 14 días elaborados y curados a diferentes temperaturas ambientales en las zonas de estudio Caraz ensayo patrón (Clima cálido) y Catac (Clima Frio).

En el grafico se aprecia que, de las resistencias obtenidas, la mayor resistencia para los 14 días se obtuvo en las probetas elaboradas en la ciudad de Caraz ensayo patrón (Clima cálido) con un 65.30%. Por otro lado, la de menor resistencia se obtuvo las probetas elaboradas en la ciudad de Catac (clima frio) con un 50.90%.

Por lo cual se tiene una diferencia de 14.40%.

**COMPARACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO ELABORADO Y CURADO A DIFERENTES TEMPERATURAS AMBIENTALES A LOS 28 PRIMEROS DIAS.**

REG. N°	ELEMENTO	LUGAR	HORA	MODELO	ROTURA	EDAD DIAS	PROBETA cm2	SLUMP ( pul )	DIAL (Kg/cm2)	RESISTENCIA (Kg/cm2)	PROMEDIO 3 VALORES	RESISTENCIA OBTENIDA
<b>CZ-007</b>			10:46 am	27/08/2016	23/09/2016	28	175.9		34900.0	198.4		
<b>CZ-008</b>	VARIOS	CARAZ	11:12 am	27/08/2016	23/09/2016	28	176.2	3	33280.0	188.9	198.1	<b>94,3 %</b>
<b>CZ-009</b>			11:25 am	27/08/2016	23/09/2016	28	176.4		36530.0	207.1		
<b>CT-007</b>			11:50 am	27/08/2016	23/09/2016	28	174.1		26470.0	152.0		
<b>CT-008</b>	VARIOS	CATAC	12:15 pm	27/08/2016	23/09/2016	28	175.6	3	25880.0	147.4	146.2	<b>69,6 %</b>
<b>CT-009</b>			12:35 pm	27/08/2016	23/09/2016	28	174.4		24280.0	139.2		

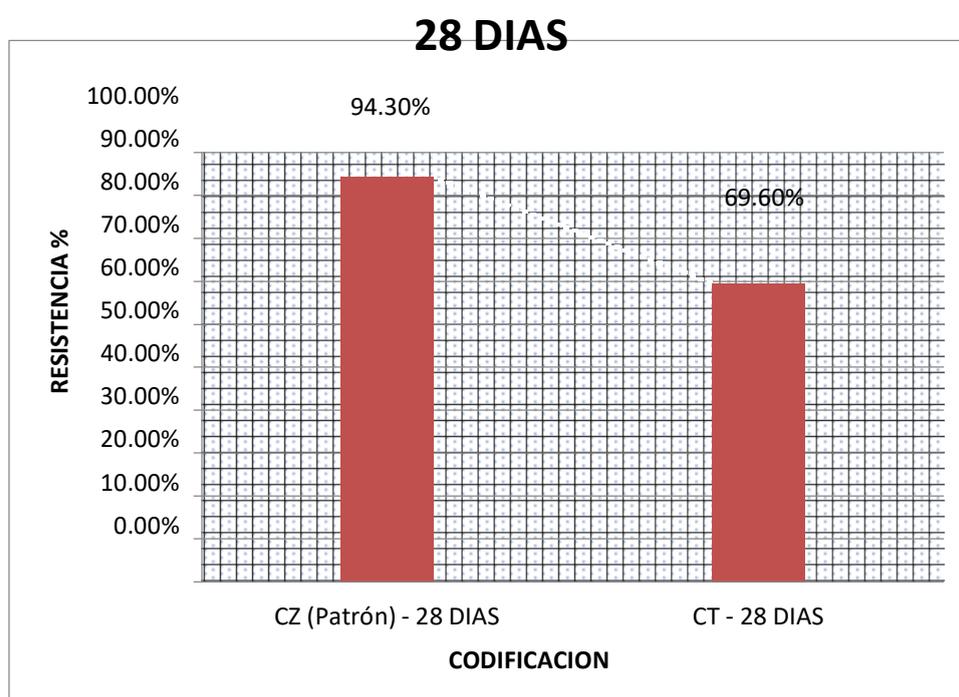
Fuente: Elaboración Propia del Autor

En esta parte se realizará el análisis comparativo de la resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en los 28 primeros días de los testigos de concreto entre ensayo patrón (Caraz) y Catac elaborados y curados en las zonas de estudio respectivamente.

**TABLA 15: Resistencia obtenida a los 28 días y la resistencia requerida**

COMPARACION A LOS 28 DIAS		
CODIFICACION	RESISTENCIA PROMEDIO Kg/cm2	RESISTENCIA %
RESISTENCIA REQUERIDA	210.00	100.00%
CZ (Patrón) - 28 DIAS	198.10	94.30%
CT - 28 DIAS	146.20	69.60%

Fuente: Elaboración Propia del Autor



**Figura 11: Resistencia obtenida a los 28 días entre ensayo patrón (Caraz) y Catac**

Fuente: Elaboración Propia del Autor

En el grafico se aprecia que de las resistencias obtenidas, la mayor resistencia para los 28 días se obtuvo en las probetas elaboradas en la ciudad de Caraz el ensayo patrón (Clima cálido) con un 94.30%. Por otro lado la de menor resistencia se obtuvo las probetas elaboradas en la ciudad de Catac (clima frio) con un 69.60%. Por lo cual se tiene una diferencia de 24.70%.

En este resultado final a 28 días tienen una diferencia con respecto al 100%; en la primera zona de estudio la ciudad de Caraz ensayo patrón (clima cálido) un -5.70% y en la segunda zona de estudio la ciudad de Catac (clima frio) un -30.40%.

## CONTROL DE TEMPERATURA EN ZONAS DE ESTUDIO

CARAZ				CATAC			
DIA	TEMPERATURA °C	PROMEDIO PARCIAL DE T°	PROMEDIO TOTAL DE T°	DIA	TEMPERATURA °C	PROMEDIO PARCIAL DE T°	PROMEDIO TOTAL DE T°
27/08/2016	24.45	26.79		27/08/2016	13.65	14.07	
	28.82				17.11		
	27.09				11.44		
28/08/2016	26.91	27.15		28/08/2016	12.56	13.85	
	29.32				16.66		
	25.22				12.33		
29/08/2016	26.56	26.82		29/08/2016	12.32	14.74	
	28.29				18.46		
	25.60				13.45		
30/08/2016	25.83	26.74		30/08/2016	12.34	13.56	
	29.92				16.22		
	24.48				12.12		
31/08/2016	24.94	26.31		31/08/2016	13.60	14.54	
	28.10				16.33		
	25.90				13.70		
01/09/2016	24.98	26.03		01/09/2016	13.45	14.62	
	28.40				17.43		
	24.70				12.98		
02/09/2016	26.80	28.03		02/09/2016	14.12	14.18	
	32.90				16.32		
	24.40				12.11		
03/09/2016	24.70	26.33		03/09/2016	15.50	14.13	
	28.98				15.43		
	25.32				11.45		
04/09/2016	26.76	27.37		04/09/2016	14.10	14.05	
	29.87				15.44		
	25.47				12.60		
05/09/2016	28.65	27.87	<b>27.02</b>	05/09/2016	15.43	14.62	<b>13.82</b>
	30.30				18.20		
	24.65				10.23		
06/09/2016	25.79	26.33		06/09/2016	13.23	12.52	
	29.70				14.32		
	23.50				10.01		
07/09/2016	27.77	28.25		07/09/2016	12.44	12.76	
	32.78				16.43		
	24.20				9.40		
08/09/2016	27.26	27.85		08/09/2016	10.34	13.05	
	30.70				16.37		
	25.60				12.43		
09/09/2016	27.56	28.35		09/09/2016	13.00	13.51	
	31.80				14.33		
	25.70				13.21		
10/09/2016	25.80	26.27		10/09/2016	13.76	14.06	
	29.71				15.87		
	23.30				12.56		
11/09/2016	24.76	26.39		11/09/2016	14.98	13.17	
	29.91				12.22		
	24.50				12.32		
12/09/2016	24.80	25.59		12/09/2016	12.30	13.88	
	28.65				16.90		
	23.31				12.43		
13/09/2016	27.44	27.27		13/09/2016	12.56	13.00	
	30.05				15.11		
	24.32				11.32		
14/09/2016	27.40	28.00		14/09/2016	12.12	14.22	

	32.66			17.32	
	23.93			13.23	
	26.89			14.21	
15/09/2016	34.89	27.86	15/09/2016	16.34	14.36
	21.80			12.54	
	27.87			11.34	
16/09/2016	33.21	28.86	16/09/2016	15.76	13.11
	25.50			12.23	
	26.11			13.60	
17/09/2016	29.80	27.11	17/09/2016	15.54	13.46
	25.42			11.23	
	26.09			12.25	
18/09/2016	28.60	26.08	18/09/2016	16.76	14.22
	23.54			13.65	
	26.95			12.65	
19/09/2016	29.87	26.87	19/09/2016	18.88	15.06
	23.78			13.65	
	24.79			12.23	
20/09/2016	30.51	26.32	20/09/2016	18.90	13.79
	23.67			10.23	
	26.41			11.50	
21/09/2016	28.43	26.13	21/09/2016	16.43	12.90
	23.56			10.78	
	24.38			12.43	
22/09/2016	28.99	26.39	22/09/2016	16.90	13.11
	25.79			10.00	
	25.45			12.43	
23/09/2016	29.02	27.24	23/09/2016	16.22	14.33
	25.78			09.59	

Fuente: Elaboración Propia del Autor

De los datos obtenidos en cada zona de estudio se obtuvo lo siguiente:

### **CARAZ**

- En los 7 primeros días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Caraz (ensayo patrón); se obtuvo una temperatura ambiental de 26.84 °C.
- En los 14 días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Caraz (ensayo patrón); se obtuvo una temperatura ambiental de 27.16 °C.
- En los 28 días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Caraz (ensayo patrón); se obtuvo una temperatura ambiental de 27.02 °C; cabe mencionar que con respecto a los datos obtenidos por el SENAMHI (ver tabla 2), se obtuvo una temperatura ambiental de 17.02 °C. esta diferencia se debe a que los datos del SENAMHI se realiza en la estación SAUCEPAMPA que se encuentra ubicado a 2,980 msnm y Caraz zona de estudio está a 2,278 msnm.

## **CATAC**

- En los 7 primeros días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Catac; se obtuvo una temperatura ambiental de 14.22 °C.
- En los 14 días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Catac; se obtuvo una temperatura ambiental de 13.87 °C.
- En los 28 días del proceso de fraguado de las probetas de concreto, en la zona de estudio Catac; se obtuvo una temperatura ambiental de 13.82 °C. De la misma manera cabe mencionar que con respecto a los datos obtenidos por el SENAMHI (ver tabla 1), se obtuvo una temperatura ambiental de 8.63 °C. esta diferencia se debe a que los datos del SENAMHI se realiza en la estación PACHACOTO que se encuentra ubicado a 3,723 msnm y Catac zona de estudio está a 3.557 msnm.

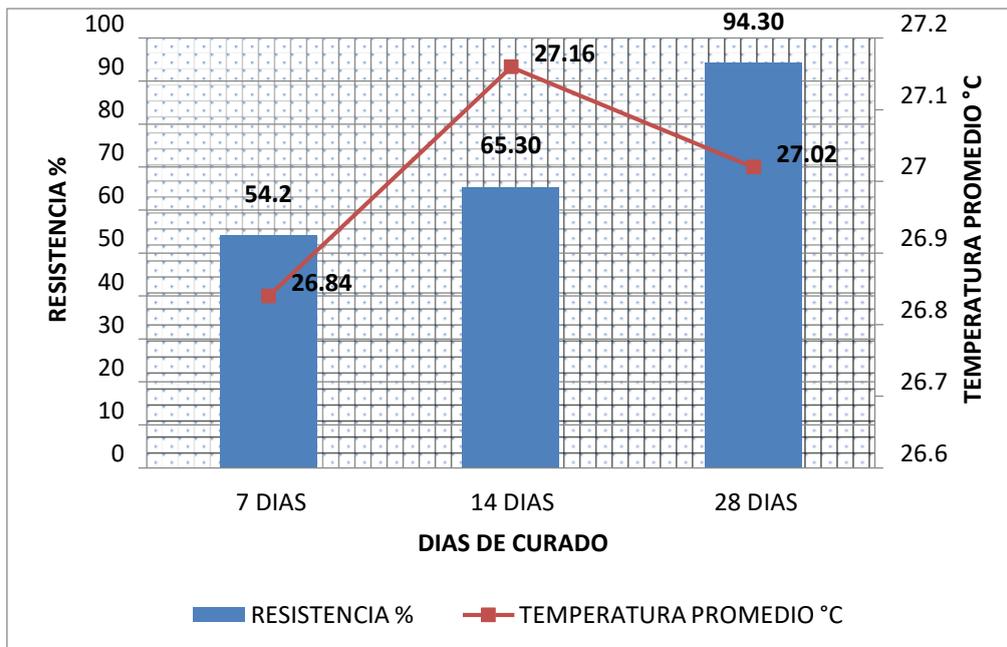
#### 4.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo presentaremos los resultados del análisis de los datos obtenidos en nuestra experimentación. Estos resultados muestran la diferencia de temperaturas promedio ambientales y la resistencia a la compresión de las probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días del proceso de endurecimiento del concreto, elaborados con los mismos materiales de cantera, para un diseño de mezclas de 210 kg/cm<sup>2</sup> obtenidos en el laboratorio y con un curado natural es decir en el mismo lugar de las zonas de estudio Caraz (Ensayo patrón) y Catac.

**TABLA 16: Resultados finales obtenidos del ensayo patrón**

EVOLUCION DEL CONCRETO EN CARAZ			
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
RESISTENCIA %	54.20	65.30	94.30
TEMPERATURA PROMEDIO °C	26.84	27.16	27.02

Fuente: Elaboración Propia del Autor



**Figura 12: resistencia a compresión y temperatura ambiental en ensayo patrón**

Fuente: Elaboración Propia del Autor

De la figura 12 se observa los resultados de la resistencia a la compresión y la temperatura promedio en los 28 días de curado de los testigos de concreto, donde no se llega a la resistencia requerida se explicaría en los términos microestructurales la falta de capacidad de desarrollo de las resistencias mecánicas a medianas edades ( en este caso de 7 a 28 días de curado), cuando la temperatura del sistema llega o supera los valores estándar, está ligado a la cinética de las reacciones de hidratación. La velocidad de las reacciones es mucho mayor, con lo que la formación del gel C-S-H (producto mayoritario de hidratación) se acelera, lo que a su vez atenúa de forma considerable el potencial reactivo del cemento en lo que respecta a la formación de silicatos cálcicos hidratados. Las resistencias iniciales aumentan considerablemente cuando se incrementa la temperatura de curado, pero el desarrollo de la resistencia final se ve afectado negativamente

Se tuvo un incremento en la velocidad de pérdida de fluidez y en una más rápida hidratación del cemento lo cual condujo a un aceleramiento en el fraguado y menor resistencia del concreto.

Se sabe también que el tiempo de fraguado en una temperatura de 27 °C es de 4 horas y que la mayor velocidad de liberación de calor de hidratación ocurre dentro de las primeras 24 horas y una gran cantidad de calor se desarrolla durante los primeros 3 días; por lo tanto el efecto conjunto de las condiciones térmicas ambientales y el calor de hidratación del cemento en el concreto perjudico a la resistencia a compresión.

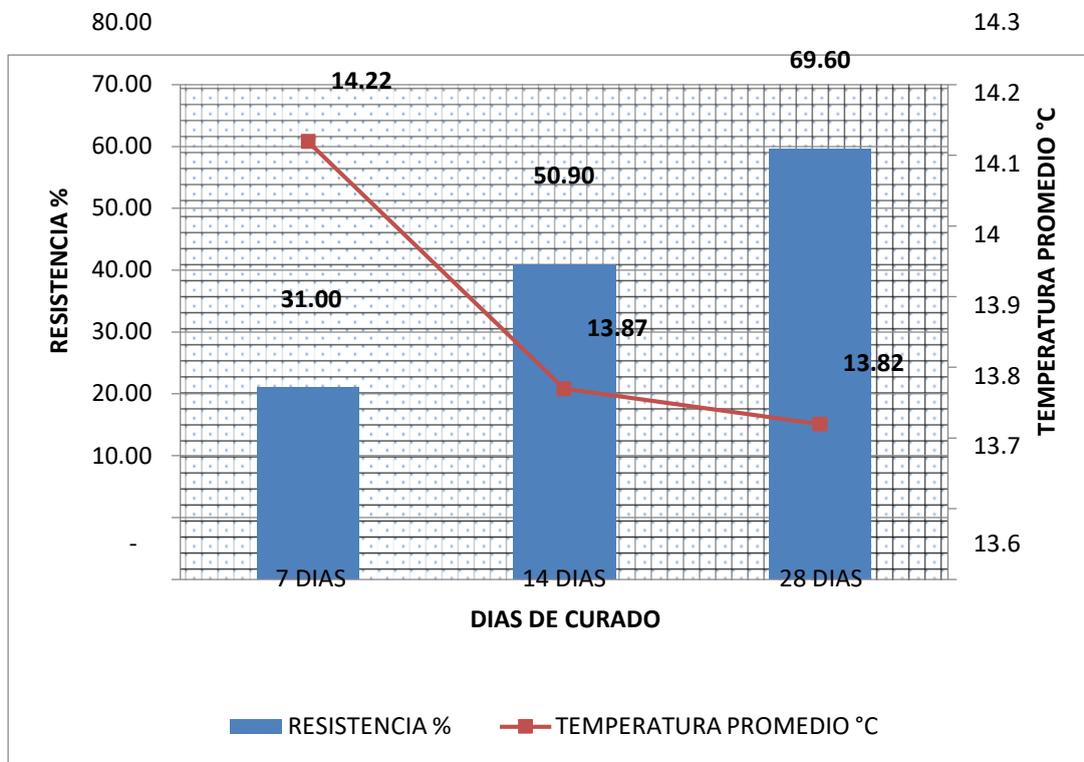
Se tuvo una casi elevada temperatura ambiental, muy baja humedad relativa y muy alta velocidad del viento por lo tanto la combinación de estos factores ocasionó problemas durante la fabricación, colocación, compactación y curado del concreto que pudieron afectar al comportamiento del concreto en estado endurecido y este a su vez en el desarrollo de la resistencia a compresión.

En el proceso de curado de las probetas de concreto no se mantuvieron sumergidos en un recipiente durante los 28 días, si no que se realizaban remojos por tiempo limitado de 15 minutos 3 veces al día, para que estos se asemejen más a las diversas estructuras que se tienen en obra; ya que se sabe mientras más contacto se tenga con el agua en el proceso de fraguado adquieren mayor resistencia a compresión. También por este motivo se obtuvo menor resistencia a compresión.

**TABLA 17: Resultados finales obtenidos en Catac**

EVOLUCION DEL CONCRETO EN CATAc			
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
RESISTENCIA %	31.00	50.90	69.60
TEMPERATURA PROMEDIO °C	14.22	13.87	13.82

Fuente: Elaboración Propia del Autor



**Figura 13:** resistencia a compresión y temperatura ambiental en Catac

Fuente: Elaboración Propia del Autor

En el gráfico se puede observar el proceso de evolución tardío de resistencia a compresión del concreto con respecto a las bajas temperaturas ambientales que se tuvo en la ciudad de Catac, esto debido a que la reacción química del cemento con el agua es un proceso exotérmico, las temperaturas bajas retardan los tiempos de fraguado del concreto, así como su endurecimiento y el desarrollo de resistencia a compresión del mismo; lo que resulta una reducción de la resistencia a compresión a edades tempranas y un incremento en resistencia a edades mayores.

La influencia que pudo tener las bajas temperaturas en las propiedades del concreto endurecido se reconoce en el reporte 306 del ACI 306 R-88 acerca del “Vaciado de Concreto a Bajas Temperaturas” que expresa: “Uno debe aprovechar las oportunidades proporcionadas por el clima frío para vaciar concreto a bajas temperaturas; el concreto vaciado a bajas temperaturas como en nuestro caso 13 °C se protegió contra el congelamiento y si se hubiera realizado un curado por largo tiempo aproximado 90 días, así se hubiera obtenido resistencias finales más altas y de mayor durabilidad.

También la baja resistencia a compresión se reflejó al tipo de curado que se tuvo en esta investigación ya que lo explicado en lo anterior se tenía que mantener un curado por mucho más tiempo para obtener una resistencia mayor; en este caso solo se curó 7, 14 y 28 días es por ello que las resistencias no fueron las óptimas.

## 5.- CONCLUSIONES

En conclusión se demostró parcialmente la hipótesis que dice “la resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  varía cuando es sometida a diferente temperatura ambiental en la zona sierra de Ancash (Catac – clima frío y Caraz – clima cálido), pues las resistencias obtenidas de las probetas de concreto expuestas al clima cálido fueron mayores a las probetas de concreto expuestas al clima frío; pero estos a su vez no llegaron a la resistencia requerida para el diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

Se pudo comprobar que el ensayo patrón (clima cálido) influye negativamente en la resistencia a la compresión del concreto.

- A los 7 días, se obtuvo solo un 54.20% ya que la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia a los 7 días normalmente se estima como un 75% de la resistencia a los 28 días; por lo tanto no cumple con lo estandarizado.
- A los 14 días, se obtuvo un 65.30%, en este periodo se estima un 90% de la resistencia a los 28 días; por lo tanto nuevamente no cumple con lo estandarizado.
- A los 28 días, se obtuvo una resistencia a la compresión de 94.30%, a esta edad se debería de tener ya un 100% y no se llegó a dicha resistencia requerida.

Y a su vez también se demostró que el clima frío influye también negativamente en la resistencia a la compresión del concreto en forma muy significativa.

- A los 7 días, se obtuvo solo un 31.00% ya que la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia a los 7 días normalmente se estima como un 75% de la resistencia a los 28 días; por lo tanto, no cumple con lo estandarizado.
- A los 14 días, se obtuvo un 50.90%, en este periodo se estima un 90% de la resistencia a los 28 días; por lo tanto, nuevamente no cumple con lo estandarizado.
- A los 28 días, se obtuvo una resistencia a la compresión de 69.60%, a esta edad se debería de tener ya un 100% y no se llegó a dicha resistencia requerida por lo tanto si este concreto se tendría en obra se tendría que tomar decisiones por el supervisor.

Se logró demostrar también que el proceso de curado que se realizó en forma natural, es decir en las propias condiciones en las que estaría cualquier tipo de estructura de concreto llegó a afectar notoriamente en el proceso de endurecimiento del concreto.

Por lo tanto no se llegó a obtener la resistencia a la compresión ya que los climas extremos afectan notoriamente el proceso de endurecimiento del concreto.

Con respecto a los datos de temperatura obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se encuentra una diferencia a los datos obtenidos en cada zona de estudio (ver anexo 6) ya que se debe a la distancia y altitud que se encuentra la estación de meteorología a los puntos de zonas de estudio.

## **6.- RECOMENDACIONES**

Se recomienda planear con anticipación los vaciados en los climas fríos, substratos congelados ya que se tendría resultados desfavorables con respecto a la obtención de la resistencia a la compresión.

Así mismo se tiene que prevenir el congelamiento y el fraguado rápido del concreto.

De igual manera se recomienda también utilizar agregados de buena calidad con valores estandarizados, regirse a la dosificación para la elaboración del concreto obtenidas en el diseño de mezclas.

De igual forma dar la máxima importancia al curado del concreto teniendo en cuenta las temperaturas ambientales porque influyen notoriamente en forma negativa en el proceso de endurecimiento del concreto y este a su vez a la resistencia de compresión.

Se invita la utilización de esta investigación para futuros estudios que puedan realizar aportes importantes para la mejora del concreto y no tener factores que influyan negativamente a la resistencia a la compresión de las diferentes estructuras del concreto.

## **7.- DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, a mi hijo Sammir, a mi esposa, a mi padre, mi madre, hermanos y amigos por su apoyo incondicional para poder cristalizar mi sueño anhelado.

**Max C.**

## **8.- AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad San Pedro, por brindarme el apoyo necesario en mi formación profesional.

A Yuvery Roque Mejía por su apoyo incondicional y la confianza que me transmitió para poder lograr este proyecto.

y en especial agradecimiento al Ing. Miguel Solar Jara, Asesor de Tesis, por su aporte para la realización de este trabajo.

**Max C.**

## 9.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM C 494(2019) “*Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*”. American Society for Testing and Materials. United State of American.
- ASTM C 1017 (2019) “*Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete*”. United State of American
- ACI 228, 1R-95 (2016), *Manual of Concrete Practice*, American Concrete Institute. United State of American.
- Gómez Jurado J. (1997) *Tecnología y Propiedades del Concreto*. Editorial Sarria.
- Gonzales, P., & Mendoza, I. (2016). *Evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitucion parcial del cemento en la ciudad de Arequipa* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa, Arequipa, Peru
- MTC. (2006) *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima Naville (1989) *Tecnología del concreto* (tomos I;I;II,) Instituto mejicano del cemento y del concreto. Editorial Limusa S;A. Mexico.
- Ortiz Lozano J.(2005) *Colocación de concreto en clima cálido*. Tesis Doctoral del Estudio Experimental sobre la Influencia de la Temperatura ambiental en la Resistencia del Concreto
- Pascal Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología de concreto en el Perú*. Colegio de Ingenieros Segunda Edicion. Perú.
- Rivas Lopez E. (2005) *Concreto de Materiales, Diseño y aplicaciones y Durabilidad del concreto*
- Rohan, S. (2016). a study on strength parameters of partially replacement of cement by fly ash and activated fly ash concrete. *International journal of engineering and techonology*, 05(09), 2278-2282. Obtenido de <https://www.ijert.org/research/a-study-on-strengthparameters-of-partially-replacement-of-cement-by-fly-ash-and-activated-fly-ash-concreteIJERTV5IS090099.pdf>

### PAGINA DE INTERNET

- <http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/07/aditivos-aspectos-generales.html>(Fecha de consulta: 16/04/2016, 11:24 hrs.)
- <http://prezi.com/jxns3boncrs/concreto-aditivos/>(Fecha de consulta: 05/06/2016, 16:32 hrs.)
- [www.james.instruments.com](http://www.james.instruments.com),[www.nondestructivetest.com](http://www.nondestructivetest.com)(Fecha de consulta: 17/05/2016, 16:32 hrs.)
- [es.wikipedia.org/wiki/Parque\\_Nacional\\_Huascarán](http://es.wikipedia.org/wiki/Parque_Nacional_Huascarán) (Fecha de consulta: 12/06/2016, 09:54 hrs.)

## **ANEXO N° 01**

**PANEL FOTOGRAFICO:**

**1.- ANALISIS GRANULOMETRICO**

1.1.- Agregados



1.2.- tamiz



1.3.- Peso de material



1.4.- Lavado del material



1.5.- Secado de material



1.6.- Peso de material seco



## **2.- CONTROL DE TEMPERATURA**

### **2.1.- Cemento**



### **2.2.- Agregado Fino**



### **2.3.- Agregado Grueso**



### **2.4.- Agua**



## **3.- ASENTAMIENTO**

### **3.1.- Asentamiento**



### **3.2.- Slump**



**4.- PREPARACION DEL CONCRETO**



## 5.- CURADO DEL CONCRETO



*Toma de datos de temperatura de curado.*

## 6.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS

### 6.1.- Colocación de Probeta



### 6.2.- Apisonamiento



6.3.- Probetas Fisuradas



## **ANEXO N° 02**



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

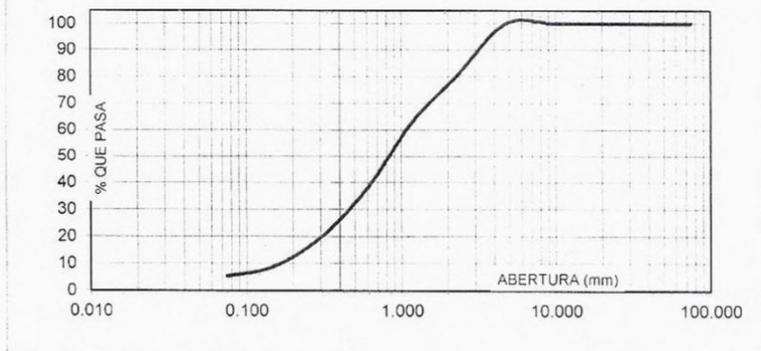
SOLICITA : Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'c-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIJO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIHUANCA MATERIAL : AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2100
PESO SECO LAVADO	1986.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	113.50

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	395.40	18.83	18.83	81.17
N° 16	1.180	379.10	18.05	36.88	63.12
N° 30	0.600	530.40	25.26	62.14	37.86
N° 50	0.300	381.90	18.19	80.32	19.68
N° 100	0.150	224.50	10.69	91.01	8.99
N° 200	0.075	75.20	3.58	94.60	5.40
PLATO		113.50	5.40	100.00	0.00
TOTAL		2100.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 8"  
 MODULO DE FINEZA : 2.9  
 HUMEDAD : 0.63%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Tarma - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huanan Giraldo  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : Bach: **CORDOVA DURAND MAX JUNIOR**  
OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'c-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
LUGAR : TARICA (PARIAHUANCA- CARHUAZ ANCASH  
FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIAHUANCA MATERIAL : AGREGADO FINO

ENSAYO N°	01	02
Peso de tara + MH	560.00	560.00
Peso de tara + MS	556.50	556.50
Peso de tara	0.00	0.00
Peso de agua	3.50	3.50
MS	556.50	556.50
Contenido humedad (%)	0.63	0.63
(%) Promedio	0.63	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Ensayo de Materiales  
*Jhonny S. Huaman Giraldo*  
Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo  
JEFE



## PESO UNITARIO SUELTO

SOLICITA : Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'C-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIHUANCA MATERIAL : AGREGADO FINO

ENSAYO N°	01	02	3
Peso molde + muestra	7905	7895	7880
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4479	4469	4454
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1613	1610	1604
PESO UNITARIO PROMEDIO	1612		
		4827	1609

## PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso molde + muestra	8270	8285	8265
Peso de molde	3426	3426	3426
Peso de muestra	4844	4859	4839
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1745	1750	1743
PESO UNITARIO PROMEDIO	1748		

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C-29

NOTA: La muestra fue traída por el interesado a este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Girardo  
 JEFE



## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

SOLICITA : Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F/C-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIHUANCA MATERIAL : AGREGADO FINO

A	:	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00
B	:	Peso de picnometro + agua	655.90
C=A+B	:		955.90
D	:	Peso de picnometro + agua + material	843.00
E=C-D	:	Volumen de masa + volumen de vacios	112.90
F	:	Peso de material seco en estufa (105°)	296.00
G=E-(A-F)	:	Volumen de masa	108.90

ABSORCION(%):  $((A-F)/F) \times 100$  1.35

P.e. Bulk (Base Seca) =	F/E	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.622</span>	CONCRETO
P.e. Bulk (Base Saturada) =	A/E	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.657</span>	
P.e. Aparente (Base Seca) =	F/G	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.718</span>	

NOTA: La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman G. J  
 JEFE

## **ANEXO N° 03**



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

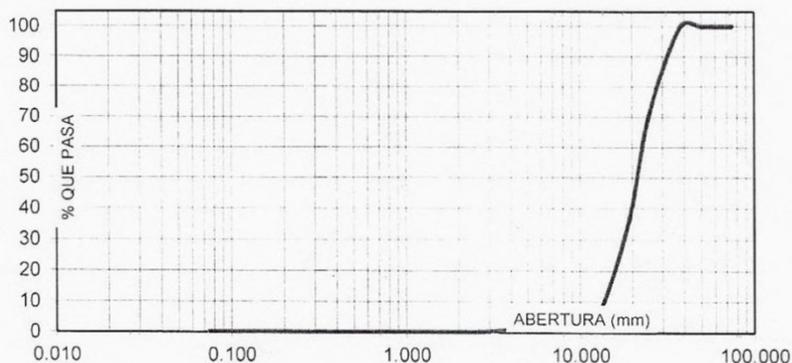
SOLICITA : **Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR**  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'C-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIAHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIAHUANCA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	3400
PESO SECO LAVADO	3395.50
PESO PERDIDO POR LAVADO	4.50

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
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	998.50	29.37	29.37	70.63
3/4"	19.000	1198.50	35.25	64.62	35.38
1/2"	12.500	1050.00	30.88	95.50	4.50
3/8"	9.500	100.00	2.94	98.44	1.56
N° 4	4.750	11.50	0.34	98.78	1.22
N° 8	2.360	37.00	1.09	99.87	0.13
N° 16	1.180	0.00	0.00	99.87	0.13
N° 30	0.600	0.00	0.00	99.87	0.13
N° 50	0.300	0.00	0.00	99.87	0.13
N° 100	0.150	0.00	0.00	99.87	0.13
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.87	0.13
PLATO		4.50	0.13	100.00	0.00
TOTAL		3400.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1"  
 MODULO DE FINEZA : 7.61  
 HUMEDAD : 0.60%

**CURVA GRANULOMETRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 HUANCAHUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
 Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo  
 JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## CONTENIDO DE HUMEDAD

SOLICITA : **Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR**  
OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'c-  
210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC  
(CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
LUGAR : TARICA (PARIHUANCA- CARHUAZ ANCASH  
FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIHUANCA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

ENSAYO N°	01	02
Peso de tara + MH	1000.00	1000.00
Peso de tara + MS	998.00	998.00
Peso de tara	0.00	0.00
Peso de agua	6.00	6.00
MS	998.00	998.00
Contenido humedad (%)	0.60	0.60
(%) Promedio	0.60	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo  
JEFE



**USP**  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## PESOS UNITARIOS

SOLICITA : **Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR**  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'C-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIAHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIAHUANCA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

### PESO UNITARIO SUELTO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	20380	20360	20375
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	15047	14997	15042
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1611	1606	1610
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>	<b>1609</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

ENSAYO N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	21150	21170	21165
Peso de molde	5333	5333	5333
Peso de muestra	15817	15837	15832
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1693	1695	1694
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO</b>		<b>1694</b>	

**ESPECIFICACIONES:** El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C-29

**NOTA:** La muestra fue traída por el interesado a este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo  
JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION  
DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : **Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR**  
 OBRA : ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'c-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIO) Y CARAZ (CLIMA CÁLIDO) – ANCASH 2016  
 LUGAR : TARICA (PARIAHUANCA- CARHUAZ ANCASH)  
 FECHA : 26/07/2016 CANTERA : PARIAHUANCA MATERIAL : AGREGADO GRUESO

A	:	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1721.00
B	:	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	1088.80
C=A-B	:	Volumen de masa+volumen de vacios	632.20
D	:	peso de material seco en estufa (105°)	1710.00
E=C-(A-D)	:	Volumen de masa	621.20

ABSORCION(%): ((A-D/D)X100) 0.64

P.e. Bulk (Base Seca) =	D/C	2.705	
P.e. Bulk (Base Saturada) =	A/C	2.722	CONCRETO
P.e. Aparente (Base Seca) =	D/E	2.753	

NOTA: La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
 Ensayo de Materiales  
 Ing. Jhonny S. Huaman/Girálto  
 JEFE

## **ANEXO N° 04**



## DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA: C Bach: CORDOVA DURAND MAX JUNIOR

LUGAR: LABORATORIO USP-HUARAZ

FECHA : 21/07/16 CANTERA PARIÁ HUANCA

### DATOS:

F'c	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Agreg. Grueso</b>			
Humedad Total	=	0.20%	
% Absorción:	=	0.64%	
<b>Agreg. Fino</b>			
Humedad Total	=	0.63%	
% Absorción:	=	1.35%	
Asentamiento max.	=	3 pulg.	..... TABLA A
Tamaño Max. Agregado grueso	=	1 1/2" pulg.	Laboratorio
Peso Concreto	=	2420 kg/m <sup>3</sup>	..... TABLA F
Modulo Fineza	=	2.89	Laboratorio
p.u.s.c	=	1608 kg/m <sup>3</sup>	
Vol. Agr. Grueso Seco Comp. (m <sup>3</sup> )		0.66	..... TABLA E
Agua Mezclado	=	193 Kg/m <sup>3</sup>	..... TABLA B
K	=	1.15	..... TABLA C
F'cr (Diseño)	=	210 Kg/cm <sup>2</sup>	

### RELACION AGUA CEMENTO

210	0.58	sin aire incorporado
294	0.51	sin aire incorporado

a/c	=	0.58
Contenido Cemento	=	332.76 Kg/m <sup>3</sup>
		<b>7.83</b> bolsas
Cont. Agreg. Grueso	=	1061.28 Kg
Cont. Agreg. Fino	=	832.96 Kg

Ajuste por humedad del peso de los agregados:

Peso Agreg. Grueso Húmedo	=	1063.403
Peso Agreg. Grueso Fino	=	838.209
Agua en Agreg. Grueso	=	-4.678971
Agua en Agreg. Fino	=	-6.035105
Agua de Mezclado Neta	=	203.71



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Gilardo  
JEFE





# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

### DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE (1m3 Concreto):

Cemento	=	332.76 Kg. 7.83 bls
Agreg Grueso	=	1063.403 Kg.
Agreg Fino	=	838.209 Kg.
Agua de Mezclado	=	203.71 Kg.

### DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE (1m3 Concreto):

Partiendo de os resultados obtenidos y conocidos los pesos unitarios saturados:

Cemento	=	1500 Kg/m3
Agreg. Grueso	=	1608 Kg/m3
Agreg. Fino	=	1748 Kg/m3

Se tiene:

Cemento	=	332.76 Kg/m3 7.83 bls
Agreg. Grueso	=	0.66 m3
Agreg. Fino	=	0.48 m3
Agua de Mezclado	=	0.204 m3

< >

0.222 m3

### La proporción c : a : p será:

1 : 2.16 : 3.0 / en volumen

### CANTIDAD DE MATERIAL PARA PROBETA DE CONCRETO

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	1.92	Kg
PIEDRA CHANCADA	6.27	Kg
ARENA GRUESA	4.30	Kg
AGUA	1.06	Kg



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Centro de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Cirildo  
JEFE



## **ANEXO N° 05**



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS DE LA U.S.P. - HUARAZ	
SOLICITANTE	BACH. CORDOVA DURAND MAX JUNIOR
PROYECTO	"ESTUDIO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UN CONCRETO F'C-210KG/CM2 ELABORADO Y CURADO A DIFERENTE TEMPERATURA AMBIENTAL: CATAC (CLIMA FRIJO) Y CARAZ (CLIMA CALIDO) - ANCASH 2016"
FECHA	N° PROBETAS : 18 UND.
LUGAR DE EN LABORATORIO U.S.P. - HZ	LUGAR DE ESTUDIO : CARAZ - CATAC

## RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C = 210 Kg/Cm2

DISEÑO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

REG. N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	LUGAR	HORA	FECHA		EDAD (Dias)	AREA DE PROBETA (cm <sup>2</sup> )	SLUMP (pulg)	LECTURA DIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO 2 VALORES (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
					MOLDEO	ROTURA								
CZ-001	Varios	Probeta	Caraz	04:32 p.m.	27/08/2016	02/09/2016	7	176.3	3	21294.0	120.8	113.9	54.2%	-45.8%
CZ-002					27/08/2016	02/09/2016	7	175.2		19847.0	113.3			
CZ-003			Caraz	05:08 p.m.	27/08/2016	02/09/2016	7	176.1	3	18956.0	107.6	65.2	31.0%	-69.0%
CT-001					27/08/2016	02/09/2016	7	174.4		11320.0	64.9			
CT-002			Catac	11:55 a.m.	27/08/2016	02/09/2016	7	176.1	3	10867.0	61.7	65.2	31.0%	-69.0%
CT-003					27/08/2016	02/09/2016	7	174.6		12035.0	68.9			

### CARAZ

n	3
Xp	113.9
MIN	107.6
MAX	120.8
DESV. ESTANDAR	6.6
VARIANZA	43.4
COEF. VARIACION	5.79

### CATAC

n	3
Xp	65.2
MIN	61.7
MAX	68.9
DESV. ESTANDAR	3.6
VARIANZA	13.1
COEF. VARIACION	5.55

DISEÑO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

REG. N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	LUGAR	HORA	FECHA		EDAD (Dias)	AREA DE PROBETA (cm <sup>2</sup> )	SLUMP (pulg)	LECTURA DIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO 2 VALORES (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
					MOLDEO	ROTURA								
CZ-004	Varios	Probeta	Caraz	02:34 p.m.	27/08/2016	09/09/2016	14	176.7	3	23790.0	134.6	137.2	65.3%	-34.7%
CZ-005					27/08/2016	09/09/2016	14	174.8		26190.0	149.8			
CZ-006			Caraz	03:22 p.m.	27/08/2016	09/09/2016	14	175.3	3	22290.0	127.2	107.0	50.9%	-49.1%
CT-004					27/08/2016	09/09/2016	14	174.9		19180.0	109.7			
CT-005			Catac	04:18 p.m.	27/08/2016	09/09/2016	14	173.8	3	17280.0	99.4	107.0	50.9%	-49.1%
CT-006					27/08/2016	09/09/2016	14	175.5		19630.0	111.9			

### CARAZ

n	3
Xp	137.2
MIN	127.2
MAX	149.8
DESV. ESTANDAR	11.6
VARIANZA	133.5
COEF. VARIACION	8.42

### CATAC

n	3
Xp	107.0
MIN	99.4
MAX	111.9
DESV. ESTANDAR	6.6
VARIANZA	44.0
COEF. VARIACION	6.20

DISEÑO f'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

REG. N°	ESTRUCTURA	ELEMENTO	LUGAR	HORA	FECHA		EDAD (Dias)	AREA DE PROBETA (cm <sup>2</sup> )	SLUMP (pulg)	LECTURA DIAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	PROMEDIO 2 VALORES (Kg/cm <sup>2</sup> )	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
					MOLDEO	ROTURA								
CZ-007	Varios	Probeta	Caraz	10:46 a.m.	27/08/2016	23/09/2016	28	175.9	3	34900.0	198.4	198.1	94.3%	-5.7%
CZ-008					27/08/2016	23/09/2016	28	176.2		33280.0	188.9			
CZ-009			Caraz	11:25 a.m.	27/08/2016	23/09/2016	28	176.4	3	36530.0	207.1	146.2	69.6%	-30.4%
CT-007					27/08/2016	23/09/2016	28	174.1		26470.0	152.0			
CT-008			Catac	12:15 a.m.	27/08/2016	23/09/2016	28	175.6	3	25880.0	147.4	146.2	69.6%	-30.4%
CT-009					27/08/2016	23/09/2016	28	174.4		24280.0	139.2			

### CARAZ

n	3
Xp	198.1
MIN	188.9
MAX	207.1
DESV. ESTANDAR	9.1
VARIANZA	83.0
COEF. VARIACION	4.60

### CATAC

n	3
Xp	146.2
MIN	139.2
MAX	152.0
DESV. ESTANDAR	6.5
VARIANZA	42.1
COEF. VARIACION	4.44

NOTA: La muestra fue traída por el interesado a este laboratorio



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y  
Ensayo de Materiales

Ing. Jhonny S. Huaman Giraldo  
JEFE  
CIP: 85577

## **ANEXO N° 06**



## DATOS DE TEMPERATURA



**PROYECTO: "Resistencia a la compresión de un concreto F'c=210 Kg/Cm2 elaborado y curado a diferentes temperaturas ambientales, Ancash 2016"**

**SOLICITA:** Bach. CORDOVA DURAND MAX JUNIOR

**LUGAR:** CARAZ - CATAZ

**FECHA INICIAL:** 27/08/2016      **FECHA FINAL:** 23/09/2016

CARAZ				CATAZ			
FECHA		PROMEDIO PARCIAL DE T°	PROMEDIO TOTAL DE T°	FECHA		PROMEDIO PARCIAL DE T°	PROMEDIO TOTAL DE T°
DIA	TEMPERATURA °C			DIA	TEMPERATURA °C		
27/08/2016	24.45	26.79		27/08/2016	13.65	14.07	
	28.82				17.11		
	27.09				11.44		
28/08/2016	26.91	27.15		28/08/2016	12.56	13.85	
	29.32				16.66		
	25.22				12.33		
29/08/2016	26.56	26.82		29/08/2016	12.32	14.74	
	28.29				18.46		
	25.60				13.45		
30/08/2016	25.83	26.74		30/08/2016	12.34	13.56	
	29.92				16.22		
	24.48				12.12		
31/08/2016	24.94	26.31		31/08/2016	13.60	14.54	
	28.10				16.33		
	25.90				13.70		
01/09/2016	24.98	26.03		01/09/2016	13.45	14.62	
	28.40				17.43		
	24.70				12.98		
02/09/2016	26.80	28.03		02/09/2016	14.12	14.18	
	32.90				16.32		
	24.40				12.11		
03/09/2016	24.70	26.33		03/09/2016	15.50	14.13	
	28.98				15.43		
	25.32				11.45		
04/09/2016	26.76	27.37		04/09/2016	14.10	14.05	
	29.87				15.44		
	25.47				12.60		
05/09/2016	28.65	27.87		05/09/2016	15.43	14.62	
	30.30				18.20		
	24.65				10.23		
06/09/2016	25.79	26.33		06/09/2016	13.23	12.52	
	29.70				14.32		
	23.50				10.01		
07/09/2016	27.77	28.25		07/09/2016	12.44	12.76	
	32.78				16.43		
	24.20				9.40		
08/09/2016	27.26	27.85		08/09/2016	10.34	13.05	
	30.70				16.37		
	25.60				12.43		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Huaraz  
**LUIS SAENZIZAGAL VELA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 RFG - CIP N° 157724

09/09/2016	27.56	28.35
	31.80	
	25.70	
10/09/2016	25.80	26.27
	29.71	
	23.30	
11/09/2016	24.76	26.39
	29.91	
	24.50	
12/09/2016	24.80	25.59
	28.65	
	23.31	
13/09/2016	27.44	27.27
	30.05	
	24.32	
14/09/2016	27.40	28.00
	32.66	
	23.93	
15/09/2016	26.89	27.86
	34.89	
	21.80	
16/09/2016	27.87	28.86
	33.21	
	25.50	
17/09/2016	26.11	27.11
	29.80	
	25.42	
18/09/2016	26.09	26.08
	28.60	
	23.54	
19/09/2016	26.95	26.87
	29.87	
	23.78	
20/09/2016	24.79	26.32
	30.51	
	23.67	
21/09/2016	26.41	26.13
	28.43	
	23.56	
22/09/2016	24.38	26.39
	28.99	
	25.79	
23/09/2016	25.45	27.24
	29.02	
	25.78	

27.02

09/09/2016	13.00	13.51
	14.33	
	13.21	
10/09/2016	13.76	14.06
	15.87	
	12.56	
11/09/2016	14.98	13.17
	12.22	
	12.32	
12/09/2016	12.30	13.88
	16.90	
	12.43	
13/09/2016	12.56	13.00
	15.11	
	11.32	
14/09/2016	12.12	14.22
	17.32	
	13.23	
15/09/2016	14.21	14.36
	16.34	
	12.54	
16/09/2016	11.34	13.11
	15.76	
	12.23	
17/09/2016	13.60	13.46
	15.54	
	11.23	
18/09/2016	12.25	14.22
	16.76	
	13.65	
19/09/2016	12.65	15.06
	18.88	
	13.65	
20/09/2016	12.23	13.79
	18.90	
	10.23	
21/09/2016	11.50	12.90
	16.43	
	10.78	
22/09/2016	12.43	13.11
	16.90	
	10.00	
23/09/2016	12.43	14.33
	16.22	
	09.59	

13.82


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 Consejo Departamental Ancash - Muar  
  
**LUIS SABASTAGALA VELA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 RFG CIP N° 162224