

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un concreto de alta
resistencia, con gradación del agregado grueso, 3/4" y 3/8",
Huaraz**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Celedonio Gargate, Luis Enrique

Asesor

Salazar Sánchez Dante Orlando

Huaraz – Perú

2019

PALABRAS CLAVE

TEMA	Concreto, Alta Resistencia Agregado Grueso, Resistencia a la Compresión
ESPECIALIDAD	Tecnología del Concreto
OBJETIVO	Comportamiento mecánico
METODO	Experimental

KEY WORDS

THEME	Concrete, High Resistance Thickness Aggregate, Compression Resistance
SPECIALTY	Concrete Technology
GOALS	Mechanical behavior
METHOD	Experimental

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	Construcción y Gestión de la construcción
ÁREA	Ingeniería y tecnología
SUB ÁREA	Ingeniería Civil
DISCIPLINA	Ingeniería de la Construcción
SUB – LÍNEAS O CAMPOS DE INVESTIGACIÓN	Materiales de Construcción

TÍTULO

“Resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia, con gradación del agregado grueso, 3/4” y 3/8”, Huaraz”

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue realizar la elaboración y comparación de un concreto de alta resistencia. Elaborados haciendo una gradación de agregado grueso, lo cual el tamaño máximo del agregado estará entre $3/8''$ y $1/2''$. Estudio que se realizara en la ciudad de Huaraz, 2018.

Según el proceso, fue una investigación aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia de un concreto de alta resistencia haciendo uso de gradaciones en el agregado grueso. En coherencia con el fin de la ciencia, fue una Investigación explicativa porque los datos de la investigación fueron obtenidos mediante observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utilizó como instrumento una guía de observación resumen, que permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Con los resultados se esperó obtener una resistencia de 800 kg/cm^2 usando agregados de diferentes tamaños lo cual el tamaño máximo del agregado estará entre $3/8''$ y $1/2''$.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to carry out the elaboration and comparison of a high-strength concrete. Made by making a gradation of coarse aggregate, which the maximum size of the aggregate will be between 3/8" and 1/2". Study to be carried out in the city of Huaraz, 2018.

According to the process, it was an applied research, because the research is aimed at achieving new knowledge aimed at seeking solutions in order to know the resistance of a high-strength concrete using gradations in the coarse aggregate. Consistent with the purpose of science, it was an explanatory investigation because the research data were obtained by observing phenomena conditioned by the researcher. A summary observation guide was used as an instrument, which allowed the development of systems for organizing and classifying information on the various tests and compression resistance.

With the results it was expected to obtain a resistance of 800 kg / cm² using aggregates of different sizes which the maximum size of the aggregate will be between 3/8 "and 1/2".

ÍNDICE

PALABRAS CLAVE	i
TÍTULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	28
RESULTADOS	54
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	79
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	93
AGRADECIMIENTO	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS Y APÉNDICE.....	99

Índice de tablas

Tabla 1. <i>El concreto como un sistema de 5 componentes</i>	20
Tabla 2. <i>Limites de composicion aproximados para el cemento portland</i>	21
Tabla 3. <i>Propiedades fisicas de los agregados para su acptacion</i>	25
Tabla 4. <i>Diseño para la elaboracion de probetas para la prueba de resistencia a la compresion</i>	29
Tabla 5. <i>Tecnicas de recoleccion de informacion y instrumento</i>	31
Tabla 6. <i>Coordenadas de la cantera orion</i>	33
Tabla 7. <i>Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin plastificante</i>	47
Tabla 8. <i>Tamaño maximo del agregado grueso</i>	47
Tabla 9. <i>Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto</i>	48
Tabla 10. <i>Requerimientos aproximados de agua de mazclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacio</i>	49
Tabla 11a. <i>Relacion agua/materiales cementicios para concretos sin super-plastificante</i> ...	50
Tabla 11b. <i>relacion agua/cementicios para cncretos con super-plastificante</i>	51
Tabla 12. <i>porcentaje de reemplazo de fly-ash</i>	53
Tabla 13. <i>Peso de muestra cilindrica segun dias de curado</i>	74
Tabla 14. <i>Contenido de humedad agregado fino</i>	76
Tabla 15. <i>Contenido de humedad agregado grueso TN. 3/4"</i>	77
Tabla 16. <i>Contenido de humedad agregado grueso TN. 1/2"</i>	77
Tabla 17. <i>Contenido de humedad agregado grueso TN. 3/8"</i>	78
Tabla 18. <i>Granulometria del agregado fino</i>	78
Tabla 19. <i>Granulometria del agregado gruso TN.3/4"</i>	79
Tabla 20. <i>Granulometria del agregado gruso TN.1/2"</i>	80
Tabla 21. <i>Granulometria del agregado gruso TN.3/8"</i>	81
Tabla 22. <i>Gravedad especificay absorcion del agregado fino</i>	82
Tabla 23. <i>Gravedad especificay absorcion del agregado grueso 3/4</i>	83
Tabla 24. <i>Gravedad especificay absorcion del agregadogrueso 1/2"</i>	83
Tabla 25. <i>Gravedad especificay absorcion del agregadogrueso 3/8"</i>	84
Tabla 26. <i>Peso unitario del agregado fino</i>	84
Tabla 27. <i>Peso unitario del agregado grueso tn3/4"</i>	85
Tabla 28. <i>Peso unitario del agregado grueso tn1/2"</i>	85
Tabla 29. <i>Peso unitario del agregado grueso tn3/8"</i>	86

Tabla 30. Abrasion los angeles del agregado grueso tn3/4”.....	86
Tabla 31. Abrasion los angeles del agregado grueso tn1/2”.....	86
Tabla 32. Abrasion los angeles del agregado grueso tn3/8”.....	87
Tabla 33. Resumen AF Y AG 3/4”.....	87
Tabla 34. Resumen AF Y AG 1/2”.....	88
Tabla 35. Resumen AF Y AG 3/8”.....	88
Tabla 36. Reistencia a compresion 3 dias de curado tn 3/4”.....	89
Tabla 37. Reistencia a compresion 3 dias de curado tn 1/2”.....	90
Tabla 38. Reistencia a compresion 3 dias de curado tn 3/8”.....	91
Tabla 39. Reistencia a compresion 7 dias de curado tn 3/4”.....	92
Tabla 40. Reistencia a compresion 7 dias de curado tn 1/2”.....	93
Tabla 41. Reistencia a compresion 7 dias de curado tn 3/8”.....	94
Tabla 42. Reistencia a compresion 14 dias de curado tn 3/4”.....	95
Tabla 43. Reistencia a compresion 14dias de curado tn 1/2”.....	96
Tabla 44. Reistencia a compresion 14dias de curado tn 3/8”.....	97
Tabla 45. Reistencia a compresion 28dias de curado tn 3/4”.....	98
Tabla 46. Reistencia a compresion 28dias de curado tn 1/2”.....	99
Tabla 47. Reistencia a compresion 28dias de curado tn 3/8”.....	100
Tabla 48. Recopilacion de resultados de especimenes sometidos a compresion 3/4”.....	101
Tabla 49. Recopilacion de resultados de especimenes sometidos a compresion 1/2”.....	102
Tabla 50. Comparacion de Resistencia a la Compresion vs Dias de Curado.....	104
Tabla 52. Resistencia a Compresion 3 Dias de Edad.....	105
Tabla 53. Resistencia a Compresion 7 Dias de Edad.....	106
Tabla 54. Resistencia a Compresion 14 Dias de Edad.....	107
Tabla 55. Resistencia a Compresion 28 Dias de Edad.....	108
Tabla 56. Comparacion de Resistencia a Compresion.....	109
Tabla 57. Formulas de Analisis de Varianza (ANOVA).....	110
Tabla 58. Analisis de Varianza.....	110

Índice de Figuras

Figura 1. Representacion esquematica de la formacion e hidratacion del cemento portland.....	23
Figura 2. Usos granulometricos para poder reazliar los diseños de mezcla.....	24
Figura 3. Cantera orion.....	33
Figura 4. Cantera orion.....	34
Figura 5. Contenido de humedad agregado fino y grueso.....	36
Figura 6. Analisis granulometrico del agregado fino y grueso.....	37
Figura 7. Gravedad especifica y absorcion del agregado fino.....	39
Figura 8. Gravedad especifica y absorcion del agregado grueso.....	41
Figura 9. Peso unitario y porsentaje de vacios de agregado fino.....	43
Figura 10. Peso unitario y porcentaje de vacios de agregado grueso.....	44
Figura 11. Resistencia a la abrasion de los agregados gruesos.....	46
Figura 12. Pesaje de materiales para la mezcla de concreto.....	69
Figura 13. Elaboracion de la mezcla de concreto.....	70
Figura 14. Elaboracion de la mezcla de concreto.....	70
Figura 15. Medicion del slump.....	71
Figura 16. Llenado de probetas.....	72
Figura 17. Desencofrado y curado de probetas.....	73
Figura 18. Procedimiento de cilindros antes de someter a compresion.....	74
Figura 19. Formas de falla de probetas de concreto.....	75
Figura 20. Curva granulometrica agregado fino.....	79
Figura 21. Curva granulometrica del agegado grueso 3/4”.....	80
Figura 22. Curva granulometrica del agegado grueso 1/2”.....	81
Figura 23. Curva granulometrica del agegado grueso 3/8”.....	82
Figura 24. Resistencia a los 3 dias de curado tn 3/4”.....	89
Figura 25. Resistencia a los 3 dias de curado tn 1/2”.....	90
Figura 26. Resistencia a los 3 dias de curado tn 3/8”.....	91
Figura 27. Resistencia a los 7 dias de curado tn 3/4”.....	92
Figura 28. Resistencia a los 7 dias de curado tn 1/2”.....	93
Figura 29. Resistencia a los 7 dias de curado tn 3/8”.....	94
Figura 30. Resistencia a los 14 dias de curado tn 3/4”.....	95

Figura 31. Resistencia a los 14 dias de curado tn 1/2”	96
Figura 32. Resistencia a los 14 dias de curado tn 3/8”	97
Figura 33. Resistencia a los 28 dias de curado tn 3/4”	98
Figura 34. Resistencia a los 28 dias de curado tn 1/2”	99
Figura 35. Resistencia a los 28 dias de curado tn 3/8”	100
Figura 36. Curva de resistencia a la compresion de concreto de alta resistencia 3/4.....	101
Figura 37. Curva de resistencia a la compresion de concreto de alta resistencia 1/2”.....	102
Figura 38. Curva de resistencia a la compresion de concreto de alta resistencia 3/8”.....	103
Figura 39. Curva de resistencia a la compresion de concreto de alta resistencia 3/4”, 1/2” y 3/8”	104
Figura 40. Resistencia a la Compresion a los 3 Dias	105
Figura 41. Resistencia a la Compresion a los 7 Dias	106
Figura 42. Resistencia a la Compresion a los 14 Dias	107
Figura 43. Resistencia a la Compresion a los 28 Dias	108
Figura 44. Comparacion de Resistencias	109

Índice de Cuadros

<i>Cuadro1:</i> Ventajas del Concreto de Alta Resistencia.....	6
<i>Cuadro2:</i> Aplicaciones del Concreto de Alta Resistencia.....	8
<i>Cuadro3:</i> Ventajas del Concreto de Alta Resistencia.....	9

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes científicos para la presente investigación se presentan a continuación: Vilca (2008). En la investigación titulada “*obtención de concreto de Alta Resistencia*” realizado en la universidad nacional de ingeniería, concluyo que el propósito de la tesis fue desarrollar una tecnología apropiada para obtener concretos de Alta Resistencia, haciendo uso de súper-plastificantes y adiciones de micro-sílice. La metodología seguida plantea optimizar la proporción de los agregados para obtener la menor cantidad de vacíos. Luego, efectuar un diseño patrón con la mejor proporción de agregados, para después diseñar el concreto con aditivo tomando como base el concreto patrón y finalmente diseñar el concreto con aditivo más micro-sílice adoptando como referencia los diseños anteriores uno de los resultados de la investigación, fue obtener concretos de resistencias a la compresión de 1400 k a los 180 días, El concreto con aditivo súper-plastificante con dosificación de 1.5% (del peso del cemento) reduce la cantidad de agua en 28%, El peso unitario del concreto en estado fresco aumentó en 6% en el concreto con aditivo y aumentan 10% en el concreto con aditivo más micro-sílice, El contenido de aire en el ensayo del concreto en estado fresco disminuyó en 34% en el concreto con aditivo y también disminuyó en 77% en el concreto con aditivo más micro-sílice, La resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto con aditivo, a los 90 días de edad se incrementa en 12%, y en el concreto con aditivo más micro-sílice se incrementa en 73%, La resistencia a la flexión en el concreto aumenta en 66% a los 90 días en el concreto con aditivo y aumenta en 120% a los 90 días en el concreto con aditivo más micro-sílice, La resistencia a la compresión del concreto se incrementa conforme aumenta su edad, La alta resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, se debe a una buena dosificación y al uso de un aditivo súper-plastificante más la micro-sílice.

Alfaro (2016). en la investigación titulada “*análisis costo- beneficio del uso del concreto de alta resistencia > 800km/cm2 en la región de Veracruz*” realizado en

México, tiene como objetivo el seguimiento de algunos de los principios generales que los especialistas han establecido en diversas investigaciones nos ha permitido desarrollar los procedimientos para obtener estos concretos en un período de tiempo relativamente corto y sobre todo, utilizando los materiales en la forma más parecida a las condiciones y propiedades que tienen cuando se emplean en las obras, Además se encontró que el tamaño del agregado no es un requisito indispensable para la elaboración de mezclas de concreto de alta resistencia. Se estableció que es definitivamente conveniente emplear basalto si lo que se busca son altos valores a la compresión, mientras que para un mejor comportamiento elástico conviene utilizar calizas. Estas conclusiones serían válidas en la zona metropolitana de la ciudad de México, ya que los materiales son de bancos ubicados en esta área urbana, Hasta la fecha no hemos empleado alta velocidad de mezclado, re-vibrado ni otras técnicas que pueden disponerse en las obras y en las plantas pre-mezcladoras para el mejoramiento de las propiedades y el desempeño de los concretos de alta resistencia; creemos que pruebas que consideren estos aspectos redundarán en beneficios a la resistencia del concreto.

Así mismo se revisó la investigación de Espinoza (2010) en su tesis de maestría titulada “estudio de dosificación de hormigón de ultra-alta resistencia, basado en el empaquetamiento de los áridos” realizado en la Universidad Politécnica de Madrid - España, tuvo como objetivo obtener un ultra-alto rendimiento de la densidad de empaquetamiento, las distintas componentes de la matriz han de optimizarse, esto se consigue usando áridos de diferentes tamaños, el método de empaquetamiento comprensible ordenado, en donde los granos más grandes están dispuestos en una disposición ordenada tetraédrica, también llamando empaquetamiento hexagonal, es un método imposible de lograr en la práctica pero es útil para tener una idea de la relación entre tamaño de las partículas y su relación de volumen dentro de la mezcla. La teoría sugiere que el tamaño de las partículas más pequeñas aumentan la densidad de empaquetamiento, en cuanto a la mezcla propuesta se puede concluir que al realizar una comparación con dosificaciones realizadas por expertos y llevadas a la práctica, se pueden observar que al aumentar la cantidad de humo de sílice en una mezcla con

respecto a otra, aumenta la resistencia del hormigón, la eliminación del árido grueso combinada con la optimización de la mezcla granular, permite que los hormigones más homogéneos y densos fueran producidos con propiedades mecánicas elevadas.

Rocha (2009), En la investigación, “Concretos especiales en la construcción” elaborado por la compilación de artículos de investigación octubre 2009. Red académica internacional UADY, UAM, WPI, tuvo como objetivo general determinar el uso del concreto de alta resistencia en edificios altos. Concluyeron que las actividades de la última fase del proyecto de investigación estuvieron encaminadas a perfeccionar las técnicas de mezclado de los componentes del concreto. En especial en esta etapa se emplearon gravas de basalto y caliza, así como un aditivo súper-fluidificante de alto rango, Éstos permiten una obtención más fácil de las características mecánicas con un precio unitario inferior, manteniendo en gran medida las ventajas de rigidez, amortiguación, confort y costo, La resistencia del concreto utilizado en edificios de gran altura varía en función de la altura del edificio, reduciéndose la exigencia de sus características mecánicas a medida que se asciende, El concreto de alta resistencia, entre 60 y 80 MPa (600 y 800 kg/cm²), se utiliza en elementos estructurales que resisten, básicamente, esfuerzos axiales de compresión (muros del núcleo de rigidización y columnas), estando proyectados los elementos horizontales (vigas y entrepisos) con concreto normal, 25 a 35 MPa (250 a 350 kg/cm²) de resistencia a la compresión.

Bedon (2017), En su tesis de doctorado titulado “Diseño óptimo para obtener Concretos de Alta Resistencia para Obras Civiles en Zonas Alto Andinas del Perú” realizado en la Universidad Nacional del Santa Chimbote – Perú, En la presente investigación se abordó un problema relacionado con la necesidad que existe por determinar la dosificación adecuada de los concretos de alta resistencia para lograr el comportamiento estructural deseado en zonas alto andinas del Perú, esto, como respuesta al creciente desarrollo de proyectos inmobiliarios (Comerciales y habitacionales) que se vienen desarrollando, principalmente, en las ciudades capitales

de departamento; para tal efecto, se tomó como caso referencial a la ciudad de Huaraz, capital del departamento de Ancash. En el contexto descrito, y teniendo como objetivo diseñar un tipo de Concreto de Alta Resistencia que se ajuste a los requerimientos de las Obras Civiles en las zonas alto andinas del Perú; se logró demostrar que es factible usar concretos de alta resistencia en el desarrollo de obras civiles de la ciudad de Huaraz con agregados provenientes de las zonas aledañas.

- Con respecto, a obtener concretos con resistencias mayores a 280 kg/cm², usando agregados de las zonas aledañas a la ciudad de Huaraz; se obtuvo que, con agregados de la zona, los concretos sin adición de aditivos y micro-sílice alcanzaron una resistencia a la compresión de 585 kg/cm², a los 28 días.
- En cuanto a determinar el comportamiento estructural del concreto de alta Resistencia diseñada; los resultados fueron:
 - La resistencia a la compresión se incrementa conforme se usa aditivos y adiciones.
 - La resistencia del concreto patrón a los 28 días es de 585 kg/cm² (100%).
 - El concreto patrón más aditivo (2 %) a los 28 días es de 634 kg/cm² (108%).
 - El concreto patrón con aditivo (2.3%) más micro-sílice (12%) a los 28 días es de 784 kg/cm² (125%).

La investigación se fundamenta en la tecnología de concreto, la búsqueda constante de nuevos métodos de construcción que reduzcan el costo, hacen que cada vez se investigue más sobre nuevos materiales, se busca que los procesos de construcción sean responsables de manera eficiente durante el tiempo de vida de la construcción, la utilización de concreto de alta resistencia usa los principios básicos del concreto, de igual manera acapara las investigaciones en su diseño y análisis tanto en el mundo, nuestro país y nuestra zona.

El aporte teórico de la investigación se basa en que permitirá determinar la Resistencia a la compresión de los concretos de Alta Resistencia Elaborados haciendo una gradación de agregado grueso, lo cual el tamaño máximo del agregado estará entre 3/4" y 3/8", lo cual podrá ser comparada con los resultados obtenidos de un concreto patrón (TN. 1/2") de alta resistencia.

Asimismo, la investigación se justifica porque lograría generar beneficios para la sociedad, economía y medio ambiente. Debido a que abordaremos en el tema de la tecnología de concreto a nivel industrial, conocer las materias primas, su comportamiento, las pruebas normalizadas para garantizar la ejecución de obras con mayor calidad.

Debido al elevado costo en las construcciones civiles, donde el concreto ocupa el lugar más importante a la hora de invertir, planear e implementar los materiales de construcción, nace la necesidad de buscar nuevas soluciones en áreas de óptimo desempeño y mayor economía sin amenazar la calidad del producto.

La investigación propone utilizar agregado grueso de tamaño máximo entre 3/4" y 1/2" haciendo una gradación, para la fabricación de concretos de Alta Resistencia, logrando un nuevo uso, como alternativa económica y conservadora, de lo cual se espera tenga una elevada resistencia a la compresión.

Por lo expuesto anteriormente nos planteamos el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la resistencia a la compresión de los concretos de alta resistencia con gradación del agregado grueso de, 3/4" y 3/8", para la Ciudad de Huaraz, 2018?

Alfaro (2016), sostiene que los concretos de alta resistencia están limitados a barreras tecnológicas actuales; sin embargo, debe reconocerse que no representan límites absolutos y seguramente se podrán encontrar excepciones. Se han podido elaborar desde los años sesenta; sin embargo, en la actualidad sólo se han podido

comercializar intensamente en algunos lugares del mundo, como son el área de Chicago-Montreal-Toronto, Seattle y en forma más aislada en otros países. En estos lugares la integración de equipos de trabajo formados por diseñadores, constructores, empresas de concreto premezclado y laboratorios especializados ha permitido que se utilice más este material de gran comportamiento, alcanzando cada vez mayores valores en su resistencia. Y por otra parte, se han construido edificios y puentes de dimensiones y claros más grandes, para los que anteriormente se pensaba por definición en materiales diferentes al concreto.

Riva (2002), Los concretos de alta resistencia, obtenidos por incorporación a la mezcla de micro-sílices, una adición mineral, y de súper-plastificantes, un aditivo químico, son una nueva clase de concretos que, como su nombre lo indica, tienen resistencias en comprensión que a los 28 días sobrepasan los 700 kg/cm² y que pueden alcanzar resistencias de 1200 kg/cm² o mayores a los 90 días. Estos concretos tienen múltiples aplicaciones. De ellas la más estudiada es la construcción de edificios de gran altura. La principal limitación es que todavía no se conoce en su totalidad las propiedades y comportamiento de estos concretos.

Cuadro1: Ventajas del Concreto de Alta Resistencia.

Según Cerón (2013)	Según Manual del Constructor (2012)
<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la protección contra la corrosión del acero de refuerzo - La estructura tiene un menor costo en comparación con otras diseñadas en acero. - Presenta una mayor resistencia a la erosión. - Incremento del área rentable (consecuencias de la reducción de secciones). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ofrece valores de resistencia a la compresión entre 400 y 900 kg/cm², de muy alta durabilidad y baja permeabilidad. - Mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo. - La estructura tiene un menor costo en comparación a otras elaboradas con acero.

<ul style="list-style-type: none"> - Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas. - Posee alta fluidez que hace posible su colocación aun en zonas congestionadas de acero y refuerzo. - Posible reducción de la cuantía de acero de refuerzo según el proyecto. - Menor flujo plástico (creep). - Alto módulo de elasticidad. - Usando losas, permite una remoción temprana de la cimbra de contacto y permite incrementar el espaciamiento del re-apuntalamiento. - Menores pérdidas de pre-esfuerzo. - Se incrementa la capacidad máxima a flexión en traveses de sección sólida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta mayor resistencia a la erosión. - Se aprovecha un área mayor en las plantas más bajas de edificios altos o muy altos. - Debido a la baja relación agua/cemento se logran concretos muy durables, e muy baja permeabilidad, y de alta resistencia. - Requiere menos obras de infraestructura en puentes de gran claro. - Menor peso de la estructura. - Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas. - Posee muy alta fluidez siendo posible su colocación aun en zonas congestionadas de acero de refuerzo. - Se puede lograr tener una alta resistencia a la compresión a edad temprana.
---	--

Fuente: Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia y manual del constructor.

Los usos que se le da al Concreto de Alta Resistencia (HPC por sus siglas en inglés) responden a su idoneidad para construir determinadas estructuras o componentes de obras civiles. Por sus características mecánicas mejoradas el concreto de alta resistencia es ideal para construir estructuras que dan cuenta de sus bondades; en ese sentido, en el Cuadro 1 se presenta los usos principales que se le da a dicho concreto. Por otro lado, el uso del Concreto de Alta Resistencia (HPC) ofrece determinadas ventajas comparativas frente a sus pares, en ese sentido, en el Cuadro 2 se presenta las ventajas destacadas por Cerón (2013) y en el Manual del Constructor (2012).

- Para colocar el concreto en servicio a una edad mucho menor, por ejemplo dar tráfico a pavimentos a 3 días de su colocación.
- Para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible.
- Para construir superestructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos.
- Para satisfacer necesidades específicas de ciertas aplicaciones especiales como por ejemplo durabilidad, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión. Entre algunas de dichas aplicaciones se cuentan presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas, parqueaderos, y pisos industriales de tráfico pesado. (Cabe señalar que el concreto de alta resistencia no es garantía por sí mismo de durabilidad).

Cuadro2: Aplicaciones del Concreto de Alta Resistencia.

Según cerón (2013)	Según Manual del Constructor (2012)
<ul style="list-style-type: none"> - Muros de rigidez. - Columnas y trabes en edificios de oficina, departamentos centros comerciales, hoteles y rascacielos. - Tables de gran claro pre-esforzadas. - Estructuras costeras, sanitarias y militares, etc. - Bóvedas de seguridad. - Elementos prefabricados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Columnas esbeltas y trabes en edificios altos o rascacielos. - Secciones de puentes con claros largos o muy largos. - Sistema de transporte - Estructuras costeras, sanitarias, militares, etc. - Pisos más resientes al desgaste.

Fuente: Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia y manual del constructor.

Además de las diversas aplicaciones mencionadas, la utilización de concreto de alta resistencia conlleva grandes ventajas, siendo sus beneficios económicos y estructurales; como por ejemplo:

- La posibilidad de disminuir la sección de los elementos estructurales, particularmente de las columnas.
- Para una misma sección transversal reducir la cantidad de acero de refuerzo en el elemento de concreto.
- Facilita la construcción de edificios más altos, dada la posibilidad de aplicar mayores cargas a la estructura y cimentación
- En la construcción de puentes, reducir el número de vigas.
- Mayor resistencia a los ataques químicos.
- Inhibición del crecimiento de bacterias y moho.

Además de las diversas ventajas mencionadas presentamos una comparación según Cerón (2013) y el manual del constructor (2012).

Cuadro3: Ventajas del Concreto de Alta Resistencia.

Según Cerón (2013)	Según Manual del Constructor (2012)
<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la protección contra la corrosión del acero de refuerzo - La estructura tiene un menor costo en comparación con otras diseñadas en acero. - Presenta una mayor resistencia a la erosión. - Incremento del área rentable (consecuencias de la reducción de secciones). - Su alta consistencia permite bombearlo a grades alturas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ofrece valores de resistencia a la compresión entre 400 y 900 kg/cm², de muy alta durabilidad y baja permeabilidad. - Mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo. - La estructura tiene un menor costo en comparación a otras elaboradas con acero. - Presenta mayor resistencia a la erosión.

<ul style="list-style-type: none"> - Posee alta fluidez que hace posible su colocación aun en zonas congestionadas de acero y refuerzo. - Posible reducción de la cuantía de acero de refuerzo según el proyecto. - Menor flujo plástico (creep). - Alto módulo de elasticidad. - Usando losas, permite una remoción temprana de la cimbra de contacto y permite incrementar el espaciamiento del re-apuntalamiento. - Menores pérdidas de pre-esfuerzo. - Se incrementa la capacidad máxima a flexión en traveses de sección sólida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se aprovecha un área mayor en las plantas más bajas de edificios altos o muy altos. - Debido a la baja relación agua/cemento se logran concretos muy durables, e muy baja permeabilidad, y de alta resistencia. - Requiere menos obras de infraestructura en puentes de gran claro. - Menor peso de la estructura. - Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas. - Posee muy alta fluidez siendo posible si colocación aun en zonas congestionadas de acero de refuerzo. - Se puede lograr tener una alta resistencia a la compresión a edad temprana.
--	--

Fuente: Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia y manual del constructor.

Algunas desventajas específicas del concreto de alta resistencia incluyen las siguientes:

- Incremento de las deformaciones plásticas a largo plazo (creep).
- El incremento en la retracción durante el fraguado.

Bedon (2017), “Diseño óptimo para obtener Concreto de Alta Resistencia para Obras Civiles en Zonas Alto Andinas del Perú”, La uniformidad de la mezcla de concreto, como resultado en el proceso en obra de éste, hace alusión no sólo a la apariencia sino al logro de las propiedades deseadas; asimismo, las propiedades de las estructuras de concreto de alta resistencia deben reflejar el alto desempeño y

resistencia del concreto en sus condiciones de uso y su durabilidad durante su vida útil. Para el logro de las propiedades deseadas, el concreto debe someterse a procesos de aditivización y dosificación pertinentes para que garanticen una determinada resistencia a la compresión y satisfaga la durabilidad deseada.

Según Cerón (2013), los aspectos principales de las propiedades en concretos de Alta Resistencia con adición de micro-sílice y súper-plastificantes, son las siguientes:

- Una mezcla con adición de micro-sílice se considera con el grado óptimo de posesividad si no es excesivamente áspera ni excesivamente viscosa, es decir es lo suficientemente plástica para permitir fácil manipulación y trabajabilidad en condiciones de obra.
- La presencia de micro-sílices genera una disminución en la viscosidad del material pero otorga un aumento en la resistencia al corte de la mezcla fresca.
- La adición de micro-sílice a una mezcla diseñada para ser bombeada actúa como ayuda para éste y genera muy buenas características a la mezcla.
- Se puede reducir la cantidad del agua en un 28% cuando se emplea súper-plastificantes a bases de formaldehído melanina sulfatada.
- La adición de súper-plastificantes incrementa el asentamiento, aunque este es de corta duración y entre media hora a una hora el concreto regresa a su consistencia natural.
- La proporción de pérdida de asentamiento obedece a la dosificación, tipo de súper-plastificante y temperatura a la que se encuentra tanto el concreto como el cemento.
- El tiempo de fraguado del concreto no se ve afectado por la adición de súper-plastificantes de acuerdo al ensayo de penetración.
- No se debe generar exudación del concreto ni segregación, si se aplica la dosificación recomendada por el fabricante del súper-plastificante.
- Algunos Concretos de Alta Resistencia (HPC por sus siglas en inglés) pueden encofrarse sin compactación mecánica, lo que genera ahorro no sólo en el tiempo sino en la inversión económica.

- El contenido de aire contenido en el concreto puede disminuir con el tiempo, es necesario realizar ensayos antes y después del moldeo de los especímenes.

Cerón (2013), en cuanto a las propiedades que adquieren los Concretos de Alta Resistencia cuando se les adiciona aditivos tales como micro-sílice y súper-plastificantes, señala los siguientes:

- La adición de micro-sílice hace que la resistencia en el concreto tanto en tensión como flexión, aumentan proporcionalmente a la resistencia a la compresión.
- Entre menor sea la relación agua/cementante mayor será la propiedad mecánica del concreto.
- Cuando la relación agua/cementante es baja puede presentarse astillamiento si el concreto se encuentra expuesto a rápidas elevaciones de temperatura.
- El uso de baja relación agua/cementante y contenido moderado de cemento permite minimizar la contracción del concreto.
- La deformación prorrogada en compresión decrece según el incremento de resistencia en compresión.

Portugal (SF), dice que la resistencia del concreto es considerada la propiedad más importante de este material, es tan importante como la durabilidad del concreto; la importancia de la resistencia a compresión radica en las funciones estructurales de este material; desde los comienzos de la tecnología del concreto se trató de predecir esta característica, la de Abrams fue tal vez la más conocida y difundida para predecir este valor, sin embargo hace aproximadamente 25 años con el desarrollo de los concretos de alto desempeño con características de alta resistencia, la ley de Abrams dejó de tener la misma validez, sin perder su importancia, por lo cual surgieron nuevas teorías y conceptos, que se presentan en esta sección.

Neville (1999), Algunas propiedades del concreto endurecido están relacionadas con esta resistencia, como son: densidad, impermeabilidad, durabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia al impacto, resistencia a la tensión, resistencia a los sulfatos. Esto no quiere decir que estas propiedades sean una función simple y única de la

resistencia a la compresión, sino que, un concreto de mayor resistencia a la compresión tendrá mejores propiedades.

Mather & Ozyildirim (2004), Cualquier tipo de vacíos llenos de aire reduce la resistencia del concreto en una proporción de 5% de reducción de resistencia por cada 1% de aumento en el volumen de los vacíos llenos de aire.

Grudemo (1975), La resistencia del concreto es fundamentalmente una función de su volumen de vacíos. La influencia del volumen de poros sobre la resistencia puede expresarse por la ecuación exponencial del tipo (3).

$$f_c = f'_{c,0}(1 - p)^2$$

Dónde:

p = porosidad, es decir, el volumen de huecos expresado como una fracción del volumen total del concreto.

f'_c = resistencia del concreto con porosidad p

$f'_{c,0}$ = resistencia a porosidad cero

Existe una relación inversa fundamental entre la porosidad y la resistencia de los sólidos que para los materiales homogéneos simples, puede expresarse por la fórmula:

$$S = S_0 e^{-kp}$$

Dónde:

S = es la resistencia del material que tiene una porosidad dada p .

S_0 = es la resistencia intrínseca a porosidad cero.

K = es una constante.

Resistencia a la flexión del concreto: La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la

aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

según el comité 201 del ACI, la durabilidad del concreto se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro de tal manera que un concreto durable debe mantener su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto a su medio ambiente. Por lo tanto, la durabilidad depende del ambiente al que se exponga el concreto o de causas internas del concreto mismo.

Las causas extremas pueden ser físicas, químicas o mecánicas: se pueden deber a interperismo, a la temperatura extrema, a la abrasión, a la acción electrolita y al ataque de líquidos o gases naturales o industriales. La expresión del daño producido por dichos agentes dependerá en gran parte de la calidad del concreto, aunque en condición extrema cualquier concreto se deteriora con el tiempo.

Las causas internas son las relaciones álcali-agregados, los cambios de volumen por diferencias en las propiedades térmicas del agregado y la pasta del cemento y la permeabilidad del concreto. Esta última determina en gran medida la vulnerabilidad del concreto a los factores extremos, de tal manera que, para ser durable, el concreto tiene que ser relativamente impermeable.

Los concretos de alto desempeño ofrecen gran tolerancia ante el amplio rango de factores medioambientales, los cuales causarían un proceso de deterioro en un concreto convencional. Los puentes elaborados con concretos de alto desempeño ofrecen una confiable durabilidad, teniendo una mínima deflexión bajo cargas vivas. El uso de las técnicas de construcción por tramos, para así lograr grandes luces rectas o curvas puede

hacerse óptimo con el uso de concretos de alto desempeño. Dentro de algunas características importantes de durabilidad destacamos las siguientes:

Resistencia a elementos abrasivos: El concreto en puentes puede estar sometido a muchos agentes que producen su desgaste por acción abrasiva, estos elementos pueden ser desde arenas hasta trozos de hielo; los concretos de alto desempeño dada sus características mejoradas de resistencia y durabilidad, poseen una estructura más resistente al ataque de estos agentes externos.

Eco-concretos: El uso en los concretos de alto desempeño de productos derivados de los residuos industriales como la ceniza volante, micro-sílice, escoria de alto horno, lo hacen menos impermeable además de mejorar otras características; todo esto mientras se cumple con la responsabilidad medioambiental.

Adaptables a los requerimientos: La versatilidad de los concretos de alto desempeño para ajustarse a los requerimientos de durabilidad de una aplicación, hacen que este sea el más adecuado para un determinado uso

(National Ready Mixed Concrete Association, s/f), Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en probetas curadas de manera estándar según la norma ASTM C31 Práctica Estándar para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo. Para estimar la resistencia del concreto in situ, la norma ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto.

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura por (\div) el área promedio de la sección. C 39 presenta los factores de corrección en caso de que la razón longitud-diámetro del cilindro se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos 2

cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba, al intervalo más próximo de 10 psi (0.1 MPa).

según el comité 201 del ACI, la durabilidad del concreto se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro de tal manera que un concreto durable debe mantener su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto a su medio ambiente. Por lo tanto, la durabilidad depende del ambiente al que se exponga el concreto o de causas internas del concreto mismo.

Las causas extremas pueden ser físicas, químicas o mecánicas: se pueden deber a interperismo, a la temperatura extrema, a la abrasión, a la acción electrolita y al ataque de líquidos o gases naturales o industriales. La expresión del daño producido por dichos agentes dependerá en gran parte de la calidad del concreto, aunque en condición extrema cualquier concreto se deteriora con el tiempo.

Las causas internas son las relaciones álcali-agregados, los cambios de volumen por diferencias en las propiedades térmicas del agregado y la pasta del cemento y la permeabilidad del concreto. Esta última determina en gran medida la vulnerabilidad del concreto a los factores extremos, de tal manera que, para ser durable, el concreto tiene que ser relativamente impermeable.

Rivera (2010), Durabilidad del concreto: Un concreto durable es aquel que puede resistir en forma satisfactoria las condiciones de servicio a que estará sujeto, tales como: la meteorización, la acción química y el desgaste. Es indispensable que el concreto resista, sin deteriorarse con el tiempo, las condiciones para las cuales se ha proyectado. La falta de durabilidad puede deberse al medio al que está expuesto el concreto, o a causas internas del concreto mismo. Las causas externas pueden ser físicas, químicas o mecánicas; originadas por condiciones atmosféricas, temperaturas extremas, abrasión, acción electrolítica, ataques por líquidos y gases de origen natural o industrial. El grado de deterioro producido por estos agentes dependerá

principalmente de la calidad del concreto, aunque en condiciones extremas cualquier concreto mal protegido se daña. Las causas internas son: la reacción álcali-agregado, cambios de volumen debidos a diferencias entre las propiedades térmicas del agregado y de la pasta de cemento y sobre todo la permeabilidad del concreto; este factor determina en gran medida la vulnerabilidad del concreto ante los agentes externos y por ello un concreto durable debe ser relativamente impermeable.

(Según cement and concrete terminology ACI 116R-00), define al fraguado como: la condición alcanzada por una pasta cementica, mortero u hormigón que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización: fraguado final se refiere a una rigidez significativa, también, deformación remanente luego de retirada la tensión.

Gabalec (2008), El tiempo de fraguado es un periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que mediante diferentes velocidades de reacción generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que este endurezca y aglutine al agregado de la mezcla de hormigón, y se ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia, este tiempo es de suma importancia debido a que nos permite colocar y acabar el hormigón.

Gabalec (2008), El tiempo de fraguado es un periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que mediante diferentes velocidades de reacción generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que este endurezca y aglutine al agregado de la mezcla de hormigón, y se ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia, este tiempo es de suma importancia debido a que nos permite colocar y acabar el hormigón.

Amziane (SF), postuló que antes del fraguado, las presiones son hidrostáticas, siendo el tiempo de inicio de fraguado el momento en que las presiones laterales en el hormigón se hacen cero. Alternativamente, el fraguado puede ser estudiado como un proceso de percolación con las partículas de cemento interconectadas (percoladas) por los productos de hidratación. El grado crítico de percolación; es decir, el instante en que la masa deja de ser un líquido para convertirse en un sólido es del 16% de las partículas conectadas.

Sin embargo, teniendo en cuenta lo dicho acerca de la teoría de la percolación, será lógico pensar que el fraguado del hormigón dependerá, no solo de la resistencia a penetración en la pasta de cemento en un instante dado, sino también, de los factores que afecten el nivel de conectividad entre partículas y vacíos, como por ejemplo su consistencia.

Gabalec (2008). Durante este período, la evolución de las propiedades mecánicas de la mezcla está íntimamente ligada al desarrollo del cuerpo poroso de la pasta de cemento endurecida, como resultado del proceso de hidratación del cemento. Además, durante el proceso de post fraguado, se producen otros fenómenos como la retracción autógena (química) y la retracción de secado, que depende también de la estructura del medio poroso.

En el momento del fraguado, se tiene una porosidad inicial formada especialmente por capilares. Ésta se verá modificada durante el post fraguado por la formación de hidratos. La porosidad final de la pasta endurecida será, entonces, función de los hidratos formados durante el post fraguado y de las condiciones en las cuales se ha encontrado el hormigón (temperatura, confinamiento, etc.) y, también, del tipo, la reología y la porosidad de dichos hidratos.

Gabalec (2008), define que los factores más importantes son:

- Temperatura/ clima: El aumento de la temperatura reduce el tiempo de fraguado. La disminución de la temperatura aumenta el tiempo de fraguado.

- La hidratación parará cuando la temperatura esté cerca de 0°C. La exposición a la luz del sol y las condiciones ventosas también influyen en el fraguado, especialmente en la superficie, en gran parte debido a los efectos de calor y refrigeración por evaporación.
- Relación agua - materiales cementicios (a/mc): Una relación a/c más baja reduce el tiempo de fraguado.
- Contenido de cemento/adiciones: El aumento del contenido de cemento reduce el tiempo de fraguado.
- Tipo de cemento: La química del cemento afectará fuertemente el tiempo de fraguado
- Aditivos químicos: Los aditivos aceleradores y retardadores se utilizan deliberadamente para controlar el tiempo de fraguado. La sobredosis de algunos reductores de agua puede dar lugar al retraso del fraguado
- Tiempo de adición de los aditivos: La adición retrasada de algunos reductores de agua puede evitar la rigidización temprana o el retraso.
- Mezclado: La mejora del mezclado influye en la hidratación mejorando la homogeneidad y la dispersión de los reactivos y, así, también acelera el fraguado.

Hamsem, (2005), en su libro “Diseño de estructuras de concreto”, afirma que el curado es el proceso por el cual se busca mantener saturado el concreto hasta que los espacios de cemento fresco, originalmente llenos de agua sean reemplazados por los productos de la hidratación del cemento. El curado pretende controlar el movimiento de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. Busca también, evitar la contracción de fragua hasta que el concreto alcance una resistencia mínima que le permita soportar los esfuerzos inducidos por ésta. La falta de curado del concreto reduce drásticamente su resistencia.

Es el procedimiento que se utiliza para promover la hidratación del cemento, y consiste en mantener un control del movimiento de temperatura y humedad hacia dentro del concreto y hacia afuera del concreto. Tiene como objetivo mantener el

concreto saturado, ya que la hidratación del cemento solo se logra en capilares llenos de agua, por lo que debe evitarse la evaporación excesiva de ésta. Además debe controlarse la temperatura, puesto que la rapidez de hidratación es más lenta a bajas temperaturas y más rápida a temperaturas elevadas (100 °C.).

Los materiales que intervienen en la fabricación de concreto permeable no difieren de los utilizados para un concreto convencional, con la salvedad de que la utilización de agregado fino está limitada casi en su totalidad.

Portugal (SF), define que La adecuada selección de los materiales para la producción de concretos de alta resistencia es más exigente que para concretos convencionales, un adecuado control de calidad de estos debe llevarse a cabo, debiendo cumplir estos todos los requerimientos y especificaciones. Actualmente el concreto ha sido definido como un sistema de 5 componentes: cemento, agregados, agua, aditivos y adiciones, para los requerimientos de concretos de alta resistencia, todas las propiedades del concreto estarán basadas en las variaciones del tipo y cantidad de estos materiales.

Tabla 1. *El concreto como un sistema de 5 componentes*

Materiales	Ejemplo de variables
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de cemento • Propiedades especiales
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> • Normales, ligeros, pesados. • Naturales, chancados • Gradación, forma, textura
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Límites de componentes dañinos al concreto.
Aditivos	<ul style="list-style-type: none"> • Plastificantes, súper-plastificantes

Fuente: Portugal (SF)

En esta tabla se muestran los 5 componentes del concreto con algunas de sus variables, el análisis de estas para la selección de los materiales conjuntamente con una dosificación adecuada logran los requerimientos deseados.

El cemento Portland que cumple con los requerimientos de las normas ASTM C150, C595, o C1157, es usado como el aglomerante principal. Pudiéndose usar materiales suplementarios como la ceniza volante, el cemento de escoria y el humo de sílice, los cuales deben satisfacer los requisitos de las normas ASTM C618, C989 y C1240, respectivamente (ACI 522R-10, 2010).

Portugal (SF).dice que, la elección del tipo de cemento portland a usarse es muy importante para los concretos de alto desempeño, estos deben cumplir con las normas como la ASTM C150 o C 595, por ser el cemento el componente más activo del concreto, y teniendo en cuenta que todas las propiedades del concreto dependen de la cantidad y tipo de cemento a usarse es que la selección del tipo a usarse y una adecuada dosificación son muy importantes cuyos cementos deben cumplen con las normas ASTM y NTP.

Portugal (SF), dice que, las materias primas constituyentes del cemento son principalmente; cal, sílice, alúmina y óxidos de hierro. Durante el proceso de producción del cemento estos compuestos interactúan para luego formar una serie de productos más complejos (silicatos cálcicos, aluminios cálcicos y ferritos) que alcanzan un estado de equilibrio químico, con la expresión de un residuo de cal no combinada la cual no ha tenido suficiente tiempo para reaccionar esta es denominada como cal libre, la siguiente tabla nos indica los límites de la mezcla de los diferentes óxidos de los cementos portland.

Tabla 2. *Límites de composición aproximados para el cemento portland*

Oxido	Contenido, %
CaO	60 – 67

SiO ₂	17 – 25
Al ₂ O ₃	3 - 8
Fe ₂ O ₃	0.5 – 6.0
MgO	0.1 – 4.0
SO ₃	0.2 – 1.3
K ₂ O y Na ₂ O	1 - 3

Fuente: Portugal (SF)

El endurecimiento y fraguado del concreto son el resultado de procesos químicos y físicos entre el cemento portland y el agua, que se denominan hidratación. El Clinker de cemento Portland contiene 4 compuestos químicos mayoritarios, los minerales de Clinker, que son: C₃S = silicato tricálcico, C₂S = silicato dicálcico, C₃A = aluminato tricálcico y C₄AF = ferrita aluminato tetra cálcico (Esta fórmula es la composición promedia de una serie de soluciones sólidas entre C₆A₂F y C₆AF₂), junto con varios compuestos minoritarios, como MgO, cal libre y sulfatos de álcalis. Al salir del horno el Clinker es enfriado y luego es molido junto con yeso (CaSO₄.2H₂O o más abreviado CSH₂) formándose así el cemento Portland. La cantidad de minerales principales en el Clinker puede variar y por eso el cemento Portland puede tener distintas propiedades. Los minerales C₃S y C₂S constituyen, generalmente, el 75-80 % del peso del cemento Portland. Las distintas propiedades se refieren, principalmente, a las diferencias en contenidos de C₃S y C₃A, en la siguiente figura podemos observar la secuencia de la formación de hidratación del cemento portland.

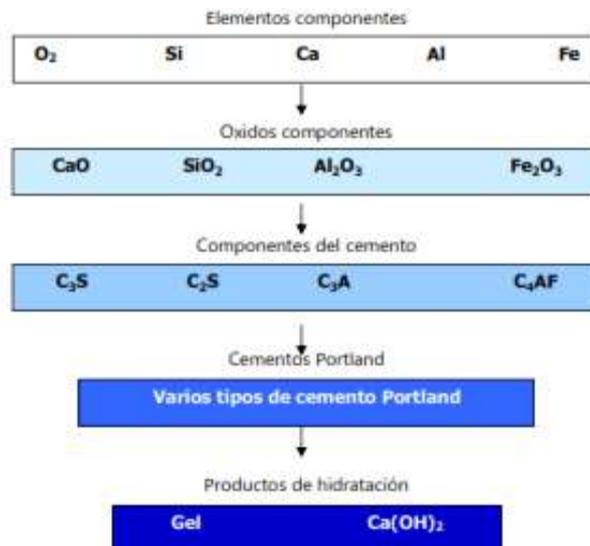


Figura 1. Representación esquemática de la formación e hidratación del cemento portland.

Fuente: Portugal (SF)

Portugal (SF), define que si bien los agregados son los componentes inertes del concreto, su influencia en las características del concreto es notable; sin embargo durante varios años su estudio fue descuidado, debido principalmente, al bajo costo comparativo con el costo del cemento, además de los bajos requerimientos de resistencia, en los cuales los agregados no tienen gran influencia, hoy en día se conoce la influencia del agregado en las propiedades del concreto tanto en estado fresco y endurecido. En los concretos de alto desempeño los agregados deben cumplir las normas como la ASTM C 33, caso contrario se deberá comprobar su eficiencia en el concreto. Es recomendable que en una obra, todas las mezclas empleen los mismos agregados.

Portugal (SF), define que inicialmente no existe una curva granulométrica ideal, cada combinación de agregados tendrá la propia suya, la influencia de la forma y textura superficial, son las principales causas para no poder generalizar los conceptos de curvas ideales, además de existir otro factor muy poco considerado, para esto debemos aclarar que las curvas granulométricas representan las proporciones de los

diferentes tamaños de partículas de agregados en el conjunto, y en la realidad simplemente son un factor determinante en el acomodo de los granos de agregado, por lo cual estas deben tener una relación con los factores externos e internos que generan este acomodo.

Según Céspedes (2003), en su libro “Resistencia a la comprensión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido”, la granulometría se entiende como la distribución de los tamaños de las partículas o granulometría de un agregado es una característica importante debido a que determina los requerimientos de la pasta para lograr un concreto trabajable. Debido a que el cemento es el componente más costoso del concreto, es deseable, minimizar el costo del concreto utilizando la menor cantidad de pasta consistente con la producción de un concreto que pueda ser manejado, compactado, acabado y proporcionar la resistencia y durabilidad necesaria

El ACI 211.3R-02 recomienda que las granulometrías de agregado grueso a ser utilizadas, deben de satisfacer las exigencia respecto al tamaño y gradación según la norma ASTM C33 (Figura 1.9) o ASTM D448; estas son No. 67 (3/4” a No. 4), No. 7 (1/2” a No. 4) y No 8 (3/8” a No. 16).

Requisitos de calificación para gruesos Agregados															
Tamaño Número	Tamaño Nominal (Tamices con Abertura Cuadrada)	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso													
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2 ")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2 ")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2 ")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2 ")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 15						
2	63 a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 15						
3	50 a 25.0 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 15					
357	50 a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 15			
4	37.5 a 19.0 mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 15				
467	37.5 a 4.75 mm (1 1/2" a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 15			
5	25.0 a 12.5 mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 15				
56	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25.0 a 4.75 mm (1" a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19.0 a 9.5 mm (3/4" a 3/8")							100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19.0 a 4.75 mm (3/4" a N° 4)							100	95 a 100		20 a 55	5 a 10	0 a 5		
7	12.5 a 4.75 mm (1/2" a N° 4)								100	95 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N° 8)									90 a 100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 a 1.18 mm (3/8" a N° 16)									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 a 1.18 mm (N° 4 to N° 16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Figura 2. Usos granulométricos para poder realizar los diseños de mezclas fuente: ASTM C 133,

En general, la utilización de agregado fino en la elaboración de concreto permeable no está permitida, ya que ellos tienden a comprometer la capacidad de conexión del sistema de poros, salvo en los casos en los que se desea tener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua pluvial. Este resultado se obtiene introduciendo en la mezcla una cantidad de arena entre 150 y 200 kg/m³.

Los ensayos realizados nos permiten conocer las propiedades físicas del agregado y diseñar un concreto permeable aceptable, las condiciones de los ensayos ponen a prueba a los agregados, su respuesta condiciona y pronostica su comportamiento durante el vaciado y en el concreto terminado. Los ensayos normalizados por la ASTM-C33 están descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. *Propiedades físicas de los agregados para su aceptabilidad*

ENSAYO - NORMA		ASTM	NTP	AASHTO
A	Análisis Granulométrico – Agregado grueso	C136	400.012	T27
B	Peso unitario	C29	400.017	T19
C	Desgaste de agregado – Método de los Ángeles	C131	400.019	T96
D	Gravedad específica y Absorción.	C127	400.021	T81

Fuente: Norma, American Society for testing and materials – ASTM, Norma técnica peruana – NTP y la Norma American Association of state highway and transportation officials – AASHTO

Granulometría es la distribución por tamaños del agregado por medio del tamizado, que consiste en pasar el material a través de mallas de diferentes aberturas; estas son: 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, #8 y #4 para agregados gruesos, con el peso de material retenido en cada malla, se obtiene el porcentaje retenido, así como, el porcentaje de material pasante en cada malla y se tiene el porcentaje de material retenido respecto al total de la muestra. Las Normas ASTM C136, AASHTO T27 y NTP 400.012, indican el procedimiento para desarrollar el análisis granulométrico de los agregados gruesos, cada gradación es representada por una medida numérica a la que se denomina huso granulométrico.

Es el número de medida que se le asigna a la gradación del agregado cuando la distribución granulométrica calculada se encuentra dentro de los parámetros

establecidos según la norma ASTM C33 (Figura 2), en la cual se inicia la identificación a partir del tamaño máximo nominal y del porcentaje retenido acumulado que tiene el agregado estudiado, e indica los límites máximos y mínimos para su clasificación.

La normalización del agregado es un proceso inverso al cálculo normal de la granulometría del material, entonces, se parte de la curva granulométrica normalizada que representa el porcentaje de retenido acumulado del material, luego, se calcula el porcentaje retenido y se obtiene el peso de material retenido que le corresponde a cada malla, para este proceso se debe contar con el materia natural tamizado y separado por malla que en conjunto representa a la curva granulométrica normalizada.

Al igual que en el concreto convencional los aditivos son utilizados en concretos permeables para obtener propiedades especiales. Los aditivos utilizados deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C494. Los aditivos reductores de agua (de mediano a alto rango) son utilizados dependiendo de la relación a/c. Los aditivos retardantes se utilizan para estabilizar y controlar la hidratación del cemento, y estos aditivos son frecuentemente preferidos cuando se trata con mezclas rígidas, como el concreto permeable, sobre todo en aplicaciones en climas cálidos. Los aditivos retardadores pueden actuar como lubricantes para ayudar a la descarga de concreto desde una mezcladora y pueden mejorar el manejo y las características rendimiento en lugar. Los aceleradores se pueden utilizar cuando se colocan concretos permeables en climas fríos. Los aditivos incorporadores de aire no han sido comúnmente utilizados en concretos permeables, pero se puede utilizar en ambientes susceptibles a la congelación y descongelación. Sin embargo, no existe un método fiable, para cuantificar el volumen de aire arrastrado en estos materiales (ACI 522, 2006).

El método propuesto por el comité 211.4. Del ACI, abarca el rango de resistencia entre 450 kg/cm² y 840 kg/cm². Este método es aplicable a concreto de peso normal. Las consideraciones básicas de este método al igual que en el método para el concreto convencional es la determinación de la cantidad de los materiales requeridos para producir un concreto con las propiedades en estado fresco y endurecido deseadas a un

bajo costo. El procedimiento consiste en una serie de pasos, con los cuales debe cumplir los requerimientos de resistencia y trabajabilidad deseados. El método recomienda elaborar varias pruebas en laboratorio y en el campo hasta encontrar la mezcla deseada.

(Abanto, 2000). El diseño de concreto es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, se denomina también diseño de mezcla, se define como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en estado no endurecido tenga las propiedades, especialmente trabajabilidad y consistencia, deseadas, y que en estado endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y especificaciones de obra.

La selección de las proporciones de la mezcla está determinada por:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, que son requerimientos del diseñador o que se encuentran indicadas en las especificaciones de obra.
- Las propiedades del concreto en estado no endurecido, que dependen del tipo y característica de la obra y de las técnicas empleadas en la colocación del concreto.
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

Si se toma en cuenta estos criterios, se podrá obtener una primera aproximación de las proporciones de los materiales que componen la unidad cúbica de concreto. Pero estas proporciones, sea cual fuere el procedimiento para determinarlas, deberán ser siempre consideradas como valores de prueba sujetos a revisión y ajustes sobre la base de los resultados obtenidos en laboratorio y obra.

La hipótesis de esta investigación es: La obtención de un concreto de alta Resistencia con gradación de 3/4" y 3/8" del agregado grueso serían más eficientes que el concreto patrón de TN 1/2", en los ensayos de Resistencia a la compresión.

El objetivo general de esta investigación es: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia, usando agregados de diferentes tamaños 3/4" y 3/8", para Ciudad de Huaraz, 2018; mientras que los objetivos específicos son:

- ✓ Caracterizar los agregados pétreos.
- ✓ Determinar la relación A/C y realizar el diseño de mezcla para los diferentes tamaños de agregados, 3/4" y 3/8" (muestra experimental), 1/2" (muestra patrón) De un concreto de alta resistencia.
- ✓ Determinar y comparar la resistencia de la probeta del concreto de alta resistencia con gradaciones del agregado grueso 3/4" y 3/8", a los 3, 7, 14, 28. Días de curado.

METODOLOGÍA

Según el proceso, será una investigación aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia de un concreto de alta resistencia haciendo uso de gradaciones en el agregado grueso.

En coherencia con el fin de la ciencia, será una Investigación explicativa porque los datos de la investigación serán obtenidos por observación de fenómenos condicionados por el investigador. Se utiliza la experimentación.

Es un diseño experimental del tipo en bloque completo, porque estudiaremos el diseño del concreto de alta resistencia haciendo uso de gradaciones del agregado grueso. El estudio en su mayor parte se centrará en los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a lo planeado en los objetivos.

Tabla N° 4. Diseño Para la Elaboración de Probetas Para la Prueba de Resistencia a la Compresión.

DISEÑO PARA LA ELABORACIÓN DE PROBETAS						
Días de Curado	Resistencia a la Compresión del Concreto de Alta Resistencia con Gradación en 3/4" y 3/8" , 1/2" (concreto patrón)					
		3/4"		1/2" (concreto patrón)		3/8"
3	E1		P1		E13	
	E2		P2		E14	
	E3		P3		E15	
7	E4		P4		E16	
	E5		P5		E17	

	E6		P6		E18	
	E7		P7		E19	
14	E8		P8		E20	
	E9		P9		E21	
	E10		P10		E22	
28	E11		P11		E23	
	E12		P12		E24	

Fuente: Elaboración Propia.

La población está conformada por probetas que serán elaboradas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro y la muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población estadística, que en esta investigación se trabajó con 36 testigos de concreto, 12 con tamaño máximo de 3/4” y 12 con tamaño máximo de 3/8”; así también se hizo 12 con tamaño máximo de 1/2” concreto patrón.

De la cantera seleccionamos una muestra representativa para evaluar sus características de los agregados (pruebas de laboratorio) y con lo cual haremos nuestro diseño de mezcla para el concreto de Alta Resistencia y posteriormente haremos nuestros especímenes de concreto de Alta Resistencia, los cuales fueron nuestra población a evaluar.

Se realizaron tres especímenes por cada alternativa del concreto de alta resistencia, considerando que una alternativa consta de un agregado diferente, evaluado a una edad específica (3, 7, 14, 28 días), es decir que en el día 3 se someterán a la prueba de compresión 9 cilindros, a los 7 días se reventaran otros 9 cilindros, a los 14 días se reventaran otros 9 cilindros y por ultimo a los 28 días se efectuara la prueba de compresión a los cilindros restantes que son 9.

Por lo tanto la prueba de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto de alta resistencia constara de un universo de 36 cilindros en total, que se someterán a la prueba antes mencionada.

Se aplicará como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta. Todo lo observado se debe poner por escrito lo antes posible, cuando no se puede tomar notas en el mismo momento. Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación resumen porque nos permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

Tabla 5: *Técnicas de recolección de información y instrumento*

Técnicas de Recolección de Información	INSTRUMENTO
OBSERVACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • GUÍA DE OBSERVACIÓN RESUMEN • FICHAS TÉCNICAS DEL LABORATORIO DE LAS PRUEBAS A REALIZAR • VER ANEXO

Fuente: Elaboración Propia

La unidad de análisis para esta investigación fueron las diferentes pruebas que se le harán a los agregados y al concreto. Las pruebas que se realizaran serán las siguientes:

- Se usara como método de diseño de mezcla propuesto por el ACI comité 211.4 (para concreto de Alta Resistencia).
- Prueba de granulometría para grueso (ASTM C-136).
- Prueba de la resistencia a la compresión de cilindros testigos de concreto (ASTM C-39).
- Prueba de la resistencia a la tensión por flexión en viguetas de concreto (ASTM C-293).
- Se usara agregado de tamaño nominal 3/4", 1/2" y 3/8".
- Se usara cemento Portland de uso general (ASTM 150 y C1157).

Para el presente proyecto de investigación la recolección de Datos se dará con los siguientes pasos:

- Se adquirirá los materiales de la cantera “orión”, ubicado en la localidad de pariahuanca, provincia de carhuaz, grava de 3/4”, 1/2” y 3/8”.
- Se solicitara y Coordinara el acceso a Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Se recolectara el material para poder hacer los ensayos respectivos.
- Luego se empezara hacer los ensayos de las características de los agregados como: granulometría, peso unitario, peso compactado, absorción- gravedad específica, y contenido de humedad.
- Aplicaremos un registro de apuntes, mediante fotografía, videos y fichas de registro para ver el desarrollo de nuestras probetas en sus diferentes días de análisis.
- Se Calculara del diseño de mezcla con los datos obtenidos de las características de los agregados, con el fin de elaborar las probetas. (concreto de Alta Resistencia).
- Luego de realizar la preparación del concreto de alta resistencia, se procederá a colocarlos en cilindros con agua para el respectivo curado de las probetas.
- Se realizaran ensayos al concreto en 3,7, 14 y 28 días para el ensayo de compresión.

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

Para realizar el análisis de los datos se realizó los siguientes procedimientos:

Los agregados usados en este trabajo fueron extraídos de la cantera Orión, se optó por esta cantera porque estos agregados son los más utilizados en obras civiles en la ciudad de Huaraz y callejón de Huaylas, por ser accesibles, cercanos.

Esta cantera son provenientes del Rio Santa pero por su diferente ubicación, las características climáticas, ambiental y de zona las propiedades de estas varían.

La ubicación de la Cantera permite conocer la accesibilidad al material, así como la influencia en el mercado, y su aplicación en la Ciudad de Huaraz, y sus características son las siguientes de la Cantera de Orión como: Ubicación: ciudad de carhuaz distrito de pariahuanca, y sus características son las siguientes:

Tabla N° 6. Coordenadas UTM de la Cantera Orión.

COORDENADAS UTM: ZONA 18				
N°	Nombre	Sur	Oeste	Elevación
1.	ORION	9°36'94.35"	77°58'60.36"	3048 m.s.n.m

Fuente: Elaboración Propia.



Figura N° 3. Vista Panorámica de la Cantera Orión – Carhuaz.

El acceso a la zona de la captación del material es mediante la vía Huaraz – Taricá – pariahuanca, el tiempo de recorrido desde Huaraz a la cantera orión es de aproximadamente una hora.

Para llegar a la zona de la captación del material no es necesario llegar a la capital distrital, utilizando como medio de transporte un vehículo ligero, y tomando como referencia a la ciudad de Huaraz, se llega a la zona de la captación a través de la carretera asfaltada Huaraz - tarica de aproximadamente 18 km., de tarica se continua hasta llegar a la cantera orión mediante tramo afirmado de 4 km aproximadamente.



Figura N° 4. Cantera de Agregado, Orión – Pariahuanca

Los ensayos mencionados a continuación se realizaron basándose en el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), estos se hicieron para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual.

Los ensayos que se tuvieron que seguir para obtener los datos deseados fueron los siguientes:

Contenido de Humedad

Este ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 108 – 2000; “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO”, el cual está basado en la norma ASTM D2216.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.
- Taras
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- En nuestro caso utilizaremos agregado grueso de TN, 3/4", 1/2" y 3/8", se toma una muestra de 1450 gr. aproximadamente y se coloca en dos recipientes previamente tarados para cada TN.
- En el caso del agregado fino, se toma una muestra de 1450 gr. aproximadamente y se coloca en dos recipientes previamente tarados.
- Se registra el peso de las dos taras la cual será el material "húmedo" se lleva al horno 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado el tiempo, luego del enfriado, se vuelve a pesar el material, la cual representa el material seco.
- De las dos muestras sacas se saca un promedio para tener un ensayo aproximado.

$$W = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso Suelo Seco}} * 100$$



Figura 5. Contenido de humedad agregado fino y grueso

Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso

Este ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 108 – 2000; “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO”, el cual está basado en la norma ASTM D2216.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.
- Taras
- tamices
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- En nuestro caso utilizaremos para el agregado grueso de TN, 3/4”, 1/2” y 3/8”, se toma una muestra de 7000 gr. aproximadamente y se procede a tamizar por cada malla, para cada TN.

- En el caso del agregado fino, se toma una muestra de 3000 gr. aproximadamente y se procede a tamizar por cada malla.
- Se registra el peso del material retenido en cada malla
- De las dos muestras se saca una curva granulométrica para ver si es óptimo el material.



Figura 6. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.

Peso específico y absorción de agregado fino

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 206 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO, el cual está basado en la Norma ASTM C136.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso con su juego de pesas.
- Taras
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- se considera agregado fino aquellas partículas que pasan por la malla N° 40 y material fino que pasa la malla #200 un 5%, estas partículas en este caso no tienen que tener mucha impureza o sobrepasar el 3%
- se tomara una muestra de 700 gr. aproximadamente, el cual se procede a lavarla hasta que el agua alcance una transparencia (lo que indica que se elimina la suciedad contenida) y luego se deja sumergida en agua durante 24 horas
- se apisona la muestra con 25 golpes de afuera hacia adentro hasta que quede saturada superficialmente seca (SSS).
- Se tomó dos (2) muestra de 300 gr. Aproximadamente de nuestro agregado fino.
- luego se procede a vaciar el agregado (300 gr) en una probeta que contenga 500 ml de agua para luego medir el volumen de la masa saturado superficialmente seco.
- En otro recipiente (300gr) se somete al horno por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$) para obtener una masa completamente seca, el cual será pesado posteriormente.



Figura 7. Gravedad específica y absorción del agregado fino

Peso Específico Aparente.

$$P_{ea} = W_o / ((V - V_a) - (300 - W_o))$$

Dónde:

- Pem: Peso específico de masa (gr.)
- Wo: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr.)
- V: Volumen del frasco (cm 3)
- Va: Volumen de agua añadida al frasco (cm 3)

Peso Específico Aparente (saturada y superficialmente seca).

$$P = 300 / (V - V_a)$$

Peso Específico de Masa.

$$P = W_o / (V - V_a)$$

ABSORCIÓN

$$Ab (\%) = ((300 - W_o) / W_o) * 100$$

Peso específico y absorción de agregado grueso

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 206 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS, el cual está basado en la norma ASTM C127.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso con su juego de pesas.
- Taras
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- Se tomó una muestra de 1800 gr. Aproximadamente de nuestra grava de 3/4", 1/2" y 3/8" tamaño nominal, la cual fue saturada en agua durante 24 horas, seguido se secó con un paño a temperatura de ambiente.
- Luego de absorber la humedad con el paño para obtener el estado saturado superficialmente seco se toma tres cantidades de la muestra aproximadamente 600gr en tres recipientes, se pesa en los recipientes previamente tarados y se introduce a una canasta sumergida en agua y que pende de una balanza de precisión adecuada, se determina el peso sumergido y a continuación el material se lleva al horno para determinar el peso seco.



Figura 8. Gravedad específica y absorción del agregado grueso

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dónde:

A: Peso al aire del a muestra seca al horno. (gr.)

B: Peso de la muestra S.S.S.(gr.)

C: Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)

Peso unitario y porcentaje de vacíos de agregado fino

Este ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta así como el porcentaje de vacíos del agregado fino, el tamaño del agregado tiene que pasar por la malla N°4. Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 203 – 2000; PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS, el cual está basado en la Norma ASTM C29.

Equipo utilizado

- Balanza
- Varilla compactadora
- Recipientes de volúmenes adecuados

Descripción del proceso

- Se ha elegido el molde con dimensiones adecuadas, para el agregado fino. Se tomaron 3 muestras con una diferencia de peso máximo de 30 gr.
- Para determinar el peso unitario compactado se colocó el material en tres capas de igual volumen; en cada capa 25 a 30 golpes con la varilla sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, enrasando finalmente, pesando y tomando tres muestras para su respectivo promedio.



Figura9. Peso unitario y porcentaje de vacíos de agregado fino.

Peso unitario y porcentaje de vacíos de agregado grueso

Este ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta así como el porcentaje de vacíos del agregado grueso, el tamaño del agregado tiene que estar por debajo de 5 pulgadas (125mm). Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 203 – 2000; PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS, el cual está basado en la Norma ASTM C29.

Equipo utilizado

- Balanza
- Varilla compactadora
- Recipientes de volúmenes adecuados

Descripción del proceso

- Se ha elegido el molde con dimensiones adecuadas, de acuerdo al tamaño nominal del agregado, debido a que nuestro agregado tiene un tamaño de 3/8" la cual el volumen del molde es de 2.776 cm³. Se tomaron 3 muestras con una diferencia de peso máximo de 20gr.
- Para determinar el peso unitario compactado se colocó el material en tres capas de igual volumen; en cada capa 25 golpes con la varilla sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, enrasando finalmente, pesando y tomando tres muestras para su respectivo promedio.



Figura10. Peso unitario y porcentaje de vacíos de agregado grueso.

Análisis de Abrasión los Ángeles

Este ensayo se realizó de acuerdo al ASTM C 131 -89, ASTM C-33; “RESISTENCIA A LA ABRASION DEL AGREGADO GRUESO” el cual está basado en la normas de construcción de la secretaria de comunicaciones y transportes vol. VIII.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.
- Mallas estándar de 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N° 4 y N° 12.
- Máquina de los Ángeles, de dimensiones especificadas
- Taras (charolas rectangulares)
- Cucharón.

Descripción del proceso

- De acuerdo a la granulometría previamente obtenida y de acuerdo al tamaño máximo elegir el número de esferas (carga abrasiva) y el peso de la muestra.
- Colocar la muestra a probar y la carga abrasiva en la máquina.
- Accionar la máquina para que gire a 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 r.p.m.
- Después del número prescrito de revoluciones descargar el material de la máquina y retirar las esferas.
- Tamizar el material por la malla N° 12.
- Expresar la diferencia entre el peso original y el peso final de la muestra de prueba como un porcentaje del peso original.

$$perdida\ maxima = \frac{Peso\ inicial - peso\ final}{peso\ inicial} * 100$$



Figura11. Resistencia a la Abrasión de los agregados gruesos

El diseño de mezclas del concreto de alta resistencia se asemeja al diseño de mezclas del concreto convencional por el método del ACI, ambos utilizan cuadros obtenidos empíricamente de ensayos realizados, sin embargo, en cuanto a los alcances de ambos diseños son totalmente diferentes.

Los diseños se harán de acuerdo con las recomendaciones del ACI-211.4 aplicable a concretos de alta resistencia.

Procedimiento de diseño:

- **Paso 1:**

Seleccionar el slump y la resistencia del concreto requerido, valores recomendados para el slump se muestra en la siguiente tabla 7.

Tabla 7- *Slump recomendado para concretos de Alta Resistencia con y sin plastificante. “Antes de la adición del SP”*

Slump con SP	Slump sin SP
1” – 2”	2” – 4”

Fuente: ACI 211.4.

A pesar que un concreto de alta resistencia es producido exitosamente con la adición de un súper-plastificante sin una medida inicial de slump. Es recomendado un slump de 1” a 2”, antes de adicionar el súper-plastificante. Esto asegura una adecuada cantidad de agua para la mezcla y permitirá que el súper-plastificante se efectivo.

Para un concreto elaborado sin súper-plastificante es recomendado un slump entre 2” a 4”, este puede ser escogido de acuerdo al trabajo a realizarse concretos con menos de 2” de slump son difíciles de consolidar dado el alto contenido de agregado grueso y materiales cementicos.

- **Paso 2:**

Seleccionar el tamaño máximo del agregado, basado en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo de un agregado es dado en la siguiente tabla 8.

Tabla 8. *Tamaño máximo del agregado grueso*

Resistencia requerida del concreto (kg/cm ²)	Tamaño máximo del agregado
< 630	3/4" – 1"
> 630	3/8" – 1/2"

Fuente: ACI 211.4.

El ACI 318 establece que el tamaño máximo un agregado no debe exceder una quinta parte de la dimensión menor entre los lados del elemento, una tercera parte de la profundidad de la losa, o tres cuartas partes del mínimo espaciamiento entre las barras de refuerzo.

- **Paso 3:**

Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso, el óptimo contenido de agregado grueso depende su resistencia característica y tamaño máximo. El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, está dado en la siguiente tabla 9. Como una función del tamaño máximo nominal.

Tabla 9. *Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para ag. Fino con módulo de finura entre 2.5 – 3.2)*

Tamaño nominal máximo	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Fracción volumétrica psag.	0.65	0.68	0.72	0.75

Fuente: ACI 211.4.

El peso seco del agregado grueso por m³ de concreto puede ser calculado usando la siguiente ecuación:

- $\text{Peso seco del agregado grueso} = \% \text{psag} * \text{P.U.C.}$

En un proporciónamiento de una mezcla de concreto normal, el contenido óptimo de agregado grueso es dado como una función del tamaño máximo y del módulo de finura del agregado fino. Las mezclas de concretos de alta resistencia, sin embargo, tienen un alto contenido de materiales cementicios, y por lo tanto no son dependientes del agregado fino para lograr la lubricación y compactibilidad de mezcla. Por supuestos valores dados en la tabla 3. Son recomendadas para arenas que tiene un módulo de finura entre 2.5 a 3.2.

- **Paso 4:**

Estimar el agua de mezcla y el contenido de aire, la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo, forma de partículas, gradación del agregado, cantidad de cemento y tipo de plastificante o súper-plastificante usados. Si se usa un súper-plastificante, el contenido de agua en este aditivo es tomado en cuenta para el cálculo de la relación agua/cemento: la tabla 10. Da una primera estimación del agua de mezclado requerida

para concretos elaborados con agregados de tamaño máximo entre 1" y 3/8", esta cantidad de agua es estimada sin la adición del aditivo en la misma tabla también se dan los valores estimados de aire atrapado.

Tabla 10. *Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacíos.*

Slump	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" – 2"	183	174	168	165
2" – 3"	189	183	174	171
3" – 4"	195	189	180	177
	Aire atrapado			
Sin súper-plastificante	3	2.5	2	1.5
Con súper-plastificante	2.5	2	1.5	1

Fuente: ACI 211.4.

Estas cantidades de agua de mezclado son máximas para un agregado bien gradado, angular y limpio que cumple con los límites de la norma ASTM C 33. Dado que la forma de las partículas y la textura superficial del agregado fino puede influenciar significativamente su contenido de vacíos, el requerimiento de agua de mezclado puede ser diferente de los valores dados.

Los valores dados en la tabla 4. Son aplicables cuando el agregado fino usando tiene un contenido de vacío igual 35%, el contenido de vacíos del agregado fino puede ser calculado usando la siguiente ecuación.

$$\text{contenido de vacios, } V\% = \left(1 - \frac{P. U. C.}{\text{peso especifico}}\right) \cdot 100$$

Cuando el contenido de vacíos del agregado fino no es un 35%, es necesario un ajuste a la cantidad de agua de mezclado, este ajuste puede ser calculado usando la siguiente ecuación.

- Ajuste del agua mezclando, $A \text{ kg/m}^3 = 4.72 \cdot (V - 35)$

Usando esta ecuación obtenemos un ajuste de 4.72 kg/m³ por cada punto porcentual del contenido de vacíos de la arena.

- **Paso 5:**

Seleccionar la relación agua/materiales cementicios, en las tablas 11^a y 11^b.

Valores máximos recomendados para la relación agua/materiales cementicios son mostrados como una función del tamaño máximo del agregado para alcanzar diferentes resistencias a compresión en 28 o 56 días.

Tabla 11^a: Relación agua/materiales cementicios para concretos sin súper-plastificante

Resistencia promedio f'_{cr} * kg/cm ²	Edad (días)	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
		3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0.41	0.40	0.39	0.38
	56	0.44	0.43	0.42	0.42
550	28	0.36	0.35	0.34	0.34
	56	0.39	0.38	0.37	0.36
600	28	0.32	0.31	0.31	0.30
	36	0.35	0.34	0.33	0.32
650	28	0.29	0.28	0.28	0.27
	56	0.32	0.32	0.30	0.29
700	28	0.26	0.26	0.25	0.25
	56	0.29	0.28	0.27	0.26

*la resistencia promedio deberá ser reajustada para usar esta tabla con un valor de 0.9

Fuente: ACI 211.4.

Los valores dados en la tabla 11^a son para concretos elaborados sin súper-plastificantes.

Tabla 11b: *Relación agua/cementicios para concretos con súper-plastificantes.*

Resistencia promedio f'_{cr} * kg/cm ²	Edad (días)	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
		3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0.49	0.47	0.45	0.42
	56	0.54	0.51	0.47	0.45
550	28	0.44	0.42	0.40	0.39
	56	0.49	0.46	0.43	0.41
600	28	0.40	0.38	0.36	0.35
	36	0.44	0.41	0.39	0.37
650	28	0.36	0.35	0.33	0.32
	56	0.40	0.38	0.36	0.34
700	28	0.33	0.32	0.31	0.30
	56	0.37	0.35	0.33	0.32
750	28	0.31	0.30	0.28	0.28
	56	0.34	0.32	0.30	0.30
800	28	0.29	0.28	0.26	0.26
	56	0.32	0.30	0.28	0.28
850	28	0.27	0.26	0.25	0.25
	56	0.30	0.28	0.27	0.26

*la resistencia promedio deberá ser reajustada para usar esta tabla con un valor de 0.9

Fuente: ACI 211.4.

Los valores dados en la tabla 5b son para concretos elaborados con súper-plastificantes.

La relación agua/materiales cementicios puede limitarse por requerimientos de durabilidad. Cuando el contenido de material cementicio excede los 450 kg, se debe considerar el uso de un material cementicio alternativo.

- **Paso 6:**

Calculo del contenido de material cementicio, el peso del material cementicios requerido por m³ de concreto debe ser determinado por la división de la cantidad de agua de mezclado entre la relación a/m.c. seleccionada. Sin embargo si las especificaciones incluyen un límite mínimo en la cantidad de material cementicios por m³, este debe ser cumplido.

- **Paso 7:**

Proporciona-miento de la mezcla de prueba base, para determinar las proporciones óptimas primero se debe realizar una mezcla base, los siguientes pasos deben ser seguidos para completar la mezcla:

- ✓ Contenido de cemento.- para esta mezcla, el peso del cemento será igual al cálculo en el paso 6 (división de la cantidad de agua de mezclado entre la relación a/m.c. cementicio seleccionada).
- ✓ Contenido de arena.- después de determinar los pesos por m³ de agregado grueso, cemento, agua, y contenido de aire atrapado, el contenido de arena puede ser calculado usando el método de volúmenes absolutos.

- **Paso 8:**

Proporciona-miento de mezclas usando fly-ash, este método incluye el uso de fly-ash como adición al concreto, la adición de este reducirá la demanda de agua reduce la temperatura, y reduce el costo. Este paso se describe la manera de adicionar el concreto este material y los pasos para su Proporciona-miento, recomendado al menos dos pruebas con diferentes contenidos de este material en la siguiente tabla 9.

Tabla 12: *Porcentaje de reemplazo de fly-ash*

Tipo	Porcentaje por peso
ASTM clase F	15 – 25
ASTM clase C	20 - 35

Fuente: ACI 211.4.

- **Paso 9:**

Mezclas de prueba, para cada mezcla el proporciónamiento se hará siguiendo los pasos del 1 al 8, una mezcla de prueba debe ser producida determinando su trabajabilidad y características de resistencia.

- **Paso 10:**

Ajuste de las proporciones de la mezcla, si las propiedades deseadas del concreto no han sido obtenidas en las mezclas de prueba, las proporciones de mezcla base deben ser modificadas siendo el procedimiento siguiente:

- ✓ Slump inicial.- si el slump inicial no se encuentra en los rangos deseados, el agua para mantener constante la relación a/m.c, y el contenido de arena debe ser ajustado para asegurar el flujo del concreto.
- ✓ Dosis de súper-plastificante.- si un súper-plastificante es usado, debe ser determinado su efecto en la trabajabilidad y resistencia. Se debe seguir las indicaciones dadas por el fabricante en cuanto a su tasa máxima de uso. El uso en laboratorio de súper-plastificantes debe ser ajustado para su uso en campo.
- ✓ Contenido de agregado grueso.- una vez que las mezclas de prueba de concreto han sido ajustadas para el slump deseado, se debe determinar si la mezcla es demasiado espesa. Si es necesario el contenido de agregado grueso puede ser reducido y el contenido de arena incrementará la demanda de agua, y por lo tanto el contenido de cemento.
- ✓ Contenido de aire.- si el contenido de aire difiere significativamente de las proporciones deseadas, el contenido de arena puede ser ajustado.

- ✓ Relación a/m.c.- si la resistencia requerida no es alcanzada, mezclas adicionales con una menor relación a/m.c. deben ser elaboradas.

- **Paso 11:**

Selección de la mezcla óptima, una vez que las proporciones de mezcla han sido ajustadas para producir la trabajabilidad y resistencia deseadas, es necesario realizar pruebas en las condiciones de campo de acuerdo a los procedimientos recomendados por el ACI 211.1.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la presente investigación, que se desarrollaron cada una de ellas para poder determinar cada uno de los objetivos específicos planteados en la presente investigación así como los resultados obtenidos de la relación A/C, de cada diseño de mezcla también la caracterización del agregado grueso, los resultados de resistencia a la compresión del concreto experimental.

Relación A/C para Diseño de Mezcla de 1/2" (Concreto Patrón), 3/4" Y 3/8" (Concreto Experimental)

La relación A/C influye mucho en la consistencia de mezcla, por lo que con menor relación A/C se obtiene menor revenimiento por lo que obtendremos mayor resistencia a la compresión; para TN 1/2" (concreto patrón) la relación A/C es (0.26), para TN 3/4" Y 3/8" (concreto experimental) la relación A/C es de (0.25) y (0.27), respectivamente.

A partir de la prueba de revenimiento se puede determinar la consistencia del concreto y saber cómo se comportará al colocarlo, en cada caso, la medida de revenimiento se mantuvo dentro del rango de 3" – 4" de una muestra a otra, para TN 1/2" (concreto patrón) el slum fue de (3.5"), para TN 3/4" Y 3/8" (concreto experimental) el slum fue de (3") y (3.8") respectivamente, manteniendo la cantidad de los demás componentes.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Tabla 14. *Contenido de humedad agregado FINO*

AGREGADO FINO		
Recipiente N°	#40	#37
A <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Húmedo (gr)</i>	909.50	894.50
B <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Seco (gr)</i>	882.20	866.90
C <i>Peso de Frasco (gr)</i>	164.00	169.10
D <i>Peso del Mat. Húmedo (gr) = A - C</i>	745.50	725.40
E <i>Peso del Mat. Seco (gr) = B - C</i>	718.20	697.80
F <i>Peso del Agua Contenida (gr) = D - E</i>	27.30	27.60
<i>Contenido de Humedad (%) = (F/E)*100</i>	3.80	3.96
HUMEDAD PROMEDIO	3.88	

Fuente: Elaboración Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/4"

Tabla 15. *Contenido de humedad agregado grueso TN. 3/4"*

AGREGADO GRUESO 3/4"		
Recipiente N°	#14	#1
A <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Húmedo (gr)</i>	1125.00	1029.00
B <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Seco (gr)</i>	1114.50	1017.00
C <i>Peso de Frasco (gr)</i>	167.70	168.50
D <i>Peso del Mat. Húmedo (gr) = A - C</i>	957.30	860.50
E <i>Peso del Mat. Seco (gr) = B - C</i>	946.80	848.50
F <i>Peso del Agua Contenida (gr) = D - E</i>	10.50	12.00
<i>Contenido de Humedad (%) = (F/E)*100</i>	1.11	1.41
HUMEDAD PROMEDIO	1.26	

Fuente: Elaboración Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO TN. 1/2"

Tabla 16. *Contenido de humedad agregado grueso TN 1/2"*

AGREGADO GRUESO 1/2"		
Recipiente N°	#50	#21
A <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Húmedo (gr)</i>	1089.00	1081.00
B <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Seco (gr)</i>	1078.50	1069.00
C <i>Peso de Frasco (gr)</i>	168.80	167.70
D <i>Peso del Mat. Húmedo (gr) = A - C</i>	920.20	913.30
E <i>Peso del Mat. Seco (gr) = B - C</i>	909.70	901.30
F <i>Peso del Agua Contendida (gr) = D - E</i>	10.50	12.00
<i>Contenido de Humedad (%) = (F/E)*100</i>	1.15	1.33
HUMEDAD PROMEDIO	1.24	

Fuente: Elaboración Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/8"

Tabla 17. *Contenido de humedad agregado grueso TN 3/8"*

AGREGADO GRUESO 3/8"		
Recipiente N°	#17	#22
A <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Húmedo (gr)</i>	1025.50	1059.50
B <i>Peso de Frasco + Peso del Mat. Seco (gr)</i>	1015.00	1047.00
C <i>Peso de Frasco (gr)</i>	164.60	165.60
D <i>Peso del Mat. Húmedo (gr) = A - C</i>	860.90	893.90
E <i>Peso del Mat. Seco (gr) = B - C</i>	850.40	881.40
F <i>Peso del Agua Contendida (gr) = D - E</i>	10.50	12.50
<i>Contenido de Humedad (%) = (F/E)*100</i>	1.23	1.42
HUMEDAD PROMEDIO	1.33	

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Tabla 18. Granulométrico del agregado fino.

		<i>PESO SECO INICIAL</i>	2300.5		
		<i>PESO SECO LAVADO</i>	2204.1		
		<i>PESO PERDIDO POR LAVADO</i>	96.4		
<i>TAMIZ</i>	<i>ABERTURA (mm)</i>	<i>PESO RETENIDO</i>	<i>% RETENIDO</i>	<i>% RETENIDO ACUMULADO</i>	<i>% PASA</i>
<i>N° 4</i>	<i>4.75</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>
<i>N° 8</i>	<i>2.36</i>	<i>620</i>	<i>26.95</i>	<i>26.95</i>	<i>73.05</i>
<i>N° 16</i>	<i>1.18</i>	<i>379</i>	<i>16.47</i>	<i>43.43</i>	<i>56.57</i>
<i>N° 30</i>	<i>0.6</i>	<i>489</i>	<i>21.26</i>	<i>64.68</i>	<i>35.32</i>
<i>N° 50</i>	<i>0.36</i>	<i>453.5</i>	<i>19.71</i>	<i>84.39</i>	<i>15.61</i>
<i>N° 100</i>	<i>0.15</i>	<i>262</i>	<i>11.39</i>	<i>95.78</i>	<i>4.22</i>
<i>N° 200</i>	<i>0.075</i>	<i>87</i>	<i>3.78</i>	<i>99.57</i>	<i>0.43</i>
<i>Plato</i>	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>0.43</i>	<i>100.00</i>	<i>0</i>
TOTAL		2300.5	100		

Fuente: Elaboración Propia

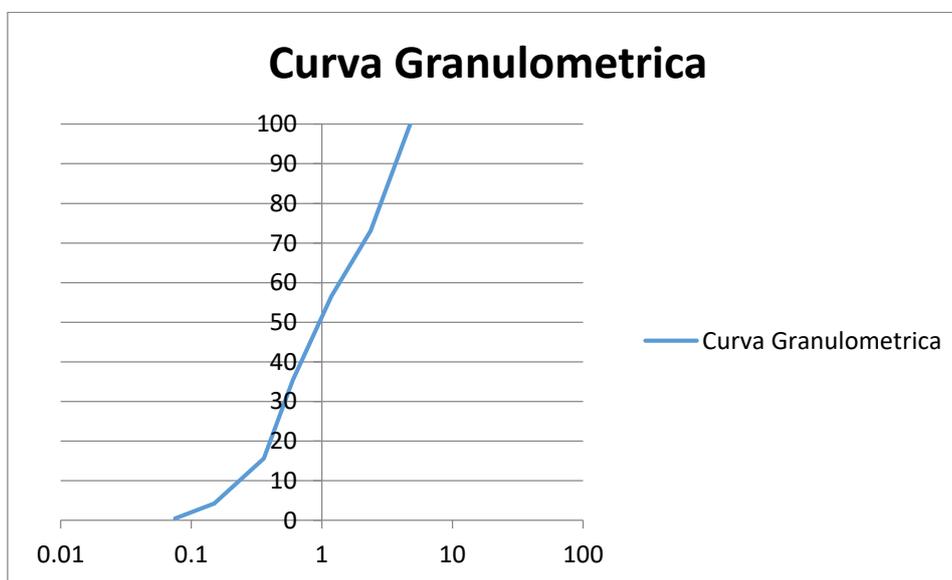


Figura 20. Curva granulométrica agregado fino
Fuente: elaboración propia

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/4"

Tabla 19. Granulométrico del agregado grueso TN 3/4".

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	23770.00	24.32	24.32	75.68
1/2"	12.5	29225.00	29.90	54.23	45.77
3/8"	9.5	19325.00	19.77	74.00	26.00
# 4	4.75	21000.00	21.49	95.49	4.51
Base	0	4410.00	4.51	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

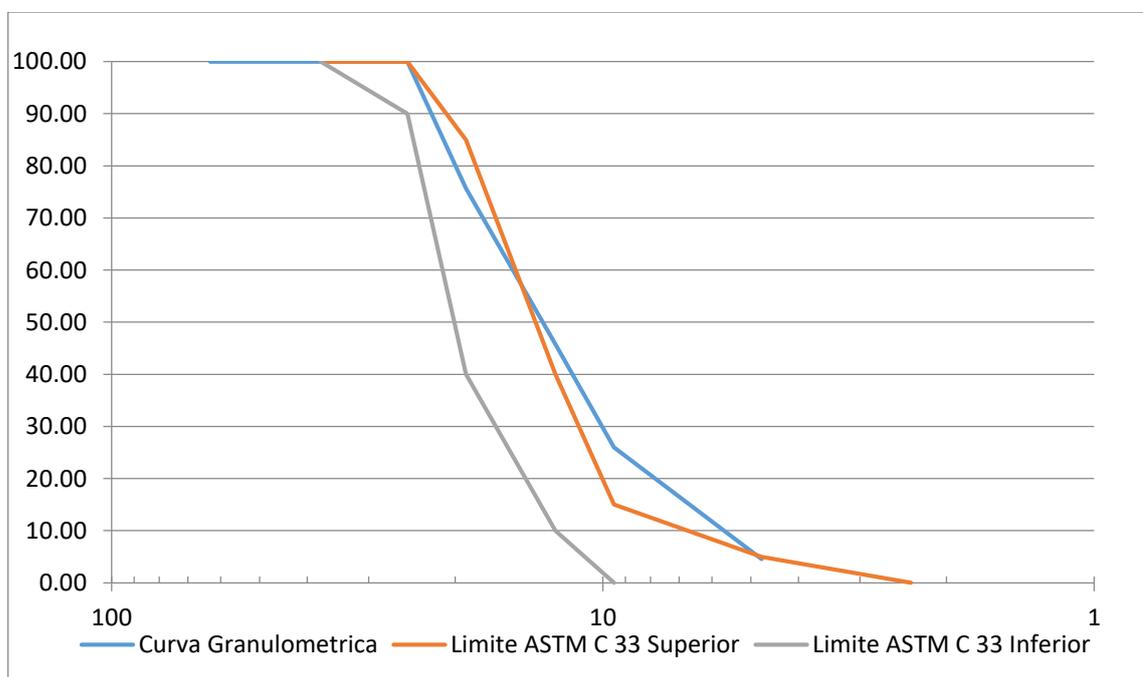


Figura 21. Curva granulométrica agregado grueso 3/4"

Fuente: elaboración propia

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO TN. 1/2"

Tabla 20. Granulométrico del agregado grueso TN 1/2".

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	29225.00	40.19	40.19	59.81
3/8"	9.5	19325.00	26.58	66.77	33.23
# 4	4.75	21000.00	28.88	95.65	4.35
Base	0	3160.00	4.35	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

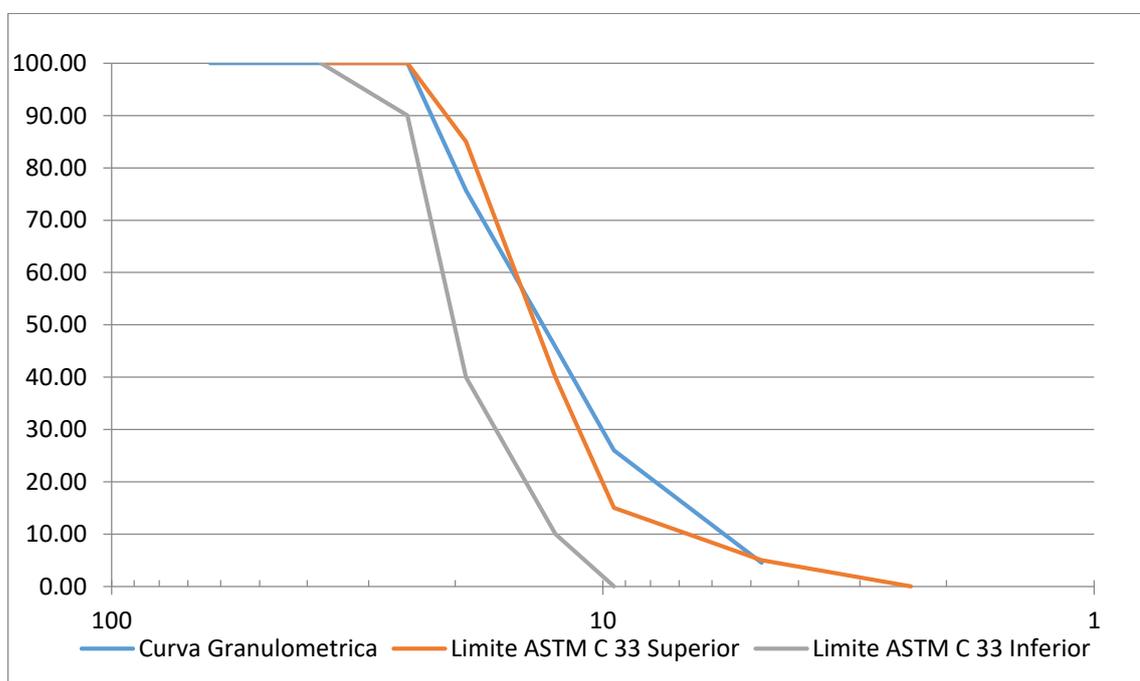


Figura 22. Curva granulométrica agregado grueso 1/2"

Fuente: elaboración propia

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/8"

Tabla 21. Granulométrico del agregado grueso TN 3/8".

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5	19325.00	45.58	45.58	54.42
# 4	4.75	21000.00	49.53	95.11	4.89
Base	0	2075.00	4.89	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

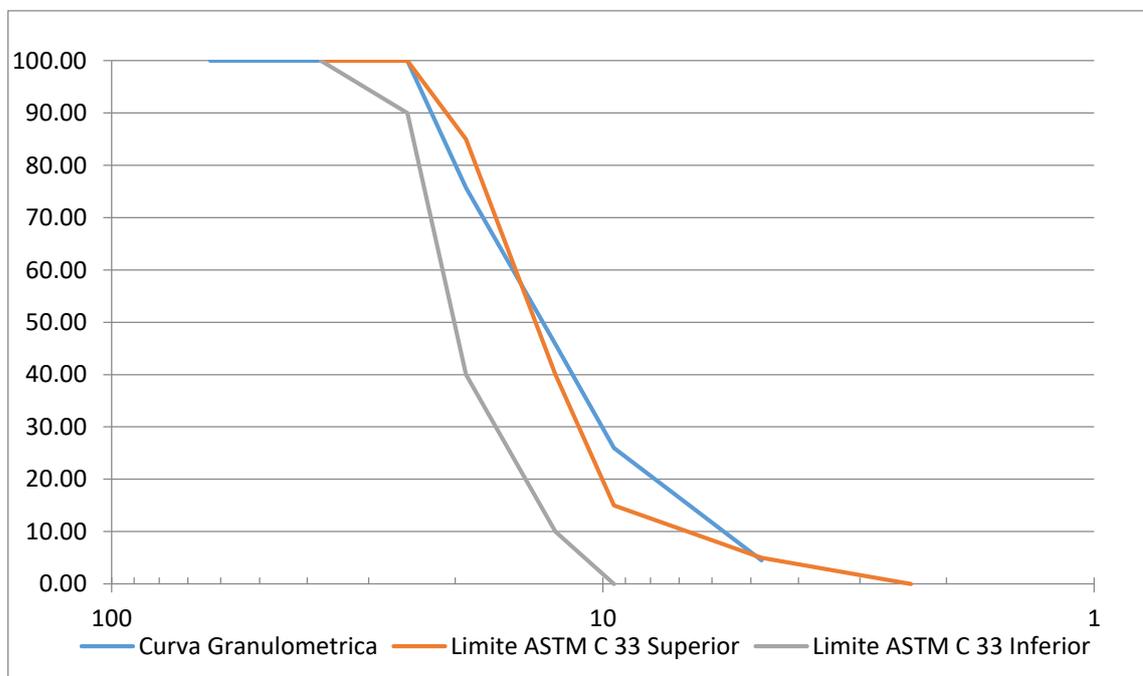


Figura 23. Curva granulométrica agregado grueso 3/8"

Fuente: elaboración propia

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Tabla 22. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Fino”.

<i>IDENTIFICACION</i>	<i>#1</i>	
<i>A</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en aire)</i>	300.00	
<i>B</i> <i>Peso Frasco + H2O</i>	673.00	
<i>C</i> <i>Peso Frasco + H2O +(A) (A+B)</i>	973.00	
<i>D</i> <i>Peso del Mat. H2O en el Frasco</i>	864.40	
<i>E</i> <i>Vol. De Masas + Vol de Vacíos = C - D</i>	108.60	
<i>F</i> <i>Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)</i>	295.7	
<i>G</i> <i>Vol de Masa = E - (A - F)</i>	104.3	
<i>Pe Bulk (Base Seca) = F/E</i>	2.723	
<i>Pe Bulk (Base Saturada) = A/E</i>	2.762	2762
<i>Pe Aparente (Base Seca) = F/G</i>	2.835	
<i>% de Absorción = ((A - F) / F) * 100</i>	1.454	

- Fuente: Elaboración Propia

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL A. G. TN. 3/4”

Tabla 23. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso TN ¾”.

<i>IDENTIFICACION</i>	<i>M1 N°49</i>	<i>M2 N°36</i>	<i>M3 N°13</i>	
<i>A</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en aire)</i>	1117	1126	1120.5	
<i>B</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en agua)</i>	707.7	707.3	704.1	
<i>C</i> <i>Vol. De Masas / Vol. de Vacíos = A - B</i>	409.3	418.7	416.4	
<i>D</i> <i>Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)</i>	1105.5	1115	1109.5	
<i>E</i> <i>Vol. de Masa = C - (A - D)</i>	397.8	407.7	405.4	
<i>Pe Bulk (Base Seca) = D/C</i>	2.70	2.66	2.66	
<i>Pe Bulk (Base Saturada) = A/C</i>	2.73	2.69	2.69	2.703
<i>Pe Aparente (Base Seca) = D/E</i>	2.78	2.73	2.74	
<i>% de Absorción = ((A - D) / D) * 100</i>	1.04	0.99	0.99	
<i>ABSORCIÓN PROMEDIO</i>		1.01		

Fuente: Elaboración Propia

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL A. G. TN. 1/2"

Tabla 24. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso TN 1/2".

<i>IDENTIFICACION</i>	<i>M1 N°44</i>	<i>M2 N°11</i>	<i>M3 N°30</i>	
<i>A</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en aire)</i>	910	904	950	
<i>B</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en agua)</i>	566.4	568.8	594.3	
<i>C</i> <i>Vol. De Masas / Vol. de Vacíos = A - B</i>	343.6	335.2	355.7	
<i>D</i> <i>Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)</i>	898.8	897.2	940.9	
<i>E</i> <i>Vol. de Masa = C - (A - D)</i>	332.4	328.4	346.6	
<i>Pe Bulk (Base Seca) = D/C</i>	2.62	2.68	2.65	
<i>Pe Bulk (Base Saturada) = A/C</i>	2.65	2.70	2.67	2.672
<i>Pe Aparente (Base Seca) = D/E</i>	2.70	2.73	2.71	
<i>% de Absorción = ((A - D) / D) * 100</i>	1.25	0.76	0.97	
<i>ABSORCION PROMEDIO</i>		0.99		

Fuente: Elaboración Propia

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL A. G. TN. 3/8"

Tabla 25. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado Grueso TN 3/8".

<i>IDENTIFICACION</i>	<i>M1 N°47</i>	<i>M2 N°43</i>	<i>M3 N°9</i>	
<i>A</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en aire)</i>	854	875	869	
<i>B</i> <i>Peso Mat. Sat. Sup. Seca(en agua)</i>	476.9	477.6	480	
<i>C</i> <i>Vol. De Masas / Vol. de Vacíos = A - B</i>	377.1	397.4	389	
<i>D</i> <i>Peso Mat. Seco en Estufa (105°C)</i>	845.7	867.8	862.4	
<i>E</i> <i>Vol. de Masa = C - (A - D)</i>	368.8	390.2	382.4	
<i>Pe Bulk (Base Seca) = D/C</i>	2.24	2.18	2.22	
<i>Pe Bulk (Base Saturada) = A/C</i>	2.26	2.20	2.23	2.233
<i>Pe Aparente (Base Seca) = D/E</i>	2.29	2.22	2.26	
<i>% de Absorción = ((A - D) / D) * 100</i>	0.98	0.83	0.77	
<i>ABSORCION PROMEDIO</i>		0.86		

Fuente: Elaboración Propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tabla 26. *Peso Unitario del Agregado Fino*”.

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARRILLADO			PESO UNITARIO SECO		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Muestra N°</i>						
<i>Peso Material + Molde (gr)</i>	8.36	8.415	8.43	7.975	8.03	7.9
<i>Peso Molde (gr)</i>	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
<i>Peso del Material (gr)</i>	4.94	4.995	5.01	4.555	4.61	4.48
<i>Volumen del Molde (cm3)</i>	2.776	2.776	2.776	2.776	2.776	2.776
<i>Peso Unitario (gr/cm3)</i>	1.78	1.80	1.80	1.64	1.66	1.61
<i>Peso Unitario promedio (gr/cm3)</i>		1.795			1.64	

Fuente: Elaboración Propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/4”

Tabla 27. *Peso Unitario del Agregado Grueso TN 3/4”*”.

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARRILLADO			PESO UNITARIO SECO		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Muestra N°</i>						
<i>Peso Material + Molde (gr)</i>	18.71	18.825	18.875	18.185	18.32	18.08
<i>Peso Molde (gr)</i>	5.225	5.225	5.225	5.225	5.225	5.225
<i>Peso del Material (gr)</i>	13.485	13.6	13.65	12.96	13.095	12.855
<i>Volumen del Molde (cm3)</i>	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341	9.341
<i>Peso Unitario (gr/cm3)</i>	1.44	1.46	1.46	1.39	1.40	1.38
<i>Peso Unitario promedio (gr/cm3)</i>		1.45			1.39	

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO TN. 1/2"

Tabla 28. *Peso Unitario del Agregado Grueso TN 1/2".*

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARRILLADO			PESO UNITARIO SECO		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Muestra N°</i>						
<i>Peso Material + Molde (gr)</i>	28.18	28.155	28.165	27.345	27.32	27.03
<i>Peso Molde (gr)</i>	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38
<i>Peso del Material (gr)</i>	20.8	20.775	20.785	19.965	19.94	19.65
<i>Volumen del Molde (cm³)</i>	13.724	13.724	13.724	13.724	13.724	13.724
<i>Peso Unitario (gr/cm³)</i>	1.52	1.51	1.51	1.45	1.45	1.43
<i>Peso Unitario promedio (gr/cm³)</i>		1.51			1.45	

Fuente: Elaboración Propia

ANALISIS DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO TN. 3/8"

Tabla 29. *Peso Unitario del Agregado Grueso TN 3/4".*

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO VARRILLADO			PESO UNITARIO SECO		
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Muestra N°</i>						
<i>Peso Material + Molde (gr)</i>	27.23	27.26	27.26	26.37	26.34	26.395
<i>Peso Molde (gr)</i>	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38
<i>Peso del Material (gr)</i>	19.85	19.88	19.88	18.99	18.96	19.015
<i>Volumen del Molde (cm³)</i>	13.724	13.724	13.724	13.724	13.724	13.724
<i>Peso Unitario (gr/cm³)</i>	1.45	1.45	1.45	1.38	1.38	1.39
<i>Peso Unitario promedio (gr/cm³)</i>		1.45			1.38	

Fuente: Elaboración Propia

ABRACION LOS ANGELES DEL AGREGADO GRUESO 3/4"

Tabla 30. Abrasión los Ángeles del agregado grueso TN. 3/4".

TN.	N° DE ESFERAS	REVOLUCIONES	TIEMPO	
3/4"	11 UNID.	500 rpm	15Min. Y 15 Seg.	
ITEM	ESPECIFICACIONES		PESO	UNID
A	PESO INICIAL (gr)		5003	gr.
B	PESO RET. TAMIZ N° 12		4183	gr.
C	PESO QUE PASA TAMIZ N° 12 (GR) = (A-B)		820	gr.
	% DE DESGASTE = 100 X (A-B)/A		16.4	%

Fuente: Elaboración Propia

ABRACION LOS ANGELES DEL AGREGADO GRUESO 1/2"

Tabla 31. Abrasión los Ángeles del agregado grueso TN. 1/2".

TN.	N° DE ESFERAS	REVOLUCIONES	TIEMPO	
1/2"	11 UNID.	500 rpm	15Min. Y 15 Seg.	
ITEM	ESPECIFICACIONES		PESO	UNID
A	PESO INICIAL (gr)		5002	gr.
B	PESO RET. TAMIZ N° 12		4152	gr.
C	PESO QUE PASA TAMIZ N° 12 (GR) = (A-B)		850	gr.
	% DE DESGASTE = 100 X (A-B)/A		17.0	%

Fuente: Elaboración Propia

ABRACION LOS ANGELES DEL AGREGADO GRUESO 3/8"

Tabla 32. Abrasión los Ángeles del agregado grueso TN.3/8".

TN.	N° DE ESFERAS	REVOLUCIONES	TIEMPO	
3/8"	11 UNID.	500 rpm	15Min. Y 15 Seg.	
ITEM	ESPECIFICACIONES		PESO	UNID
A	PESO INICIAL (gr)		5001	gr.
B	PESO RET. TAMIZ N° 12		4234	gr.
C	PESO QUE PASA TAMIZ N° 12 (GR) = (A-B)		767	gr.
	% DE DESGASTE = 100 X (A-B)/A		15.3	%

Fuente: Elaboración Propia

RESUMEN DE RESULTADOS DE ANALISIS DE LOS MATERIALES

Resumen A.F. Y A. G. (TN. 3/4")

Tabla 33. Resumen A. F. y A. G. (TN 3/4").

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2703.1	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0.630	1.454	%
Contenido de humedad (%)	1.01	3.880	%
Peso unitario suelto	1389.00	1638.00	kg/m2
Peso unitario compactado	1545.00	1795.00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	3/4"		
Módulo de fineza	2.48	3.15	

Fuente: Elaboración Propia

Resumen A.F. Y A. G. (TN. 1/2")

Tabla 34. Resumen A. F. y A. G. (TN 1/2").

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2672	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0.990	1.454	%
Contenido de humedad (%)	1.24	3.880	%
Peso unitario suelto	1446.00	1638.00	kg/m2
Peso unitario compactado	1515.00	1795.00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	1/2"		
Módulo de fineza	2.026	3.15	

Fuente: Elaboración Propia

Resumen A.F. Y A. G. (TN. 3/8")

Tabla 35. Resumen A. F. y A. G. (TN 3/8").

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2233.5	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0.860	1.454	%
Contenido de humedad (%)	1.33	3.880	%
Peso unitario suelto	1384.00	1638.00	kg/m2
Peso unitario compactado	1448.00	1795.00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	3/8"		
Módulo de fineza	1.406	3.15	

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS

Resistencia a Compresión 3 Días de Curado TN 3/4"

Tabla 36. Resistencia a Compresión, 3 Días de Curado TN 3/4"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm2
PROBETA 1	176.7	153838.692	69780	49.36	394.91
PROBETA 2	176.7	150421.524	68230	48.27	386.13
PROBETA 3	176.7	151325.42	68640	48.56	388.46
				Promedio	390

Fuente: Elaboración Propia

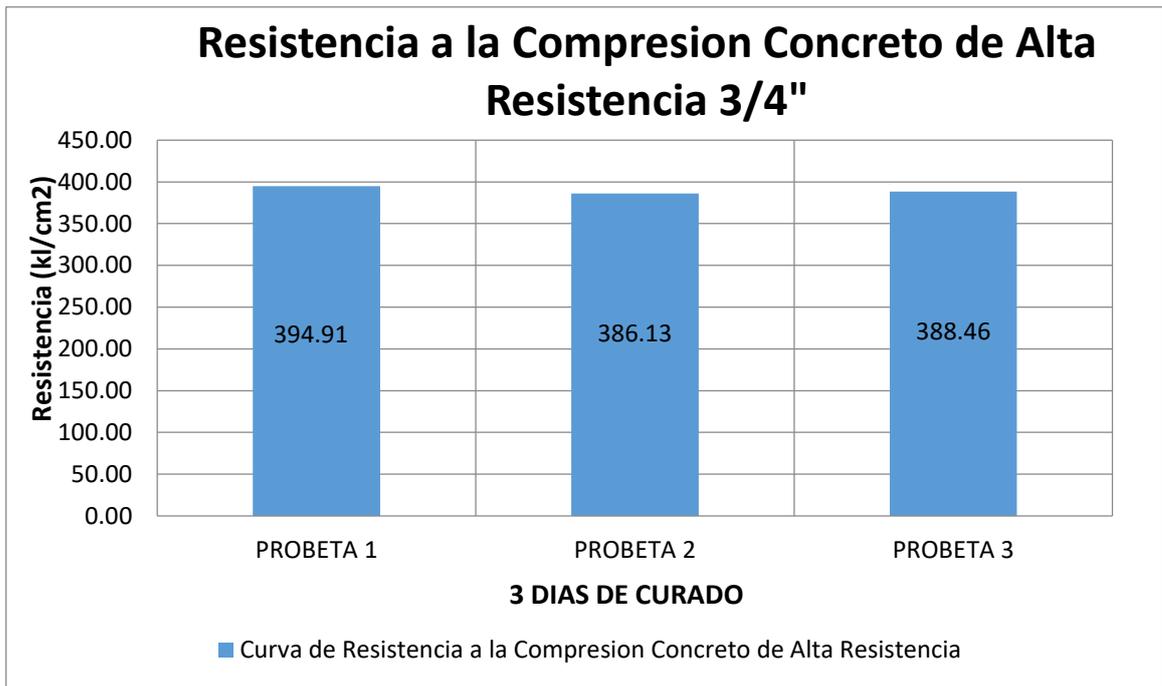


Figura 24. Resistencia a los 3 días de curado TN 3/8”
Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 3 Días de Curado TN 1/2”

Tabla 37. Resistencia a Compresión, 3 Días de Curado TN 1/2”

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	160518.7	72810	51.51	412.05
PROBETA 2	176.7	150972.7	68480	48.44	387.55
PROBETA 3	176.7	173437.8	78670	55.65	445.22
Promedio					415

Fuente: Elaboración Propia

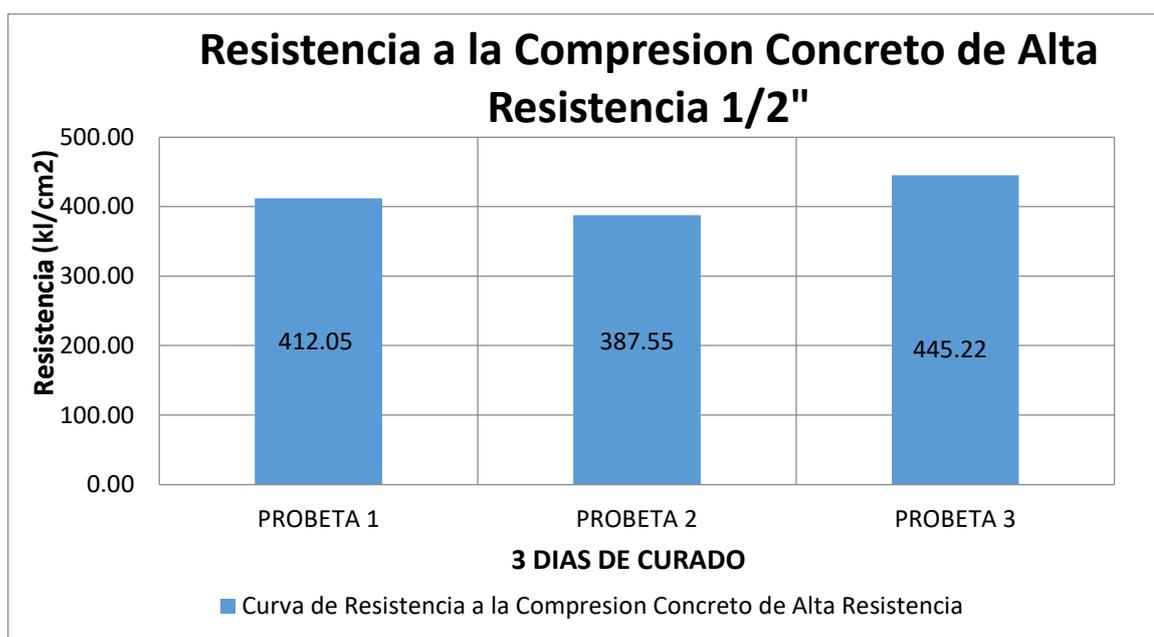


Figura 25. Resistencia a los 3 días de curado TN 1/2"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 3 Días de Curado TN 3/8"

Tabla 38. Resistencia a Compresión, 3 Días de Curado TN 3/8"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	176259.7	79950	56.56	452.46
PROBETA 2	176.7	177736.8	80620	57.03	456.25
PROBETA 3	176.7	180106.8	81695	57.79	462.34
				Promedio	457

Fuente: Elaboración Propia

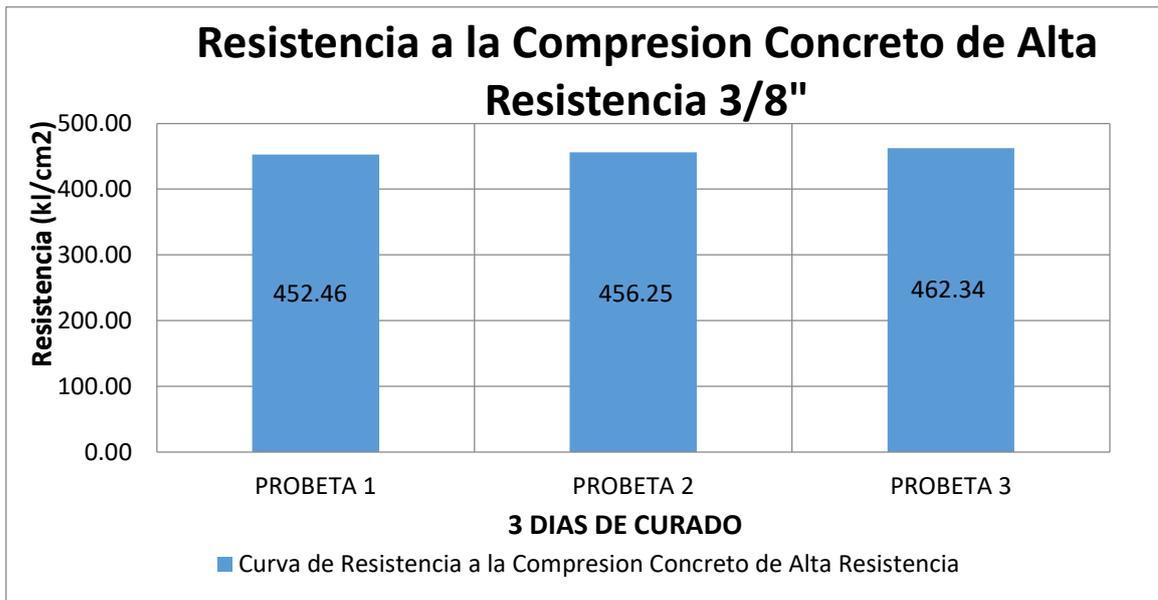


Figura 26. Resistencia a los 3 días de curado TN 3/8"
Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 7 Días de Curado TN 3/4"

Tabla 39. Resistencia a Compresión, 7 Días de Curado TN 3/4"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 4	193477.839	193477.839	87760	62.08	496.66
PROBETA 5	166184.589	166184.589	75380	53.32	426.60
PROBETA 6	173327.572	173327.572	78620	55.62	444.93
Promedio					456

Fuente: Elaboración Propia

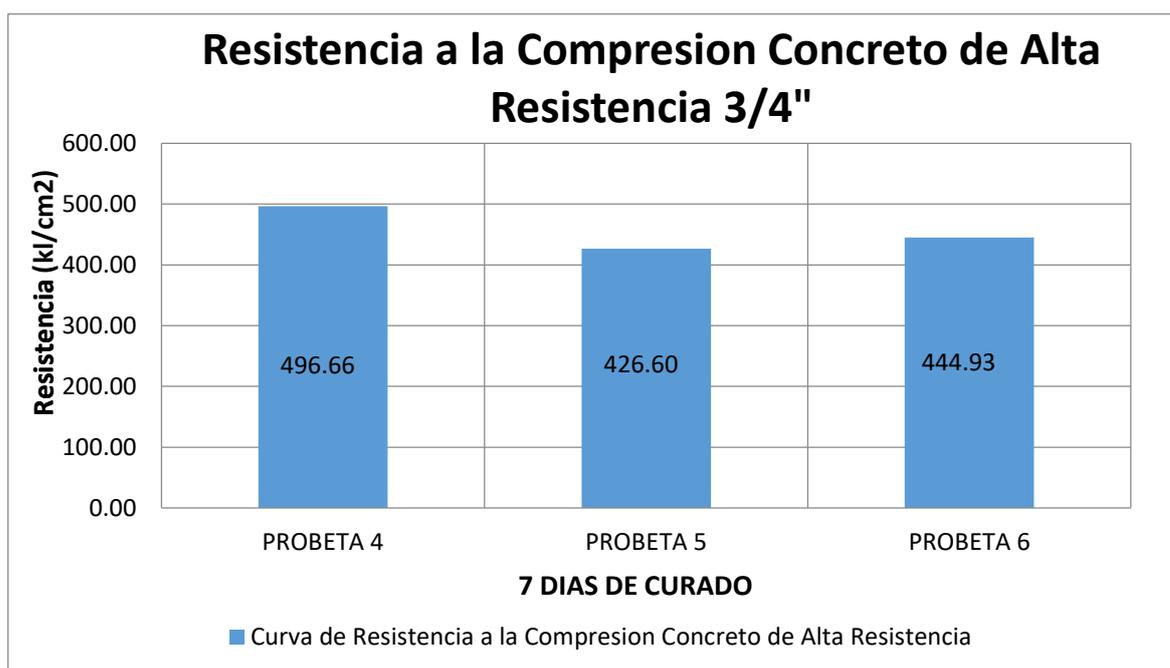


Figura 27. Resistencia a los 3 días de curado TN 3/4"
Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 7 Días de Curado TN 1/2"

Tabla 40. Resistencia a Compresión, 7 Días de Curado TN 1/2"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	178537.1	80983	57.29	458.31
PROBETA 2	176.7	173365.1	78637	55.63	445.03
PROBETA 3	176.7	175966.5	79817	56.46	451.71
Promedio					452

Fuente: elaboración propia

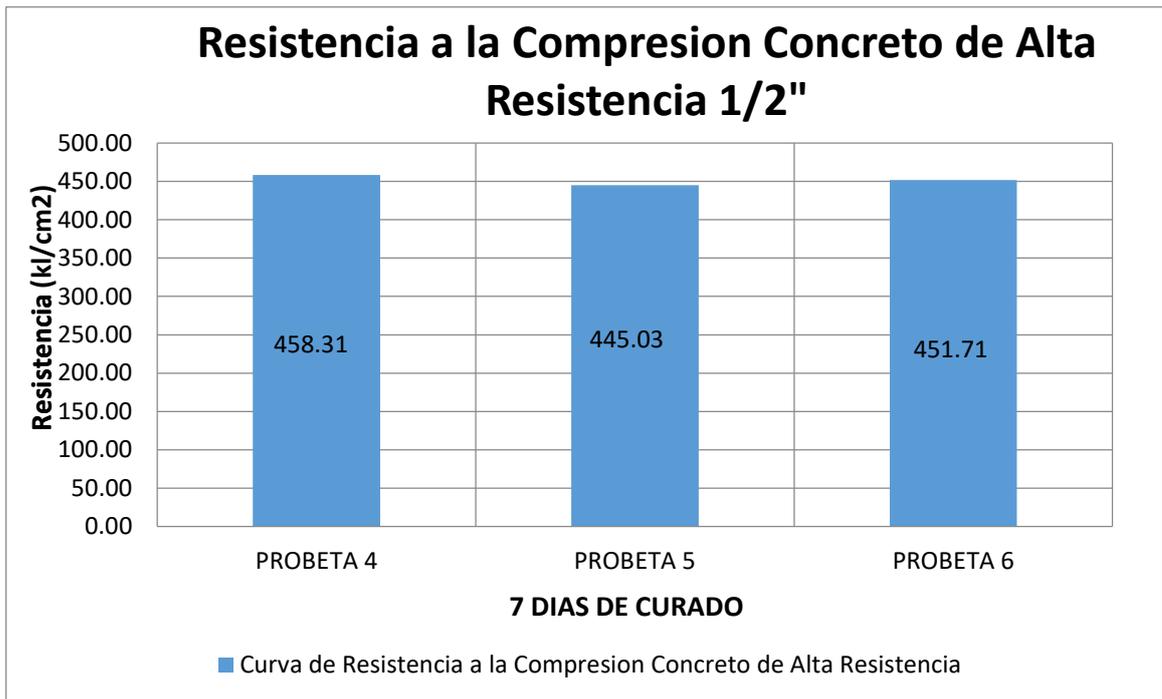


Figura 28. Resistencia a los 7 días de curado TN 1/2"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 7 Días de Curado TN 3/8"

Tabla 41. Resistencia a Compresión, 7 Días de Curado TN 3/8"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	202362.5	91790	64.93	519.47
PROBETA 2	176.7	198184.7	89895	63.59	508.74
PROBETA 3	176.7	204302.5	92670	65.56	524.45
Promedio					518

Fuente: elaboración propia

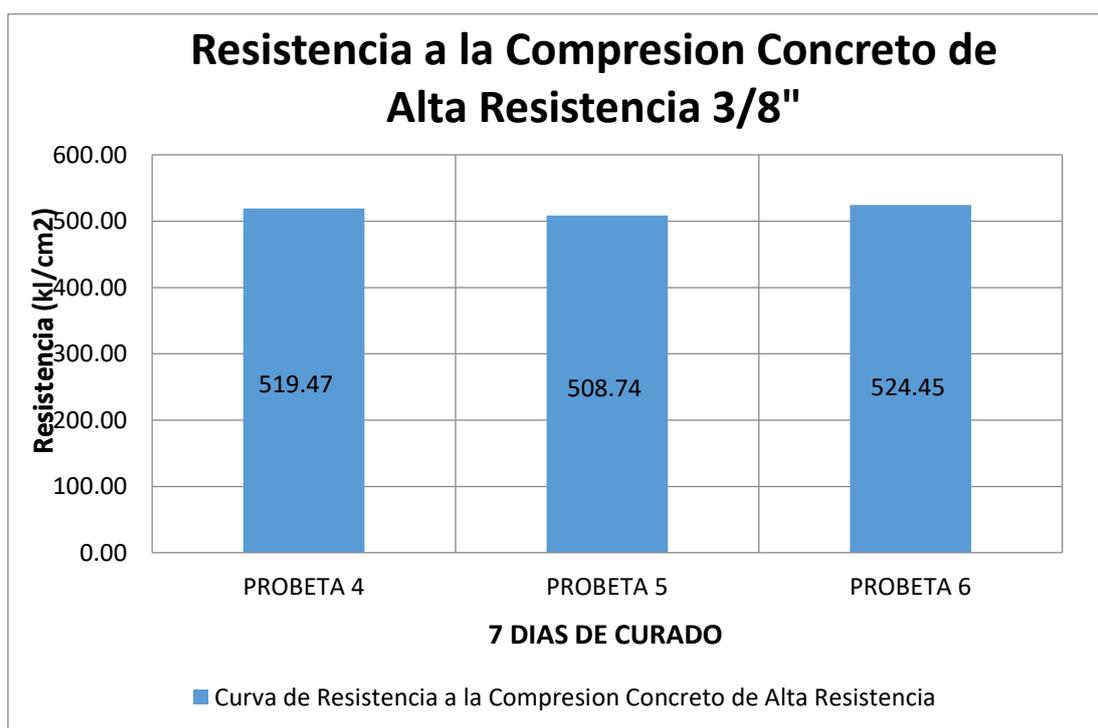


Figura 29. Resistencia a los 7 días de curado TN 3/8"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 14 Días de Curado TN 3/4"

Tabla 42. Resistencia a Compresión, 7 Días de Curado TN 3/8"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	202362.5	91790	64.93	518.22
PROBETA 2	176.7	198184.7	89895	63.59	518.85
PROBETA 3	176.7	204302.5	92670	65.56	508.93
Promedio					518

Fuente: elaboración propia

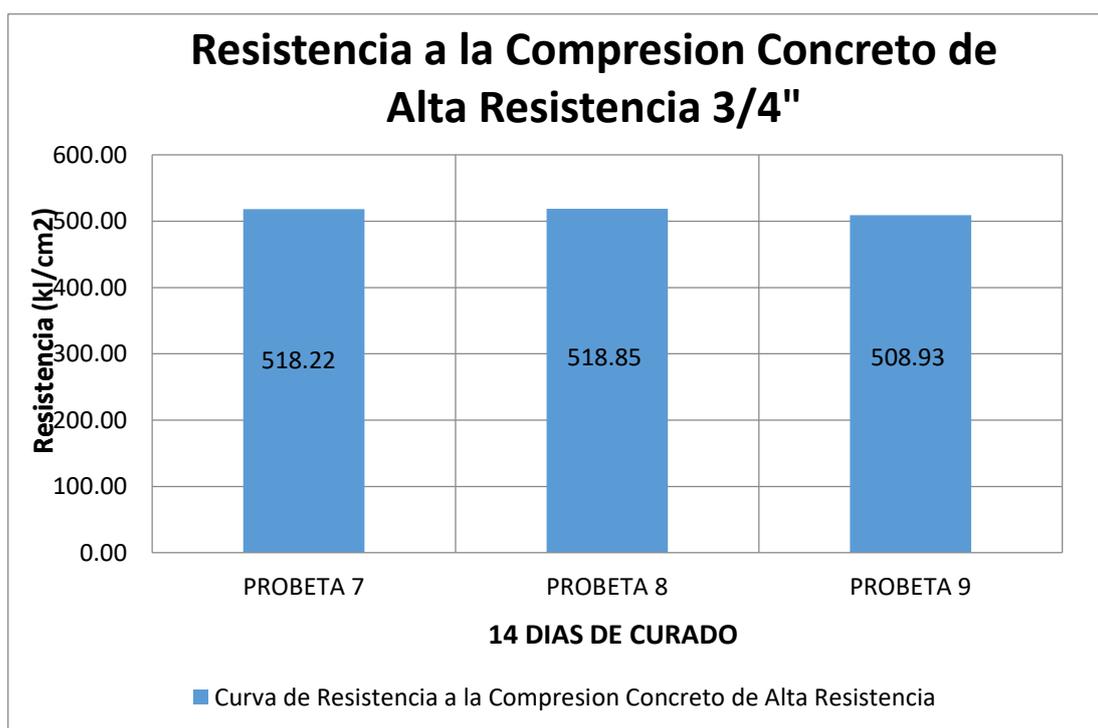


Figura 30. Resistencia a los 7 días de curado TN 3/8"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 14 Días de Curado TN 1/2"

Tabla 43. Resistencia a Compresión, 14 Días de Curado TN 1/2"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	203773.4	92430	65.39	523.09
PROBETA 2	176.7	205537.1	93230	65.95	527.62
PROBETA 3	176.7	211357.3	95870	67.82	542.56
Promedio					531

Fuente: elaboración propia

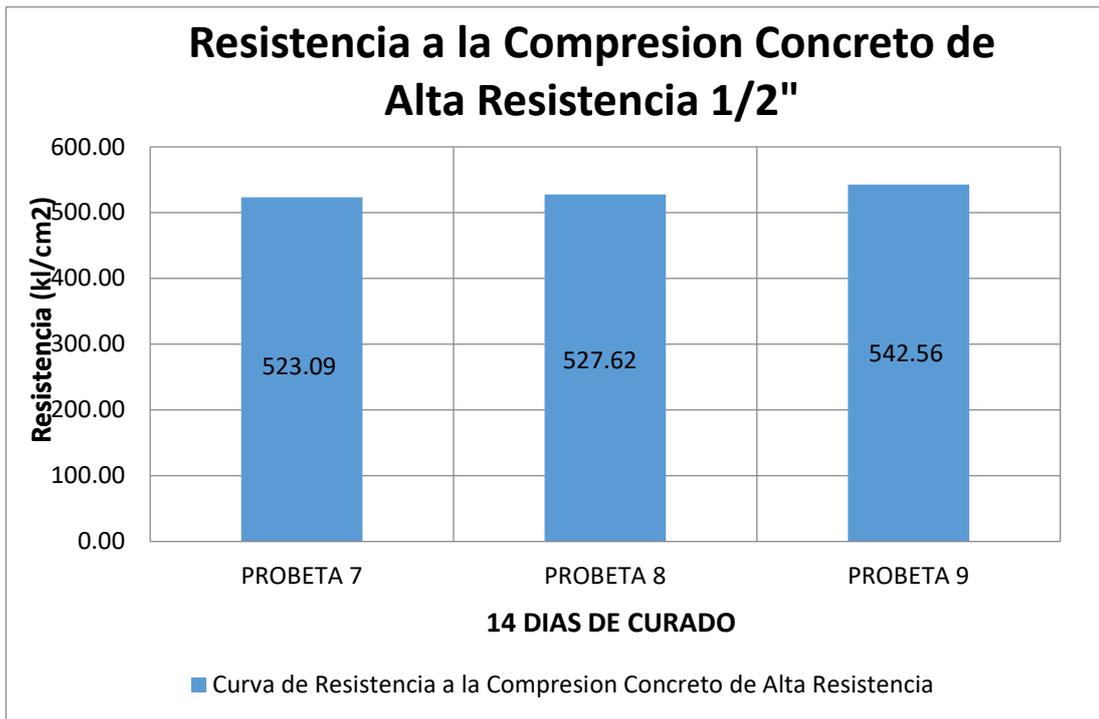


Figura 31. Resistencia a los 14 días de curado TN 1/2"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 14 Días de Curado TN 3/8"

Tabla 44. Resistencia a Compresión, 14 Días de Curado TN 3/8"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	264092.0	119790	84.74	677.93
PROBETA 2	176.7	255683.5	115976	82.04	656.34
PROBETA 3	176.7	270611.0	122747	86.83	694.66
Promedio					676

Fuente: elaboración propia

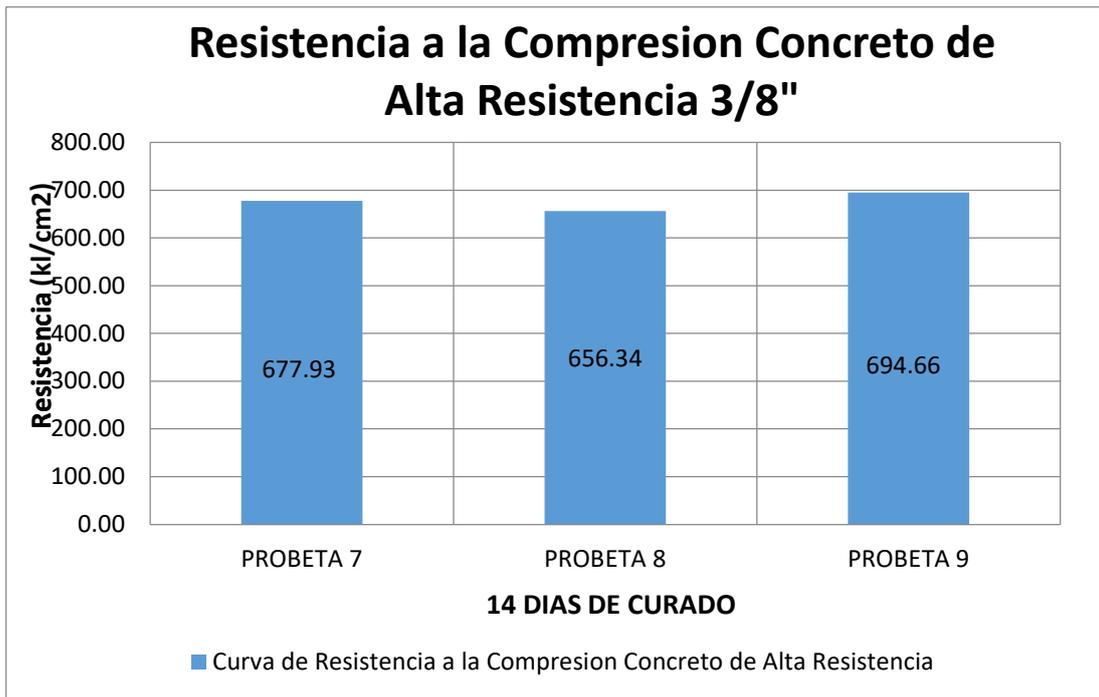


Figura 32. Resistencia a los 14 días de curado TN 3/8"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 28 Días de Curado TN 3/4"

Tabla 45. Resistencia a Compresión, 28 Días de Curado TN 3/4"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 10	176.7	253289.3	114890	81.27	650.20
PROBETA 11	176.7	235332.634	106745	75.51	604.10
PROBETA 12	176.7	243500.767	110450	78.13	625.07
Promedio					626

Fuente: elaboración propia

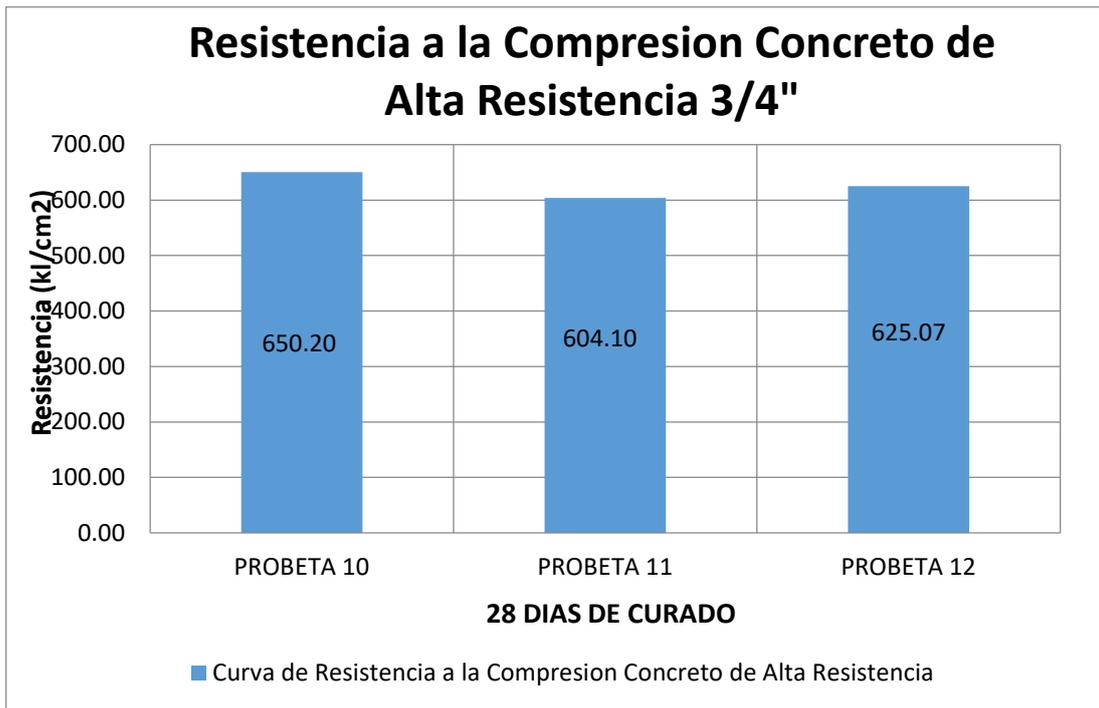


Figura 33. Resistencia a los 28 días de curado TN 3/4"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 28 Días de Curado TN 1/2"

Tabla 46. Resistencia a Compresión, 28 Días de Curado TN 1/2"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	260150.1	118002	83.48	667.81
PROBETA 2	176.7	268543.1	121809	86.17	689.35
PROBETA 3	176.7	270611.0	122747	86.83	694.66
Promedio					684

Fuente: elaboración propia

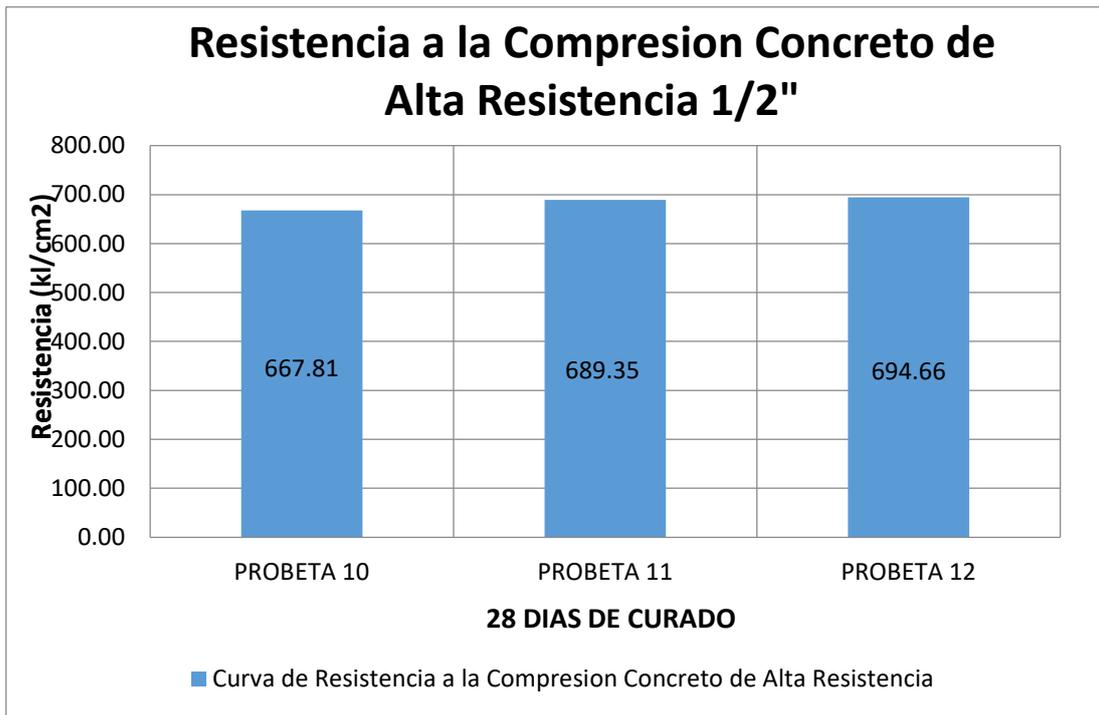


Figura 34. Resistencia a los 28 días de curado TN 1/2"

Fuente: elaboración propia

Resistencia a Compresión 28 Días de Curado TN 3/8"

Tabla 47. Resistencia a Compresión, 28 Días de Curado TN 3/8"

N°	Área	LB	KG	%	kg/cm ²
PROBETA 1	176.7	279336.9	126705	89.63	717.06
PROBETA 2	176.7	290611.4	131819	93.25	746.00
PROBETA 3	176.7	304242.6	138002	97.62	781.00
Promedio					748

Fuente: elaboración propia

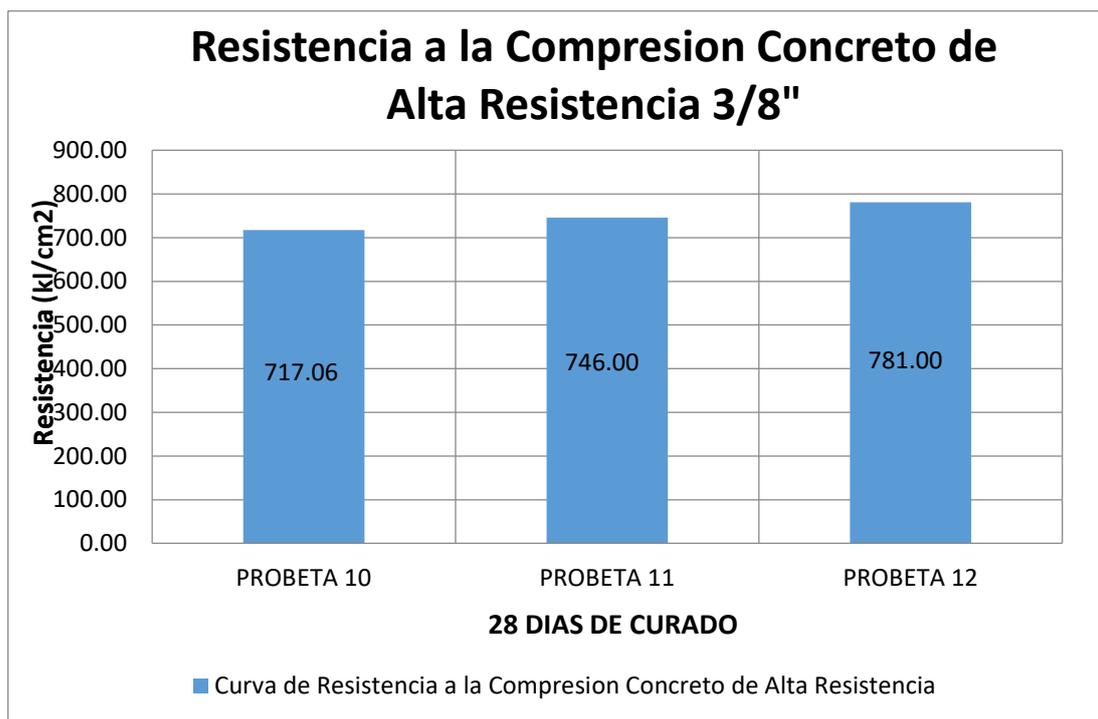


Figura 35. Resistencia a los 28 días de curado TN 3/8"

Fuente: elaboración propia

Recopilación de Resultados de los Especímenes Probados a Compresión 3/4"

Tabla 48. Recopilación de resultados de los especímenes sometidos a Compresión, TN 3/4"

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA F'c (kg/cm ²)
3	390
7	456
14	515
28	626

Fuente: elaboración propia

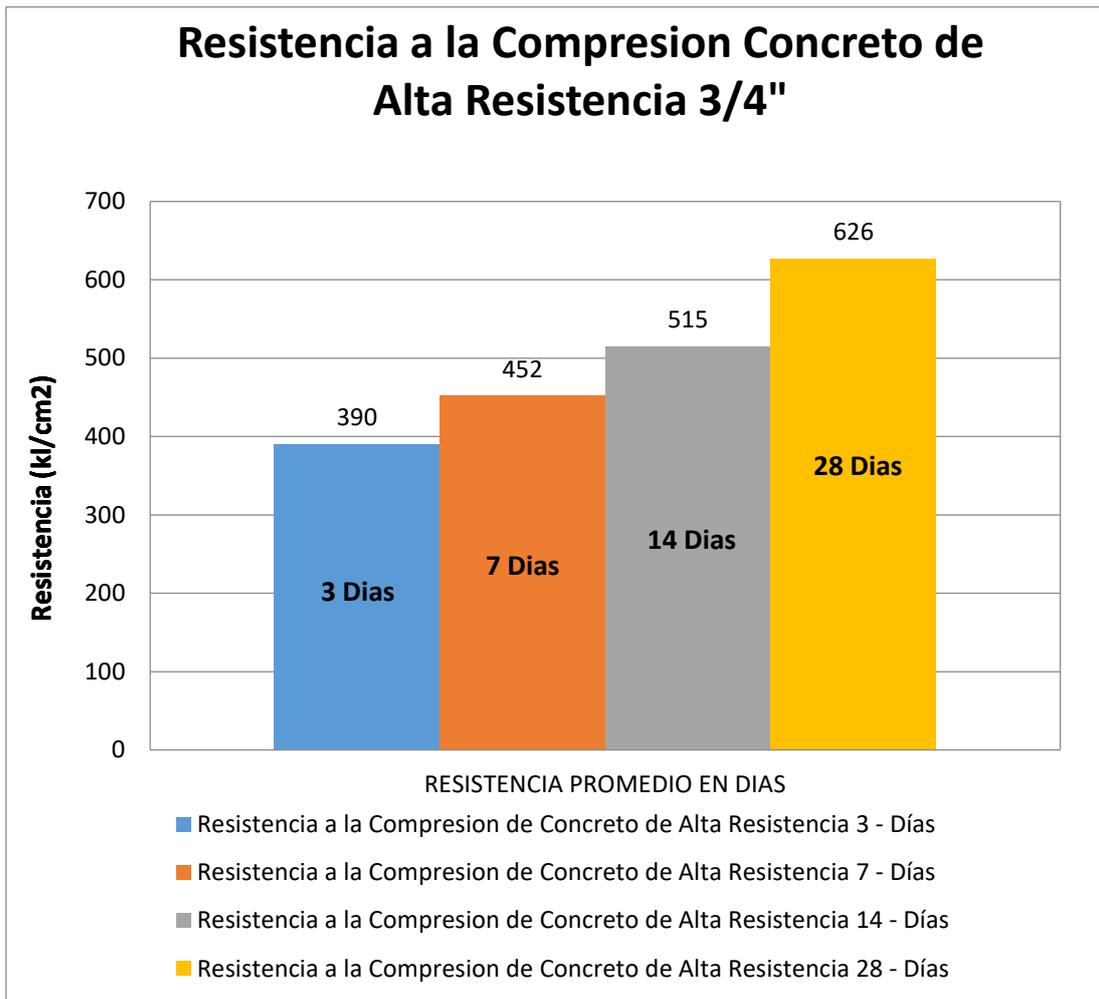


Figura 36. Resistencia a la compresión de concreto de alta resistencia 3/4"
Fuente: elaboración propia

Recopilación de Resultados de los Especímenes Probados a Compresión 1/2"

Tabla 49. Recopilación de resultados de los especímenes sometidos a Compresión, TN 1/2"

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA F'c (kg/cm ²)
3	415
7	452
14	531
28	684

Fuente: elaboración propia

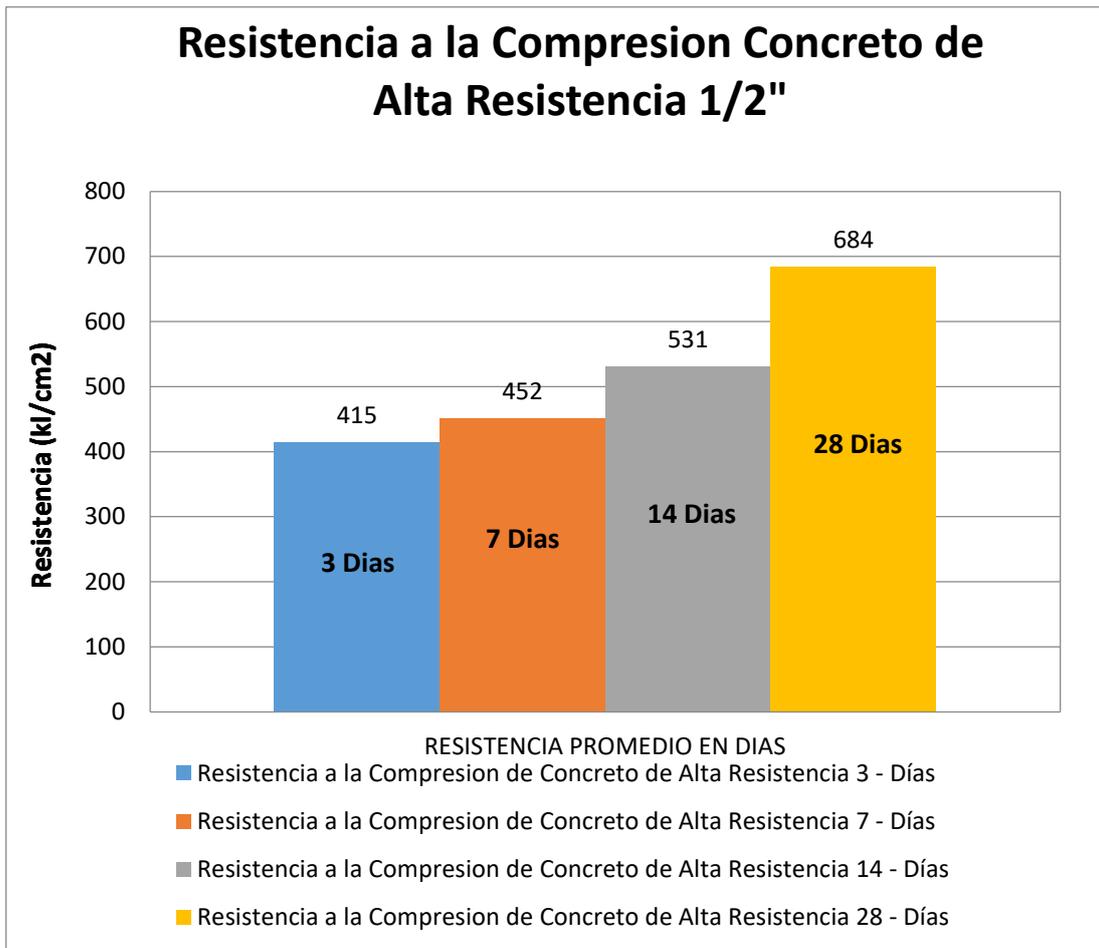


Figura 37. Resistencia a la compresión de concreto de alta resistencia 1/2"
Fuente: elaboración propia

Recopilación de Resultados de los Especímenes Probados a Compresión 3/8"

Tabla 50. Recopilación de resultados de los especímenes sometidos a Compresión, TN 3/8"

DIAS DE CURADO	RESISTENCIA F'c (kg/cm ²)
3	457
7	518
14	676
28	748

Fuente: elaboración propia

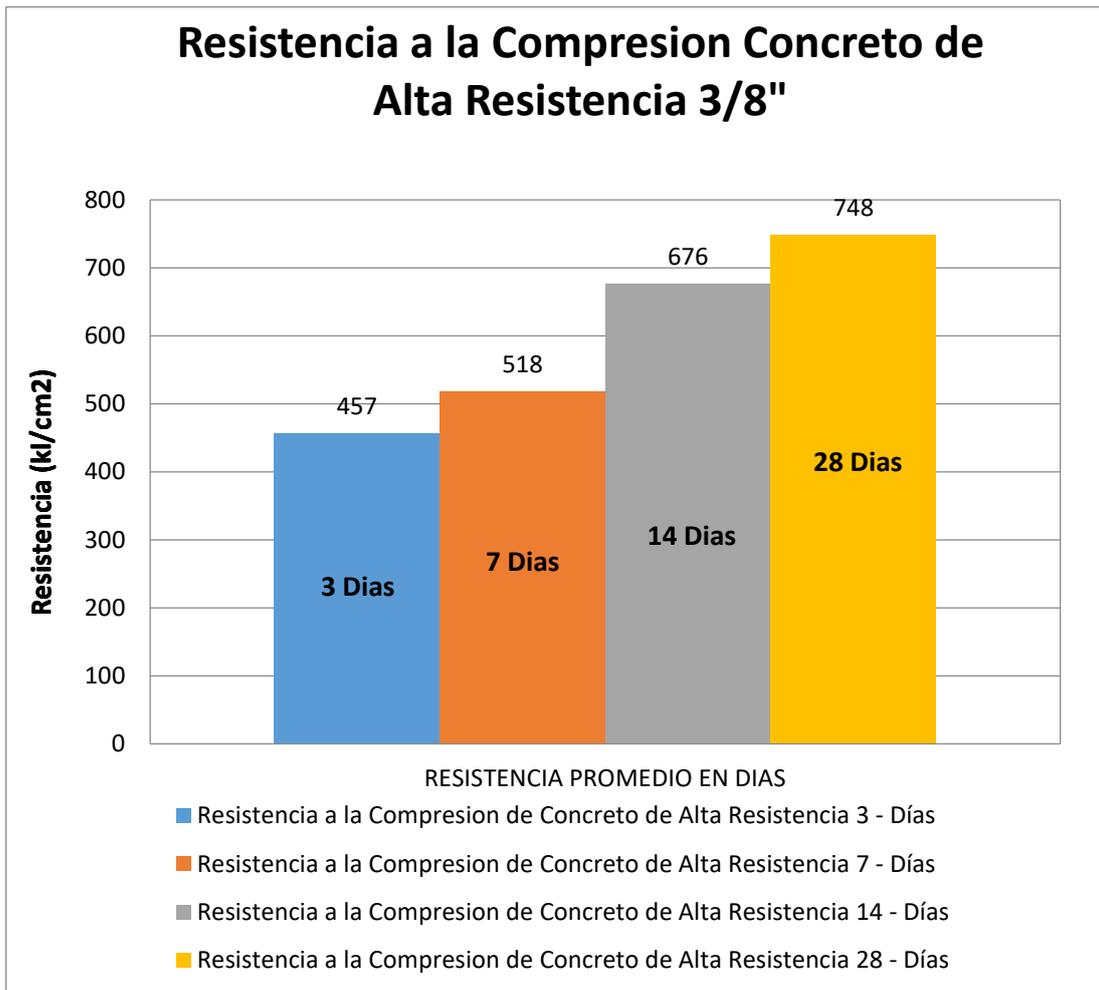


Figura 38. Resistencia a la compresión de concreto de alta resistencia 3/8"
 Fuente: elaboración propia

Comparación de Resistencia a la compresión vs Días de Curado

Tabla 51. Comparación de Resistencia a la Compresión vs Días de Curado

COMPARACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION								
ESPECIFICACIONES	AREA 176.7		DISEÑO 800					
			EDADES					
	3		7		14		28	
	kg/cm ²	%						
PATRON (TN. 1/2")	415	52%	452	56%	531	66%	684	85%
EXPERIMENTAL (TN.3/4")	390	49%	456	57%	515	64%	626	78%
EXPERIMENTAL (TN.3/8")	457	57%	518	65%	676	85%	748	94%

Fuente: elaboración propia

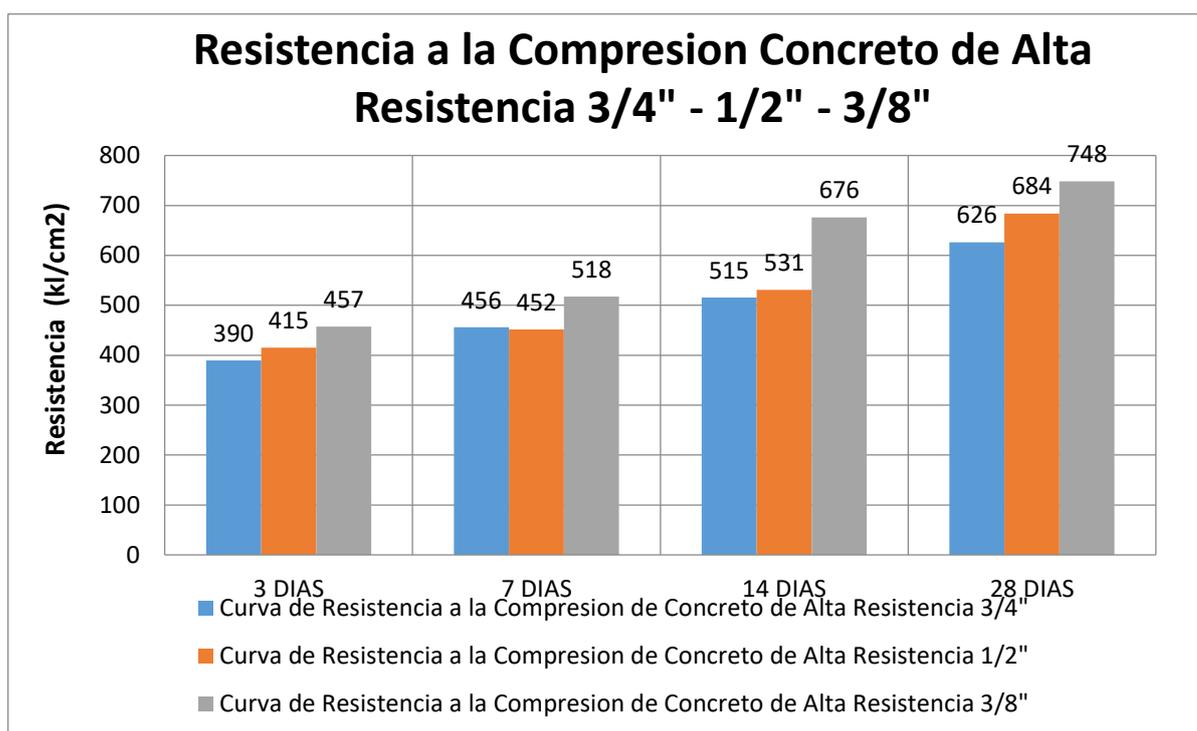


Figura 39. Resistencia a la compresión de concreto de alta resistencia 3/4", 1/2" y 3/8"
Fuente: elaboración propia

Tabla 52. Resistencia a compresión 3 días de edad.

"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"	
Origen:	Cantera de Orión del Dist. de Pariahuanca de la Prov. Carhuaz
solicita:	Celedonio Gargate Luis Enrique
Fecha inicio curado:	04/08/2018

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 3 días de edad

Probetas	T.N.	Ø cm	h cm	V m ³	Peso kg	Densidad del H° kg/m ³	Densidad Promedio kg/m ³	Área cm ²	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm ²	f'c kg/cm ²
1	3/4"	15.00	30.48	0.005	12.94	2447.96	2448.88	176.71	69780	394.87	390
2		15.00	30.48	0.005	13.08	2444.62		176.71	68230	386.13	
3		15.00	30.48	0.005	13.01	2454.05		176.71	68640	388.46	
4	1/2"	15.00	30.48	0.005	13.01	2431.42	2432.51	176.71	72810	412.05	415
5		15.00	30.48	0.005	13.08	2434.68		176.71	68480	387.55	
6		15.00	30.48	0.005	12.89	2431.42		176.71	78670	445.22	
7	3/8"	15.00	30.48	0.005	13.01	2453.11	2454.53	176.71	79950	452.46	457
8		15.00	30.48	0.005	12.99	2450.28		176.71	80620	456.25	
9		15.00	30.48	0.005	13.09	2460.20		176.71	81695	462.34	

Fuente: elaboración propia

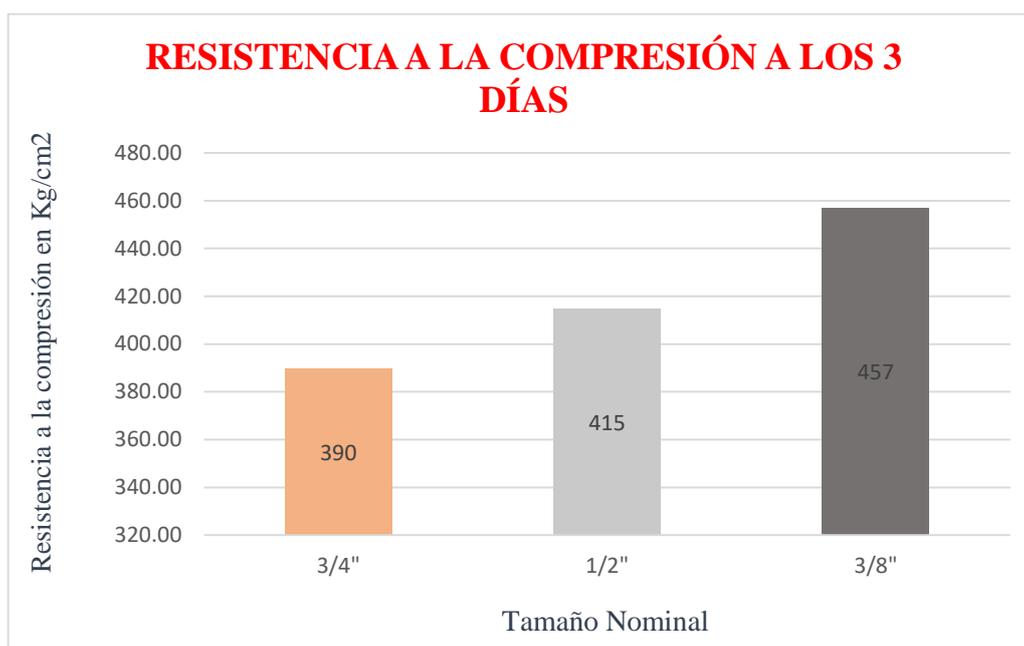


Figura 40. Resistencia a la compresión a los 3 días.
Fuente: elaboración propia

Tabla 53. Resistencia a compresión 7 días de edad.

"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"	
Origen:	Cantera de Orión del Dist. de Pariahuanca de la Prov. Carhuaz
solicita:	Celedonio Gargate Luis Enrique
Fecha inicio curado:	04/08/2018

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días de edad

Probetas	T.N.	Ø cm	h cm	V m ³	Peso kg	Densidad del H° kg/m ³	Densidad Promedio kg/m ³	Área cm ²	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm ²	f'c kg/cm ²
1	3/4"	15.00	30.48	0.005	12.94	2447.96	2448.88	176.71	87760	496.66	390
2		15.00	30.48	0.005	13.08	2444.62		176.71	75380	426.60	
3		15.00	30.48	0.005	13.01	2454.05		176.71	78620	444.93	
4	1/2"	15.00	30.48	0.005	13.01	2431.42	2432.51	176.71	80983	458.31	452
5		15.00	30.48	0.005	13.08	2434.68		176.71	78637	445.03	
6		15.00	30.48	0.005	12.89	2431.42		176.71	79817	451.71	
7	3/8"	15.00	30.48	0.005	13.01	2453.11	2454.53	176.71	91790	519.47	518
8		15.00	30.48	0.005	12.99	2450.28		176.71	89895	508.74	
9		15.00	30.48	0.005	13.09	2460.20		176.71	92670	524.45	

Fuente: elaboración propia

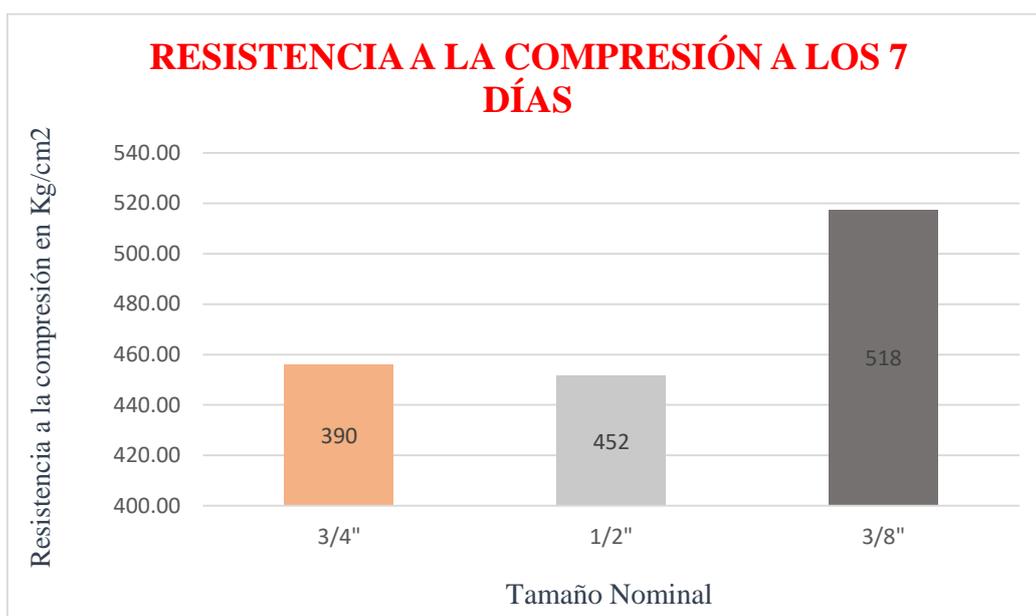


Figura 41. Resistencia a la compresión a los 7 días.

Fuente: elaboración propia

Tabla 54. Resistencia a compresión 14 días de edad.

"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"	
Origen:	Cantera de Orión del Dist. de Pariahuanca de la Prov. Carhuaz
solicita:	Celedonio Gargate Luis Enrique
Fecha inicio curado:	04/08/2018

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días de edad

Probetas	T.N.	Ø cm	h cm	V m ³	Peso kg	Densidad del H° kg/m ³	Densidad Promedio kg/m ³	Área cm ²	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm ²	f'c kg/cm ²
1	3/4"	15.00	30.48	0.005	12.99	2461.60	2453.60	176.71	91570	518.22	515
2		15.00	30.48	0.005	13.11	2471.03		176.71	91680	518.85	
3		15.00	30.48	0.005	13.21	2428.18		176.71	89928	508.93	
4	1/2"	15.00	30.48	0.005	12.99	2444.62	2450.91	176.71	92430	523.09	531
5		15.00	30.48	0.005	13.10	2459.71		176.71	93230	527.62	
6		15.00	30.48	0.005	12.98	2448.39		176.71	95870	542.56	
7	3/8"	15.00	30.48	0.005	13.01	2420.72	2447.34	176.71	119790	677.93	676
8		15.00	30.48	0.005	12.99	2450.28		176.71	115976	656.34	
9		15.00	30.48	0.005	12.90	2471.03		176.71	122747	694.66	

Fuente: elaboración propia

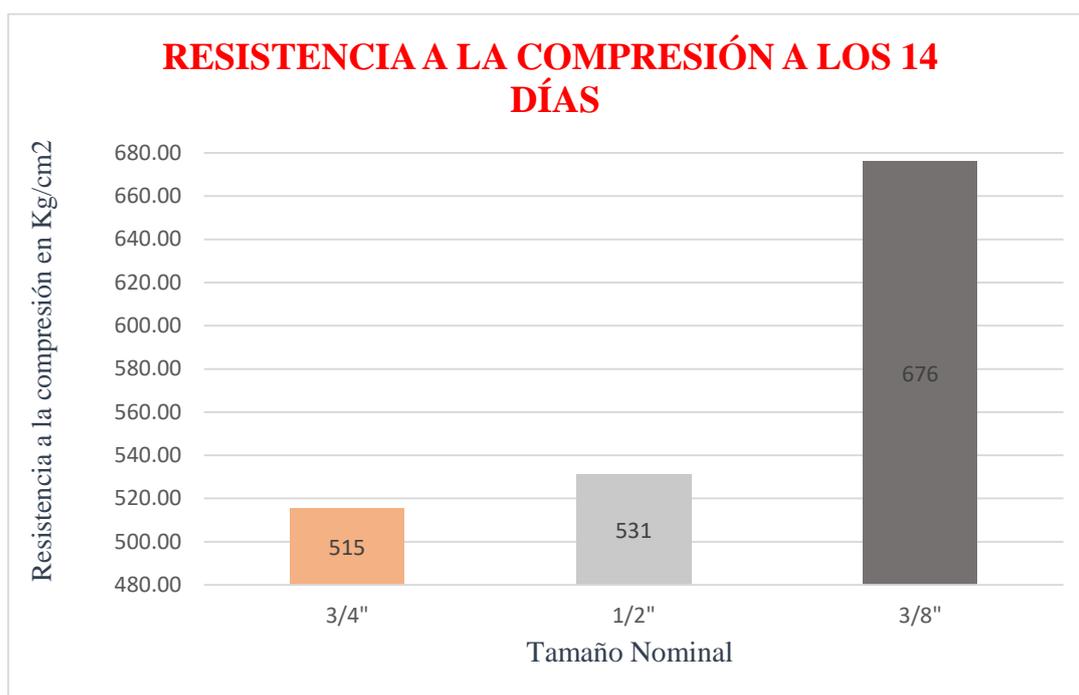


Figura 42. Resistencia a la compresión a los 14 días.

Fuente: elaboración propia

Tabla 55. Resistencia a compresión 28 días de edad.

"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"	
Origen:	Cantera de Orión del Dist. de Pariahuanca de la Prov. Carhuaz
solicita:	Celedonio Gargate Luis Enrique
Fecha inicio curado:	04/08/2018

Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días de edad

Probetas	T.N.	Ø cm	h cm	V m ³	Peso kg	Densidad del Hº kg/m ³	Densidad Promedio kg/m ³	Área cm ²	Carga (P) Kg	Esfuerzo de Compresión kg/cm ²	f _c kg/cm ²
1	3/4"	15.24	30.5	0.005	12.97	2420.17	2430.27	176.71	114890	650.20	626
2		15.24	30.5	0.005	13.77	2419.42		176.71	106745	604.10	
3		15.24	30.5	0.005	12.99	2451.22		176.71	110450	625.07	
4	1/2"	15.24	30.5	0.005	13.01	2451.79	2442.73	176.71	118002	667.81	684
5		15.24	30.5	0.005	13.00	2452.54		176.71	121809	689.35	
6		15.24	30.5	0.005	12.07	2423.87		176.71	122747	694.66	
7	3/8"	15.24	30.5	0.005	13.13	2453.11	2428.16	176.71	126705	717.06	748
8		15.24	30.5	0.005	13.21	2410.10		176.71	131819	746	
9		15.24	30.5	0.005	13.01	2421.28		176.71	138002	781	

Fuente: elaboración propia

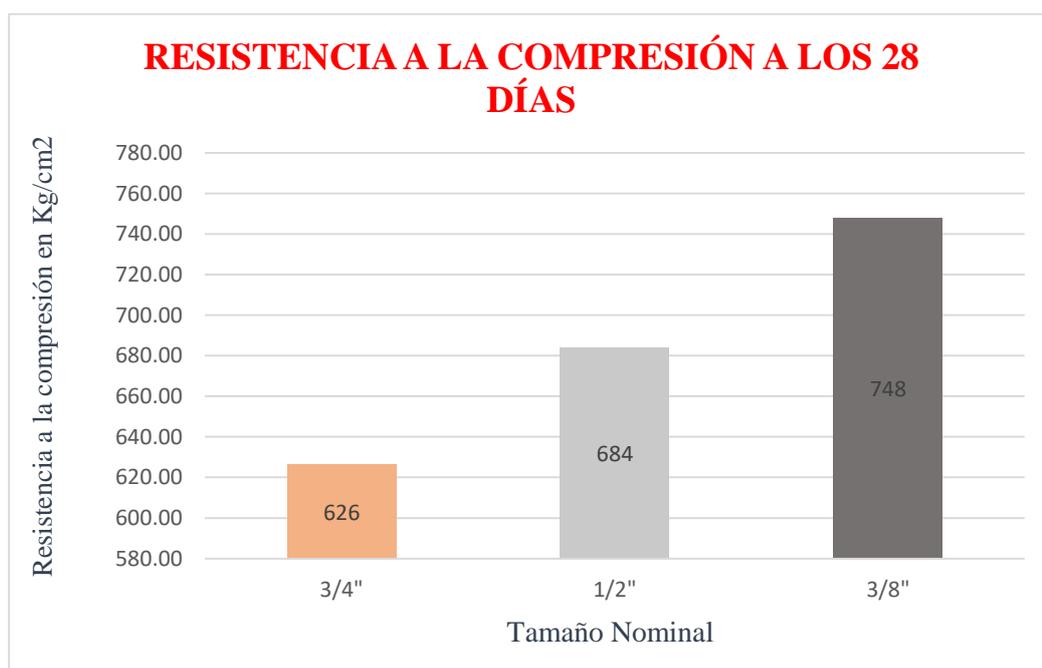


Figura 43. Resistencia a la compresión a los 28 días.

Fuente: elaboración propia

**COMPARACIÓN DE LAS RESISTENCIAS A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN Y EXPERIMENTALES**

Tabla 56. Comparación de Resistencias a Compresión.

"RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"	
Origen:	Cantera de Orión del Dist. de Pariahuanca de la Prov. Carhuaz
Solicita:	Celedonio Gargate Luis Enrique
Fecha inicio	04/08/2018

Comparación de las Resistencias a la Compresión del Concreto Patrón y Experimentales

DÍAS	T.N. 3/4"	T.N. 1/2"	T.N. 3/8"
3	390	415	457
7	456	452	518
14	515	531	676
28	626	684	748

Fuente: elaboración propia

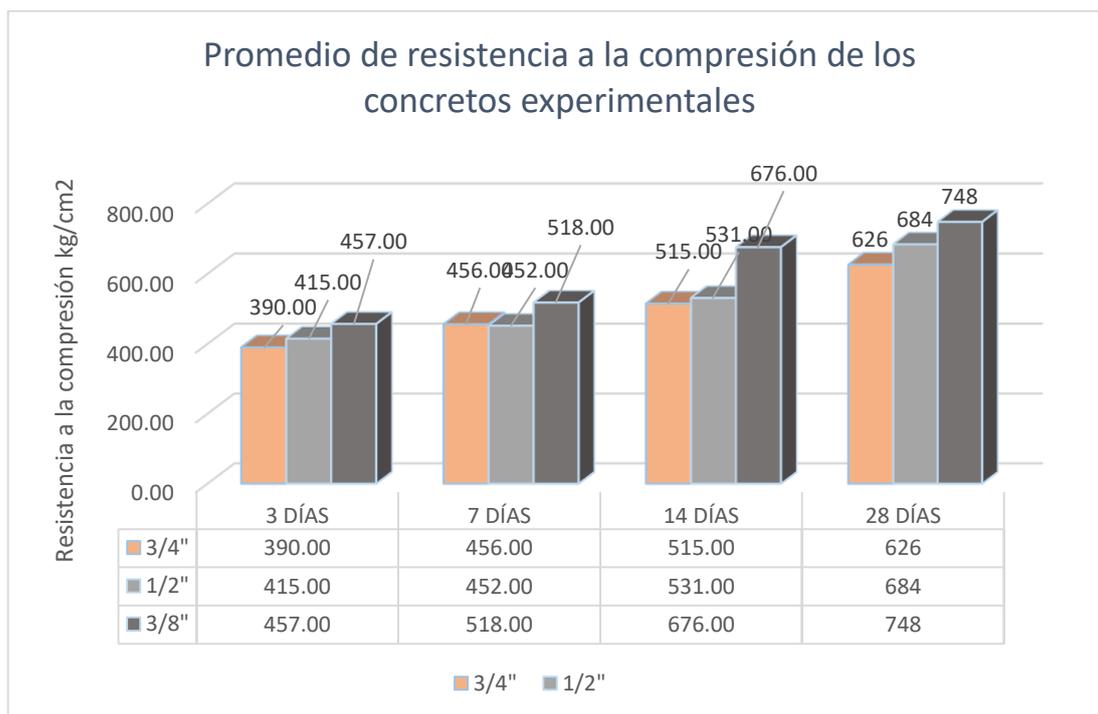


Figura 44. Comparación de resistencias.
Fuente: elaboración propia

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR (DBCA)

Modelo Aditivo Lineal

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- γ_{ij} : Valor observado en la unidad experimental
- μ : Efecto de la media general
- β_j : Efecto del j-esimo bloque j:1,2,3
- τ_i : Efecto del i-esimo tratamiento i:1,2,3,4,5.
- ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error experimental

Análisis de Varianza

Tabla N° 57: Fórmulas de análisis de varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fcal
bloques	(b-1)	$\sum x^2_{.j} / t - (\sum x)^2 / bt$	$Sc_b / b - 1$	CM_b / CM_e
Tratamientos	(t-1)	$\sum x^2_{i.} / b - (\sum x)^2 / bt$	$Sc_t / t - 1$	CM_t / CM_e
Error Experimental	(b-1)(t-1)	$SC_{total} - SC_{bloque} - SC_{tratamiento}$	$Sce / (b-1)(t-1)$	
Total	bt-1	$\sum x^2_{..} - (\sum x)^2 / bt$		

Fuente: Elaboración propia

**ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR LAS DIFERENCIAS DE
ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO,
3/4" Y 3/8", HUARAZ**

Tabla N° 58: Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	gl	Promedio de los cuadrados	F	Prob	Valor crítico para F
Días	112410.667	3	37470.222	51.074	0.05	4.757
Tamaño Nominal	24819.500	2	12409.750	16.915	0.05	5.143
Error	4401.833	6	733.639			
Total	141632.000	11				

Fuente: Elaboración propia.

Al ser los valores de la Probabilidad menores que 0.05 y la F calculada > F crítico, tal como se puede observar en la presente Tabla ($51.074 > 4.757$ y $16.915 > 5.143$), indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión de concreto.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- Se pudo observar que la Cantera Orión de la ciudad de Carhuaz tiene un mejor comportamiento mecánico a los 28 días en cuanto a un concreto de alta resistencia de TN 3/8" con una resistencia de 747.96 kg/cm², se observa que la mayor resistencia alcanzada a comparación del TN 3/4" con una resistencia de 626 kg/cm² y teniendo en cuenta que ninguno de los especímenes logró alcanzar su resistencia óptima proyectada de 800 kg/cm².
- El diseño de mezcla para concretos de alta resistencia fue diseñada siguiendo los parámetros de diseño de concreto de alta resistencia del ACI comité 211.4. se realizó de acuerdo al tamaño máximo nominal que en nuestro caso son; 1/2" (concreto patrón), 3/4" y 3/8" (concreto experimental), por lo que el ACI 211.4 nos referencia valores para el contenido de la relación A/C para TN 1/2" (0.26), TN 3/4" (0.25) y TN 3/8" (0.27) que utilizamos para la realización de nuestro diseño de mezcla y el revenimiento (slump) del diseños de mezcla se encontraron dentro del rango 3" – 4", los cuales para 1/2" (concreto patrón) fue (3.5"), para 3/4" y 3/8" fueron (3" y 3.8") respectivamente.
- La resistencia a la compresión del concreto de Alta Resistencia en cada uno de los tamaños (3/4", 1/2" y 3/8"), ha ido evolucionando directamente y proporcionalmente con el tiempo, ya que la caracterización de los agregados tanto del Agregado Fino como el Agregado Grueso, los cuales mostraron satisfactoriamente sus respectivos valores en cada ensayo realizado, Los especímenes de los concretos experimentales con gradación de 3/8" obtuvieron mayor resistencia a los 3 días de curado la resistencia a la compresión 457 kg/cm², a los 7 días de curado sigue obteniendo mayor resistencia 518 kg/cm², a los 14 días de curado sigue obteniendo mayor resistencia 676 kg/cm², a los 28 días de curado logra llegar a una resistencia a la compresión más alta que es 748 kg/cm². Y aproximándose más a la residencia requerida, Los especímenes de los concretos experimentales con gradación de 3/4" obtuvieron menor resistencia a los 3 días de

curado la resistencia a la compresión 390 kg/cm^2 , a los 7 días de curado logra obtener mayor resistencia 456 kg/cm^2 , a los 14 días de curado sigue obteniendo mayor resistencia 515 kg/cm^2 , a los 28 días de curado logra llegar a una resistencia a la compresión más alta que es 626 kg/cm^2 . Y aproximándose más a la resistencia del concreto patrón claro que está por debajo de la resistencia requerida, Los especímenes del concreto patrón con gradación de $1/2''$ obtuvieron mayor resistencia a los 3 días de curado la resistencia a la compresión 415 kg/cm^2 , a los 7 días de curado sigue obteniendo mayor resistencia 452 kg/cm^2 , a los 14 días de curado sigue obteniendo mayor resistencia 531 kg/cm^2 , a los 28 días de curado logra llegar a una resistencia a la compresión más alta que es 684 kg/cm^2 . Y aproximándose más a la resistencia requerida, los concretos con gradación de $3/4''$ y $1/2''$, no lograron obtener un buen desempeño.

CONCLUSIONES

- ✓ Se pudo observar que la Cantera Orión de la ciudad de Carhuaz tiene un mejor comportamiento mecánico a los 28 días en cuanto a un concreto de alta resistencia de TN 3/8" con una resistencia de 747.96 kg/cm², se observa que la mayor resistencia alcanzada a comparación del TN 3/4" con una resistencia de 626 kg/cm² y teniendo en cuenta que ninguno de los especímenes logró alcanzar su resistencia óptima proyectada de 800 kg/cm².
- ✓ La elaboración del diseño de mezcla para concretos de alta resistencia, fue diseñada siguiendo los parámetros de diseño de concreto de alta resistencia por el ACI comité 211.4, donde se determinó la relación agua cemento para el concreto experimental, y fue para TN 1/2" (0.26), TN 3/4" (0.25) y TN 3/8" (0.27) que utilizamos para la realización de nuestro diseño de mezcla, y el revenimiento (slump) del diseños de mezcla se encontraron dentro del rango 3" – 4", los cuales para 1/2" (concreto patrón) fue (3.5"), para 3/4" y 3/8" fueron (3" y 3.8") respectivamente, se puede concluir que la prueba de revenimiento ayuda a conocer la consistencia del concreto y con ello sus propiedades. Además, la relación A/C es el factor que afectó directamente la consistencia del concreto
- ✓ La dureza superficial del concreto a tempranas edades nos dieron un parámetro confiable para relacionarla de manera directa con la resistencia a la compresión del concreto el cual a los 28 días el concreto con gradación de agregado grueso con 3/8" llegó a obtener una resistencia de 748 kg/cm², por encima de los especímenes con gradación de agregado de 3/4" que llegó a obtener una resistencia de 684 kg/cm² y con gradación de agregado de 1/2" llegó a obtener una resistencia de 626 kg/cm², en cuanto a la mezcla propuesta se puede concluir que al realizar una comparación de dosificaciones realizado gradaciones, en el cuadro ANOVA se puede ver que existen diferencias **significativas** en la Resistencia a la compresión del concreto con gradación de agregado grueso de 3/4", 1/2" y 3/8".

RECOMENDACIONES

- ✓ El seguimiento durante el proceso de elaboración del concreto de alta resistencia fue minuciosa y Para futuras investigaciones se les recomienda lograr un seguimiento adecuado ya que al no utilizar ningún tipo de aditivos que ayuden a la trabajabilidad del concreto este tiende a ser muy espeso y poco trabajable.
- ✓ Para lograr un óptimo desempeño de los materiales, necesariamente tenemos que lograr obtener un material similar al que hemos estudiado, es decir en las mismas condiciones, ya que si dejamos a que estos pierdan su estado natural podemos tener dificultades al realizar la mezcla.
- ✓ En este proyecto de investigación no hemos empleado alta velocidad de mezclado, re-vibrado ni otras técnicas que pueden disponerse en las obras y en las plantas pre-mezcladoras para el mejoramiento de las propiedades y el desempeño de los concretos de alta resistencia, las futuras investigaciones que prueben considerando estos aspectos redundaran en el beneficio a la resistencia de concretos de alta resistencia.
- ✓ Para futuras investigaciones se recomienda estudiar el empleo de otros materiales naturales añadidos en el diseño de mezcla del concreto de alta resistencia. A modo de verificar la viabilidad técnica y económica de su incorporación.
- ✓ Los resultados de este proyecto nos ha permitido encaminar la realización de los trabajos futuros hacia el desarrollo de técnicas de elaboración de concretos de alta resistencia en forma convencional y que las correspondientes pruebas de control de calidad pueden efectuarse en laboratorios totalmente equipados.

AGRADECIMIENTO

En este momento de mi vida, quiero agradecer a las personas que a través de todo este tiempo me han apoyado y han hecho que este logro se haga realidad: a Dios por ser la base y guía de mi vida, a mis padres VICTORIANO CELEDONIO ROJAS (que en paz descanse) y DEDICACIONA GARGATE ORTEGA, ellos han hecho de mi la persona que soy ahora, me han ofrecido el amor, la confianza y el respeto, me brindaron su apoyo incondicional en todo momento; a mis hermanos KLEN, WILSON Y KARLA quienes han sido un excelente apoyo en mi vida, a los Docentes de la Universidad, que nos han formado como profesionales con ética y valores. Y que a través de ellos nos desempeñaremos en la vida como grandes personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, J.E. (2016). análisis costos – beneficios del uso de concretos de alta resistencia (>800 kg/cm²) para la región de Veracruz. Proyecto de intervención profesional para la obtención de maestría en ingeniería aplicada. Universidad veracruzana México.

American Concrete Institute (ACI) comité 116 Cement and concrete terminology
Tiempo de fraguado del concreto

American Concrete Institute (ACI) comité - 201 durabilidad del concreto.

American Concrete Institute (ACI) comité – 211.4 diseño de mezcla de concreto de alta resistencia.

American Concrete Institute (ACI) comité - 308 Práctica estándar para el curado del concreto.

Castillo, F. (2000). Tecnología del Concreto. Lima – Perú: Edición San Marcos.

Céspedes, M. A. (2003). Resistencia a la compresión del concreto a partir de la Velocidad de pulsos de Ultrasonido. Universidad de Piura. Perú.

Corcino, V. C (2007). Studio comparativo de concretos simple reforzado con fibras de acero dreamix y wirand, empleando comento andino tipo V. titulo para ingeniero civil. Universidad Ricardo palma lima – Perú

Espinoza, A.A. (2010). Estudio de dosificación de hormigón de ultra – alta resistencia, basado en el empaquetamiento de los áridos. Tesis de master universitario en ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales.

Universidad politécnica de Madrid, E.T.S. de ingenieros de caminos, canales y puertos.

Gabalec, M. (2008). Tiempo de fraguado del Hormigón. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

Grudemo, A. (1975) Development of strenghtproperties of hydrating cement pastes and their relation to structural features. Cembureau.

Harmsen, T. E. (2005). Diseño de estructuras de concreto. 4ta ed. Fondo editorial de la pontificia Universidad Católica, p. 18.

Mather, B. O. (2004). Cartilla del concreto. Instituto Mexicano del cemento y del concreto (IMCYC).

Mehta, K... (1998). Concreto, estructura, propiedades y materiales. IMCYC, México, p. 38.

National Ready Mixed Concrete Association, s/f. Método Estándar de Prueba de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto.

Neville, A. M. (1999). Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del. Cemento y del Concreto. México.

Osorio, K. (2016) “concreto de Alta Resistencia”

http://www.concretodealtaresistencia.blogspot.com/2016/05/definicion-del-concreto-de-alta_31.html

Portugal, P. (SF). Tecnología del concreto de alto desempeño. Arequipa – Perú.

Rivera, E. (2007). Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. Segunda Edición.

Rocha, L. et al (2009). Concretos especiales en la construcción. Compilación de artículos de investigación. Red académica internacional UADY, UAM, WPI.

Serrano, M. F. (2010) La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor, Innovación y Ciencia, Volumen XVII, No. 2, Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

Vilca, P. (2008). Obtención del concreto de alta resistencia. Tesis de bachiller en ingeniería civil. Universidad nacional de ingeniería.

ANEXOS Y APÉNDICE

ANEXO N° 1. PANEL FOTOGRAFICO.



FOTO N° 01: Obtención de agregado de la cantera Orión – Carhuaz



FOTO N° 02: Obtención de agregado de la cantera Orión – Carhuaz



FOTO N° 04: Tamizado de los agregados para retirar impurezas



FOTO N° 05: Contenido de humedad de los agregados.



FOTO N° 06: Muestra de agregados sometidos al horno para obtener el contenido de humedad.



FOTO N° 07: Análisis Granulométrico del agregado fino.



FOTO N° 08: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.



FOTO N° 09: Muestra de agregados para la gravedad el peso unitario suelto y compactado.

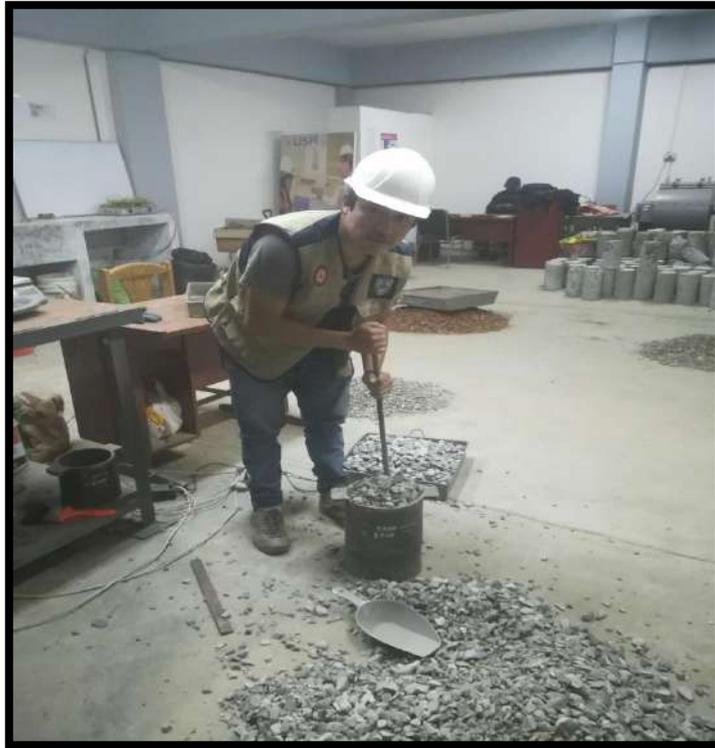


FOTO N° 10: Muestra de agregados para la gravedad el peso unitario suelto y compactado.



FOTO N° 11: Muestra de agregados para la gravedad específica y absorción.



FOTO N° 12: Muestra de agregados para la gravedad específica y absorción.



FOTO N° 13: Muestra para Resistencia a Abrasión del agregado grueso.



FOTO N° 14: Preparación de moldes para el llenado de concreto.



FOTO N° 15: Preparación de mezcla de concreto.



FOTO N° 16: Medición del Slump.



FOTO N° 16: Llenado de concreto a los moldes.



FOTO N° 17: Probetas listas a espera de su fraguado.



FOTO N° 18: Probetas desencofradas.



FOTO N° 19: traslado y curado de probetas.



FOTO N° 20: probetas listas para el ensayo a la compresión.



FOTO N° 21: probetas sometidas a compresión.



FOTO N° 22: diferentes tipos de fallas.



FOTO N° 23: diferentes tipos de fallas.



FOTO N° 24: diferentes tipos de fallas.



DISEÑO DE MEZCLA

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**

DISEÑO DE MEZCLA (AGREGADO 3/8")
 CARHUAZ
 ORION

NORMATIVIDAD:

ACI 211.4 " DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA"

DATOS INICIALES:

MATERIALES:

CANTERA : ORION

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2233,5	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0,860	1,454	%
Contenido de humedad (%)	1,33	3,880	%
Peso unitario suelto	1384,00	1638,00	kg/m2
Peso unitario compactado	1448,00	1795,00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	3/8"		
Módulo de fineza	1,406	3,15	

CEMENTO	
Cemento Portland ASTM Tipo I (SOL)	
Peso específico	3,11 gr/cm2

1.- selección del slump

Slump y la resistencia del concreto requerido, valores recomendados para el slump se muestra en la siguiente tabla.

Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin plastificante.

Slump con SP	Slump sin SP
1" – 2"	2" – 4"

Fuente: ACI 211.4.

Para resistencia a la compresión de:

$f_c = 800 \text{ kg/cm}^2$
 $f_{cr} = (f_c + 98)/0.9$
 $f_{cr} = 997,78 \text{ kg/cm}^2$

2.- Selección y verificación del Tamaño Máximo del Agregado

Seleccionar el tamaño máximo del agregado, basado en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo de un agregado es dado en la siguiente tabla.

Tamaño máximo del agregado grueso

Resistencia requerida del concreto	Tamaño máximo del agregado
< 630	3/4" – 1"
> 630	3/8" – 1/2"

Fuente: ACI 211.4.

Tamaño Nominal Máximo: 3/8"





3.- Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso

El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, está dado en la siguiente tabla 3. Como una función del tamaño máximo nominal. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para ag. fino con módulo de finura entre 2,0 y 2,2).

Tamaño nominal máximo	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Fracción volumétrica psag	0,65	0,68	0,72	0,75

Fuente: ACI 211.4.

$$w \text{ seco} = (\% \text{ vol}) \times (\text{peso seco compactado})$$

w seco =	0,65	x	1448,0
w seco =	941,2 kg		

4.- Estimar el agua de mezcla y el contenido de aire

la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacíos.

Slump	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" - 2"	183	174	168	165
2" - 3"	189	183	174	171
3" - 4"	195	189	180	177
Aire atrapado				
Sin súper-plastificante	3	2,5	2	2,5
Con súper-plastificante	2,5	2	1,5	1

Fuente: ACI 211.4.

$$V = \left(1 - \frac{\text{peso unitario seco}}{\text{peso específico} \times 10^3}\right) \times 100$$

$$v = \left(1 - \frac{1795,00}{2762,00}\right) \times 100$$

$$v = 35,01 \%$$

Ajuste del agua mezclando, $A = 4.72 \cdot (V - 35)$

$$A = 4,72 \cdot 35,01 - 35$$

$$A = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces el agua de mezcla sera:

$$w = 195,00 + 0,05$$

Contenido de agua final

$$w = 195,05 \text{ kg}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



5.- Seleccionar la relación agua/materiales cementicios

Relación agua/cementicios para concretos con superplastificantes.

Resistencia promedio f'_{cr} * kg/cm ²	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados				
	Edad (días)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0,49	0,47	0,45	0,42
	56	0,54	0,51	0,47	0,45
550	28	0,44	0,42	0,4	0,39
	56	0,49	0,46	0,43	0,41
600	28	40	0,38	0,36	0,35
	36	0,44	0,41	0,39	0,37
650	28	0,36	0,35	0,33	0,32
	56	0,4	0,38	0,36	0,34
700	28	0,33	0,32	0,31	0,3
	56	0,37	0,35	0,33	0,32
750	28	0,31	0,3	0,28	0,28
	56	0,34	0,32	0,3	0,3
800	28	0,29	0,28	0,26	0,26
	56	0,32	0,3	0,28	0,28
850	28	0,27	0,26	0,25	0,25
	56	0,3	0,28	0,27	0,26

$$f_{cr} = 997,78 \times 0,9$$

$$f_{cr} = 898 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Relacion } a/mc = 0,27$$

6.- Calculo del contenido de material cementicio.

Conocemos el contenido del agua = 195,05
Contenido de Cemento

$$cm = w/(a/mc)$$

$$cm = 722,41 \text{ kg}$$

$$\text{Factor de cemen.} = 17,00 \text{ bsl}$$

7.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

Volumen Absoluto de material sin contar el agregado fino

Cemento	722,41	3,11	1000	=	0,23	m ³
Agr. Grueso	941,20	2,72	1000	=	0,35	m ³
Agua	195,05		1000	=	0,2	m ³
Aire	3,00		100	=	0,03	m ³
			Σ	=	0,8	m ³
Agr. Fino	1,00	0,80		=	0,20	m ³

Cantidad de agregado fina por m³ sera:

$$\text{Agr. Fino} = 0,20 \times 2762,00$$

$$\text{Agr. Fino} = 543,10 \text{ kg}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Las proporciones de mezcla en peso seran:

Presentacion de Diseño en Estado seco.

Cemento	=	722,41	kg/m ³	=	1,00	kg/m ³
Agr. Fino	=	543,10	kg/m ³	=	0,75	kg/m ³
Agr. Grueso	=	941,20	kg/m ³	=	1,30	kg/m ³
Agua	=	195,05	kg/m ³	=	0,27	kg/m ³
Total	=	2401,76	kg/m ³	=	3,32	kg/m ³

8.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

C.H. Agregado Grueso	1,33	%
C.H. Agregado Fino	3,880	%

Corregimos el contenido de agregado considerando su contenido de humedad para la mezcla con solo cemento tenemos.

Agr. Grueso corregido	=	941,20	1	+	0,0133
Agr. Fino corregido	=	543,10	1	+	0,0388

Agr. Grueso corregido	=	953,72
Agr. Fino corregido	=	564,17

Agua de mezclado corregido:

A.m.c. =	195,05	0,0133	0,0086	0,0388	0,0145
A.m.c. =	212,65	kg			
	177,45				

Entonces:

Cemento	=	722,41	kg/m ³
Agr. Fino	=	564,17	kg/m ³
Agr. Grueso	=	953,72	kg/m ³
Agua	=	177,45	kg/m ³
Total	=	2417,75	kg/m ³

9.- Incremento del Slump a 9"

El slump requerido en este diseño es de 9". Para lograr este valor sin mayor adición de agua usamos un reactivante.
El dosage recomendado por los fabricantes varía entre 0.5 a 2% del peso del cemento.
0.5% produce 5" de slump.
1% produce 10" de slump.

Por tanto:

0.5%	→	5"
0.9%	→	9"
1%	→	10"

Proporción de agregados

Volumen de molde = 0.005559 cm³

Cemento	=	0,005559	x	722,41	=	4,02	kg
Agr. Fino	=	0,005559	x	564,17	=	3,14	kg
Agr. Grueso	=	0,005559	x	953,72	=	5,30	kg
Agua	=	0,005559	x	177,45	=	0,99	kg
Total	=				=	13,44	kg

Cantidad de Aditivo para 06 Probetas

Cemento	6	27,71	kg	12 Probetas	55,42
Agr. Fino	6	21,64	kg	12 Probetas	43,28
Agr. Grueso	6	36,58	kg	12 Probetas	73,16
Agua	6	6,81	kg	12 Probetas	13,61

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





DISEÑO DE MEZCLA

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"

SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**

DISEÑO DE MEZCLA (AGREGADO 1/2")
CARHUAZ
ORION

NORMATIVIDAD:

ACI 211.4 " DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA"

DATOS INICIALES:

MATERIALES:

CANTEF ORION

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2703,1	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0,630	1,454	%
Contenido de humedad (%)	1,01	3,880	%
Peso unitario suelto	1389,00	1638,00	kg/m2
Peso unitario compactado	1545,00	1795,00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	3/4"		
Módulo de fineza	2,48	3,15	

CEMENTO	
Cemento Portland ASTM Tipo I (SOL)	
Peso específico	3,11 gr/cm2

1.- selección del slump

Slump y la resistencia del concreto requerido, valores recomendados para el slump se muestra en la siguiente tabla.

Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin plastificante.

"Antes de la edición del SP"

Slump con SP	Slump sin SP
1" – 2"	2" – 4"

Fuente: ACI 211.4.

Para resistencia a la compresión de:

$$f_c = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} = (f_c + 98)/0.9$$

$$f_{cr} = 997,78 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Selección y verificación del Tamaño Máximo del Agregado

Seleccionar el tamaño máximo del agregado, basado en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo de un agregado es dado en la siguiente tabla.

Tamaño máximo del agregado grueso

Resistencia requerida del concreto	Tamaño máximo del agregado
< 630	3/4" – 1"
> 630	3/8" – 1/2"

Fuente: ACI 211.4.

Tamaño Nominal Máximo: 1/2"

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE ENsayos DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE





3.- Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso

El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, está dado en la siguiente tabla 3. Como una función del tamaño máximo volumétrico de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para ag. fino con módulo de finura entre 2,5 - 3,2)

Tamaño nominal máximo	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Fracción volumétrica psag	0,65	0,68	0,72	0,75

Fuente: ACI 211.4.

$$w \text{ seco} = (\% \text{ vol}) \times (\text{peso seco compactado})$$

w seco =	0,68	x	1515,0
w seco =	1030,2 kg		

4.- Estimar el agua de mezcla y el contenido de aire

la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo. requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 25% de humedad.

Slump	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" - 2"	183	174	168	165
2" - 3"	189	183	174	171
3" - 4"	195	189	180	177
Aire atrapado				
Sin súper-plastificante	3	2,5	2	2,5
Con súper-plastificante	2,5	2	1,5	1

Fuente: ACI 211.4.

$$V = \left(1 - \frac{\text{peso unitario seco}}{\text{peso específico} \times 10^3} \right) \times 100$$

$$v = \left(1 - \frac{1795,00}{2762,00} \right) \times 100$$

$$v = 35,01 \%$$

Ajuste del agua mezclando, A = 4.72. (V - 35) :

$$A = 4,72 \quad 35,01 \quad - \quad 35$$

$$A = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces el agua de mezcla sera:

$$w = 189,00 + 0,05$$

Contenido de agua final

$$w = 189,05 \text{ kg}$$

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





5.- Seleccionar la relación agua/materiales cementicios

Relación agua/cementicios para concretos con superplastificantes.

Resistencia promedio f'_{cr} * kg/cm ²	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados				
	Edad (días)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0,49	0,47	0,45	0,42
	56	0,54	0,51	0,47	0,45
550	28	0,44	0,42	0,4	0,39
	56	0,49	0,46	0,43	0,41
600	28	40	0,38	0,36	0,35
	36	0,44	0,41	0,39	0,37
650	28	0,36	0,35	0,33	0,32
	56	0,4	0,38	0,36	0,34
700	28	0,33	0,32	0,31	0,3
	56	0,37	0,35	0,33	0,32
750	28	0,31	0,3	0,28	0,28
	56	0,34	0,32	0,3	0,3
800	28	0,29	0,28	0,26	0,26
	56	0,32	0,3	0,28	0,28
850	28	0,27	0,26	0,25	0,25
	56	0,3	0,28	0,27	0,26

$$f_{cr} = 997,78 \times 0,9$$

$$f_{cr} = 898 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Relacion } a/mc = 0,26$$

6.- Calculo del contenido de material cementicio.

Conocemos el contenido del agua = 189,05

Contenido de Cemento

$$cm = w/(a/mc)$$

$$cm = 727,12 \text{ kg}$$

$$\text{Factor de cemen.} = 17,11 \text{ bsl}$$

7.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

Volumen Absoluto de material sin contar el agregado fino

Cemento	727,12	3,11	1000	=	0,23	m ³
Agr. Grueso	1030,20	2,72	1000	=	0,38	m ³
Agua	189,05		1000	=	0,19	m ³
Aire	2,50		100	=	0,03	m ³
			Σ	=	0,83	m ³
Agr. Fino	1,00	0,83		=	0,17	m ³

Cantidad de agregado fina por m³ sera:

$$\text{Agr. Fino} = 0,17 \times 2762,00$$

$$\text{Agr. Fino} = 478,93 \text{ kg}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



Las proporciones de mezcla en peso seran:
Presentacion de Diseño en Estado seco.

Cemento	=	727,12	kg/m ³	=	1,00	kg/m ³
Agr. Fino	=	478,93	kg/m ³	=	0,66	kg/m ³
Agr. Grueso	=	1030,20	kg/m ³	=	1,42	kg/m ³
Agua	=	189,05	kg/m ³	=	0,26	kg/m ³
Total	=	2425,30	kg/m ³	=	3,34	kg/m ³

8.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

C.H. Agregado Grueso	1,24	%
C.H. Agregado Fino	3,880	%

Corregimos el contenido de agregado considerando su contenido de humedad para la mezcla con solo cemento tenemos.

Agr. Grueso corregido	=	1030,20	1	+	0,0124
Agr. Fino corregido	=	478,93	1	+	0,0388
Agr. Grueso corregido	=	1042,97			
Agr. Fino corregido	=	497,51			

Agua de mezclado corregido:

A.m.c. =	189,05	0,0124	0,0099	0,0388	0,0145
A.m.c. =	203,25				
	174,86	kg			

Entonces:

Cemento	=	727,12	kg/m ³
Agr. Fino	=	497,51	kg/m ³
Agr. Grueso	=	1042,97	kg/m ³
Agua	=	174,86	kg/m ³
Total	=	2442,46	kg/m ³

9.- Incremento del Slump a 9"

El slump requerido en este diseño es de 9". Para lograr este valor sin mayor adición de agua usamos un plastificante.

El dosage recomendado por los fabricantes varia entre 0.5 a 2% del peso del cemento.

0.5% produce 5" de slump.

1% produce 10" de slump.

Por tanto:

0.5%	→	5"
0.9%	→	9"
1%	→	10"

Proporción de agregados

Volumen de molde = 0.005559 cm³

Cemento	=	0,005559	x	727,12	=	4,04	kg
Agr. Fino	=	0,005559	x	497,51	=	2,77	kg
Agr. Grueso	=	0,005559	x	1042,97	=	5,80	kg
Agua	=	0,005559	x	174,86	=	0,97	kg
Total	=				=	13,58	kg

Cantidad de Aditivo para 06 Probetas

Cemento	6	27,89	kg	12 Probetas	55,78
Agr. Fino	6	19,08	kg	12 Probetas	38,17
Agr. Grueso	6	40,01	kg	12 Probetas	80,01
Agua	6	6,71	kg	12 Probetas	13,41

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA DE SUELOS Y
FUNDACIONES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE





DISEÑO DE MEZCLA

TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"

SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**

DISEÑO DE MEZCLA (AGREGADO 3/4")
CARHUAZ
ORION

NORMATIVIDAD:

ACI 211.4 " DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA"

DATOS INICIALES:

MATERIALES:

CANTEI ORION

ESPECIFICACIONES	A.G.	A.F.	UND.
Peso específico	2703,1	2762	kg/m3
Perfil	Angular		
Porcentaje de absorción (%)	0,630	1,454	%
Contenido de humedad (%)	1,01	3,880	%
Peso unitario suelto	1389,00	1638,00	kg/m2
Peso unitario compactado	1545,00	1795,00	kg/m2
T.M.N. (NTP)	3/4"		
Módulo de fineza	2,48	3,15	

CEMENTO	
Cemento Portland ASTM Tipo 1 (SOL)	
Peso específico	3,11 gr/cm2

1.- selección del slump

Slump y la resistencia del concreto requerido, valores recomendados para el slump se muestra en la siguiente tabla.

Slump recomendado para concretos de alta resistencia con y sin plastificante.

"Antes de la edición del SP"

Slump con SP	Slump sin SP
1" - 2"	2" - 4"

Fuente: ACI 211.4.

Para resistencia a la compresión de:

$$f_c = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{cr} = (f_c + 98)/0.9$$

$$f_{cr} = 997,78 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Selección y verificación del Tamaño Máximo del Agregado

Seleccionar el tamaño máximo del agregado, basado en los requerimientos de resistencia, el tamaño máximo de un agregado es dado en la siguiente tabla.

Tamaño máximo del agregado grueso

Resistencia requerida del concreto	Tamaño máximo del agregado
< 630	3/4" - 1"
> 630	3/8" - 1/2"

Fuente: ACI 211.4.

Tamaño Nominal Máximo: 3/4"

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

Ing. Elizabeth Maza Ambrós
 JEFE





3.- Seleccionar el contenido óptimo de agregado grueso

El contenido óptimo recomendado de agregado grueso, expresado como una fracción del peso unitario compactado, está dado en la siguiente tabla 3. Como una función del tamaño máximo volumétrico de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para ag. fino con módulo de finura entre 2,5 - 3,2).

Tamaño nominal máximo	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Fracción volumétrica psag	0,65	0,68	0,72	0,75

Fuente: ACI 211.4.

$$w \text{ seco} = (\% \text{ vol}) \times (\text{peso seco compactado})$$

w seco =	0,72	x	1454,0
w seco =	1046,88 kg		

4.- Estimar el agua de mezcla y el contenido de aire

la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto requerida para producir un slump dado es dependiente del tamaño máximo. requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire del concreto basado en el uso de una arena con 35% de vacíos.

Slump	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados			
	3/8"	1/2"	3/4"	1"
1" - 2"	183	174	168	165
2" - 3"	189	183	174	171
3" - 4"	195	189	180	177
Aire atrapado				
Sin súper-plastificante	3	2,5	2	2,5
Con súper-plastificante	2,5	2	1,5	1

Fuente: ACI 211.4.

$$V = \left(1 - \frac{\text{peso unitario seco}}{\text{peso específico} \times 10^3} \right) \times 100$$

$$v = \left(1 - \frac{1795,00}{2762,00} \right) \times 100$$

$$v = 35,01 \%$$

Ajuste del agua mezclado, $A = 4.72 \cdot (V - 35)_f$

$$A = 4,72 \cdot 35,01 - 35$$

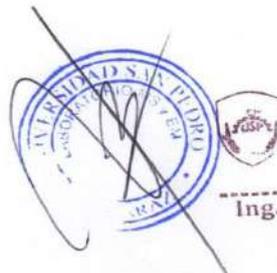
$$A = 0,05 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces el agua de mezcla sera:

$$w = 180,00 + 0,05$$

Contenido de agua final

$$w = 180,05 \text{ kg}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



5.- Seleccionar la relación agua/materiales cementicios

Relación agua/cementicios para concretos con superplastificantes.

Resistencia promedio f'_{cr} * kg/cm ²	agua de mezclado en kg/m ³ para los tamaños máximos de agregados gruesos indicados				
	Edad (días)	3/8"	1/2"	3/4"	1"
500	28	0,49	0,47	0,45	0,42
	56	0,54	0,51	0,47	0,45
550	28	0,44	0,42	0,4	0,39
	56	0,49	0,46	0,43	0,41
600	28	40	0,38	0,36	0,35
	36	0,44	0,41	0,39	0,37
650	28	0,36	0,35	0,33	0,32
	56	0,4	0,38	0,36	0,34
700	28	0,33	0,32	0,31	0,3
	56	0,37	0,35	0,33	0,32
750	28	0,31	0,3	0,28	0,28
	56	0,34	0,32	0,3	0,3
800	28	0,29	0,28	0,26	0,26
	56	0,32	0,3	0,28	0,28
850	28	0,27	0,26	0,25	0,25
	56	0,3	0,28	0,27	0,26

$$f_{cr} = 997,78 \times 0,9$$

$$f_{cr} = 898 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Relacion } a/mc = 0,25$$

6.- Calculo del contenido de material cementicio.

Conocemos el contenido del agua = 180,05

Contenido de Cemento

$$cm = w/(a/mc)$$

$$cm = 720,21 \text{ kg}$$

$$\text{Factor de cemen.} = 16,95 \text{ bsl}$$

7.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

Volumen Absoluto de material sin contar el agregado fino

Cemento	720,21	3,11	1000	=	0,23	m ³
Agr. Grueso	1046,88	2,72	1000	=	0,38	m ³
Agua	180,05		1000	=	0,18	m ³
Aire	2,00		100	=	0,02	m ³
			Σ	=	0,82	m ³
Agr. Fino	1,00	0,82		=	0,18	m ³

Cantidad de agregado fina por m³ sera:

$$\text{Agr. Fino} = 0,18 \times 2762,00$$

$$\text{Agr. Fino} = 506,80 \text{ kg}$$



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Las proporciones de mezcla en peso seran:

Presentacion de Diseño en Estado seco.

Cemento	=	720,21	kg/m ³	=	1,00	kg/m ³
Agr. Fino	=	506,80	kg/m ³	=	0,70	kg/m ³
Agr. Grueso	=	1046,88	kg/m ³	=	1,45	kg/m ³
Agua	=	180,05	kg/m ³	=	0,25	kg/m ³
Total	=	2453,93	kg/m ³	=	3,41	kg/m ³

8.- Proporciones basicas para mezcla solo con cemento.

C.H. Agregado Grueso	1,01	%
C.H. Agregado Fino	3,880	%

Corregimos el contenido de agregado considerando su contenido de humedad para la mezcla con solo cemento tenemos.

Agr. Grueso corregido	=	1046,88	1	+	0,0101
Agr. Fino corregido	=	506,80	1	+	0,0388

Agr. Grueso corregido	=	1057,45
Agr. Fino corregido	=	526,46

Agua de mezclado corregido:

A.m.c. =	180,05	0,0101	0,0063	0,0388	0,0145
A.m.c. =	196,32	kg			
	163,78				

Entonces:

Cemento	=	720,21	kg/m ³
Agr. Fino	=	526,46	kg/m ³
Agr. Grueso	=	1057,45	kg/m ³
Agua	=	163,78	kg/m ³
Total	=	2467,90	kg/m ³

9.- Incremento del Slump a 9"

El slump requerido en este diseño es de 9". Para lograr este valor sin mayor adición de agua usamos un plastificante. El dosage recomendado por los fabricantes varía entre 0.5 a 2% del peso del cemento. 0.5% produce 5" de slump. 1% produce 10" de slump.

Por tanto:

0.5%	→	5"
0.9%	→	9"
1%	→	10"

Proporción de agregados

Volumen de molde = 0.005559 cm³

Cemento	=	0,005559	x	720,21	=	4,00	kg
Agr. Fino	=	0,005559	x	526,46	=	2,93	kg
Agr. Grueso	=	0,005559	x	1057,45	=	5,88	kg
Agua	=	0,005559	x	163,78	=	0,91	kg
Total	=				=	13,72	kg

Cantidad de Aditivo para 06 Probetas

Cemento	6	27,62	kg	12 Probetas	55,25
Agr. Fino	6	20,19	kg	12 Probetas	40,39
Agr. Grueso	6	40,56	kg	12 Probetas	81,12
Agua	6	6,28	kg	12 Probetas	12,56

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PILAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS
 ESPAYO DE CALIFICACIONES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE





CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS	: "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"		
SOLICITA	: Celedonio Gargate Luis Enrique		
DISTRITO	: HUARAZ	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 22/11/2018
PROG. (KM.)	:	ASESOR	:

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

AGREGADO GRUESO 3/4"				
N° TARRO		14	1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1125,0	1029,0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1114,5	1017,0	
PESO DE AGUA	(g)	10,50	12,00	
PESO DEL TARRO	(g)	167,70	168,5	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	946,80	848,5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1,11	1,4	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	1,26		

AGREGADO GRUESO 1/2"				
N° TARRO		50	21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1089,0	1081,0	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1078,5	1069,0	
PESO DE AGUA	(g)	10,50	12,00	
PESO DEL TARRO	(g)	168,80	167,7	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	909,70	901,3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1,15	1,33	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	1,24		

AGREGADO GRUESO 3/8"				
N° TARRO		17	22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1025,5	1059,5	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1015,0	1047,0	
PESO DE AGUA	(g)	10,50	12,50	
PESO DEL TARRO	(g)	164,60	165,6	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	850,40	881,4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	1,23	1,42	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	1,33		

AGREGADO FINO				
N° TARRO		40	37	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	909,5	894,5	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	882,2	866,9	
PESO DE AGUA	(g)	27,30	27,60	
PESO DEL TARRO	(g)	164,00	169,1	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	718,20	697,8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3,80	3,96	
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	3,88		



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

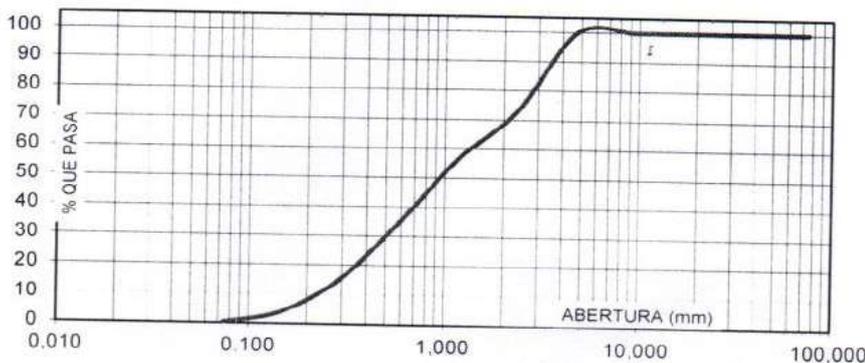
SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 22/11/2018 **CANTERA :** ORION **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	2300,5
PESO SECO LAVADO	2290,50
PESO PERDIDO POR LAVADO	10,00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	620,00	26,95	26,95	73,05
N° 16	1,180	379,00	16,47	43,43	56,57
N° 30	0,600	489,00	21,26	64,68	35,32
N° 50	0,300	453,50	19,71	84,39	15,61
N° 100	0,150	262,00	11,39	95,78	4,22
N° 200	0,075	87,00	3,78	99,57	0,43
PLATO		10,00	0,43	100,00	0,00
TOTAL		2300,50	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 3,15
 HUMEDAD : 3,88%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENGENNERIA DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

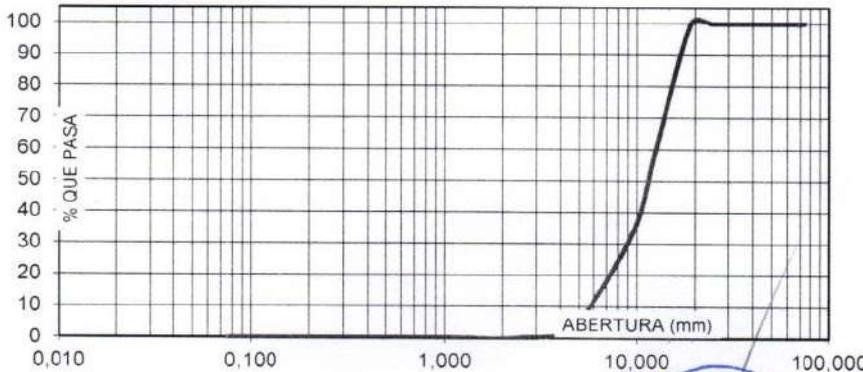
SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 22/11/2018 **CANTERA :** ORION **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO 1/2"

PESO SECO INICIAL	72710
PESO SECO LAVADO	72710,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	29225,00	40,19	40,19	59,81
3/8"	9,500	19325,00	26,58	66,77	33,23
N° 4	4,750	21000,00	28,88	95,65	4,35
N° 8	2,360	3160,00	4,35	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		72710,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1/2"
 MODULO DE FINEZA : 6,62
 HUMEDAD : 1,24%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

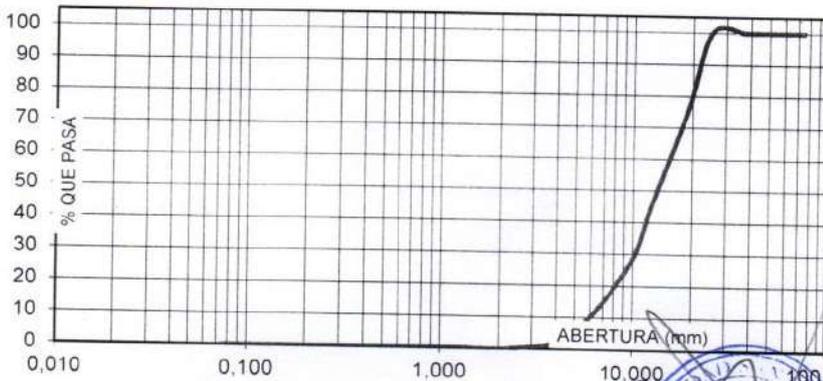
SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**
 TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 22/11/2018 CANTERA : ORION MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	97730
PESO SECO LAVADO	97730,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	23770,00	24,32	24,32	75,68
1/2"	12,500	29225,00	29,90	54,23	45,77
3/8"	9,500	19325,00	19,77	74,00	26,00
N° 4	4,750	21000,00	21,49	95,49	4,51
N° 8	2,360	4410,00	4,51	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		97730,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 6,94
 HUMEDAD : 1,26%

CURVA GRANULOMETRICA



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

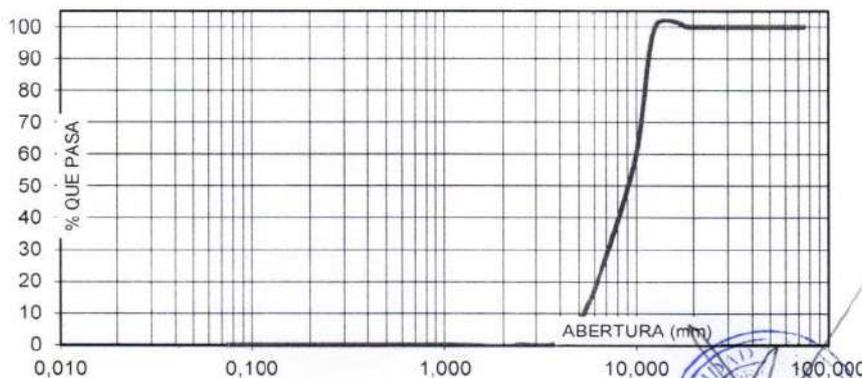
SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 22/11/2018 **CANTERA :** ORION **MATERIAL :** AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	42400
PESO SECO LAVADO	42400,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ		PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)				
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	19325,00	45,58	45,58	54,42
N° 4	4,750	21000,00	49,53	95,11	4,89
N° 8	2,360	2075,00	4,89	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		42400,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/8"
 MODULO DE FINEZA : 6,41
 HUMEDAD : 1,33%

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS TERRIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 22/11/2018

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

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

300,0		
673,0		
973,0		
864,4		
108,6		
295,7		
104,3		
1,45		
1,45		

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

PROMEDIO

2,72		
2,76		
2,84		

PROMEDIO

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

2,72
2,76
2,84



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO GRUESO 1/2"
FECHA : 22/11/2018

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

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

910,0	904,0	950,0
566,4	568,8	594,3
343,6	335,2	355,7
898,8	897,2	940,9
332,4	328,4	346,6
1,25	0,76	0,97
0,99		

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

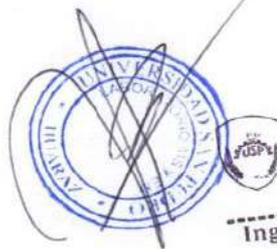
PROMEDIO

2,62	2,68	2,65
2,65	2,70	2,67
2,70	2,73	2,71

PROMEDIO

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

2,65
2,67
2,72



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA TESIS : **Celedonio Gargate Luis Enrique**
 : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : **AGREGADO GRUESO 3/8"**
FECHA : **22/11/2018**

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

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

ABS. PROM. (%) :

854,0	875,0	869,0
476,9	477,6	480,0
377,1	397,4	389,0
845,7	867,8	862,4
368,8	390,2	382,4
0,98	0,83	0,77
0,86		

PROMEDIO

2,24	2,18	2,22
2,26	2,20	2,23
2,29	2,22	2,26

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

PROMEDIO

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

2,21
2,23
2,26



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO GRUESO 3/4"
FECHA : 22/11/2018

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

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

1117,0	1126,0	1120,5
707,7	707,3	704,1
409,3	418,7	416,4
1105,5	1115,0	1109,5
397,8	407,7	405,4
1,04	0,99	0,99
1,01		

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

PROMEDIO

2,70	2,66	2,66
2,73	2,69	2,69
2,78	2,73	2,74

PROMEDIO

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

2,68
2,71
2,76



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

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO FINO
FECHA : 22/11/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7975	8030	7900
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4555	4610	4480
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1641	1661	1614
Peso unitario prom.	1638 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8360	8415	8430
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4940	4995	5010
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1780	1799	1805
Peso unitario prom.	1795 Kg/m3		



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

 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO GRUESO 1/2"
FECHA : 22/11/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27345	27320	27030
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	19965	19940	19650
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1455	1453	1432
Peso unitario prom.	1446 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28180	28155	28165
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	20800	20775	20785
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1516	1514	1515
Peso unitario prom.	1515 Kg/m3		



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

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO GRUESO 3/4"
FECHA : 22/11/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18185	18320	18080
Peso de molde	5225	5225	5225
Peso de muestra	12960	13095	12855
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1387	1402	1376
Peso unitario prom.	1389 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18710	18825	18875
Peso de molde	5225	5225	5225
Peso de muestra	13485	13600	13650
Volumen de molde	9341	9341	9341
Peso unitario	1444	1456	1461
Peso unitario prom.	1454 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACION DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Enrique Maza Ambrosio
 CIF: 116544
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Celedonio Gargate Luis Enrique
TESIS : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradaciones del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : AGREGADO GRUESO 3/8"
FECHA : 22/11/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	26370	26340	26395
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	18990	18960	19015
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1384	1382	1386
Peso unitario prom.	1384 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27230	27260	27260
Peso de molde	7380	7380	7380
Peso de muestra	19850	19880	19880
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1446	1449	1449
Peso unitario prom.	1448 Kg/m3		



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



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

RESISTENCIA A LA ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**
OBRA : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradacion del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : **Agregado Grueso 1/2"**
FECHA : 22/11/2018

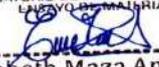
Peso de la muestra (gr.) : 5002
Método : B
Número de esferas : 11
Número de revoluciones : 500
Desgaste (%) : 17,00

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

NOTA : La muestra fue traída por el interesado de este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
LUBRIFICANTES


Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

RESISTENCIA A LA ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**
OBRA : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradacion del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : **Agregado Grueso 3/4"**
FECHA : 22/11/2018

Peso de la muestra (gr.) : 5003
Método : B
Número de esferas : 11
Número de revoluciones : 500
Desgaste (%) : 14,39

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

NOTA : La muestra fue traída por el interesado de este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA
ENSAYO DE MANTENIMIENTO

Ing. Elizabeth Maza Alvarado
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

RESISTENCIA A LA ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

SOLICITA : **Celedonio Gargate Luis Enrique**
OBRA : "Resistencia a la Compresion de un Concreto de Alta Resistencia con Gradacion del Agregado Grueso, 3/4" y 3/8" Huaraz"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : ORION
MATERIAL : **Agregado Grueso 3/8"**
FECHA : 22/11/2018

Peso de la muestra (gr.) : 5000
Método : B
Número de esferas : 11
Número de revoluciones : 500
Desgaste (%) : 15,32

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

NOTA : La muestra fue traída por el interesado de este laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : CELEDONIO GARGATE LUIS ENRIQUE

OBRA : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"

FECHA: 05/09/2018

F'c : 800 kg/cm²

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
	ELEMENTO	KM.	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm ²	(%)
1	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	412,1	51,5
2	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	387,5	48,4
3	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	445,2	55,7
4	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	458,3	57,3
5	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	445,0	55,6
6	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	451,7	56,5
7	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	523,1	65,4
8	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	527,6	66,0
9	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	542,6	67,8
10	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	667,8	83,5
11	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	689,4	86,2
12	CONCRETO PATRON. TN - 1/2"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	694,7	86,8

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

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



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE ENsayos DE MATERIALES

Ing. Elizabeth

Ambrosio



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : CELEDONIO GARGATE LUIS ENRIQUE

OBRA : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"

FECHA: 05/09/2018

F' C : 800 kg/cm2

Nº	TESTIGO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO			MOLDEO	ROTURA			
1	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	394,9	49,4
2	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	386,1	48,3
3	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	388,5	48,6
4	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	496,7	62,1
5	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	426,6	53,3
6	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	444,9	55,6
7	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	518,2	64,8
8	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	518,8	64,9
9	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	508,9	63,6
10	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	650,2	81,3
11	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	604,1	75,5
12	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/4"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	625,1	78,1

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

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



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

Jng. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : CELEDONIO GARGATE LUIS ENRIQUE

OBRA : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CON GRADACION DEL AGREGADO GRUESO, 3/4" Y 3/8", HUARAZ"

FECHA: 05/09/2018

F' C : 800 kg/cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	PROGRESIVA KM.	SLUMP (")	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
1	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	452,5	56,6
2	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	456,3	57,0
3	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	09/08/2018	3	462,3	57,8
4	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	519,5	64,9
5	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	508,7	63,6
6	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	13/08/2018	7	524,4	65,6
7	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	677,9	84,7
8	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	656,3	82,0
9	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	20/08/2018	14	694,7	86,8
10	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	717,1	89,6
11	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	746,0	93,3
12	CONCRETO EXPERIMENTAL. TN - 3/8"	-	-	06/08/2018	03/09/2018	28	781,0	97,6

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

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



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

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE