



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Piere Andreé Saldaña Saldaña

Asesor:

M. Cs. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

La asesora y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Piere Andréé Saldaña Saldaña**, denominada:

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO COMPACTADO CON
RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”**

M. Cs. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero.
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga.
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Gerson Neri Quispe Rodríguez.
**JURADO
SECRETARIO**

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento.
**JURADO
VOCAL**

DEDICATORIA

A *Dios*, quién me dio fortaleza para la culminación de mi carrera profesional dándome fuerza para superar todo tipo de obstáculos.

A *mis padres* Fredy Fernando Saldaña Casanova y Nora Violeta Saldaña Salazar quienes me educaron, me apoyaron moral y económicamente.

A *mis abuelos* Federico y Rosa quienes siempre se preocuparon y me apoyaron siempre de manera incondicional.

A *mis hermanas*, ya que siempre me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer especialmente a Dios por brindarme una familia quien fue la fuente de apoyo constante e incondicional en toda esta etapa de mi carrera.

Agradecer a mis padres Fredy Fernando Saldaña Casanova y Nora Violeta Saldaña Salazar quienes me han acompañado y aconsejado a lo largo de mi carrera profesional, que sin su ayuda no hubiera sido imposible culminar mi profesión.

Agradecer a mi asesora M. Cs. Ing. Irene Del Rosario Ravines Azañero, por su gran apoyo, motivación y orientación para la culminación de mi Tesis, todos sus conocimientos han sido fundamentales para realizar la investigación.

Agradecer al director de carrera Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga, por su gran apoyo y orientación para la culminación de mi profesión.

Y finalmente agradezco a varios de mis amigos que estuvieron apoyándome de manera involuntaria en el proceso de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.viii
ÍNDICE DE GRAFICOS	¡Error! Marcador no definido.ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Realidad problemática.	12
1.2. Formulación del problema.	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Limitaciones.	13
1.5. Objetivos.	13
1.5.1. Objetivo General.....	13
1.5.2. Objetivos Específicos.	13
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases Teóricas	16
2.2.1. Concreto	16
2.2.2. Agregados.	18
2.2.3. Concreto compactado con rodillo.	19
2.2.4. Ensayos a realizar para el diseño de mezcla.....	20
2.2.5. Ensayo resistencia a la compresión.....	23
2.3. Formulación de la hipótesis.	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Operacionalización de variables.	25
3.2. Tipo de diseño de investigación.....	25
3.3. Material.	25
3.3.1. Unidad de estudio.....	25
3.3.2. Población.	25
3.3.3. Muestra.	25
3.4. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.	26
3.5. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.	27
3.5.1. Obtención de los agregados.....	27

3.5.2.	Ensayos realizados para la determinación de las propiedades del agregado fino y agregado grueso.....	28
3.5.3.	Procedimiento para el desarrollo de investigación.....	34
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS.....	49
4.1.	Propiedades de los Agregados.....	49
4.2.	Ensayo a compresión.....	49
CAPÍTULO 5.	DISCUSIÓN.....	57
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES.....	60
	REFERENCIAS.....	61
	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1: Tamaño de muestra del agregado.	21
Tabla Nº 2: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.	22
Tabla Nº 3: Resistencia a la compresión del concreto mínima (%) según día de ensayo.	23
Tabla Nº 4: Operacionalización de variables Dependiente	25
Tabla Nº 5: Operacionalización de variables Independiente	25
Tabla Nº 6: Cantidad de probetas.	26
Tabla Nº 7: Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.	26
Tabla Nº 8: Ubicación geográfica.	27
Tabla Nº 9: Propiedades físicas de los agregados en estudio.	49
Tabla Nº 10: Resistencia a compresión a los 7 días con probetas patrón.	49
Tabla Nº 11: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.	50
Tabla Nº 12: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.	50
Tabla Nº 13: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.	50
Tabla Nº 14: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 7 días.	50
Tabla Nº 15: Resistencia a compresión a los 14 días con probetas patrón.	51
Tabla Nº 16: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.	52
Tabla Nº 17: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.	52
Tabla Nº 18: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.	52
Tabla Nº 19: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 14 días.	52
Tabla Nº 20: Resistencia a compresión a los 28 días con probetas patrón.	53
Tabla Nº 21: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.	54
Tabla Nº 22: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.	54
Tabla Nº 23: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.	54
Tabla Nº 24: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 28 días.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Fotografía N° 1: Ubicación de la cantera Roca fuerte.	27
Fotografía N° 2: Fachada de la cantera Roca fuerte	27
Fotografía N° 3: Agregado fino de la cantera Roca Fuerte – Río Chonta.	34
Fotografía N° 4: Agregado grueso de la cantera Roca Fuerte – Río Chonta.	34
Fotografía N° 5: Realizando ensayo de contenido de humedad – agregado fino.	35
Fotografía N° 6: Realizando ensayo de granulometría– agregado fino.....	35
Fotografía N° 7: Pesado el porcentaje de agregado fino en cada malla.	36
Fotografía N° 8: Realizando ensayo peso unitario de agregado grueso.	36
Fotografía N° 9: Realizando ensayo de peso unitario de agregado grueso.	37
Fotografía N° 10: Realizando ensayo de cantidad de material fino que pasa por la malla N° 200.	37
Fotografía N° 11: Realizando ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.	38
Fotografía N° 12: Realizando ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos. ..	38
Fotografía N° 13: Realizando ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos. ..	39
Fotografía N° 14: Pesando el agregado grueso para realizar los especímenes patrón a los 28, 14 y 7 días.	40
Fotografía N° 15: Pesando el cemento para realizar los especímenes a los 28, 14 y 7 días.	40
Fotografía N° 16: Teniendo listo los agregados y cemento para realizar los especímenes.....	41
Fotografía N° 17: Agregando los materiales para realizar la mezcla de concreto.	41
Fotografía N° 18: Realizando el ensayo de slump.	42
Fotografía N° 19: Colocando la mezcla de concreto en los moldes cilíndricos previamente nombrados.....	42
Fotografía N° 20: Colocando 3 capas de la mezcla y por cada una con 25 golpes.	43
Fotografía N° 21: Realizando el vibrado de las probetas para cada uno de los tiempos.....	43
Fotografía N° 22: Realizando el vibrado de las probetas de 28, 14 y 7 días, por cada uno de 5, 10 y 15 segundos.	44
Fotografía N° 23: Realizando el vibrado de 10 segundos en la probeta.	44
Fotografía N° 24: Realizando el desencofrado de las probetas de 28, 14 y 7 días.	45
Fotografía N° 25: Colocando las probetas en agua para el proceso de curado.....	45
Fotografía N° 26: Midiendo el diámetro y la altura de cada probeta.	46
Fotografía N° 27: Realizando el ensayo de resistencia a compresión de cada probeta.....	46
Fotografía N° 28: Falla vertical de la probeta E1 – 10 seg.	47
Fotografía N° 29: Tomando datos de la deformación en la máquina a compresión de cada probeta.	47
Fotografía N° 30: Asesora ingeniera Irene Ravines Azañero supervisando la rotura de las probetas.	48
Fotografía N° 31: Ensayando espécimen supervisado por asesora ingeniera Irene Ravines Azañero y encargado de laboratorio Víctor Cuzco Minchan.	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 7 días para los diferentes tiempos de vibrado.	51
Gráfico N° 2: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 14 días para los diferentes tiempos de vibrado.	53
Gráfico N° 3: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 28 días para los diferentes tiempos de vibrado.	55
Gráfico N° 4: Esfuerzo promedio de probetas de concreto a la edad de 7,14 y 28 días.	56

RESUMEN

La presente tesis tiene; como objetivo determinar la resistencia a compresión de un concreto compactado con rodillo en diferentes tiempos de vibrado. Para este estudio se utilizó agregados de la cantera Roca Fuerte, ubicada en Baños del Inca y cemento Portland tipo I; se inició evaluando las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, de la cual se han analizado sus propiedades físicas determinándose que su granulometría está dentro de los límites de acuerdo a la norma ASTM C-33, su módulo de finura es 2.97, gravedad específica 2.82 gr/cm³, absorción 3.68%, peso unitario suelto 1636.31 Kg/m³, peso unitario compactado 1753.49 Kg/m³ y el contenido de humedad 8.84% para agregado fino, de la misma manera para agregado grueso su módulo de finura es 7.88, gravedad específica 2.66 gr/cm³, absorción 1.29%, peso unitario suelto 1443.78 Kg/m³, peso unitario compactado 1512.99 Kg/m³ y contenido de humedad 0.44%. Se realizó el diseño de concreto mediante la metodología combinación de agregados para un $f'c=280$ kg/cm² una muestra patrón y 3 muestras adicionales a tres tiempos diferentes de vibrado 5 seg., 10seg. y 15 seg. evaluados en 3 periodos de curado 7, 14 y 28 días; determinándose que a 7 días de curado la resistencia alcanzada fue de 244.45 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 281.03 kg/cm², al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 5 seg., 292.52 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 10 seg. y por último 299.65 kg/cm² con un vibrocompactado de 15 seg.; para en un tiempo de curado de 14 días la resistencia alcanzada fue de 287.00 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 298.40 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 5 seg., 303.84 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 10 seg. y por último 327.15 kg/cm² con un vibrocompactado de 15 seg. y para en un tiempo de curado de 28 días la resistencia alcanzada fue de 320.84 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 337.15 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 5 seg., 343.94 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 10 seg. y por último 357.25 kg/cm² con un vibrocompactado de 15 seg. Concluyendo que a mayor tiempo de vibrado aumenta la resistencia a compresión axial, la cual para una edad de 28 días de curado se incrementa 11.35% su resistencia logrando incluso superar la resistencia a compresión axial de la probeta patrón.

ABSTRACT

The present thesis has; as an objective to determine the compressive strength of a concrete compacted with a roller at different vibration times. For this study, aggregates from the Roca Fuerte quarry, located in Baños del Inca and Portland cement type I, were used; was started by evaluating the physical and mechanical properties of the aggregates, from which their physical properties have been analyzed, determining that their granulometry is within the limits according to the ASTM C-33 standard, its fineness modulus is 2.97, specific gravity 2.82 gr / cm³, absorption 3.68%, loose unit weight 1636.31 Kg / m³, compacted unit weight 1753.49 Kg / m³ and moisture content 8.84% for fine aggregate, in the same way for coarse aggregate its fineness modulus is 7.88, specific gravity 2.66 gr / cm³, absorption 1.29%, loose unit weight 1443.78 Kg / m³, compacted unit weight 1512.99 Kg / m³ and moisture content 0.44%. The concrete design was carried out using the combination of aggregates methodology for a $f'c = 280$ kg / cm² a standard sample and 3 additional samples at three different times of vibration 5 sec., 10sec. and 15 sec. evaluated in 3 healing periods 7, 14 and 28 days; determining that after 7 days of curing the resistance reached was 244.45 kg / cm² with a vibration time of 0 sec. ; 281.03 kg / cm², when using vibrocompaction in a time of 5 sec., 292.52 kg / cm² when using vibrocompaction in a time of 10 sec. and finally 299.65 kg / cm² with a vibrocompacted 15 sec. ; for a curing time of 14 days the resistance reached was 287.00 kg / cm² with a vibration time of 0 sec. ; 298.40 kg / cm² when using vibrocompaction in a time of 5 sec., 303.84 kg / cm² when using vibrocompaction in a time of 10 sec. and finally 327.15 kg / cm² with a vibrocompacted 15 sec. and for a curing time of 28 days the resistance reached was 320.84 kg / cm² with a vibration time of 0 sec. ; 337.15 kg / cm² when using vibrocompaction in a time of 5 sec., 343.94 kg / cm² when using vibrocompaction in a time of 10 sec. and finally 357.25 kg / cm² with a vibrocompacted 15 sec. Concluding that the greater the time of vibration the resistance to axial compression increases, which for an age of 28 days of curing increases its resistance by 11.35%, even exceeding the resistance to axial compression of the standard specimen.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Hace más de 100 años se construye el primer pavimento de concreto los diseños de mezcla se basan en reglas prácticas, y para su construcción se empleaban equipos rudimentarios que compactaban la superficie de la mejor manera posible debido a que no se conocía la vibración. Transcurren los años y la ciencia avanza, y se conoce la vibración para concreto, siendo relegada la compactación debido a que los equipos disponibles de la época no lograban la calidad deseada comparada con los de vibración (Palomares, 1998).

La calidad del concreto es un factor determinante en la seguridad de una estructura, pero ésta no se obtiene únicamente de un concreto diseñado de mezcla para una obra, los resultados de laboratorio muestran variaciones considerables en la resistencia de un concreto hecho bajo el mismo diseño (Absalón & Salas, 2008).

Se puede aludir que desde estudios iniciales de Gilkey, en 1923 se dejó de considerar al agregado como material inerte de relieve cuida aplicación permitía disminuir el costo de la unidad cúbica del concreto el agregado debido a sus propiedades físicas, tiene influencia determinante sobre las propiedades del concreto especialmente su resistencia durabilidad. Así garantizamos que los agregados son los mayores contribuyentes del concreto no son críticos para el comportamiento de este tanto como su estado fresco como endurecido (Rivva, 2013).

Teniendo en consideración ya lo mencionado debe haber o un adecuado control en la calidad y selección de los agregados ya qué se debe tener presente que sus propiedades difieren considerablemente de una de otra. Cada una puede variar en la mineralogía de sus componentes o condiciones físicas de sus partículas tales como la distribución de tamaños la forma y la textura para obtener un efecto positivo en el comportamiento del concreto, es necesario realizar adecuadamente los ensayos de los agregados (Absalón & Salas, 2008).

Por tal razón, se plantea la necesidad de desarrollar esta investigación encaminada a determinar la variación del tiempo de vibración adecuado para determinar la influencia en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto según el método utilizado para el llenado de cilindros, además de evaluar y comparar otras propiedades que son relevantes en la especificación de un concreto.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto compactado en tres tiempos de vibrado 5, 10 y 15 segundos?

1.3. Justificación.

- **Justificación teórica.** Se ha demostrado, según la física la teoría de vibración, que señala que a mayor vibración de las partículas de una mezcla habrá una mayor unión de estas fortaleciendo la sustancia final, este mismo principio se aplica al concreto, sin embargo, este es poco utilizado en la zona de Cajamarca por falta de conocimiento sobre el tema; esta es una razón para el desarrollo del proyecto.
- **Justificación aplicativa o práctica.** El mayor problema en las construcciones es la falta de resistencia del concreto causando que fallen las estructuras es por esto que aplicando el principio teórico, al aumentar las vibraciones se aumentara la unión mejorando la resistencia, pudiendo aplicar a la práctica.
- **Justificación valorativa.** La investigación servirá para saber si este proceso es más eficiente con respecto al proceso constructivo del concreto convencional, con un bajo incremento en el valor de la construcción, se mejorará la durabilidad de la estructura.
- **Justificación académica.** La presente investigación sirve como guía para ciclos posteriores, como aplicación en ensayos prácticos para alumnos y profesionales que se interesen en este tema.

1.4. Limitaciones.

El diseño de mezcla que se aplica para esta investigación es de un $f'c$ de 280 kg/cm².

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo General.

Evaluar la resistencia a la compresión de un concreto compactado, en tres tiempos de vibrado 5, 10 y 15 segundos.

1.5.2. Objetivos Específicos.

1. Determinar las propiedades físico mecánicas granulometría, peso unitario, peso específico, contenido de humedad de los agregados utilizados.
2. Diseño de una mezcla de concreto de 280 kg/cm² según el método combinación de agregados, al variar los tiempos de vibrado, en tiempos de 5 seg ,10 seg y 15 seg.
3. Comparar la resistencia a compresión axial del concreto patrón con los especímenes evaluados a diferentes tiempos de vibrado.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- Baños, Flores, & Santos (2012) en su tesis denominada "Evaluación y comparación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto compactado con rodillo, utilizando para la elaboración de especímenes la mesa vibratoria de acuerdo a la norma ASTM C 1176 y el martillo vibrocompactador de acuerdo a la norma ASTM C 1435" elaboró especímenes de CCR para el ensayo a la compresión, utilizando las practicas descritas en la ASTM C 1176 y ASTM C 1425, es decir Practica Estándar para la elaboración de Cilindros de Concreto Compactado con Rodillo utilizando El Martillo Vibro compactador respectivamente y La Mesa Vibratoria respectivamente. Para este último, se elaboraron 120 especímenes para cada una de las edades de 7, 28 y 56 días y para cada edad se elaboraron especímenes con una relación a/c de 0.47 y 0.48, el tiempo de vibrado para cada cilindro fue de 10 segundos. Previamente se realizaron los ensayos para diseño de mezcla obteniendo una absorción para el Agregado Grueso de 2.20% y para el Agregado Fino de 4.20%, el peso volumétrico suelto del Agregado Grueso fue de 1.406 kg/m³, el peso volumétrico varillado para el Agregado Grueso fue de 1.528 kg/m³ y el Módulo de finura del Agregado Fino fue de 2.4.

Finalmente, los resultados que se obtuvieron del método con la Mesa vibratoria realizando el ensayo de resistencia a compresión fueron: Para una r a/c de 0.47 a los 7 días fue de 273.41 kg/cm², para 28 días fue de 387.89 y para los 56 días fue de 432.65 kg/cm², para una r a/c de 0.48 a los 7 días fue de 256.13 kg/cm², para 28 días fue de 364.36 kg/cm² y para 56 días fue de 424.24 kg/cm².

El autor concluye que al disminuir la relación a/c obtenemos mejores resultados en resistencia a compresión al igual que aumentado los días de curado, pero en comparación con el método de Martillo Vibrocompactador se obtiene resultados bajos en comparación con el método de Mesa Vibratoria.

- Molina (2012) en su tesis titulada "Adición de ceniza de cascarilla de arroz en hormigón (concreto) compactado con rodillo" elaboró probetas cilíndricas utilizando Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA) en diferentes porcentajes 4, 8, 12, 16 y 20% para realizar el método de Concreto Compactado con rodillo en tres capas con un martillo vibratorio, para finalmente evaluar la resistencia a compresión, estas probetas fueron evaluadas a edades de 3, 7, 14, 28 y 90 días.

Los resultados fueron: para una muestra patrón de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 326.309 kg/cm², para 7 días se obtuvo 384.43 kg/cm², para 14 días se obtuvo 418.08 kg/cm², para 28 días se obtuvo 451.73 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo 469.069 kg/cm²; para una CCR+4%CCA de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 336.50 kg/cm², para 7 días se obtuvo 396.66 kg/cm², para 14 días se obtuvo 423.18 kg/cm², para 28 días se obtuvo 461.93 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo

509.85 kg/cm²; para una CCR+8%CCA de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 312.03 kg/cm², para 7 días se obtuvo 382.39 kg/cm², para 14 días se obtuvo 410.94 kg/cm², para 28 días se obtuvo 434.34 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo 448.67 kg/cm²; para una CCR+12%CCA de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 281.44 kg/cm², para 7 días se obtuvo 344.66 kg/cm², para 14 días se obtuvo 386.47 kg/cm², para 28 días se obtuvo 405.84 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo 469.06 kg/cm²; para una CCR+16%CCA de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 280.42 kg/cm², para 7 días se obtuvo 333.447 kg/cm², para 14 días se obtuvo 364.08 kg/cm², para 28 días se obtuvo 400.74 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo 433.37 kg/cm²; para una CCR+20%CCA de 3 días de curado se obtuvo una resistencia a compresión de 280.42 kg/cm², para 7 días se obtuvo 325.28 kg/cm², para 14 días se obtuvo 351.80kg/cm², para 28 días se obtuvo 398.70 kg/cm² y para una edad de 90 días se obtuvo 412.98 kg/cm².

El autor concluye que la adición de 4% de CCA produjo los mejores resultados en el comportamiento del CCR, ya que se obtuvo los más altos valores de resistencia a compresión, siendo más notoria esta diferencia a los 90 días de edad y con 8% de CCA a partir de los 28 días.

Vale destacar que la utilización de adiciones de CCA superiores al 12%, ha producido que a resistencia mecánica de CCR sea inferior a la obtenida con la mezcla patrón, sobre todo a edades tempranas.

- Escalaya (2006) en su investigación "Diseño de mezclas de concreto compactado con rodillo utilizando conceptos de compactación de suelos" elaboró en total 136 probetas, utilizando dos tipos de cemento, cemento Portland Tipo I (Sol) y el cemento Puzolánico Tipo IP (Atlas), con la finalidad de analizar el comportamiento de ambos a diferentes edades, evaluar la posibilidad de su uso en mezclas CCR y evaluar la resistencia a compresión. Los porcentajes utilizados de cemento fueron de 2, 3, 4 y 5%, con respecto al peso seco de los agregados y para cada tipo de mezcla se utilizaron las edades de 7, 14, 28, 56 y 90 días preparándose 3 cilindros CCR por cada una.

Se usó el método por Compactación de Suelos para el diseño de la mezcla CCR y se desarrollaron ensayos para determinar varias de sus propiedades dando como resultado de peso específico para el Agregado Grueso de 2.69 kg/cm³ y para Agregado Fino 2.68 kg/cm³, una absorción para Agregado Grueso de 0.81% y para Agregado Fino de 0.65%, para Abrasión de los Ángeles un resultado de 17.40%.

Las probetas se elaboraron vaciando la mezcla en cuatro capas, cada capa se compactó con el martillo Hilti por un tiempo de 15 segundos, realizando un rallado entre capa y capa para facilitar la adherencia entre ellas.

Los resultados de resistencia a compresión fueron: Para el tipo de cemento Portland Tipo I, con un porcentaje de cemento de 2% y a una edad de 7 días, se obtuvo de resistencia 33.78 kg/cm², para 14 días 38.67 kg/cm², para 28 días 40.86 kg/cm², para 90 días 53.76 kg/cm²; con un porcentaje de cemento de 5% y a una edad de 7 días, se obtuvo de resistencia 85.20 kg/cm², para 14 días 89.70 kg/cm², para 28 días 101.10 kg/cm², para 90 días 119.09 kg/cm². Para el tipo de cemento Puzolánico Tipo IP, con un porcentaje de cemento de 2% y a una edad de 7 días, se obtuvo de resistencia 25.46 kg/cm², para 14 días 36.47 kg/cm², para 28 días 38.54 kg/cm², para 90 días 96.33 kg/cm²; con un porcentaje de cemento de 5% y a una edad de 7 días, se obtuvo de resistencia 65.08 kg/cm², para 14 días 69.32 kg/cm², para 28 días 75.07 kg/cm², para 90 días 96.33 kg/cm². El autor observó en sus resultados que la resistencia a la compresión del CCR se incrementa con el aumento del porcentaje de cemento.

Finalmente concluye que los resultados conseguidos son muy alentadores debido a que las resistencias alcanzadas son altas, incluso utilizando el 2% de cemento se ha obtenido una resistencia mayor a 50 Kg/cm² a la edad de 90 días de curado, esta resistencia es suficiente para el diseño de presas pequeñas; del mismo modo se ha verificado la mejora de las propiedades del CCR utilizando cemento Puzolánico Tipo IP, lo que permite proveer una mejor mezcla técnica y económicamente.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concreto

El concreto en términos generales puede definirse como un material aglutinante cemento Portland hidráulico un material de relleno agregados o áridos agua y eventualmente aditivos que al endurecerse forma todo Compacto piedra artificial y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión (Sánchez, 2011).

2.2.1.1. Componentes del concreto.

2.2.1.1.1 Cemento.

Es un producto comercial el cual tiene la propiedad tanto adhesivas como cohesivas que dan la capacidad de aglutinar los agregados o áridos para conformar el concreto estas propiedades dependen de su composición química el grado de hidratación la finura de las partículas la velocidad de fraguado el calor de hidratación la resistencia mecánica que es capaz de desarrollar (Sánchez, 2011).

a) Cemento portland.

El cemento hidráulico lo producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contienen

Generalmente sulfato de calcio y mentalmente caliza como adición durante la molienda (NTP 334.009, 2013).

b) Características del cemento portland.

El cemento Portland es un polvo de color gris más o menos verdoso se venden bolsas de un peso Neto 42.5 kg. y un pie cúbico de capacidad. En aquellos casos que no se conozca el valor real se considera para el cemento un peso específico de 3.15 (Abanto, 2013).

c) Tipos de cemento portland.

Según la (NTP 334.009, 2013), los tipos de cementos portland son:

- **Tipo I:** Para uso general que no requiera propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- **Tipo II:** Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- **Tipo III:** Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

2.2.1.1.2 Agua.

a) Tipos de agua.

En la (NTP 339.088, Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto Portland, 2006) nos mencionan 5 tipos la cual se va a utilizar:

- **Agua potable:** Agua que es apta para el consumo humano.

b) Requisitos que debe cumplir el agua.

Requisitos que debe cumplir el agua está prohibido el empleo de aguas ácidas calcáreas, minerales, carbonadas, agua proveniente de minas o relaves, aguas que contengan residuos minerales o industriales, aguas con contenido de sulfatos mayor al 1%, aguas que contengan algas o materia orgánica, descarga de desagües aguas que contengan azúcares o derivados (Sánchez, 2011).

2.2.1.1.3 Agregado o árido.

Agregados o áridos para el concreto pueden tomarse en consideración todos aquellos materiales que poseen una resistencia propia suficiente (resistencia de grano), no perturban el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico es decir que son inertes y garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida estos materiales pueden ser naturales o artificiales dependiendo de su origen (Sánchez, 2011).

2.2.1.1.4 Resistencia del concreto.

Resistencia del concreto es definitiva como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza con índice de su calidad.

la resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo (Rivva, 2003).

2.2.2. Agregados.

2.2.2.1. Clasificación de los agregados.

El agregado empleado en la preparación del concreto se clasifica en agregado fino grueso y hormigón conocido el último como agregado integrada (Rivva, 2003).

a) Agregado fino.

El agregado fino como el grueso constituyen los elementos inherentes del concreto ya que no intervienen en las reacciones químicas entre cemento y agua el agregado fino debe ser durable fuerte limpio duro y libre de materiales en puras como polvo limo y materias orgánicas (Harmsen, 2005).

b) Agregado grueso.

El agregado grueso está constituido por rocas graníticas y sintéticas puede usarse piedra partida en chancadora grava zarandeada de los lechos de ríos o yacimientos naturales (Harmsen, 2005).

c) Hormigón.

El agregado denominado hormigón corresponde a una mezcla natural de grava y arena el hormigón se usa para preparar concreto de baja calidad (Abanto, 2013).

2.2.2.2. Funciones del agregado.

Según (Rivva, 2003) las tres principales funciones del agregado en el concreto son:

- Proporcionar un relleno adecuado a la pasta reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen por lo tanto reduciendo el costo de unidad cúbica del concreto.
- Proporcionar una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste que pueden actuar sobre el concreto
- Reducir los cambios de volumen resultantes en los procesos de fraguado y endurecimiento de humedecido y secado o de calentamiento de la pasta.

2.2.2.3. Origen de los agregados naturales.

Son de proceso natural que involucran condiciones especiales de temperatura y presión, así como también efectos de degradación y composición que sufren las rocas al exponer directamente con el agua (Asociación Colombiana de productores de concreto, 2012).

2.2.2.4. Forma de partículas.

Por la naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras robadas y angulares en términos descriptivo esta forma del agregado puede ser:

- **Angular:** Cuyos bordes están bien definidos y formados por la intersección de sus caras además de potencia desgaste en caras y bordes.
- **Sub angular:** Evidencian algo de desgaste en caras y bordes, pero las caras están intactas.
- **Sub redondeada:** Considera desgaste en caras y bordes.
- **Redondeada:** Bordes desgastados casi eliminados.
- **Muy redondeado:** Sin caras ni bordes.

Respecta su textura superficial pueden ser lisa áspera y granular.

La textura superficial depende de la dureza tamaño del grano y las características de la roca original de la forma y textura pueden influir altamente en la resistencia a la flexión del concreto estas características Se deben controlar obligatoriamente en los concretos de alta resistencia (Torre, 2004).

2.2.2.5. Toma de muestra.

La Norma ASTM - D75 expone algunas técnicas para el muestreo y que son efectivas para asegurar que las muestras de ensayo de los agregados sean respectivas el suministro de volumen del cual somos venidas ya que las condiciones de almacenamiento del agregado y los medios por las cuales se pueden obtener las muestras varían se presentan de varias formas para el muestreo.

De igual importancia para obtener la muestra no sesgadas representativas es asegurar que el manejo y envío de las muestras se lleve a cabo de manera que no ocurra la contaminación y degradación de las calidades del material que la identificación de muestras se mantenga todo el tiempo (Asociación Colombiana de productores de concreto, 2012).

2.2.3. Concreto compactado con rodillo.

El concreto compactado con rodillo (CCR) se define como un concreto de consistencia seca, que se coloca de forma continua y su consolidación se realiza con

un rodillo vibrante, es decir el concreto compactado con rodillo (CCR) es un material porque sus dosificación y consistencia difieren del concreto convencional, y técnica puesto que su manejo requiere un procedimiento diferente al utilizado en el concreto convencional (Alvarado, 2014).

En el mundo se usan distintas nomenclaturas para el concreto compactado:

- R.C.C (Roller Compacted Concrete) en E.U.
- R.D.L.C (Roller Dry lean Concrete) en Inglaterra.
- R.C.C (Roller Compacted Dam) en Japon.
- R.C.C (Beton Compacte au Rouleau) en Francia.
- R.C.C (Hormigon Compactado conRodillo) en España.

2.2.3.1. Práctica estándar para la elaboración de especímenes cilíndricos de concreto compactado con rodillo utilizando una mesa vibratoria.

Según la (ASTM – C1176, 1998) indica que esta práctica describe los métodos para elaborar especímenes cilíndricos de ensayo de concreto utilizando una mesa vibratoria. Los especímenes de ensayo son elaborados en moldes cilíndricos que están unidos a la mesa vibratoria bajo una carga de 9.1 kg (20 lb) para facilitar la consolidación.

2.2.4. Ensayos a realizar para el diseño de mezcla

Las propiedades de los agregados van a depender de algunos ensayos que se utilizan para el diseño de las probetas de concreto y están asociadas con la resistencia del concreto son:

- Resistencia a la compresión, peso específico, absorción, contenido de humedad, módulo de fineza, tamaño máximo nominal, peso seco compactado.

2.2.4.1. Extracción y preparación de muestras.

Según la (NTP 400.010, 2001) se tiene que realizar un adecuado muestreo del agregado fino y grueso ya que es importante Por eso tenemos que tener la precaución de obtener muestras que resalten la naturaleza y condiciones del material a la cual representan.

2.2.4.2. Contenido de humedad.

Según la (NTP 339.185, 2002) determina el porcentaje total de humedad evaporable de la muestra de agregado fino agregado grueso por secado la humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y no es susceptible a la evaporación por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

Se deberá tomar una muestra respectiva con una masa no menor a lo especificado en la tabla:

Tabla N° 1: Tamaño de muestra del agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	3.0
5.0 (1)	4.0
37.5 (1 ½)	5.0
50.0 (2)	6.0
63.0 (2 ½)	8.0
75.0 (3)	10.0
90.0 (3 ½)	16.0
100.0 (4)	25.0
150 (5)	50.0

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.185, 2002.

2.2.4.3. Módulo de finura.

Según (NTP 400.012, 2001) el análisis granulométrico del agregado grueso y fino este método determina la distribución por tamaño de las partículas del agregado fino y grueso por tamizado la cuál será separada mediante tamices de aberturas de mayor a menor.

- **Agregado fino:** La cantidad de muestra para el ensayo será de 300 gramos como mínimo seco.
- **Agregado grueso:** Dice que tomemos como muestra lo indicado en la Tabla N° 2.

Tabla Nº 2: Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo kg(lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
5.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 ½)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 ½)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 ½)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
150 (5)	300 (660)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012, 2001.

2.2.4.4. Peso unitario del agregado.

Según (NTP 400.017, 1999) este ensayo determina el peso unitario suelto compactado y del cálculo de vacíos del agregado fino y grueso en la mezcla de ambos basados en la misma determinación de este método se aplica agregados de tamaño nominal de 150mm.

2.2.4.5. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Según (NTP 400.021, 2002) en este ensayo determinar el peso específico seco y el peso específico saturado como superficie seca el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas del agregado grueso el peso específico saturado con superficie seca y absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas a fin de usar estos valores tanto en cálculo y corrección de diseños de mezclas como el control de una uniformidad y sus características.

2.2.4.6. Peso específico y absorción de agregado fino.

Según (NTP 400.022, 2002) en este ensayo determina el peso específico seco y el peso específico saturado con superficie seca el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas del agregado fino.

2.2.4.7. Resistencia la degradación de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en máquina de Los Ángeles.

Según (NTP 400.019) establece el procedimiento ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37.5mm (1½ pulg.) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de los ángeles.

2.2.5. Ensayo resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (Rivva, 2003).

La resistencia a la compresión, es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de la mezcla debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste, pueden ser tanto o más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra.

En general, prácticamente todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se las cuantifica o cualifica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades (Rivva, 2003).

Es importante tener en cuenta, la resistencia a la compresión de la concreta mínima recomendada en porcentajes, con respecto al número de días de haber curado los especímenes elaborados con Cemento Portland Tipo I a ensayar.

Tabla N° 3: Resistencia a la compresión del concreto mínima (%) según día de ensayo.

Días de ensayo	Resistencia mínima (%)
7 días	70
14 días	85
21 días	95
28 días	100

Fuente: Instituto Americano del Concreto 318, 2014.

2.2.5.1. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, muestras cilíndricas.

Según la (NTP 339.034, 2008) consiste en aplicar una carga de compresión axial a cilindros moldeados extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un Rango prescrito mientras ocurre la falla la resistencia a la compresión de la probeta es calculada por la división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección recta de la probeta.

2.3. Formulación de la hipótesis.

La resistencia a la compresión del concreto compactado en tres tiempos de vibrado (5, 10 y 15 segundos) se incrementará en más de 10% con respecto a la probeta patrón.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

3.1. Operacionalización de variables.

Tabla Nº 4: Operacionalización de variables Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES
Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm ²)	Máximo esfuerzo que puede soportar un material sin romperse (Esparza, 2005).	Resistencia axial	Kg/cm ²
		Tiempo de curado	Días

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla Nº 5: Operacionalización de variables Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	UNIDADES
Tiempo de Vibrado	Proceso que busca eliminar los vacíos existentes dentro del concreto.	Tiempo de Vibrado para 5 seg.	Seg.
		Tiempo de Vibrado para 10 seg.	
		Tiempo de Vibrado para 15 seg.	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2. Tipo de diseño de investigación.

Experimental.

3.3. Material.

3.3.1. Unidad de estudio.

Probetas de concreto compactado con rodillo de f'c 280 kg/cm².

3.3.2. Población.

36 probetas de concreto compactado con rodillo f'c 280 kg/cm².

3.3.3. Muestra.

Según la NTP 339.183 el número mínimo de especímenes elaborados es de tres (03) especímenes para cada edad.

Tabla N° 6: Cantidad de probetas.

Edad de ensayo	Tiempos de Vibrado			
	Patrón	5 seg.	10 seg.	15 seg.
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Total	36 probetas cilíndricas			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

Tabla N° 7: Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

Variables dependientes	Datos de recolección		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión	Experimento	Observación directa	Hoja de datos

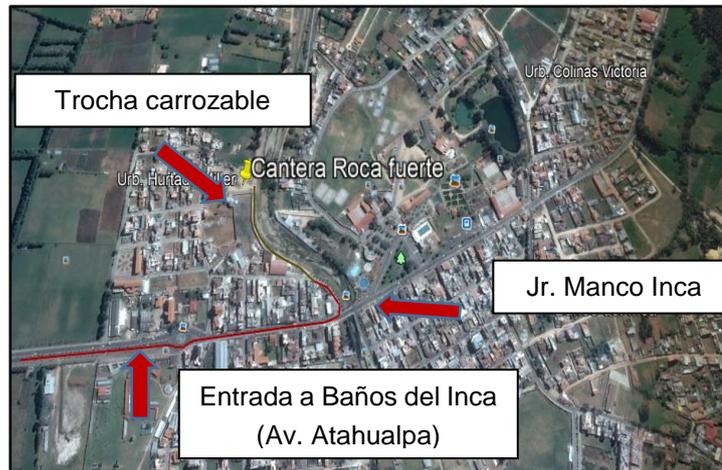
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.

3.5.1. Obtención de los agregados.

- Se obtendrá los agregados de la cantera Roca fuerte, que se encuentra ubicada en el distrito de Baños del Inca, departamento de Cajamarca.

Fotografía N° 1: Ubicación de la cantera Roca fuerte.



Fuente: Google Earth, 2017.

Tabla N° 8: Ubicación geográfica.

COORDENADAS UTM		
NORTE	ESTE	COTA (m.s.n.m)
9207552.91	779675.21	2662

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 2: Fachada de la cantera Roca fuerte



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5.2. Ensayos realizados para la determinación de las propiedades del agregado fino y agregado grueso.

3.5.2.1. Propiedades físicas de los agregados.

a. Contenido de humedad del agregado: NTP 339.185.

- Se pesó la tara (Wt).
- Se colocó una porción de agregado (500 gr) en la tara y pesarla (W mh +t).
- Luego se puso la tara con el material a secar en la estufa durante 24 horas.
- Transcurrido ya el tiempo de secado se sacó del horno y se pesó obteniendo el peso seco (Ws).
- Este mismo proceso se realizó 3 veces.

$$W\% = \frac{W \text{ agua}}{W \text{ seco}} \quad \dots \text{ Ecuación 1}$$

$$W \text{ agua} = W \text{ muestra húmeda} - W \text{ seco}$$

b. Análisis granulométrico: NTP 339.012.

❖ Agregado Fino:

- **Material**

- Muestra de agregado fino (1-2 Kg).

- **Equipo**

- Mallas N°4, 8, 16, 30, 50 y 100.
- Balanza: 3000 g-800 Kg.
- Taras.

- **Procedimiento**

- Se escogió y se pesó la muestra en este caso 2 Kg.
- El material se tamizo por las mallas estándar, pues en cada una de estas hay material retenido el cual fue pesado.
- Luego se procesó los datos: teniendo el peso retenido, se calculó el % retenido parcial, % retenido acumulado y por último el % que pasa.
- Para finalizar tenemos la gráfica: Diámetro de cada malla vs. % que pasa, así se analizó la gradación del material.

❖ Agregado grueso.

- **Material**

- Muestra de grava (7-9 kg)

- **Equipo**

- Mallas de ¾, ½, 3/8, y N°4
- Balanza: 3000 g-800 kg
- Taras

- **Procedimiento**

- Se escogió y se pesó la muestra en este caso 7 kg.
- El material se tamizo por las mallas especificadas, pues en cada una de estas hay material retenido el cual se pesó.
- Luego se procesó los datos. Teniendo el peso retenido se calculó el % retenido parcial, %retenido acumulado y por último el % que pasa.
- Para finalizar se tuvo la gráfica diámetro de cada malla vs % que pasa, así se determinó la gradación del material.

c. Peso unitario volumétrico seco: NTP 400.017.

❖ **Agregado Grueso:**

- **Material**

- Muestra de grava (kg).

- **Equipo**

- Molde para peso unitaria volumétrico (agregado grueso)
- Varilla
- Balanza: 3000 g – 800 kg

- **Procedimiento**

- Se obtuvo el peso del molde (W molde)
- Luego el material seco se puso al depósito o molde
- Se enraza con la varilla y se pesó (W molde + muestra)
- Se realizó 3 veces el mismo proceso
- El peso unitario se calcula de la siguiente manera:

$$Pu = \frac{W \text{ muestra}}{V \text{ molde}} \quad \dots \text{ Ecuación 2}$$

$$V \text{ molde} = \frac{\pi}{4} \phi^2 h \quad \dots \text{ Ecuación 3}$$

- El peso unitario exacto se tiene con la siguiente fórmula:

$$Pu \text{ grava} = W \text{ muestra}(f) \quad \dots \text{ Ecuación 4}$$

$$f = \frac{1000 \text{ Kg/m}^3}{W \text{ agua contenida en el recipiente}} \quad \dots \text{ Ecuación 5}$$

❖ **Agregado fino:**

- **Material**

- Muestra de agregado Fino (kg)

- **Equipo**

- Molde para peso unitaria volumétrico (agregado fino)
- Varilla
- Balanza: 3000 g – 800 kg

- **Procedimiento**

- Se obtuvo el peso del molde (W mol).
- Luego el material seco se vertió al depósito o molde.
- Se enrazó con la varilla y se pesó (W mol + muestra).
- Se realizó 3 veces el mismo proceso.
- El peso unitario se calculó al igual que en el agregado grueso.

d. Peso unitario volumétrico compactado: NTP 400.017.

❖ **Agregado grueso:**

• **Material**

- Muestra de agregado grueso (kg)

• **Equipo**

- Molde para peso unitaria volumétrico (agregado grueso)
- Varilla
- Balanza: 3000 g – 800 kg

• **Procedimiento**

- Se obtuvo el peso del molde (W mol)
- El material seco se vertió hasta 1/3 del depósito al cual se le compacto con 25 golpes con la varilla, luego se agregó más material hasta los 2/3 y nuevamente se compacto con 25 golpes.
- Se enrazó con la varilla y se pesó (W mol + muestra compactada)
- Se realizó 3 veces el mismo proceso.

$$Pu = \frac{W \text{ muestra}}{W \text{ molde}} \quad \dots \text{ Ecuación 6}$$

$$Pu \text{ grava} = W \text{ muestra (f)} \quad \dots \text{ Ecuación 7}$$

$$f = \frac{1000\text{Kg/m}^3}{W \text{ agua contenido en el recipiente}} \quad \dots \text{ Ecuación 8}$$

❖ **Agregado Fino:**

• **Material**

- Muestra de agregado fino (Kg).

• **Equipo**

- Molde para peso unitario volumétrico (agregado fino).
- Varilla.
- Balanza: 3000 gr – 800 Kg.

• **Procedimiento**

- Se obtuvo el peso del molde (W mol).
- El material seco se vertió hasta 1/3 del depósito al cual se le compacto con 25 golpes con la varilla, luego se le agregó más material hasta los 2/3 y nuevamente se le compacto con los 25 golpes.

- Se enrazó con la varilla y se pesó ($W_{mol} +$ muestra compactada).
- Se realizó 3 veces el mismo procedimiento.
- El peso unitario compactado se calculó al igual que en el agregado grueso.

e. Peso específico y absorción: NTP 400.022.

❖ Agregado Fino:

• Material

- Muestra de agregado fino (Kg).

• Equipo

- Estufa: 110 °C.
- Balanza: 3000 g – 800 Kg.
- Taras.

• Procedimiento

- Material en condición de las sss (saturado superficialmente seco).
- Se eligió desde los 200 a 300 gr de la muestra y se pesó (peso al aire de la muestra en condición a las sss).
- Luego se obtuvo el peso de la fiola (W_{mol})
- Se introdujo el material elegido en la fiola, haciendo un cono de papel, agregó agua hasta la altura específica y agitó.
- Terminando el proceso de agitación se agregó más agua hasta los 500 mm y se pesó (peso sumergido en agua de la muestra en condición a las sss).
- Se colocó este material en un recipiente, se botó el agua y el material se colocó en una tara se sometió al secado en horno luego de 24 horas se pesó (peso anhidro de la muestra).

$$Pe = \frac{W_s}{V - V_a} \quad \dots \text{Ecuación 9}$$

V = Volumen del frasco (cm³).

W_s = Peso al aire de la muestra sacada en estufa (gr).

V_a = Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

- Peso específico de la masa saturada con superficie seca

$$Pe = \frac{500}{V - V_a} \quad \dots \text{Ecuación 10}$$

- Peso específico aparente

$$Pe = \frac{W_s}{(V - V_a) - (500 - W_s)} \quad \dots \text{Ecuación 11}$$

- Porcentaje de absorción

$$P_e = \frac{500 - w_s}{W_s} * 100 \quad \dots \text{Ecuación 12}$$

❖ **Agregado grueso: NPT 400.021.**

• **Material**

- Muestra de gravilla (kg)

• **Equipo**

- Estufa: 110 °C
- Balanza: 3000 g – 800 Kg
- Taras

• **Procedimiento**

- Material en condición de las sss (saturado superficialmente seco).
- Se secó la grava.
- Luego se saturó ese material (se sumergió en un recipiente con agua) durante las 24 horas.
- Transcurrido ese tiempo el material se extendió y se secó con una franela.
- Para saber que el material se encontró en condición de las sss, se vio a simple vista.
- En este caso se eligió entre 2-3 kg de la muestra pesó (peso al aire de la muestra en condición a las sss).
- Se cogió una la canastilla la cual se pesó (W canastilla), se colocó en ella el material elegido, esta se sumergió en agua pesándola (peso sumergido en agua de la muestra en condición a las sss).
- Luego ese material se colocó en una tara para ser sometida al secado en horno luego de 24 horas se pesó (peso anhidro de la muestra).
- Peso específico masa.

$$P_e = \frac{A}{B-C} \quad \dots \text{Ecuación 13}$$

A= Peso de la muestra seca al horno (gr.)

B= Peso de la muestra saturada con la superficie seca (gr.)

C= Peso de la muestra saturada (gr.)

- Peso de la muestra saturada con la superficie seca.

$$P_{esss} = \frac{B}{B-C} \quad \dots \text{Ecuación 14}$$

- Peso específico aparente.

$$P_a = \frac{A}{A-C} \quad \dots \text{Ecuación 15}$$

- Porcentaje de absorción.

$$P_{\text{esss}} = \frac{A}{A-C} \quad \dots \text{Ecuación 16}$$

f. Resistencia a la compresión: NTP 339.034.

- ❖ Una vez obtenidas los especímenes de concreto mediante la norma NTP 339.183 se procedió a determinar la resistencia mecánica a la compresión del concreto en estado endurecido, según la norma NTP 339.034, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento.
 - Previo al ensayo se debe haber secado la probeta durante 24 horas.
 - Pesarse la probeta en estado endurecido.
 - Medir la altura de la probeta en cm.
 - Medir el diámetro de la probeta mediante un calibrador micrométrico (vernier).
 - Colocar las almohadillas de neopreno en ambas bases.
 - Aplicar la velocidad de la carga continua y constante, desde el inicio hasta producir la rotura de la probeta registrando el valor de la carga máxima.
 - Luego calcular la resistencia a la compresión.

3.5.3. Procedimiento para el desarrollo de investigación.

A continuación, se describe de manera ordenada y detallada el procedimiento de las actividades que se realizaron para el desarrollo de la investigación.

1. Elección de cantera

La cantera seleccionada, tanto para agregado fino como agregado grueso es la denominada Roca Fuerte, la cual se encuentra a orillas del río Chonta ubicado en el distrito de Los Baños del Inca; según ensayos realizados por otros investigadores del departamento, han llegado a muy buenos resultados, ya que el material que se obtiene de este río llega de un largo recorrido por canto rodado, además el material de río Chonta es el más utilizado debido a sus excelentes características.

Fotografía N° 3: Agregado fino de la cantera Roca Fuerte – Río Chonta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 4: Agregado grueso de la cantera Roca Fuerte – Río Chonta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

2. Ensayos realizados

Los ensayos previos que se realizaron para al diseño de mezcla son: Contenido de humedad, granulometría, peso unitario de los agregados, gravedad específica y absorción de agregados finos.

Fotografía N° 5: Realizando ensayo de contenido de humedad – agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 6: Realizando ensayo de granulometría– agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía Nº 7: Pesado el porcentaje de agregado fino en cada malla.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía Nº 8: Realizando ensayo peso unitario de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 9: Realizando ensayo de peso unitario de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 10: Realizando ensayo de cantidad de material fino que pasa por la malla N° 200.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 11: Realizando ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 12: Realizando ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 13: Realizando ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3. Elaboración de especímenes

Se realizaron en total 36 especímenes, para 28 días se elaboraron: 3 especímenes patrón es decir con un tiempo de vibrado de 0 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 5 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 10 segundos y 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 15 segundos; para 14 días se elaboraron: 3 especímenes patrón es decir con un tiempo de vibrado de 0 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 5 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 10 segundos y 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 15 segundos y para 7 días se elaboraron: 3 especímenes patrón es decir con un tiempo de vibrado de 0 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 5 segundos, 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 10 segundos y 3 especímenes con un tiempo de vibrado de 15 segundos.

Fotografía N° 14: Pesando el agregado grueso para realizar los especímenes patrón a los 28, 14 y 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 15: Pesando el cemento para realizar los especímenes a los 28, 14 y 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 16: Teniendo listo los agregados y cemento para realizar los especímenes.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 17: Agregando los materiales para realizar la mezcla de concreto.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

4. **Realizando el ensayo SLUMP**

Fotografía N° 18: Realizando el ensayo de slump.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 19: Colocando la mezcla de concreto en los moldes cilíndricos previamente nombrados.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 20: Colocando 3 capas de la mezcla y por cada una con 25 golpes.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

5. Realizando el vibrado

Por cada probeta de 28 días, se realiza un vibrado de 5, 10 y 15 segundos en la mesa vibradora al igual que para 14 y 7 días.

Fotografía N° 21: Realizando el vibrado de las probetas para cada uno de los tiempos.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 22: Realizando el vibrado de las probetas de 28, 14 y 7 días, por cada uno de 5, 10 y 15 segundos.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 23: Realizando el vibrado de 10 segundos en la probeta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 24: Realizando el desencofrado de las probetas de 28, 14 y 7 días.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 25: Colocando las probetas en agua para el proceso de curado.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 26: Midiendo el diámetro y la altura de cada probeta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

6. Rotura de probetas

Fotografía N° 27: Realizando el ensayo de resistencia a compresión de cada probeta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 28: Falla vertical de la probeta E1 – 10 seg.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 29: Tomando datos de la deformación en la máquina a compresión de cada probeta.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 30: Asesora ingeniera Irene Ravines Azañero supervisando la rotura de las probetas.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Fotografía N° 31: Ensayando espécimen supervisado por asesora ingeniera Irene Ravines Azañero y encargado de laboratorio Víctor Cuzco Minchan.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS.

4.1. Propiedades de los Agregados.

Se obtendrá los agregados de la cantera Roca fuerte, que se encuentra ubicada en el distrito de Baños del Inca, departamento de Cajamarca.

Tabla N° 9: Propiedades físicas de los agregados en estudio.

Propiedades de los agregados.	Agregados.	
	Fino	Grueso
Peso específico de masa(gr/cm^3)	2.82	2.66
Peso unitario suelto(kg/m^3)	1636.31	1443.78
Peso unitario compactado seco (kg/m^3)	1753.49	1512.99
Contenido de humedad (%)	8.84	0.44
Absorción (%)	3.68	1.29
Módulo de finura	2.97	7.88
Tamaño máximo nomina (pulg.)		1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.2. Ensayo a compresión.

- a) Ensayo de compresión a los 7 días.

Tabla N° 10: Resistencia a compresión a los 7 días con probetas patrón.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm^2)	Resistencia (kg/cm^2)	Resistencia Diseño (kg/cm^2)	% RESIST.
1	E1 - PP	07 días	45342	15.43	186.92	242.58	280	87%
2	E2 - PP	07 días	45922	15.43	186.99	245.58	280	88%
3	E3 - PP	07 días	46366	15.52	189.11	245.19	280	88%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 11: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 5 SEG	07 días	53455	15.46	187.72	284.76	280	102%
2	E2- 5 SEG	07 días	52077	15.49	188.33	276.52	280	99%
3	E3- 5 SEG	07 días	53045	15.48	188.23	281.81	280	101%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 12: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1- 10 SEG	07 días	55114	15.48	188.08	293.03	280	105%
2	E2- 10 SEG	07 días	54864	15.46	187.72	292.27	280	104%
3	E3- 10 SEG	07 días	54863	15.46	187.72	292.26	280	104%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 13: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 15 SEG	07 días	55147	15.46	188.57	293.77	280	105%
2	E2 - 15 SEG	07 días	58514	15.48	188.50	310.91	280	111%
3	E3 - 15 SEG	07 días	55170	15.45	188.38	294.28	280	105%

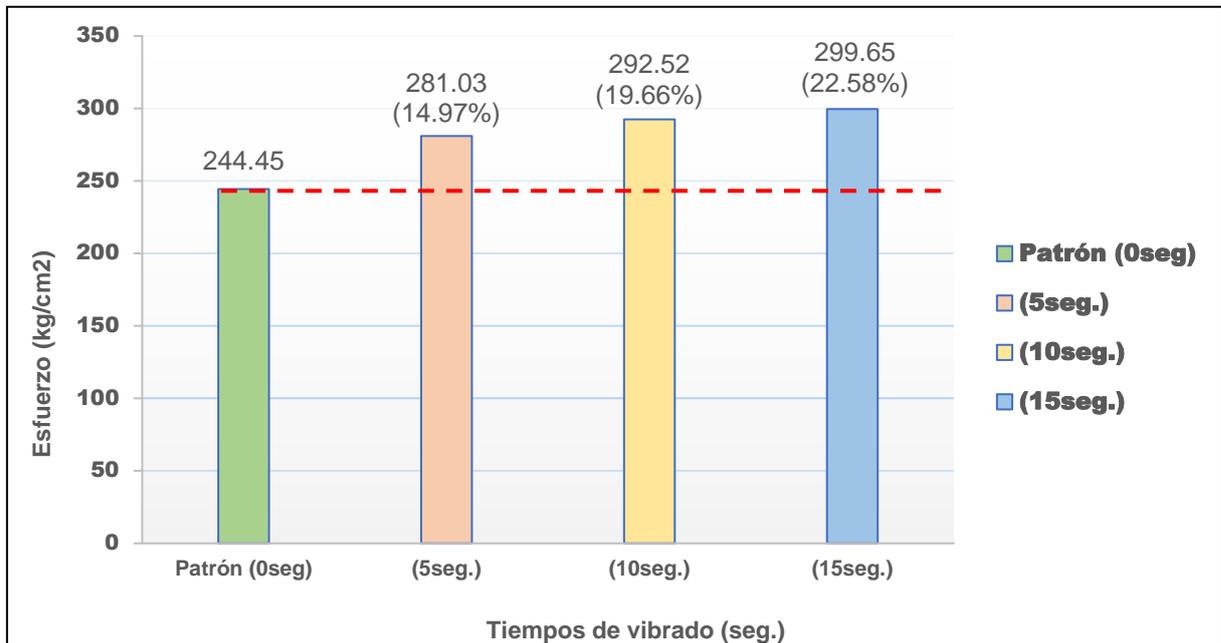
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 14: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 7 días.

N°. ESPECIMEN	7 días			
	Patrón (0seg)	(5seg.)	(10seg.)	(15seg.)
Probeta e1	242.58	284.76	293.03	293.77
Probeta e2	245.58	276.52	292.27	310.91
Probeta e3	245.19	281.81	292.26	294.28
PROMEDIO	244.45	281.03	292.52	299.65

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Gráfico N° 1: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 7 días para los diferentes tiempos de vibrado.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los resultados obtenidos para en un tiempo de curado de 7 días como se muestra en el grafico N° 1 donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de 244.45 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 281.03 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 5 seg., 292.52 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 10 seg. y por último 299.65 kg/cm² con un vibrocompactado de 15 seg. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia aumenta para todos los tiempos de vibrocompactado con respecto de la probeta patrón.

b) Ensayo de compresión a los 14 días.

Tabla N° 15: Resistencia a compresión a los 14 días con probetas patrón.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - PP	14 días	54755	15.42	186.68	293.31	280	105%
2	E2 - PP	14 días	54146	15.50	188.69	286.95	280	102%
3	E3 - PP	14 días	52687	15.46	187.68	280.72	280	100%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 16: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 5 SEG	14 días	56888	15.56	190.11	299.24	280	107%
2	E2- 5 SEG	14 días	55111	15.42	186.85	294.95	280	105%
3	E3- 5 SEG	14 días	56453	15.45	187.55	301.00	280	108%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 17: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1- 10 SEG	14 días	57417	15.55	189.94	302.30	280	108%
2	E2- 10 SEG	14 días	56802	15.43	187.04	303.69	280	108%
3	E3- 10 SEG	14 días	57193	15.44	187.19	305.54	280	109%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 18: Resistencia a compresión a los 14 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 15 SEG	14 días	61495	15.50	188.57	326.11	280	116%
2	E2 - 15 SEG	14 días	60965	15.49	188.50	323.43	280	116%
3	E3 - 15 SEG	14 días	62525	15.49	188.38	331.92	280	119%

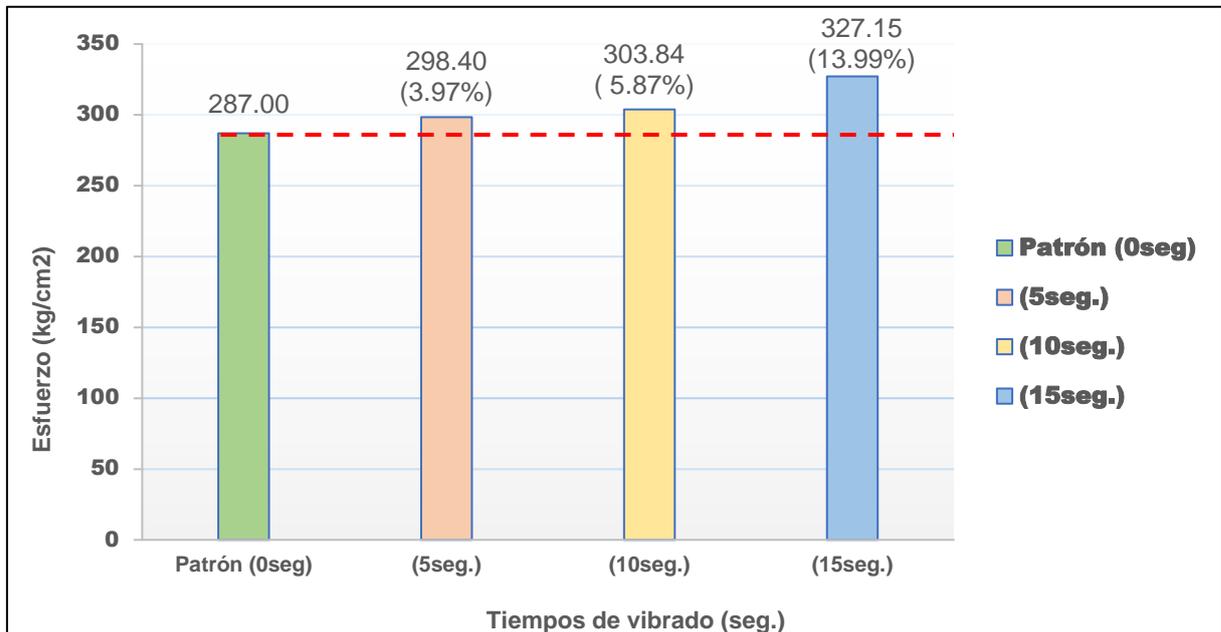
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 19: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 14 días.

N°. ESPECIMEN	14 días			
	Patrón (0seg)	(5seg.)	(10seg.)	(15seg.)
Probeta e1	293.31	299.24	302.30	326.11
Probeta e2	286.95	294.95	303.69	323.43
Probeta e3	280.72	301.00	305.54	331.92
PROMEDIO	287.00	298.40	303.84	327.15

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gráfico N° 2: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 14 días para los diferentes tiempos de vibrado.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los resultados obtenidos para en un tiempo de curado de 14 días como se muestra en el Grafico N° 2 donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de 287.00 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 298.40 kg/cm² al utilizar la vibro compactación en un tiempo de 5 seg., 303.84 kg/cm² al utilizar la vibro compactación en un tiempo de 10 seg. y por último 327.15 kg/cm² con un vibro compactado de 15 seg. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia aumenta para todos los tiempos de vibrocompactado con respecto de la probeta patrón.

c) Ensayo de compresión a los 7 días.

Tabla N° 20: Resistencia a compresión a los 28 días con probetas patrón.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - PP	28 días	59860	15.45	187.43	319.38	280	114%
2	E2 - PP	28 días	61351	15.48	188.28	325.85	280	116%
3	E3 - PP	28 días	59761	15.49	188.35	317.28	280	113%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 21: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 5 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 5 SEG	28 días	63168	15.50	188.59	334.94	280	120%
2	E2- 5 SEG	28 días	63925	15.48	188.11	339.83	280	121%
3	E3- 5 SEG	28 días	60586	15.14	179.96	336.67	280	120%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 22: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 10 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1- 10 SEG	28 días	65292	15.49	188.47	346.43	280	124%
2	E2- 10 SEG	28 días	65992	15.65	192.39	343.02	280	123%
3	E3- 10 SEG	28 días	64571	15.50	188.59	342.38	280	122%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla N° 23: Resistencia a compresión a los 7 días con un tiempo de vibrado 15 segundos.

N.º	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% RESIST.
1	E1 - 15 SEG	28 días	66199	15.48	188.08	351.97	280	126%
2	E2 - 15 SEG	28 días	68604	15.46	187.82	365.27	280	130%
3	E3 - 15 SEG	28 días	66681	15.48	188.10	354.51	280	127%

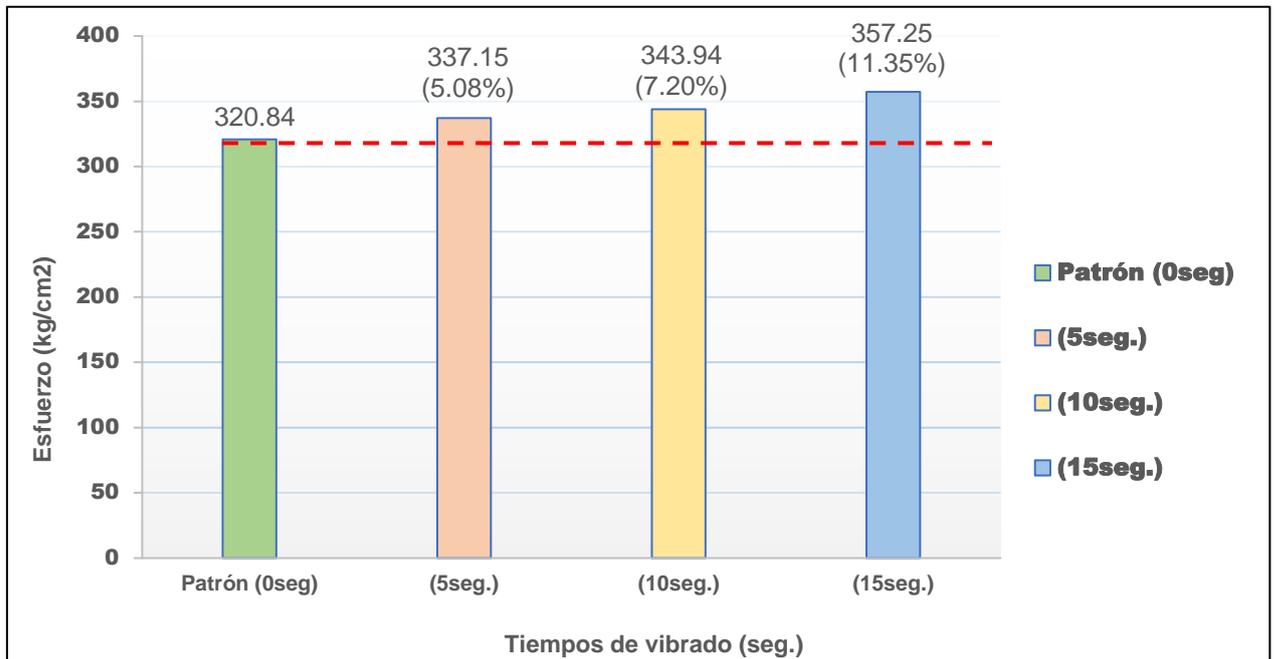
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 24: Resistencia a compresión promedio de los especímenes ensayados a los 28 días.

N°. ESPECIMEN	28 días			
	Patrón (0seg)	(5 seg.)	(10 seg.)	(15 seg.)
Probeta e1	319.38	334.94	346.43	351.97
Probeta e2	325.85	339.83	343.02	365.27
Probeta e3	317.28	336.67	342.38	354.51
PROMEDIO	320.84	337.15	343.94	357.25

Fuente: Elaboración propia, 2017.

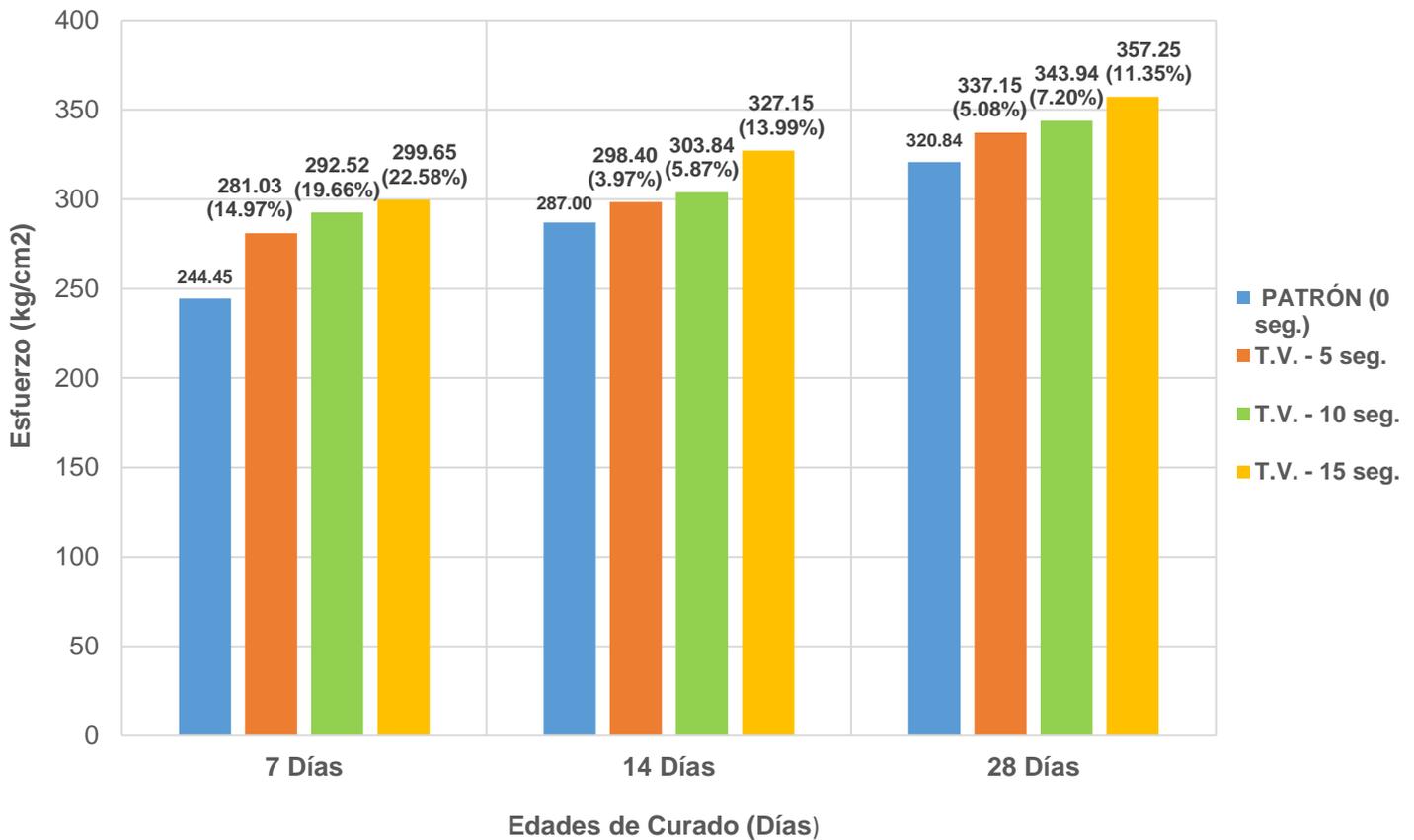
Gráfico N° 3: Resistencia a la compresión de las probetas de concreto a edad de 28 días para los diferentes tiempos de vibrado.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los resultados obtenidos para en un tiempo de curado de 28 días como se muestra en el Grafico N° 3 donde se puede observar que la resistencia alcanzada fue de 320.84 kg/cm² con un tiempo de vibrado de 0 seg.; 337.15 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 5 seg., 343.94 kg/cm² al utilizar la vibrocompactación en un tiempo de 10 seg. y por último 357.25 kg/cm² con un vibrocompactado de 15 seg. Se puede apreciar que a partir de esta edad de ensayo la resistencia aumenta para todos los tiempos de vibrocompactado con respecto de la probeta patrón.

Gráfico N° 4: Esfuerzo promedio de probetas de concreto a la edad de 7,14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

En el Gráfico N° 4 se presenta los porcentajes de variación de las resistencias alcanzadas a diferentes tiempos de vibrado, observándose que para 7 días de curado con tiempos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración las resistencias aumentan considerablemente en 14.97%, 19.66% y 22.58% respectivamente; a los 14 días de curado las resistencias siguen incrementando, aunque en menor porcentaje en 3.97%, 5.87% y 13.99% respectivamente; y por último para un tiempo de curado de 28 días de curado con tiempos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración las resistencias aumentan en 5.08%, 7.20% y 11.35% respectivamente.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados mostrados en el Grafico N° 1, la resistencia a compresión axial del concreto compactado con rodillo aumenta en porcentajes de 14.97%, 19.66% y 22.58% a los 7 días con respecto a la probeta patrón con tiempos de vibrado de 5 seg., 10 seg. y 15 seg.

A partir de los resultados mostrados en el Grafico N° 2, la resistencia a compresión axial del concreto compactado con rodillo aumenta en porcentajes de 3.97%, 5.87% y 13.99 % a los 14 días con respecto a la probeta patrón con tiempos de vibrado de 5 seg., 10 seg. y 15 seg.

De esta manera los resultados mostrados en el Grafico N° 3, la resistencia a compresión axial del concreto compactado con rodillo aumenta en porcentajes de 5.08%, 7.20% y 11.35 % a los 28 días con respecto a la probeta patrón con tiempos de vibrado de 5 seg., 10 seg. y 15 seg.

De acuerdo con la presente investigación se puede apreciar que el concreto compactado con rodillo en todas las edades de ensayo complementándose con los tiempos escogidos aumentan su resistencia como se puede observar en Grafico N° 4.

De acuerdo a los resultados obtenidos en Grafico N° 4 las probetas de concreto compactado con rodillo, para la edad de 28 días la resistencia concreto patrón promedio es 320.84 kg/cm² y la resistencia para CCR con un tiempo de vibrado 5 segundos fue de 337.15 kg/cm², la resistencia para un tiempo de vibrado 10 segundos de 343.94 kg/cm², finalmente para resistencia para CCR tiempo de vibrado 15 segundos fue 357.25 kg/cm².

En las tesis según Baños, Flores y Santos (2012) y Escalaya (2006) trabajaron con tiempos de vibración de 10 y 15 seg., respectivamente para elaborar especímenes de concreto compactado con rodillo; tomando en cuenta estas dos investigaciones se dispuso a elaborar especímenes de concreto con los mismos tiempos y empleando un tiempo de vibración adicional de 5 seg para complementar esta investigación; concluyendo que la resistencia a la compresión aumentan para 7 y 28 días con un tiempo de vibrado de 10 seg. y 7, 14 y 28 días para un tiempo de vibrado de 15 seg.

De acuerdo a Baños, Flores y Santos (2012), en su tesis "*Evaluación y comparación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto compactado con rodillo, utilizando para la elaboración de especímenes la mesa vibratoria de acuerdo a la norma astm c 1176 y el martillo vibrocompactador de acuerdo a la norma astm c 1435*" encontró una de resistencia a compresión para un tiempo de 10 segundos a la edad de 7 días y 28 días con una relación de a/c de 0.47 alcanzaron una resistencia de 273.41 kg/cm², para 28 días fue de 387.89 kg/cm² de igual manera obtuvieron las resistencias para estas mismas edades para una r a/c de 0.48

las cuales fueron fue de 256.13 kg/cm² y de 364.36 kg/cm² respectivamente; lográndose identificar una similitud con la presente investigación ya que los resultados obtenidos para edades de curado de 7 y 28 días con una relación a/c de 0.57 nos da las resistencias de 292.52 kg/cm² y 343.94 kg/cm² respectivamente, lográndose comparar que en estas 2 investigaciones las resistencias aumentan con respecto a su probeta patrón.

A partir de los 14 días de curado la resistencia a la compresión de los especímenes ensayados siguen siendo mayores a las resistencias de las probetas patrón, aunque en menor porcentaje con respecto a los especímenes ensayados a la edad de 7 días ya que a esta edad de curado las variaciones de porcentaje en resistencia a compresión fueron de 14.97%, 19.66% y 22.58% para un vibrado de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. respectivamente como se puede observar en el Grafico N° 4.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos a los 7, 14 y 28 días se observa que al realizar las variaciones del tiempo de vibrado en 5 seg., 10 seg. y 15 seg, el comportamiento de la resistencia a compresión de estos concretos no sigue un modelo lineal respecto al patrón.

CONCLUSIONES

1. La hipótesis de la investigación cumple satisfactoriamente, ya que la resistencia a la edad de 28 días del concreto compactado con rodillo se incrementa 11.35 % respecto de la resistencia patrón.
2. Se determinó la resistencia a compresión que para 7 días de curado con tiempos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración se obtiene resistencias 281.03 kg/cm², 292.52 kg/cm², 299.65 kg/cm² las cuales aumentan considerablemente en 14.97%, 19.66% y 22.58% respectivamente; a los 14 días de curado las resistencias siguen incrementando 298.40 kg/cm², 303.84 kg/cm², 327.15 kg/cm², aunque en menor porcentaje en 3.97%, 5.87% y 13.99% respectivamente; y por último para un tiempo de curado de 28 días de curado con tiempos de 5 seg., 10 seg. y 15 seg. de vibración las resistencias 337.15 kg/cm², 343.94 kg/cm² y 357.25 kg/cm² respectivamente las que aumentan en 5.08%, 7.20% y 11.35% respectivamente de la resistencia patrón.
3. El óptimo de los tiempos de vibrado evaluados corresponde a tiempo de 15 seg de acuerdo a los datos obtenidos ya que resisten un promedio de 357.25 kg/cm² para la edad de 28 días de curado.
4. Se determinó las propiedades físicas de la Cantera Roca Fuerte los cuales son , su módulo de finura es 2.97, gravedad específica 2.82 gr/cm³, absorción 3.68%, peso unitario suelto 1636.31 Kg/m³, peso unitario compactado 1753.49 Kg/m³ y contenido de humedad 8.84% para agregado fino, de la misma manera para agregado grueso su módulo de finura es 7.88, gravedad específica 2.66 gr/cm³, absorción 1.29%, peso unitario suelto 1443.78 Kg/m³, peso unitario compactado 1512.99 Kg/m³ y contenido de humedad 0.44%.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar a mayores tiempos de compactación para identificar en que tiempo de vibrado se da la segregación.
2. Evaluar los costos de la muestra patrón y de la optimizada para identificar posibles usos en la construcción.
3. Evaluar con distintos tipos de cemento para verificar una resistencia adecuada.

REFERENCIAS

1. Abanto Castillo. F (2013) *Tecnología del concreto* Lima- Perú San Marcos
2. Absalón Fernández. V. M & Salas Ruiz R. A (2006) *Influencia En El diseño de la mezcla de agregados de diferente procedencia en el estado Menda Mérida - Venezuela* Universidad de Los Andes.
3. Alvarado José. (2014) Estudio descriptivo de tecnología del concreto compactado con rodillo y aplicabilidad en pavimentos. (Tesis para optar título) Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
4. Asociación Colombiana de productos de concreto (2012) *Tecnología de concreto* (3° ed.) Bogotá - Colombia Talleres Nomos impresores.
5. ASTM – C1176 (1998) *Práctica estándar para la elaboración de especímenes cilíndricos de concreto compactado con rodillo utilizando una mesa vibratoria.*
6. Baños, M., Flores, T., & Santos E. (2012). *Evaluación y comparación de la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto compactado con rodillo, utilizando para la elaboración de especímenes la mesa vibratoria de acuerdo a la norma astm c 1176 y el martillo vibrocompactador de acuerdo a la norma astm c 1435.* (Tesis para optar título) Universidad del Salvador, El Salvador.
7. Escalaya, M. (2006) *Diseño de mezclas de concreto compactado con rodillo utilizando conceptos de compactación de suelos.* (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
8. Esparza Díaz. C (2005) *Diseño de estructuras de concreto armado* (4° ed) Lima - Perú Pontificia Universidad Católica del Perú.
9. Harmsen, Teodoro E.; *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*, Fondo Editorial PUCP, 2005.
10. INDECOPI. (2003). Norma Técnica Peruana 339.183 Concreto *Práctica normalizada para elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio* (1ra edición). Lima, Perú.
11. INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 339.009 *Cementos Portland Requisitos* (5ta edición). Lima, Perú.
12. INDECOPI. (2008). Norma Técnica Peruana 339.034 *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, muestras cilíndricas* (3ra edición). Lima, Perú.
13. INDECOPI. (2006). Norma Técnica Peruana 339.088 *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto cemento portland* (3ra edición). Lima, Perú.
14. INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 339.185 *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporables de agregados por secado* (1ra edición). Lima, Perú.

15. INDECOPI. (2001). Norma Técnica Peruana 400.010 *Extracción y preparación de muestras* (2da edición). Lima, Perú.
16. INDECOPI. (2001). Norma Técnica Peruana 400.012 *Análisis granulométrico del agregado fino grueso y global* (2da edición). Lima, Perú.
17. INDECOPI. (1999). Norma Técnica Peruana 400.017 *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado* (2da edición). Lima, Perú.
18. INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 400.019 *Resistencia a la degradación en los agregados de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles* (2da edición). Lima, Perú.
19. INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 400.021 *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso* (2da edición). Lima, Perú.
20. INDECOPI. (2002). Norma Técnica Peruana 400.022 *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino* (2da edición). Lima, Perú.
21. Molina, J (2012) *Adición de ceniza de cascarilla de arroz en hormigón (concreto) compactado con rodillo*. (Tesis para optar título) Universidad Nacional de Guayaquil, Ecuador.
22. Palomares, E. (1998) *Características técnicas del concreto compactado con rodillo (CCR)*. (Tesis para optar título) Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
23. Rivva López. E (2003) *Diseño de Mezclas* (2° ed) Lima - Perú imprenta William E.I.R.L.
24. Rivva López. E (2013) *Materiales para el concreto* Lima - Perú Fondo Editorial ICG.
25. Sánchez de Guzmán, D. (2011) *Tecnología del concreto y del Mortero* Bogotá, Colombia BHANDAR EDITORIALES LTDA.
26. Sánchez de Guzmán, D. (2011) *Tecnología del concreto y mortero* (2° ed) Bogotá Colombia BHANDAR EDITORIALES LTDA.
27. Torre C. A (2004) *Curso Básico de Tecnología del concreto* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

ANEXOS

ANEXO N° 1

ENSAYOS DE AGREGADOS



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANTERA:	Roca Fuerte	TIPO DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	COLOR DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTREO:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C /Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	75.80	38.60	75.2
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	435	400.40	435.40
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	406	371	405.50
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	29.00	28.90	29.90
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	330.20	332.90	330.30
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	8.78	8.68	9.05
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	8.84		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANtera:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO
FECHA DE MUESTREO:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	157.60	128.80	161.70
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1210.8	1192.2	1237.4
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	1207	1186.5	1232.8
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	3.80	5.70	4.60
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	409.6	413.1	420.4
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	0.36	0.54	0.43
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	0.44		

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016

**LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA****PROTOCOLO**

ENSAYO	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E 202 – ASTM C117 – NTP 400.018	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	TAMAÑO DE MUESTRA:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO

Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)
4.75 mm	N° 4 o menos	300
9.5 mm	3/8"	1000
19.00 mm	3/4"	2500
37.5 mm	1 1/2" o mayor	5000

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra	gr	500	500	500
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr	447.6	449.5	449.3
C	Material que pasa el tamiz N° 200 $C = A - B$	gr	52.4	50.5	50.7
D	% que pasa el tamiz N° 200 $D = (C / A) * 100$	%	10.48	10.10	10.14

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZZO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO Y FINO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Peso de Muestra: 10000.00 g.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				ARENA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2	1"	25.00	4069.00	40.69	40.69	59.31	95	100
3	¾"	19.00	4734.00	47.34	88.03	11.97		
4	½"	12.50	1163.00	11.63	99.66	0.34	25	60
5	3/8"	9.50	10.00	0.10	99.76	0.24		
6	N° 4	4.75	2.00	0.02	99.78	0.22	0	10
7	CAZOLETA		22.00	0.22	100.00	0.00		0
MODULO DE FINURA			7.88					

Peso de Muestra : 750 g.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 ½"	37.50						
2	1"	25.00						
3	¾"	19.00						
4	½"	12.50						
5	3/8"	9.50	0.00	0.000	00.00	100.0	100	100
6	N° 4	4.75	68.00	9.07	9.07	90.93	95	100
7	N° 8	2.36	92.00	12.47	21.33	78.67	80	100
8	N° 16	1.18	167.00	22.27	43.60	56.40	50	85
9	N° 30	0.60	110.00	14.67	58.27	41.73	25	60
10	N° 50	0.30	124.00	16.53	74.80	25.20	10	30
11	N° 100	0.15	111.00	14.80	89.60	10.40	2	10
12	N° 200	0.075	64.00	8.53	98.13	1.87	0	3
13	Fondo	0	14.00	1.87	100.00	0.00		
MODULO DE FINURA			2.97					

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016

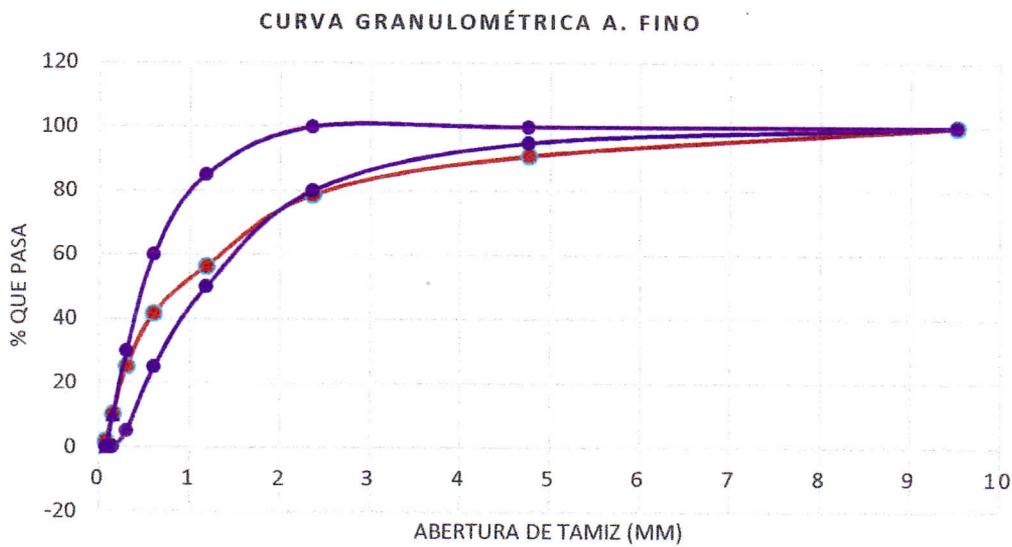
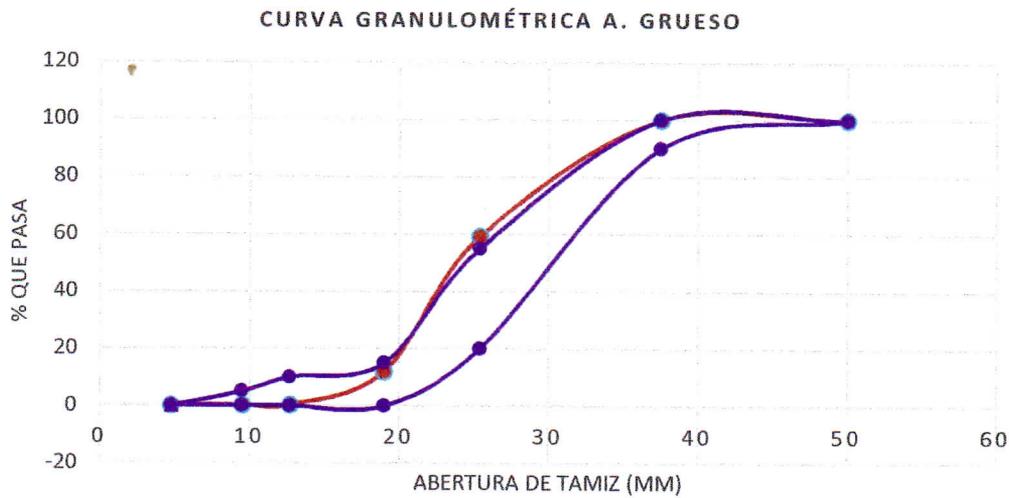


LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO Y FINO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO

PROTOCOLO

ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PUA-LC-UPNC:
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE CANTERA:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DEL MATERIAL:	AGREGADO FINO Y GRUESO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		< 1/2"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	g.	21.14	21.29	21.47	
B	Peso del molde	g.	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, C = A – B	g.	16.36	16.50	16.68	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	Kg/m3	1737.00	1752.18	1771.29	1753.49
E	Peso del Molde + AF Suelto	g.	20.193	20.189	20.205	
F	Peso del AF Suelto, F = E – B	g.	15.41	15.41	15.42	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m3	1636.03	1635.60	1637.30	1636.31

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1 1/2"	VOLUMEN MOLDE	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	g.	26.704	27.051	27.090	
B	Peso del molde	g.	5.82	5.82	5.82	
C	Peso del AG Compactado, C = A – B	g.	20.881	21.228	21.267	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	Kg/m3	1495.49	1520.34	1523.14	1512.99
E	Peso del Molde + AG Suelto	g.	26.062	25.950	25.934	
F	Peso del AG Suelto, F = E – B	g.	20.24	20.13	20.11	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	Kg/m3	1449.51	1441.49	1440.34	1443.78

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: GUZMÁN MINCHÁN VÍCTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	24/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo (Psss)	gr	500	500	500	P R O M E D I O
B	Peso del frasco + agua hasta marca de 500ml	gr	1295.9	1295.3	1295.6	
C	Peso del frasco + agua + Psss, C = A + B	gr	1795.9	1795.3	1795.6	
D	Peso del frasco + Psss + agua hasta la marca de 500ml	gr	1607.20	1606.50	1607.00	
E	Volumen de masa + volumen de vacío, E = C - D	cm ³	188.7	188.8	188.6	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	482.00	483.20	481.50	
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm ³	170.7	172	170.1	
H	Peso específico bulk (base seca), H = F / E	gr/cm ³	2.55	2.56	2.55	2.56
I	Peso específico (base saturada), I = A / E	gr/cm ³	2.65	2.65	2.65	2.65
J	Peso específico aparente (base seca), J = F / G	gr/cm ³	2.82	2.81	2.83	2.82
K	Absorción, K = (A - F / F) * 100	%	3.73	3.48	3.84	3.68

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PEAG-LC-UPNC:
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	4000.40	4001.20	4000.00	P R O M E D I O
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	2469.40	2458.40	2465.10	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, C = A – B	gr	1531	1542.8	1534.9	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	3947.40	3941.60	3959.90	
E	Volumen de masa, E = C – (A – D)	cm ³	1478	1483.2	1494.8	
F	Peso especifico bulk (base seca), F = D / C	gr/cm ³	2.58	2.55	2.58	2.57
G	Peso especifico (base saturada), G = A / C	gr/cm ³	2.61	2.59	2.61	2.60
H	Peso especifico aparente (base seca), H = D / E	gr/cm ³	2.67	2.66	2.65	2.66
I	Absorción, K = (A – D / D) * 100	%	1.34	1.51	1.01	1.29

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANtera:	Roca Fuerte	CoLoR DE MaTERIAL:	Gris
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MaTERIAL:	Asresado Fino
FECHA DE MUESTREO:	18-10-2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20-10-2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	95.80	38.00	95.2
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	485	400.40	439.40
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	400	391	403.50
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr			
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%			
G	Promedio Porcentaje Humedad	%			

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANTERA:	Roca Fuerte	TIPO DE MATERIAL:	C15
UBICACIÓN:	Rio Chonta	COLOR DE MATERIAL:	Agrisado Gris
FECHA DE MUESTREO:	18-10-2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20-10-2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		M1	M2	M3
B	Peso del Recipiente	gr	187.60	128.80	101.70
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1210.8	1192.2	1289.4
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	1207	1186	1232.8
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr			
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%			
G	Promedio Porcentaje Humedad	%			

$$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CMF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E 202 – ASTM C117 – NTP 400.018	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	TAMAÑO DE MUESTRA:	600
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino
FECHA DE MUESTRA:	18-10-2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21-10-2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

MUESTRA MÍNIMA REQUERIDA SEGÚN TAMAÑO DE AGREGADO		
Tamaño nominal máximo de tamices		Peso mínimo aproximado de la muestra (gr)
4.75 mm	N° 4 o menos	300
9.5 mm	3/8"	1000
19.00 mm	3/4"	2500
37.5 mm	1 1/2" o mayor	5000

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Peso de la muestra	gr	500	500	500
B	Peso de la muestra lavada y seca	gr	447.6	449.5	449.3
C	Material que pasa el tamiz N° 200 C = A – B	gr			
D	% que pasa el tamiz N° 200 D = (C / A) * 100	%			

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca fuerte	COLOR DE MATERIAL:	GRIS
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO GRUESO Y FINO
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	20/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Peso de Muestra: 10000 g*

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	(pulg)	(mm)				ARENA	ESPECIFICACIÓN
1	1 1/2"	37.50	0			100	100
2	1"	25.00	4069			95	100
3	3/4"	19.00	4734				
4	1/2"	12.50	1163			25	60
5	3/8"	9.50	10				
6	N° 4	4.75	2			0	10
7	CAZOLETA		22				0
MODULO DE FINURA							

Peso de Muestra : 7500 g*

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA	
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN
1	1 1/2"	37.50					
2	1"	25.00					
3	3/4"	19.00					
4	1/2"	12.50					
5	3/8"	9.50	0			100	100
6	N° 4	4.75	68			95	100
7	N° 8	2.36	92			80	100
8	N° 16	1.18	169			50	85
9	N° 30	0.60	110			25	60
10	N° 50	0.30	124			10	30
11	N° 100	0.15	111			2	10
12	N° 200	0.075	62			0	3
13	Fondo	0	12				
MODULO DE FINURA							

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO

PROTOCOLO

ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PUA-LC-UPNC:
NORMA	MTC E 203 – ASTM C29 – NTP 400.017	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE CANTERA:	Gris
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DEL MATERIAL:	Agregado fino y grueso
FECHA DE MUESTRA:	18-10-2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21-10-2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		< 1/2"		VOLUMEN MOLDE	RESULTADO
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3		
A	Peso del Molde + AF Compactado	g.	21.14	21.29	21.49		
B	Peso del molde	g.	4.78	4.78	4.78		
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	g.					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m3	1937	1752.18	1771.29		
E	Peso del Molde + AF Suelto	g.	20.193	20.189	20.205		
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	g.					
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m3					

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1 1/2"		VOLUMEN MOLDE	RESULTADO
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3		
A	Peso del Molde + AG Compactado	g.	26.704	27.081	27.090		
B	Peso del molde	g.	5.82	5.82	5.82		
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	g.					
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m3	1493.49	1520.34	1523.14		
E	Peso del Molde + AG Suelto	g.	26.062	25.960	26.934		
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	g.					
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m3					

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	Gris
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	Agreco de Fino
FECHA DE MUESTRA:	18/10/2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	24/10/2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo (Psss)	gr	500	500	500	P R O M E D I O
B	Peso del frasco + agua hasta marca de 500ml	gr	1298.9	1295.3	1295.6	
C	Peso del frasco + agua + Psss, C = A + B	gr				
D	Peso del frasco + Psss + agua hasta la marca de 500ml	gr	1607.20	1606.60	1607.00	
E	Volumen de masa + volumen de vacío, E = C - D	cm ³				
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	170.7	172	170.1	
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm ³				
H	Peso específico bulk (base seca), H = F / E	gr/cm ³				
I	Peso específico (base saturada), I = A / E	gr/cm ³				
J	Peso específico aparente (base seca), J = F / G	gr/cm ³				
K	Absorción, K = (A - F / F) * 100	%				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUERVO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PEAG-LC-UPNC:
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

CANTERA:	Roca Fuerte	COLOR DE MATERIAL:	Grís
UBICACIÓN:	Rio Chonta	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Grueso
FECHA DE MUESTRA:	18-10-2016	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
FECHA DE ENSAYO:	21-10-2016	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	4000.40	4001.20	4000	P R O M E D I O
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	2469.40	2488.40	2465.10	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$	gr				
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	3949.40	3941.60	3959.90	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³				
F	Peso específico bulk (base seca), $F = D / C$	gr/cm ³				
G	Peso específico (base saturada), $G = A / C$	gr/cm ³				
H	Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$	gr/cm ³				
I	Absorción, $K = (A - D / D) * 100$	%				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:

ANEXO N° 2

DISEÑO DE MEZCLA.

Proporciones en peso en obra.

1 : 3.5 : 3.6 / 0.55L/Kg

Colada para 3 especímenes estandar en obra.

Número de especímenes estandar:	3
Volumen de colada:	0.02 m3

Materiales de ensayo	
Cemento:	5.6 Kg
Agregado fino:	19.5 Kg
Agregado Grueso:	20.6 Kg
Agua efectiva:	3.1 L
Peso total de colada:	48.8 Kg

ANEXO N° 3

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

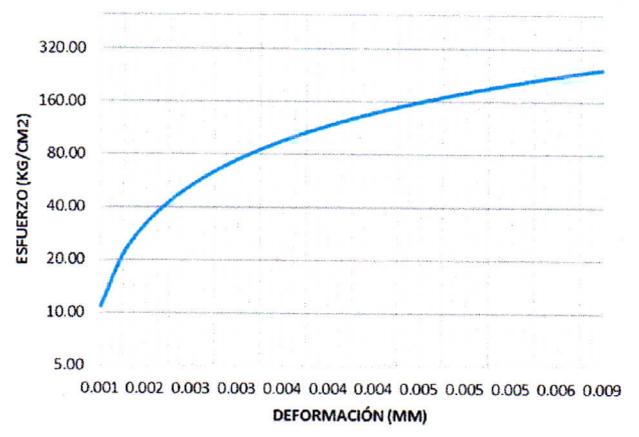
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 - PP	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.43 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08/11/16	ÁREA (cm ²):	186.99 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	15/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.73	10.70	0.006
3	4000	1.97	21.40	0.006
4	6000	2.15	32.10	0.007
5	8000	2.28	42.80	0.007
6	10000	2.37	53.50	0.008
7	12000	2.46	64.20	0.008
8	14000	2.53	74.90	0.008
9	16000	2.59	85.60	0.008
10	18000	2.65	96.30	0.009
11	20000	2.70	107.00	0.009
12	22000	2.77	117.70	0.009
13	24000	2.81	128.40	0.009
14	26000	2.87	139.10	0.009
15	28000	2.92	149.80	0.010
16	30000	2.98	160.50	0.010
17	32000	3.03	171.20	0.010
18	34000	3.07	181.90	0.010
19	36000	3.17	192.60	0.010
20	38000	3.22	203.30	0.011
21	40000	3.28	214.00	0.011
22	42000	3.48	224.70	0.011
23	44000	3.59	235.40	0.012
24	45342	3.61	242.58	0.012

Carga -Máxima	45342 kg
Tiempo	1.40 min
Altura	305.70 mm
F'c	242.58 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

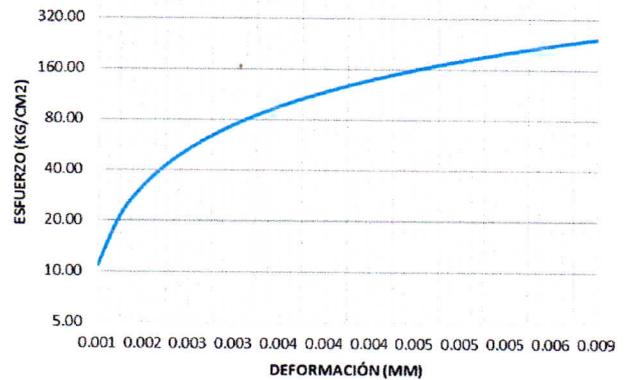
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

ID. PROBETA:	E2 - PP	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.43 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08/11/16	ÁREA (cm ²):	186.99 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	15/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.30	10.70	0.001
3	4000	0.53	21.39	0.002
4	6000	0.65	32.09	0.002
5	8000	0.76	42.78	0.002
6	10000	0.84	53.48	0.003
7	12000	0.91	64.17	0.003
8	14000	0.97	74.87	0.003
9	16000	1.02	85.57	0.003
10	18000	1.07	96.26	0.004
11	20000	1.14	106.96	0.004
12	22000	1.18	117.65	0.004
13	24000	1.24	128.35	0.004
14	26000	1.28	139.04	0.004
15	28000	1.33	149.74	0.004
16	30000	1.38	160.44	0.005
17	32000	1.42	171.13	0.005
18	34000	1.48	181.83	0.005
19	36000	1.52	192.52	0.005
20	38000	1.58	203.22	0.005
21	40000	1.64	213.91	0.005
22	42000	1.71	224.61	0.006
23	44000	1.78	235.30	0.006
24	45922	2.66	245.58	0.009

Carga -Máxima	45922 kg
Tiempo	1.16 min
Altura	305.70 mm
F'c	245.58 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

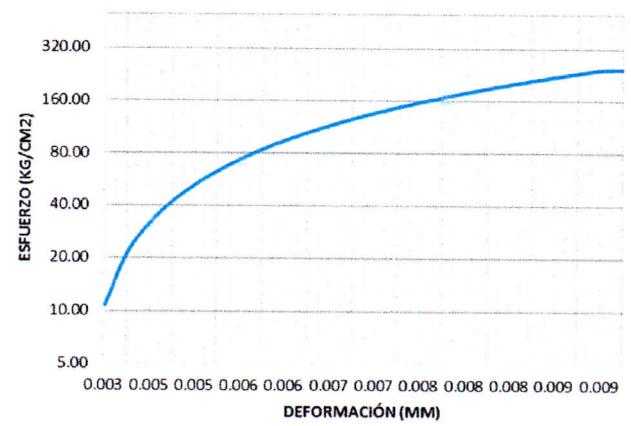
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 - PP	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.52 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08/11/16	ÁREA (cm ²):	189.11 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	15/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.03	10.58	0.003
3	4000	1.26	21.15	0.004
4	6000	1.43	31.73	0.005
5	8000	1.55	42.30	0.005
6	10000	1.65	52.88	0.005
7	12000	1.76	63.46	0.006
8	14000	1.83	74.03	0.006
9	16000	1.90	84.61	0.006
10	18000	1.97	95.18	0.006
11	20000	2.04	105.76	0.007
12	22000	2.12	116.34	0.007
13	24000	2.17	126.91	0.007
14	26000	2.23	137.49	0.007
15	28000	2.29	148.07	0.007
16	30000	2.34	158.64	0.008
17	32000	2.39	169.22	0.008
18	34000	2.45	179.79	0.008
19	36000	2.52	190.37	0.008
20	38000	2.58	200.95	0.008
21	40000	2.64	211.52	0.009
22	42000	2.70	222.10	0.009
23	44000	2.78	232.67	0.009
24	46000	2.88	243.25	0.009
25	46366	2.52	245.19	0.008

Carga -Máxima	46366 kg
Tiempo	1.30 min
Altura	305.83 mm
F'c	245.19 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

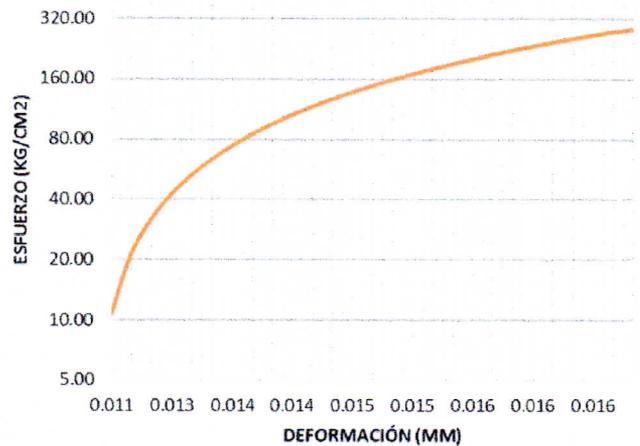
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	187.72 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	3.37	10.65	0.011
3	4000	3.65	21.31	0.012
4	6000	3.82	31.96	0.013
5	8000	3.94	42.62	0.013
6	10000	4.04	53.27	0.013
7	12000	4.12	63.93	0.013
8	14000	4.19	74.58	0.014
9	16000	4.26	85.23	0.014
10	18000	4.32	95.89	0.014
11	20000	4.35	106.54	0.014
12	22000	4.42	117.20	0.014
13	24000	4.45	127.85	0.015
14	26000	4.50	138.50	0.015
15	28000	4.55	149.16	0.015
16	30000	4.58	159.81	0.015
17	32000	4.64	170.47	0.015
18	34000	4.68	181.12	0.015
19	36000	4.74	191.78	0.016
20	38000	4.78	202.43	0.016
21	40000	4.81	213.08	0.016
22	42000	4.85	223.74	0.016
23	44000	4.89	234.39	0.016
24	46000	4.95	245.05	0.016
25	48000	4.99	255.70	0.016
26	50000	5.02	266.36	0.016
27	52000	5.04	277.01	0.017
28	53455	5.10	284.76	0.017

Carga -Máxima	53455 kg
Tiempo	1.56 min
Altura	305.20 mm
F'c	284.76 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

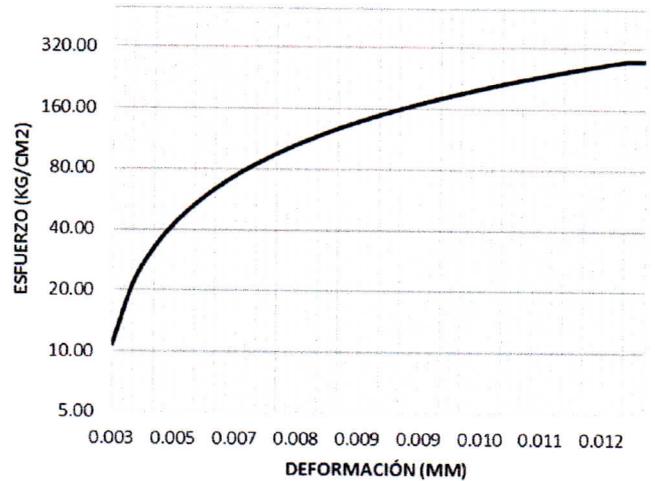
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.49 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	188.33 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.81	10.62	0.003
3	4000	1.24	21.24	0.004
4	6000	1.45	31.86	0.005
5	8000	1.65	42.48	0.005
6	10000	1.80	53.10	0.006
7	12000	1.97	63.72	0.006
8	14000	2.11	74.34	0.007
9	16000	2.20	84.96	0.007
10	18000	2.31	95.58	0.008
11	20000	2.40	106.20	0.008
12	22000	2.49	116.82	0.008
13	24000	2.59	127.44	0.008
14	26000	2.65	138.06	0.009
15	28000	2.74	148.68	0.009
16	30000	2.80	159.30	0.009
17	32000	2.88	169.92	0.009
18	34000	2.95	180.54	0.010
19	36000	3.01	191.16	0.010
20	38000	3.07	201.78	0.010
21	40000	3.15	212.40	0.010
22	42000	3.23	223.02	0.011
23	44000	3.31	233.64	0.011
24	46000	3.39	244.26	0.011
25	48000	3.50	254.88	0.011
26	50000	3.68	265.50	0.012
27	52000	3.71	276.12	0.012
28	52077	3.75	276.52	0.012

Carga -Máxima	52077 kg
Tiempo	1.18 min
Altura	305.25 mm
F'c	276.52 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

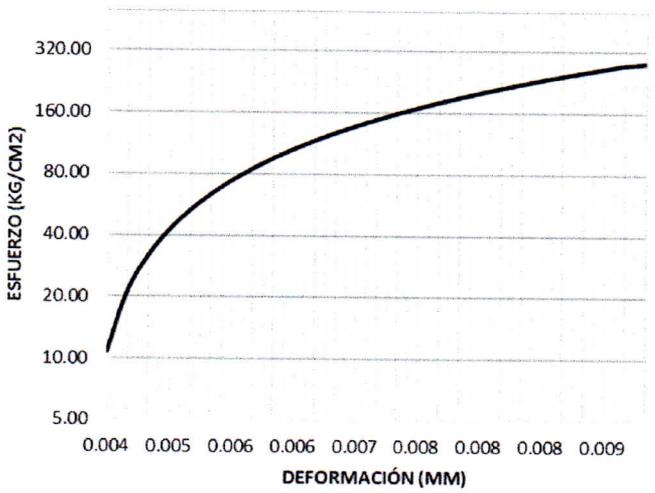
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	188.23 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.20	10.63	0.004
3	4000	1.29	21.25	0.004
4	6000	1.40	31.88	0.005
5	8000	1.54	42.50	0.005
6	10000	1.60	53.13	0.005
7	12000	1.68	63.75	0.006
8	14000	1.72	74.38	0.006
9	16000	1.78	85.00	0.006
10	18000	1.82	95.63	0.006
11	20000	1.87	106.25	0.006
12	22000	1.92	116.88	0.006
13	24000	1.99	127.50	0.007
14	26000	2.09	138.13	0.007
15	28000	2.14	148.75	0.007
16	30000	2.19	159.38	0.007
17	32000	2.31	170.01	0.008
18	34000	2.37	180.63	0.008
19	36000	2.41	191.26	0.008
20	38000	2.45	201.88	0.008
21	40000	2.50	212.51	0.008
22	42000	2.54	223.13	0.008
23	44000	2.59	233.76	0.008
24	46000	2.65	244.38	0.009
25	48000	2.71	255.01	0.009
26	50000	2.76	265.63	0.009
27	52000	2.82	276.26	0.009
28	53045	2.86	281.81	0.009

Carga -Máxima	53045 kg
Tiempo	2.53 min
Altura	305.15 mm
F'c	281.81 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

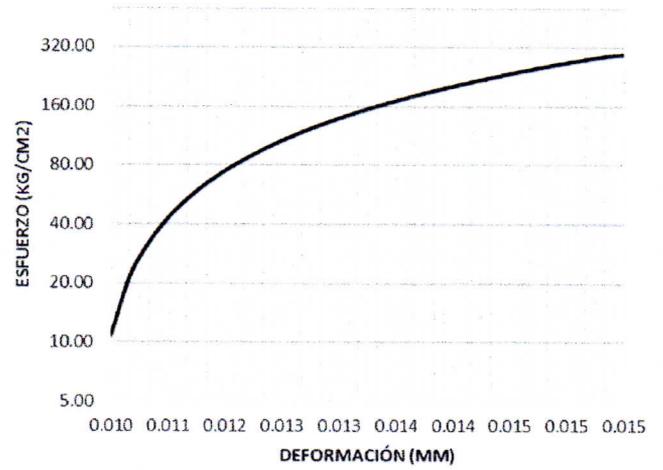
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	188.08 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	CUZCO MINCHAN VICTOR.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	3.10	10.63	0.010
3	4000	3.32	21.27	0.011
4	6000	3.44	31.90	0.011
5	8000	3.50	42.53	0.011
6	10000	3.61	53.17	0.012
7	12000	3.68	63.80	0.012
8	14000	3.74	74.43	0.012
9	16000	3.80	85.07	0.012
10	18000	3.84	95.70	0.013
11	20000	3.91	106.34	0.013
12	22000	3.95	116.97	0.013
13	24000	3.99	127.60	0.013
14	26000	4.05	138.24	0.013
15	28000	4.10	148.87	0.013
16	30000	4.15	159.50	0.014
17	32000	4.20	170.14	0.014
18	34000	4.24	180.77	0.014
19	36000	4.28	191.40	0.014
20	38000	4.32	202.04	0.014
21	40000	4.35	212.67	0.014
22	42000	4.40	223.30	0.014
23	44000	4.44	233.94	0.015
24	46000	4.48	244.57	0.015
25	48000	4.52	255.21	0.015
26	50000	4.54	265.84	0.015
27	52000	4.58	276.47	0.015
28	54000	4.62	287.11	0.015
29	55114	4.65	293.03	0.015

Carga -Máxima	55114 kg
Tiempo	1.41 min
Altura	305.20 mm
F'c	293.03 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



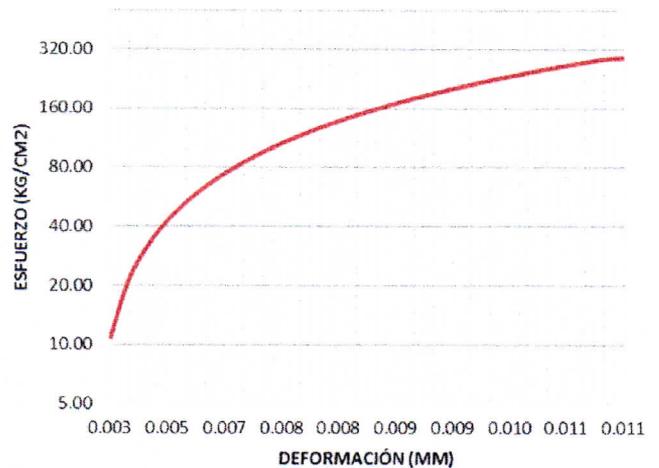
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	187.72 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.95	10.65	0.003
3	4000	1.23	21.31	0.004
4	6000	1.43	31.96	0.005
5	8000	1.59	42.62	0.005
6	10000	1.84	53.27	0.006
7	12000	1.95	63.93	0.006
8	14000	2.04	74.58	0.007
9	16000	2.13	85.23	0.007
10	18000	2.23	95.89	0.007
11	20000	2.31	106.54	0.008
12	22000	2.37	117.20	0.008
13	24000	2.43	127.85	0.008
14	26000	2.48	138.50	0.008
15	28000	2.52	149.16	0.008
16	30000	2.58	159.81	0.008
17	32000	2.64	170.47	0.009
18	34000	2.70	181.12	0.009
19	36000	2.76	191.78	0.009
20	38000	2.84	202.43	0.009
21	40000	2.90	213.08	0.010
22	42000	2.94	223.74	0.010
23	44000	3.02	234.39	0.010
24	46000	3.08	245.05	0.010
25	48000	3.15	255.70	0.010
26	50000	3.22	266.36	0.011
27	52000	3.31	277.01	0.011
28	54000	3.41	287.66	0.011
29	54864	3.48	292.27	0.011

Carga -Máxima	54864 kg
Tiempo	2.02 Min
Altura	305.15 mm
F'c	292.27 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

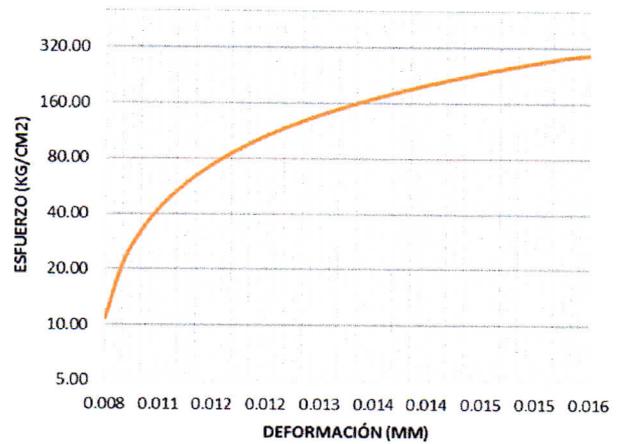
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm²):	187.72 cm²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	2.52	10.65	0.008
3	4000	2.69	21.31	0.009
4	6000	3.08	31.96	0.010
5	8000	3.21	42.62	0.011
6	10000	3.32	53.27	0.011
7	12000	3.43	63.93	0.011
8	14000	3.53	74.58	0.012
9	16000	3.62	85.23	0.012
10	18000	3.71	95.89	0.012
11	20000	3.78	106.54	0.012
12	22000	3.85	117.20	0.013
13	24000	3.91	127.85	0.013
14	26000	3.98	138.50	0.013
15	28000	4.04	149.16	0.013
16	30000	4.11	159.81	0.013
17	32000	4.19	170.47	0.014
18	34000	4.23	181.12	0.014
19	36000	4.28	191.78	0.014
20	38000	4.34	202.43	0.014
21	40000	4.40	213.08	0.014
22	42000	4.45	223.74	0.015
23	44000	4.51	234.39	0.015
24	46000	4.56	245.05	0.015
25	48000	4.60	255.70	0.015
26	50000	4.68	266.36	0.015
27	52000	4.76	277.01	0.016
28	54000	4.85	287.66	0.016
29	54863	4.93	292.26	0.016

Carga -Máxima	54863 kg
Tiempo	1.51 Min
Altura	305.10 mm
F'c	292.26 kg/cm2



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

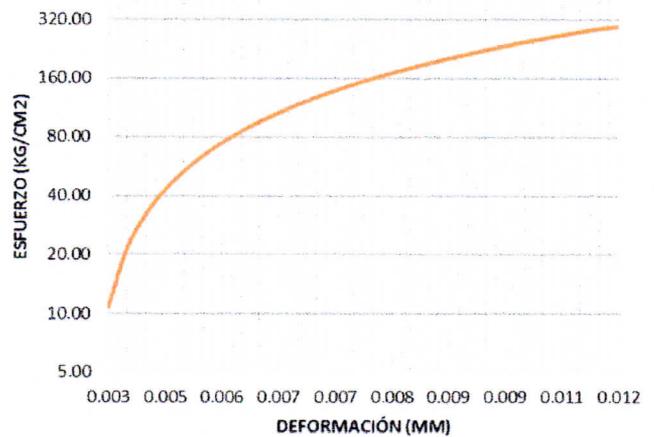
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	187.72 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.90	10.65	0.003
3	4000	1.17	21.31	0.004
4	6000	1.36	31.96	0.004
5	8000	1.50	42.62	0.005
6	10000	1.59	53.27	0.005
7	12000	1.70	63.93	0.006
8	14000	1.78	74.58	0.006
9	16000	1.90	85.23	0.006
10	18000	1.98	95.89	0.006
11	20000	2.06	106.54	0.007
12	22000	2.11	117.20	0.007
13	24000	2.17	127.85	0.007
14	26000	2.21	138.50	0.007
15	28000	2.27	149.16	0.007
16	30000	2.33	159.81	0.008
17	32000	2.38	170.47	0.008
18	34000	2.44	181.12	0.008
19	36000	2.53	191.78	0.008
20	38000	2.60	202.43	0.009
21	40000	2.65	213.08	0.009
22	42000	2.72	223.74	0.009
23	44000	2.77	234.39	0.009
24	46000	2.85	245.05	0.009
25	48000	3.13	255.70	0.010
26	50000	3.25	266.36	0.011
27	52000	3.53	277.01	0.012
28	54000	3.74	287.66	0.012
29	55147	3.76	293.77	0.012

Carga -Máxima	55147 kg
Tiempo	1.48 min
Altura	305.15 mm
F'c	293.77 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

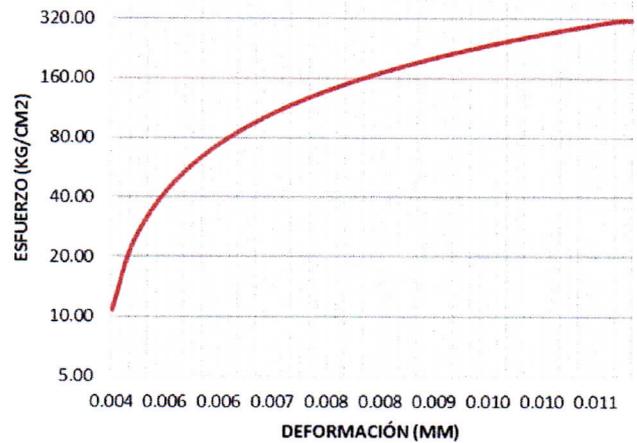
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	188.21 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	CUZCO MINCHAN VICTOR.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.18	10.63	0.004
3	4000	1.42	21.25	0.005
4	6000	1.60	31.88	0.005
5	8000	1.72	42.51	0.006
6	10000	1.83	53.13	0.006
7	12000	1.90	63.76	0.006
8	14000	1.98	74.39	0.006
9	16000	2.06	85.01	0.007
10	18000	2.14	95.64	0.007
11	20000	2.20	106.27	0.007
12	22000	2.28	116.89	0.007
13	24000	2.34	127.52	0.008
14	26000	2.39	138.15	0.008
15	28000	2.45	148.77	0.008
16	30000	2.52	159.40	0.008
17	32000	2.57	170.03	0.008
18	34000	2.62	180.65	0.009
19	36000	2.70	191.28	0.009
20	38000	2.75	201.91	0.009
21	40000	2.80	212.53	0.009
22	42000	2.86	223.16	0.009
23	44000	2.93	233.79	0.010
24	46000	3.00	244.41	0.010
25	48000	3.06	255.04	0.010
26	50000	3.13	265.67	0.010
27	52000	3.19	276.29	0.010
28	54000	3.26	286.92	0.011
29	56000	3.35	297.55	0.011
30	58000	3.46	308.17	0.011
31	58514	3.53	310.91	0.012

Carga -Máxima	58514 kg
Tiempo	2.10 Min
Altura	305.15 mm
F'c	310.91 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA:



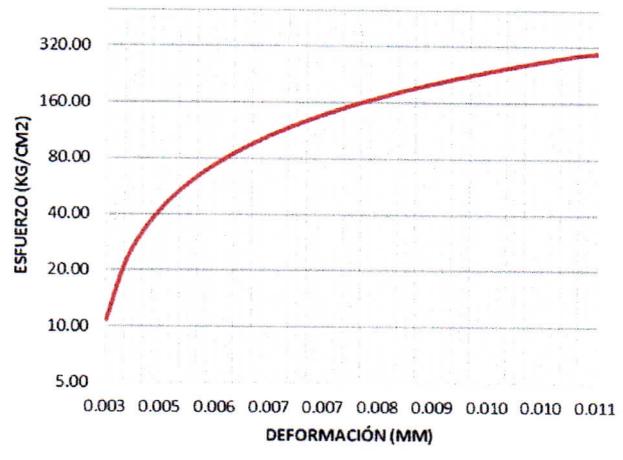
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO		
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

ID. PROBETA:	E3 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.45 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	07/11/16	ÁREA (cm ²):	187.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	14/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	7 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.89	10.67	0.003
3	4000	1.14	21.34	0.004
4	6000	1.33	32.00	0.004
5	8000	1.49	42.67	0.005
6	10000	1.59	53.34	0.005
7	12000	1.70	64.01	0.006
8	14000	1.78	74.68	0.006
9	16000	1.88	85.34	0.006
10	18000	1.95	96.01	0.006
11	20000	2.03	106.68	0.007
12	22000	2.09	117.35	0.007
13	24000	2.19	128.02	0.007
14	26000	2.27	138.68	0.007
15	28000	2.35	149.35	0.008
16	30000	2.40	160.02	0.008
17	32000	2.48	170.69	0.008
18	34000	2.56	181.36	0.008
19	36000	2.62	192.02	0.009
20	38000	2.68	202.69	0.009
21	40000	2.78	213.36	0.009
22	42000	2.87	224.03	0.009
23	44000	2.94	234.70	0.010
24	46000	3.03	245.36	0.010
25	48000	3.09	256.03	0.010
26	50000	3.17	266.70	0.010
27	52000	3.25	277.37	0.011
28	54000	3.34	288.04	0.011
29	55170	3.41	294.28	0.011

Carga -Máxima	55170 kg
Tiempo	2.16 Min
Altura	305.10 mm
F'c	294.28 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

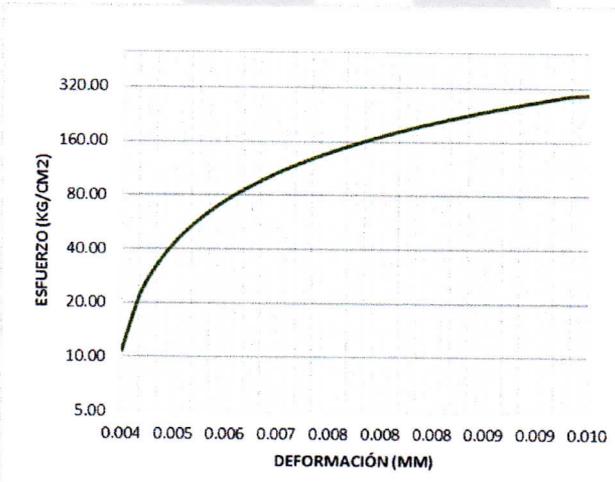
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – PP	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.42 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	186.68 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.18	10.71	0.004
3	4000	1.44	21.43	0.005
4	6000	1.52	32.14	0.005
5	8000	1.55	42.85	0.005
6	10000	1.78	53.57	0.006
7	12000	1.88	64.28	0.006
8	14000	1.97	75.00	0.006
9	16000	2.04	85.71	0.007
10	18000	2.10	96.42	0.007
11	20000	2.18	107.14	0.007
12	22000	2.24	117.85	0.007
13	24000	2.29	128.56	0.007
14	26000	2.34	139.28	0.008
15	28000	2.38	149.99	0.008
16	30000	3.42	160.71	0.011
17	32000	2.46	171.42	0.008
18	34000	2.51	182.13	0.008
19	36000	2.55	192.85	0.008
20	38000	2.60	203.56	0.008
21	40000	2.66	214.27	0.009
22	42000	2.71	224.99	0.009
23	44000	2.76	235.70	0.009
24	46000	2.80	246.42	0.009
25	48000	2.85	257.13	0.009
26	50000	2.90	267.84	0.009
27	52000	2.95	278.56	0.010
28	54000	3.01	289.27	0.010
29	54755	3.05	293.31	0.010

Carga -Máxima	54755 kg
Tiempo	0.56 Min
Altura	306.37 mm
F'c	293.31 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

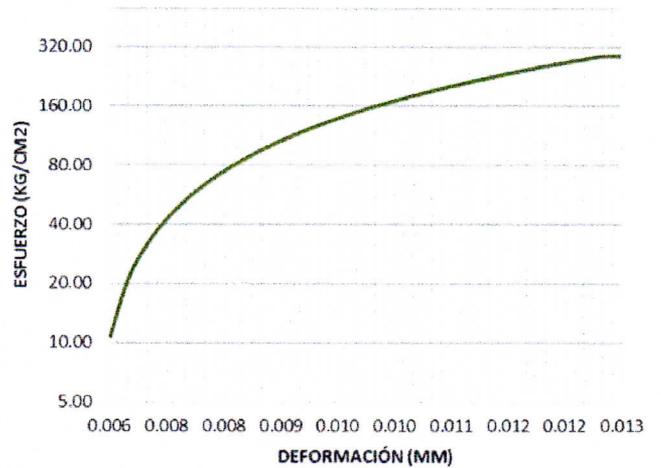
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – PP.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.50 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	188.69 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.72	10.60	0.006
3	4000	1.97	21.20	0.006
4	6000	2.16	31.80	0.007
5	8000	2.30	42.40	0.008
6	10000	2.41	53.00	0.008
7	12000	2.50	63.60	0.008
8	14000	2.57	74.20	0.008
9	16000	2.68	84.79	0.009
10	18000	2.76	95.39	0.009
11	20000	2.83	105.99	0.009
12	22000	2.90	116.59	0.009
13	24000	2.95	127.19	0.010
14	26000	3.02	137.79	0.010
15	28000	3.08	148.39	0.010
16	30000	3.14	158.99	0.010
17	32000	3.19	169.59	0.010
18	34000	3.26	180.19	0.011
19	36000	3.31	190.79	0.011
20	38000	3.38	201.39	0.011
21	40000	3.44	211.99	0.011
22	42000	3.49	222.59	0.011
23	44000	3.55	233.18	0.012
24	46000	3.63	243.78	0.012
25	48000	3.68	254.38	0.012
26	50000	3.76	264.98	0.012
27	52000	3.85	275.58	0.013
28	54000	3.98	286.18	0.013
29	54146	4.02	286.95	0.013

Carga -Máxima	54146 kg
Tiempo	1.35 Min
Altura	305.36 mm
F'c	286.95 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

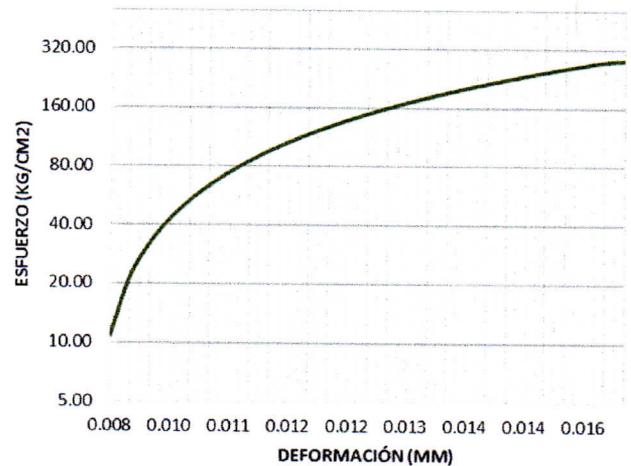
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – PP.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	187.68 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	2.51	10.66	0.008
3	4000	2.16	21.31	0.007
4	6000	2.92	31.97	0.010
5	8000	3.05	42.63	0.010
6	10000	3.18	53.28	0.010
7	12000	3.25	63.94	0.011
8	14000	3.38	74.59	0.011
9	16000	3.48	85.25	0.011
10	18000	3.52	95.91	0.012
11	20000	3.58	106.56	0.012
12	22000	3.62	117.22	0.012
13	24000	3.71	127.88	0.012
14	26000	3.81	138.53	0.012
15	28000	3.92	149.19	0.013
16	30000	3.98	159.84	0.013
17	32000	4.01	170.50	0.013
18	34000	4.08	181.16	0.013
19	36000	4.10	191.81	0.013
20	38000	4.15	202.47	0.014
21	40000	4.28	213.13	0.014
22	42000	4.32	223.78	0.014
23	44000	4.42	234.44	0.014
24	46000	4.51	245.09	0.015
25	48000	4.59	255.75	0.015
26	50000	5.02	266.41	0.016
27	52000	5.15	277.06	0.017
28	52687	5.23	280.72	0.017

Carga -Máxima	52687 kg
Tiempo	1.12 Min
Altura	305.83 mm
F'c	280.72 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

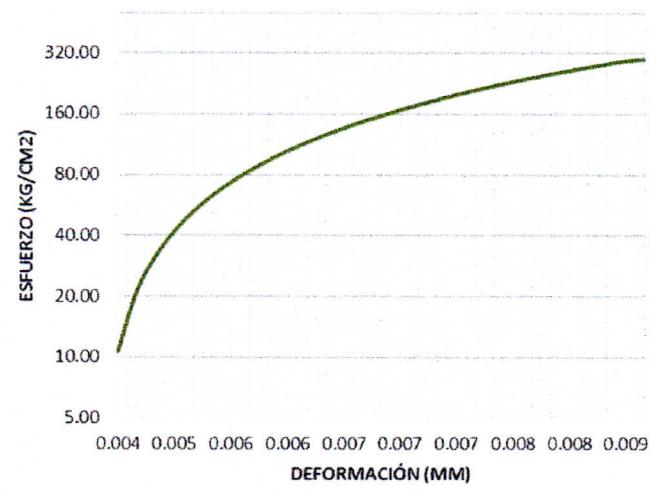
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.56 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	190.11 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.19	10.52	0.004
3	4000	1.40	21.04	0.005
4	6000	1.53	31.56	0.005
5	8000	1.61	42.08	0.005
6	10000	1.68	52.60	0.006
7	12000	1.74	63.12	0.006
8	14000	1.77	73.64	0.006
9	16000	1.80	84.16	0.006
10	18000	1.84	94.68	0.006
11	20000	1.88	105.20	0.006
12	22000	1.91	115.72	0.006
13	24000	1.97	126.24	0.006
14	26000	2.00	136.77	0.007
15	28000	2.03	147.29	0.007
16	30000	2.07	157.81	0.007
17	32000	2.10	168.33	0.007
18	34000	2.13	178.85	0.007
19	36000	2.16	189.37	0.007
20	38000	2.20	199.89	0.007
21	40000	2.24	210.41	0.007
22	42000	2.29	220.93	0.008
23	44000	2.34	231.45	0.008
24	46000	2.47	241.97	0.008
25	48000	2.52	252.49	0.008
26	50000	2.57	263.01	0.008
27	52000	2.62	273.53	0.009
28	54000	2.70	284.05	0.009
29	56000	2.81	294.57	0.009
30	56888	2.92	299.24	0.010

Carga -Máxima	56888 kg
Tiempo	2.16 Min
Altura	304.18 mm
F'c	299.24 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

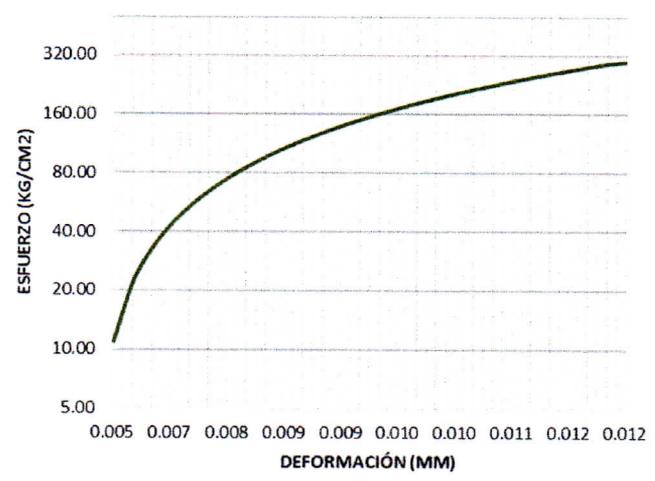
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.42 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	186.85 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.64	10.70	0.005
3	4000	1.88	21.41	0.006
4	6000	2.05	32.11	0.007
5	8000	2.20	42.82	0.007
6	10000	2.32	53.52	0.008
7	12000	2.40	64.22	0.008
8	14000	2.48	74.93	0.008
9	16000	2.54	85.63	0.008
10	18000	2.60	96.34	0.009
11	20000	2.66	107.04	0.009
12	22000	2.70	117.74	0.009
13	24000	2.76	128.45	0.009
14	26000	2.83	139.15	0.009
15	28000	2.87	149.86	0.009
16	30000	2.96	160.56	0.010
17	32000	3.02	171.26	0.010
18	34000	3.07	181.97	0.010
19	36000	3.12	192.67	0.010
20	38000	3.18	203.38	0.010
21	40000	3.24	214.08	0.011
22	42000	3.29	224.78	0.011
23	44000	3.35	235.49	0.011
24	46000	3.40	246.19	0.011
25	48000	3.48	256.90	0.011
26	50000	3.54	267.60	0.012
27	52000	3.60	278.30	0.012
28	54000	3.68	289.01	0.012
29	55111	3.72	294.95	0.012

Carga -Máxima	55111 kg
Tiempo	1.43 Min
Altura	304.41 mm
F'c	294.95 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

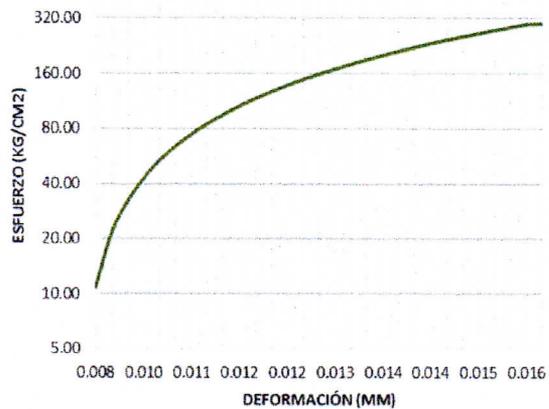
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – 5 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.45 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	187.55 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	2.50	10.66	0.008
3	4000	2.77	21.33	0.009
4	6000	2.94	31.99	0.010
5	8000	3.06	42.66	0.010
6	10000	3.19	53.32	0.010
7	12000	3.24	63.98	0.011
8	14000	3.35	74.65	0.011
9	16000	3.44	85.31	0.011
10	18000	3.49	95.97	0.011
11	20000	3.60	106.64	0.012
12	22000	3.69	117.30	0.012
13	24000	3.75	127.97	0.012
14	26000	3.82	138.63	0.012
15	28000	3.92	149.29	0.013
16	30000	3.95	159.96	0.013
17	32000	4.00	170.62	0.013
18	34000	4.06	181.29	0.013
19	36000	4.18	191.95	0.014
20	38000	4.23	202.61	0.014
21	40000	4.27	213.28	0.014
22	42000	4.34	223.94	0.014
23	44000	4.40	234.60	0.014
24	46000	4.46	245.27	0.015
25	48000	4.52	255.93	0.015
26	50000	4.64	266.60	0.015
27	52000	4.73	277.26	0.015
28	54000	4.81	287.92	0.016
29	56000	4.92	298.59	0.016
30	56453	5.01	301.00	0.016

Carga -Máxima	56453 kg
Tiempo	1.03 Min
Altura	306.08 mm
F'c	301.00 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

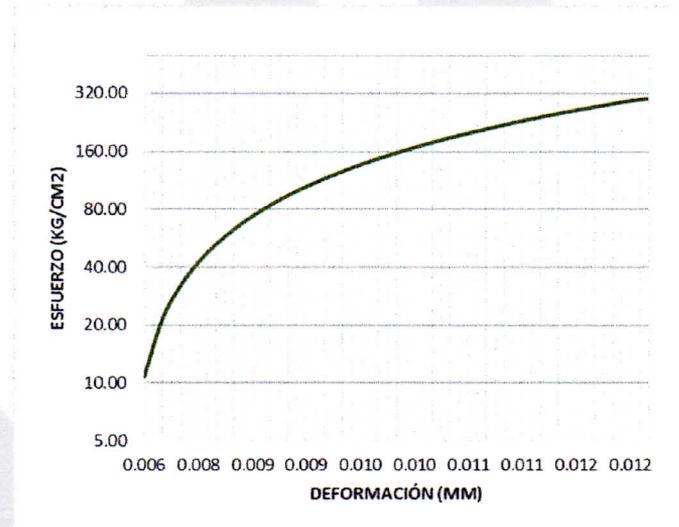
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.55 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	189.94 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵu
1	0	0	0	0
2	2000	1.97	10.53	0.006
3	4000	2.22	21.06	0.007
4	6000	2.39	31.59	0.008
5	8000	2.50	42.12	0.008
6	10000	2.60	52.65	0.009
7	12000	2.67	63.18	0.009
8	14000	2.72	73.71	0.009
9	16000	2.78	84.24	0.009
10	18000	2.83	94.77	0.009
11	20000	2.88	105.30	0.009
12	22000	2.93	115.83	0.010
13	24000	2.96	126.36	0.010
14	26000	3.02	136.89	0.010
15	28000	3.05	147.42	0.010
16	30000	3.11	157.95	0.010
17	32000	3.14	168.48	0.010
18	34000	3.18	179.01	0.010
19	36000	3.22	189.54	0.011
20	38000	3.25	200.07	0.011
21	40000	3.29	210.60	0.011
22	42000	3.35	221.13	0.011
23	44000	3.40	231.66	0.011
24	46000	3.44	242.19	0.011
25	48000	3.49	252.72	0.011
26	50000	3.53	263.25	0.012
27	52000	3.58	273.78	0.012
28	54000	3.66	284.31	0.012
29	56000	3.73	294.84	0.012
30	57417	3.84	302.30	0.013

Carga -Máxima	57417 kg
Tiempo	2.02 Min
Altura	305.16 mm
F'c	302.30 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

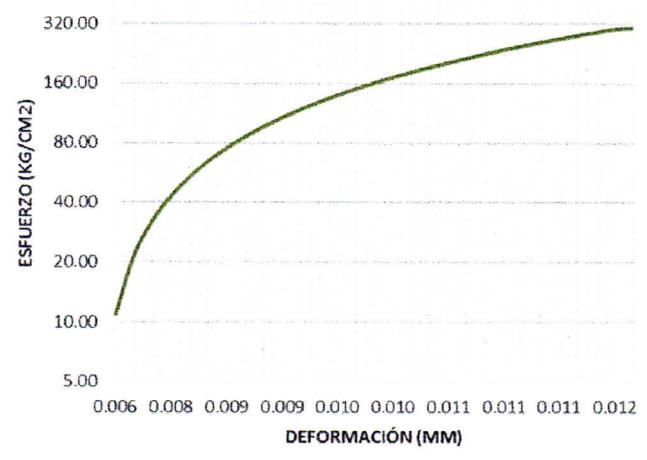
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.43 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	187.04 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE.
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.94	10.69	0.006
3	4000	2.14	21.39	0.007
4	6000	2.33	32.08	0.008
5	8000	2.44	42.77	0.008
6	10000	2.51	53.46	0.008
7	12000	2.59	64.16	0.009
8	14000	2.64	74.85	0.009
9	16000	2.69	85.54	0.009
10	18000	2.75	96.24	0.009
11	20000	2.80	106.93	0.009
12	22000	2.85	117.62	0.009
13	24000	2.89	128.31	0.009
14	26000	2.95	139.01	0.010
15	28000	2.99	149.70	0.010
16	30000	3.05	160.39	0.010
17	32000	3.09	171.09	0.010
18	34000	3.13	181.78	0.010
19	36000	3.16	192.47	0.010
20	38000	3.21	203.17	0.011
21	40000	3.25	213.86	0.011
22	42000	3.28	224.55	0.011
23	44000	3.32	235.24	0.011
24	46000	3.37	245.94	0.011
25	48000	3.44	256.63	0.011
26	50000	3.49	267.32	0.011
27	52000	3.51	278.02	0.012
28	54000	3.60	288.71	0.012
29	56000	3.65	299.40	0.012
30	56802	3.74	303.69	0.012

Carga -Máxima	56802 kg
Tiempo	1.36 Min
Altura	304.50 mm
F'c	303.69 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

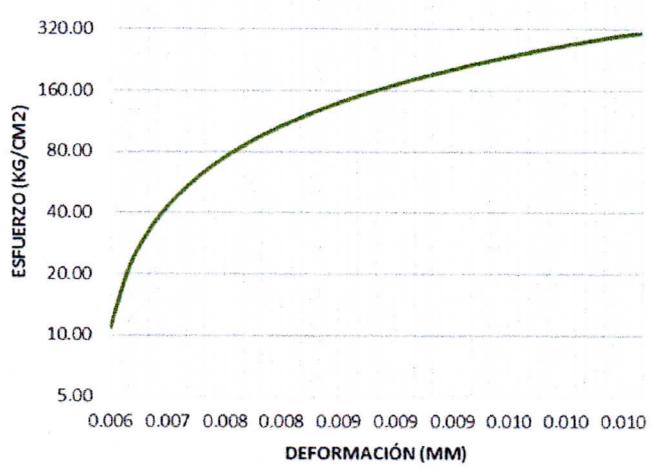
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – 10 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.44 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	187.19 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.72	10.68	0.006
3	4000	1.93	21.37	0.006
4	6000	2.05	32.05	0.007
5	8000	2.16	42.74	0.007
6	10000	2.23	53.42	0.007
7	12000	2.28	64.11	0.007
8	14000	2.35	74.79	0.008
9	16000	2.41	85.48	0.008
10	18000	2.46	96.16	0.008
11	20000	2.48	106.85	0.008
12	22000	2.53	117.53	0.008
13	24000	2.57	128.22	0.008
14	26000	2.60	138.90	0.009
15	28000	2.68	149.58	0.009
16	30000	2.71	160.27	0.009
17	32000	2.74	170.95	0.009
18	34000	2.78	181.64	0.009
19	36000	2.83	192.32	0.009
20	38000	2.85	203.01	0.009
21	40000	2.89	213.69	0.009
22	42000	2.93	224.38	0.010
23	44000	2.99	235.06	0.010
24	46000	3.01	245.75	0.010
25	48000	3.03	256.43	0.010
26	50000	3.06	267.11	0.010
27	52000	3.09	277.80	0.010
28	54000	3.11	288.48	0.010
29	56000	3.17	299.17	0.010
30	57193	3.23	305.54	0.011

Carga -Máxima	57193 kg
Tiempo	3.05 Min
Altura	305.48 mm
F'c	305.54 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: GUZCO MUNCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

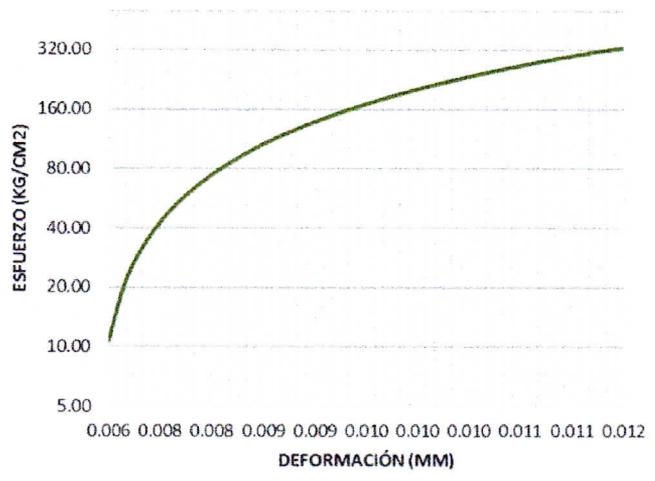
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.50 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	188.57 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.84	10.61	0.006
3	4000	2.05	21.21	0.007
4	6000	2.20	31.82	0.007
5	8000	2.33	42.42	0.008
6	10000	2.44	53.03	0.008
7	12000	2.50	63.64	0.008
8	14000	2.56	74.24	0.008
9	16000	2.62	84.85	0.009
10	18000	2.65	95.46	0.009
11	20000	2.70	106.06	0.009
12	22000	2.74	116.67	0.009
13	24000	2.78	127.27	0.009
14	26000	2.82	137.88	0.009
15	28000	2.86	148.49	0.009
16	30000	2.90	159.09	0.010
17	32000	2.93	169.70	0.010
18	34000	2.97	180.30	0.010
19	36000	3.00	190.91	0.010
20	38000	3.03	201.52	0.010
21	40000	3.07	212.12	0.010
22	42000	3.11	222.73	0.010
23	44000	3.15	233.33	0.010
24	46000	3.19	243.94	0.010
25	48000	3.23	254.55	0.011
26	50000	3.28	265.15	0.011
27	52000	3.33	275.76	0.011
28	54000	3.37	286.37	0.011
29	56000	3.41	296.97	0.011
30	58000	3.46	307.58	0.011
31	60000	3.53	318.18	0.012
32	61495	3.58	326.11	0.012

Carga -Máxima	61495 kg
Tiempo	2.54 Min
Altura	305.11 mm
F'c	326.11 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

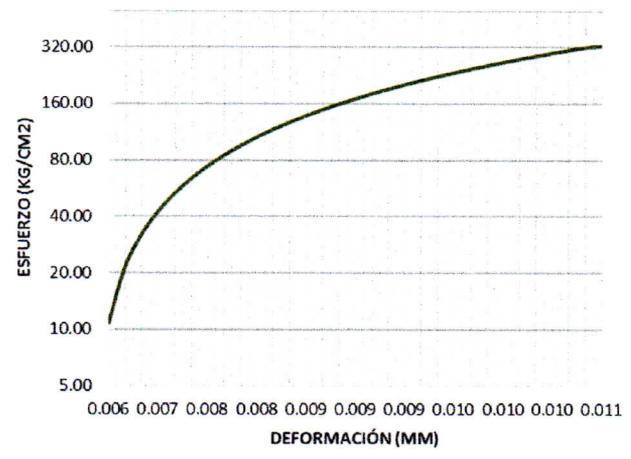
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.49 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	188.50 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.70	10.61	0.006
3	4000	1.92	21.22	0.006
4	6000	2.08	31.83	0.007
5	8000	2.18	42.44	0.007
6	10000	2.25	53.05	0.007
7	12000	2.30	63.66	0.008
8	14000	2.36	74.27	0.008
9	16000	2.43	84.88	0.008
10	18000	2.46	95.49	0.008
11	20000	2.49	106.10	0.008
12	22000	2.54	116.71	0.008
13	24000	2.58	127.32	0.008
14	26000	2.61	137.93	0.009
15	28000	2.65	148.54	0.009
16	30000	2.69	159.15	0.009
17	32000	2.72	169.76	0.009
18	34000	2.76	180.37	0.009
19	36000	2.80	190.98	0.009
20	38000	2.83	201.59	0.009
21	40000	2.86	212.20	0.009
22	42000	2.90	222.82	0.010
23	44000	2.93	233.43	0.010
24	46000	2.98	244.04	0.010
25	48000	3.02	254.65	0.010
26	50000	3.05	265.26	0.010
27	52000	3.08	275.87	0.010
28	54000	3.12	286.48	0.010
29	56000	3.19	297.09	0.010
30	58000	3.35	307.70	0.011
31	60000	3.41	318.31	0.011
32	60965	3.43	323.43	0.011

Carga -Máxima	60965 kg
Tiempo	2.37 Min
Altura	304.86 mm
F'c	323.43 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

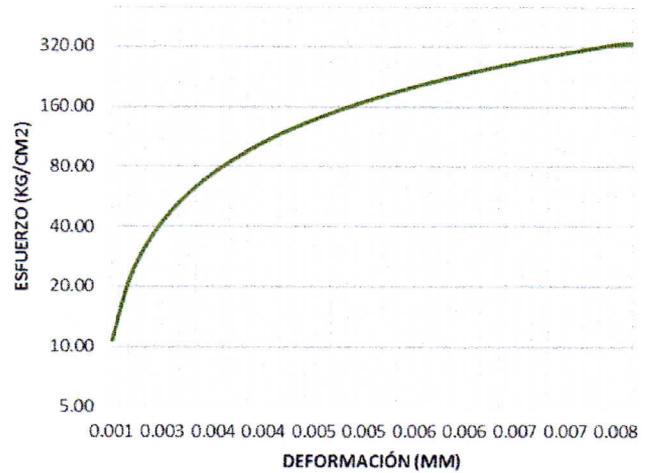
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – 15 seg.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.49 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06/11/16	ÁREA (cm ²):	188.38 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	20/11/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	14 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.35	10.62	0.001
3	4000	0.56	21.23	0.002
4	6000	0.72	31.85	0.002
5	8000	0.85	42.47	0.003
6	10000	0.94	53.09	0.003
7	12000	1.01	63.70	0.003
8	14000	1.09	74.32	0.004
9	16000	1.18	84.94	0.004
10	18000	1.22	95.55	0.004
11	20000	1.30	106.17	0.004
12	22000	1.33	116.79	0.004
13	24000	1.41	127.41	0.005
14	26000	1.47	138.02	0.005
15	28000	1.52	148.64	0.005
16	30000	1.58	159.26	0.005
17	32000	1.64	169.87	0.005
18	34000	1.68	180.49	0.005
19	36000	1.71	191.11	0.006
20	38000	1.78	201.72	0.006
21	40000	1.80	212.34	0.006
22	42000	1.85	222.96	0.006
23	44000	1.90	233.58	0.006
24	46000	1.95	244.19	0.006
25	48000	2.00	254.81	0.007
26	50000	2.04	265.43	0.007
27	52000	2.12	276.04	0.007
28	54000	2.20	286.66	0.007
29	56000	2.25	297.28	0.007
30	58000	2.30	307.90	0.008
31	60000	2.38	318.51	0.008
32	62000	2.48	329.13	0.008
33	62525	2.53	331.92	0.008

Carga -Máxima	62525 kg
Tiempo	2.35 Min
Altura	306.45 mm
F'c	331.92 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

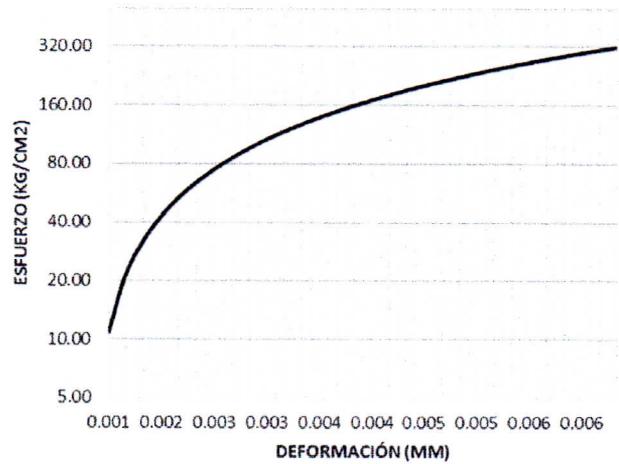
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 – PP.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.45 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	187.43 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵu
1	0	0	0	0
2	2000	0.28	10.64	0.001
3	4000	0.44	21.27	0.001
4	6000	0.58	31.91	0.002
5	8000	0.68	42.54	0.002
6	10000	0.76	53.18	0.003
7	12000	0.84	63.81	0.003
8	14000	0.90	74.45	0.003
9	16000	0.97	85.08	0.003
10	18000	1.01	95.72	0.003
11	20000	1.06	106.36	0.003
12	22000	1.12	116.99	0.004
13	24000	1.16	127.63	0.004
14	26000	1.21	138.26	0.004
15	28000	1.26	148.90	0.004
16	30000	1.30	159.53	0.004
17	32000	1.35	170.17	0.004
18	34000	1.40	180.81	0.005
19	36000	1.45	191.44	0.005
20	38000	1.50	202.08	0.005
21	40000	1.54	212.71	0.005
22	42000	1.58	223.35	0.005
23	44000	1.62	233.98	0.005
24	46000	1.66	244.62	0.005
25	48000	1.70	255.25	0.006
26	50000	1.74	265.89	0.006
27	52000	1.78	276.53	0.006
28	54000	1.83	287.16	0.006
29	56000	1.86	297.80	0.006
30	58000	1.91	308.43	0.006
31	59860	1.97	318.32	0.006

Carga -Máxima	59860 kg
Tiempo	1.23 Min
Altura	303.10 mm
F'c	319.38 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

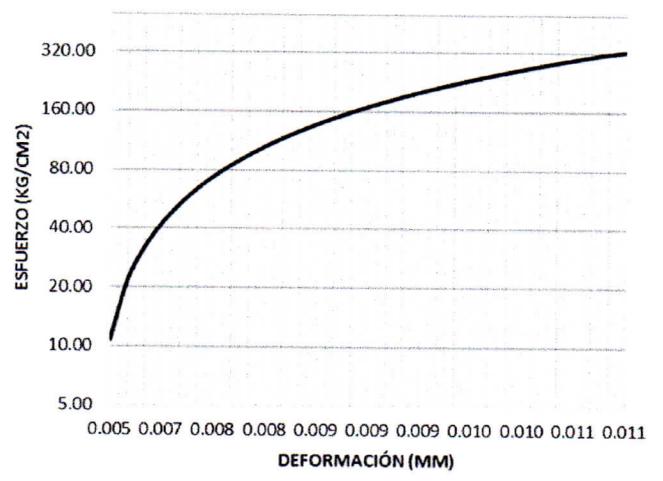
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 – PP.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	188.28 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.56	10.62	0.005
3	4000	1.71	21.25	0.006
4	6000	2.00	31.87	0.007
5	8000	2.11	42.49	0.007
6	10000	2.20	53.11	0.007
7	12000	2.29	63.74	0.008
8	14000	2.35	74.36	0.008
9	16000	2.41	84.98	0.008
10	18000	2.46	95.60	0.008
11	20000	2.51	106.23	0.008
12	22000	2.55	116.85	0.008
13	24000	2.59	127.47	0.009
14	26000	2.63	138.09	0.009
15	28000	2.67	148.72	0.009
16	30000	2.71	159.34	0.009
17	32000	2.77	169.96	0.009
18	34000	2.81	180.58	0.009
19	36000	2.84	191.21	0.009
20	38000	2.86	201.83	0.009
21	40000	2.90	212.45	0.010
22	42000	2.94	223.07	0.010
23	44000	2.98	233.70	0.010
24	46000	3.01	244.32	0.010
25	48000	3.05	254.94	0.010
26	50000	3.09	265.56	0.010
27	52000	3.12	276.19	0.010
28	54000	3.17	286.81	0.010
29	56000	3.23	297.43	0.011
30	58000	3.29	308.05	0.011
31	60000	3.32	318.68	0.011
32	61351	3.37	325.85	0.011

Carga -Máxima	61351 kg
Tiempo	1.28 Min
Altura	304.22 mm
F'c	325.85 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CÚZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



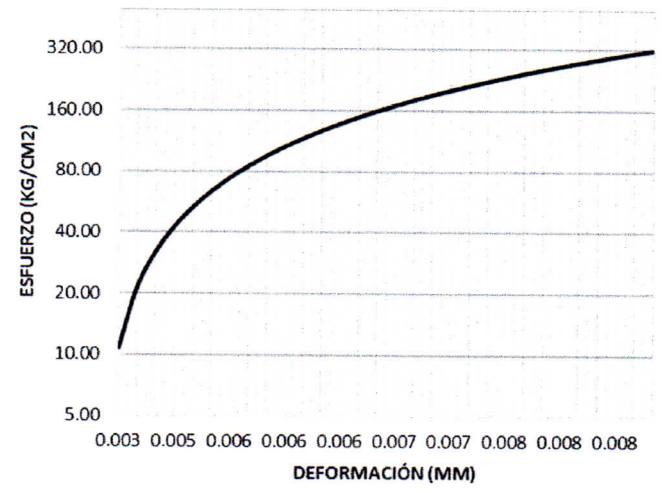
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

PROTOCOLO		
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 – PP.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.49 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	188.35 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.99	10.62	0.003
3	4000	1.23	21.24	0.004
4	6000	1.37	31.86	0.004
5	8000	1.48	42.47	0.005
6	10000	1.56	53.09	0.005
7	12000	1.63	63.71	0.005
8	14000	1.69	74.33	0.006
9	16000	1.74	84.95	0.006
10	18000	1.79	95.57	0.006
11	20000	1.84	106.18	0.006
12	22000	1.90	116.80	0.006
13	24000	1.93	127.42	0.006
14	26000	1.97	138.04	0.006
15	28000	2.01	148.66	0.007
16	30000	2.05	159.28	0.007
17	32000	2.09	169.90	0.007
18	34000	2.13	180.51	0.007
19	36000	2.17	191.13	0.007
20	38000	2.20	201.75	0.007
21	40000	2.24	212.37	0.007
22	42000	2.28	222.99	0.007
23	44000	2.33	233.61	0.008
24	46000	2.36	244.22	0.008
25	48000	2.40	254.84	0.008
26	50000	2.44	265.46	0.008
27	52000	2.48	276.08	0.008
28	54000	2.53	286.70	0.008
29	56000	2.57	297.32	0.008
30	58000	2.63	307.94	0.009
31	59761	2.70	317.28	0.009

Carga -Máxima	59761 kg
Tiempo	1.14 Min
Altura	304.85 mm
F'c	317.28 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

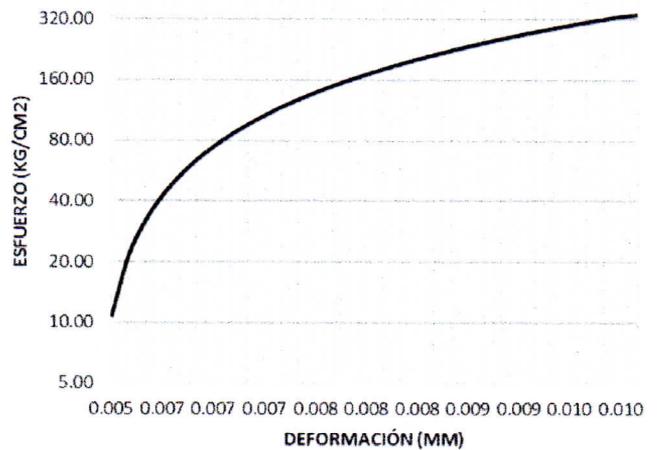
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 –5 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.50 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.59 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.55	10.62	0.005
3	4000	1.66	21.24	0.005
4	6000	1.92	31.86	0.006
5	8000	2.01	42.47	0.007
6	10000	2.08	53.09	0.007
7	12000	2.13	63.71	0.007
8	14000	2.18	74.33	0.007
9	16000	2.21	84.95	0.007
10	18000	2.25	95.57	0.007
11	20000	2.28	106.18	0.007
12	22000	2.31	116.80	0.008
13	24000	2.34	127.42	0.008
14	26000	2.36	138.04	0.008
15	28000	2.39	148.66	0.008
16	30000	2.42	159.28	0.008
17	32000	2.46	169.90	0.008
18	34000	2.50	180.51	0.008
19	36000	2.52	191.13	0.008
20	38000	2.55	201.75	0.008
21	40000	2.57	212.37	0.008
22	42000	2.61	222.99	0.009
23	44000	2.64	233.61	0.009
24	46000	2.67	244.22	0.009
25	48000	2.70	254.84	0.009
26	50000	2.74	265.46	0.009
27	52000	2.83	276.08	0.009
28	54000	2.89	286.70	0.009
29	56000	3.09	297.32	0.010
30	58000	3.12	307.94	0.010
31	60000	3.15	318.55	0.010
32	62000	3.18	329.17	0.010
33	63168	3.25	335.37	0.011

Carga -Máxima	63168 kg
Tiempo	0.58 Min
Altura	304.62 mm
F'c	334.94 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

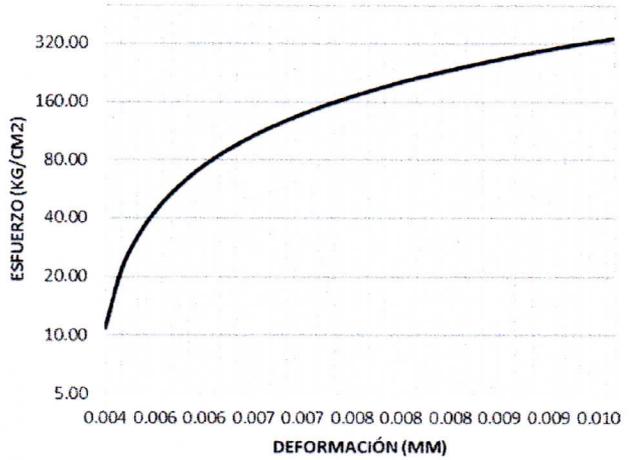
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 –5 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.11 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.21	10.65	0.004
3	4000	1.45	21.31	0.005
4	6000	1.58	31.96	0.005
5	8000	1.69	42.62	0.006
6	10000	1.79	53.27	0.006
7	12000	1.85	63.93	0.006
8	14000	1.90	74.58	0.006
9	16000	1.95	85.23	0.006
10	18000	2.01	95.89	0.007
11	20000	2.05	106.54	0.007
12	22000	2.10	117.20	0.007
13	24000	2.14	127.85	0.007
14	26000	2.18	138.50	0.007
15	28000	2.22	149.16	0.007
16	30000	2.25	159.81	0.007
17	32000	2.29	170.47	0.008
18	34000	2.32	181.12	0.008
19	36000	2.36	191.78	0.008
20	38000	2.40	202.43	0.008
21	40000	2.43	213.08	0.008
22	42000	2.47	223.74	0.008
23	44000	2.52	234.39	0.008
24	46000	2.57	245.05	0.008
25	48000	2.61	255.70	0.009
26	50000	2.68	266.36	0.009
27	52000	2.72	277.01	0.009
28	54000	2.76	287.66	0.009
29	56000	2.82	298.32	0.009
30	58000	2.88	308.97	0.009
31	60000	2.93	319.63	0.010
32	62000	3.01	330.28	0.010
33	63925	3.58	340.54	0.012

Carga -Máxima	63925 kg
Tiempo	1.07 Min
Altura	304.85 mm
F'c	339.83 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE. FECHA: 10/12/2016	 NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR. FECHA: 10/12/2016	 NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE. FECHA: 10/12/2016

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



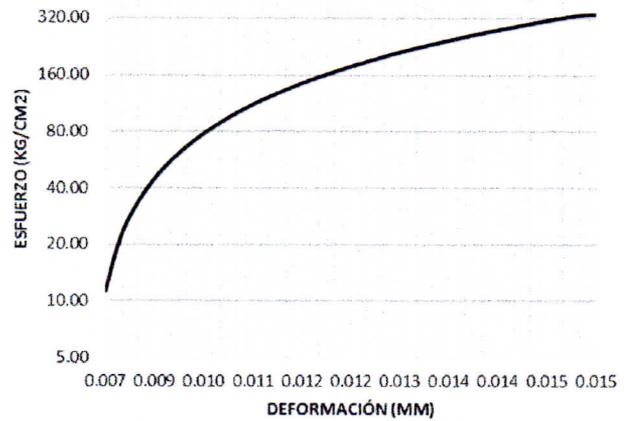
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 –5 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.14 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	04/11/16	ÁREA (cm ²):	179.96 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	2.10	11.11	0.007
3	4000	2.44	22.23	0.008
4	6000	2.62	33.34	0.009
5	8000	2.79	44.45	0.009
6	10000	2.90	55.57	0.010
7	12000	3.00	66.68	0.010
8	14000	3.09	77.80	0.010
9	16000	3.18	88.91	0.010
10	18000	3.27	100.02	0.011
11	20000	3.36	111.14	0.011
12	22000	3.44	122.25	0.011
13	24000	3.52	133.36	0.012
14	26000	3.58	144.48	0.012
15	28000	3.66	155.59	0.012
16	30000	3.73	166.71	0.012
17	32000	3.80	177.82	0.012
18	34000	3.84	188.93	0.013
19	36000	3.90	200.05	0.013
20	38000	3.96	211.16	0.013
21	40000	4.02	222.27	0.013
22	42000	4.08	233.39	0.013
23	44000	4.14	244.50	0.014
24	46000	4.21	255.62	0.014
25	48000	4.25	266.73	0.014
26	50000	4.31	277.84	0.014
27	52000	4.37	288.96	0.014
28	54000	4.42	300.07	0.014
29	56000	4.47	311.18	0.015
30	58000	4.54	322.30	0.015
31	60000	4.60	333.41	0.015
32	60586	4.65	336.67	0.015

Carga -Máxima	60586 kg
Tiempo	2.03 Min
Altura	305.18 mm
F'c	336.67 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

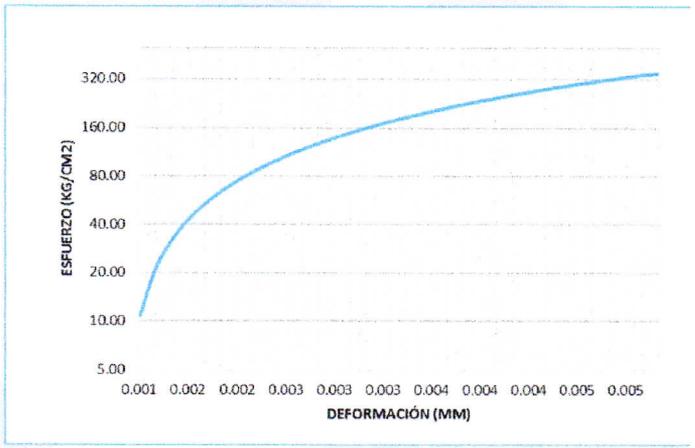
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 –10 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.49 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.47 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.18	10.63	0.001
3	4000	0.27	21.27	0.001
4	6000	0.43	31.90	0.001
5	8000	0.51	42.53	0.002
6	10000	0.59	53.17	0.002
7	12000	0.65	63.80	0.002
8	14000	0.70	74.43	0.002
9	16000	0.75	85.07	0.002
10	18000	0.79	95.70	0.003
11	20000	0.83	106.34	0.003
12	22000	0.87	116.97	0.003
13	24000	0.91	127.60	0.003
14	26000	0.95	138.24	0.003
15	28000	0.99	148.87	0.003
16	30000	1.03	159.50	0.003
17	32000	1.06	170.14	0.003
18	34000	1.09	180.77	0.004
19	36000	1.12	191.40	0.004
20	38000	1.16	202.04	0.004
21	40000	1.19	212.67	0.004
22	42000	1.23	223.30	0.004
23	44000	1.25	233.94	0.004
24	46000	1.29	244.57	0.004
25	48000	1.33	255.21	0.004
26	50000	1.36	265.84	0.004
27	52000	1.40	276.47	0.005
28	54000	1.44	287.11	0.005
29	56000	1.49	297.74	0.005
30	58000	1.52	308.37	0.005
31	60000	1.57	319.01	0.005
32	62000	1.63	329.64	0.005
33	64000	1.69	340.27	0.006
34	65292	1.75	347.14	0.006

Carga -Máxima	65292 kg
Tiempo	1.30 Min
Altura	305.32 mm
F'c	346.43 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA



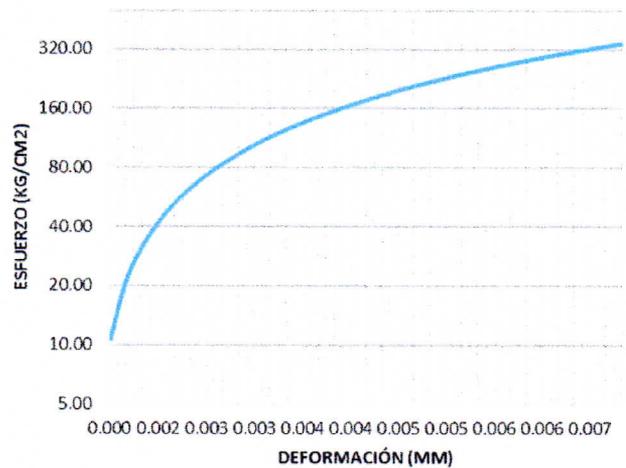
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E2 –10 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.65 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	192.39 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.02	10.38	0.000
3	4000	0.24	20.76	0.001
4	6000	0.42	31.14	0.001
5	8000	0.54	41.52	0.002
6	10000	0.66	51.91	0.002
7	12000	0.76	62.29	0.002
8	14000	0.84	72.67	0.003
9	16000	0.89	83.05	0.003
10	18000	0.93	93.43	0.003
11	20000	0.99	103.81	0.003
12	22000	1.04	114.19	0.003
13	24000	1.10	124.57	0.004
14	26000	1.15	134.96	0.004
15	28000	1.20	145.34	0.004
16	30000	1.25	155.72	0.004
17	32000	1.31	166.10	0.004
18	34000	1.35	176.48	0.004
19	36000	1.41	186.86	0.005
20	38000	1.50	197.24	0.005
21	40000	1.56	207.62	0.005
22	42000	1.61	218.00	0.005
23	44000	1.65	228.39	0.005
24	46000	1.69	238.77	0.006
25	48000	1.73	249.15	0.006
26	50000	1.78	259.53	0.006
27	52000	1.83	269.91	0.006
28	54000	1.88	280.29	0.006
29	56000	1.92	290.67	0.006
30	58000	1.96	301.05	0.006
31	60000	2.01	311.43	0.007
32	62000	2.09	321.82	0.007
33	64000	2.18	332.20	0.007
34	65992	2.25	342.54	0.007

Carga -Máxima	65992 kg
Tiempo	1.25 Min
Altura	305.54 mm
F'c	343.02 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

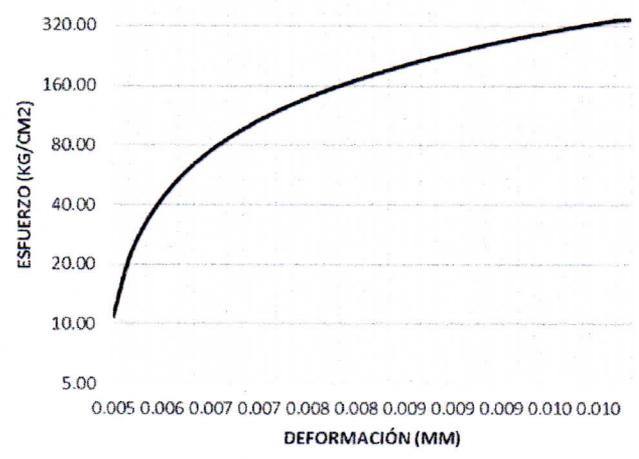
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 –10 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.50 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.59 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE.

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.41	10.62	0.005
3	4000	1.64	21.23	0.005
4	6000	1.77	31.85	0.006
5	8000	1.87	42.47	0.006
6	10000	1.95	53.09	0.006
7	12000	2.03	63.70	0.007
8	14000	2.09	74.32	0.007
9	16000	2.16	84.94	0.007
10	18000	2.22	95.55	0.007
11	20000	2.27	106.17	0.007
12	22000	2.32	116.79	0.008
13	24000	2.37	127.41	0.008
14	26000	2.41	138.02	0.008
15	28000	2.46	148.64	0.008
16	30000	2.50	159.26	0.008
17	32000	2.54	169.87	0.008
18	34000	2.58	180.49	0.008
19	36000	2.61	191.11	0.009
20	38000	2.65	201.72	0.009
21	40000	2.69	212.34	0.009
22	42000	2.73	222.96	0.009
23	44000	2.76	233.58	0.009
24	46000	2.80	244.19	0.009
25	48000	2.84	254.81	0.009
26	50000	2.88	265.43	0.009
27	52000	2.92	276.04	0.010
28	54000	2.98	286.66	0.010
29	56000	3.01	297.28	0.010
30	58000	3.06	307.90	0.010
31	60000	3.10	318.51	0.010
32	62000	3.11	329.13	0.010
33	64000	3.14	339.75	0.010
34	64571	3.19	342.78	0.010

Carga -Máxima	64571 kg
Tiempo	1.30 Min
Altura	303.96 mm
F'c	342.38 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: GUZZO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

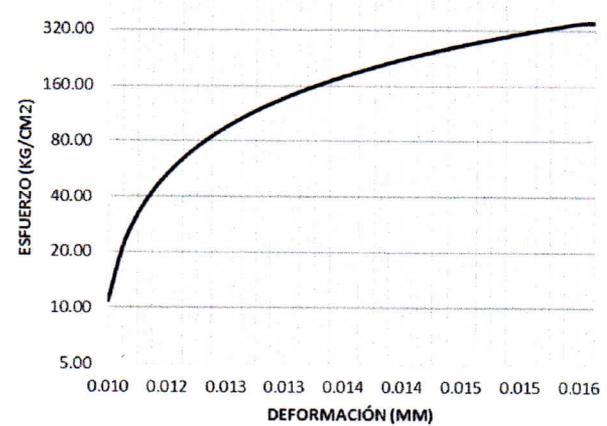
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E1 –15 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.08 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	3.10	10.63	0.010
3	4000	3.32	21.27	0.011
4	6000	3.44	31.90	0.011
5	8000	3.50	42.53	0.011
6	10000	3.61	53.17	0.012
7	12000	3.68	63.80	0.012
8	14000	3.74	74.43	0.012
9	16000	3.80	85.07	0.012
10	18000	3.84	95.70	0.013
11	20000	3.91	106.34	0.013
12	22000	3.95	116.97	0.013
13	24000	3.99	127.60	0.013
14	26000	4.05	138.24	0.013
15	28000	4.10	148.87	0.013
16	30000	4.15	159.50	0.014
17	32000	4.20	170.14	0.014
18	34000	4.24	180.77	0.014
19	36000	4.28	191.40	0.014
20	38000	4.32	202.04	0.014
21	40000	4.35	212.67	0.014
22	42000	4.40	223.30	0.014
23	44000	4.44	233.94	0.015
24	46000	4.48	244.57	0.015
25	48000	4.52	255.21	0.015
26	50000	4.54	265.84	0.015
27	52000	4.58	276.47	0.015
28	54000	4.62	287.11	0.015
29	56000	4.65	297.74	0.015
30	58000	4.68	308.37	0.015
31	60000	4.71	319.01	0.015
32	62000	4.74	329.64	0.016
33	64000	4.78	340.27	0.016
34	66000	4.80	350.91	0.016
35	66199	4.85	351.97	0.016

Carga -Máxima	66199 kg
Tiempo	1.01 Min
Altura	304.95 mm
F'c	351.97 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

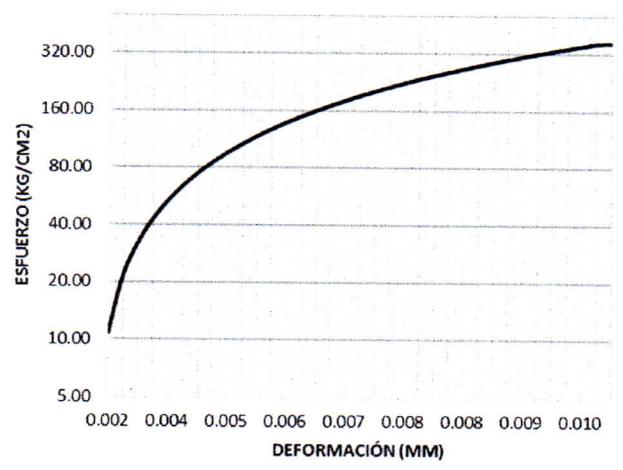
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034	
TESIS	"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO"	

ID. PROBETA:	E2 -15 SEG.	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.46 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	187.82 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

p N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	0.52	10.65	0.002
3	4000	0.87	21.30	0.003
4	6000	1.05	31.95	0.003
5	8000	1.18	42.59	0.004
6	10000	1.30	53.24	0.004
7	12000	1.41	63.89	0.005
8	14000	1.49	74.54	0.005
9	16000	1.59	85.19	0.005
10	18000	1.66	95.84	0.005
11	20000	1.72	106.49	0.006
12	22000	1.81	117.14	0.006
13	24000	1.86	127.78	0.006
14	26000	1.91	138.43	0.006
15	28000	1.98	149.08	0.007
16	30000	2.03	159.73	0.007
17	32000	2.09	170.38	0.007
18	34000	2.13	181.03	0.007
19	36000	2.19	191.68	0.007
20	38000	2.24	202.33	0.007
21	40000	2.29	212.97	0.008
22	42000	2.36	223.62	0.008
23	44000	2.41	234.27	0.008
24	46000	2.45	244.92	0.008
25	48000	2.50	255.57	0.008
26	50000	2.55	266.22	0.008
27	52000	2.60	276.87	0.009
28	54000	2.65	287.51	0.009
29	56000	2.71	298.16	0.009
30	58000	2.77	308.81	0.009
31	60000	2.81	319.46	0.009
32	62000	2.88	330.11	0.009
33	64000	2.95	340.76	0.010
34	66000	3.04	351.41	0.010
35	68000	3.15	362.06	0.010
36	68604	3.21	365.27	0.011

Carga -Máxima	68604 kg
Tiempo	1.12 Min
Altura	304.28 mm
F'c	365.27 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

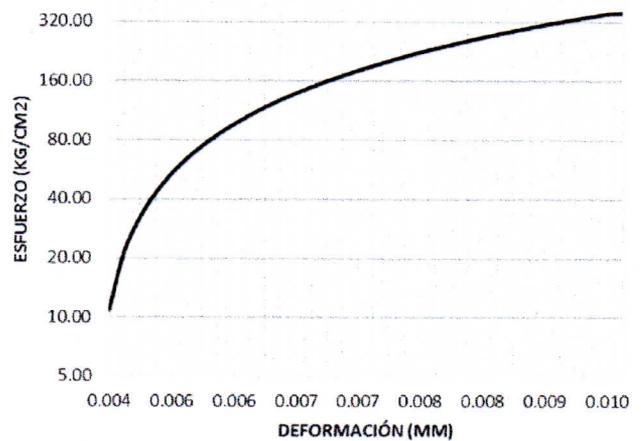
PROTOCOLO

ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
TESIS	“RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO EN DIFERENTES TIEMPOS DE VIBRADO”	

ID. PROBETA:	E3 –15 SEG	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.48 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05/11/16	ÁREA (cm ²):	188.10 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03/12/16	RESPONSABLE:	SALDAÑA SALDAÑA PIERE
EDAD DE LA PROBETA:	28 DIAS	REVISADO POR:	RAVINES AZAÑEDO IRENE

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	2000	1.25	10.63	0.004
3	4000	1.44	21.26	0.005
4	6000	1.59	31.88	0.005
5	8000	1.68	42.51	0.006
6	10000	1.76	53.14	0.006
7	12000	1.82	63.77	0.006
8	14000	1.87	74.40	0.006
9	16000	1.93	85.02	0.006
10	18000	1.96	95.65	0.006
11	20000	2.01	106.28	0.007
12	22000	2.06	116.91	0.007
13	24000	2.10	127.54	0.007
14	26000	2.14	138.16	0.007
15	28000	2.17	148.79	0.007
16	30000	2.20	159.42	0.007
17	32000	2.23	170.05	0.007
18	34000	2.27	180.68	0.007
19	36000	2.31	191.31	0.008
20	38000	2.35	201.93	0.008
21	40000	2.37	212.56	0.008
22	42000	2.41	223.19	0.008
23	44000	2.44	233.82	0.008
24	46000	2.48	244.45	0.008
25	48000	2.51	255.07	0.008
26	50000	2.55	265.70	0.008
27	52000	2.59	276.33	0.008
28	54000	2.68	286.96	0.009
29	56000	2.72	297.59	0.009
30	58000	2.77	308.21	0.009
31	60000	2.81	318.84	0.009
32	62000	2.65	329.47	0.009
33	64000	2.91	340.10	0.010
34	66000	3.00	350.73	0.010
35	66681	3.12	354.35	0.010

Carga -Máxima	66681 kg
Tiempo	1.37 Min
Altura	304.91 mm
F'c	354.51 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: SALDAÑA SALDAÑA PIERE ANDREE.	NOMBRE: CUZCO MINCHAN VICTOR.	NOMBRE: RAVINES AZAÑEDO IRENE.
FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016	FECHA: 10/12/2016