

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Influencia de la gradación de agregado grueso en la
resistencia de un concreto de alta resistencia, Chimbote**
2023

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

Autor:
García Bazán Cecilia Milagros

Asesor:
Miguel Solar Jara
ORCID: 0000-0002-8661-418X

Cajamarca - Perú

2024

INDICE

Indice general	i
Indice de tablas	ii
Indice de figuras	v
Palabra clave	vi
Constancia de similitud	vii
Titulo	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. Introduccion	1
II. Metodología	34
III. Resultados	37
IV. Analisis y discusión	68
V. Conclusiones	70
VI. Recomendaciones	71
VII. Referencias bibliográficas	72
VIII. Anexos	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de los Usos del Concreto de Alta Resistencia de acuerdo Cerón & Manual del Constructor	10
Tabla 2: Comparación de Ventajas del Concreto de Alta Resistencia de acuerdo Ceron & Manual del Constructor	11
Tabla 3. Requisitos del concreto según resistencia Requisitos del concreto (Reglamento de Construcciones para el D. F.)	12
Tabla 4. Resistencia del Concreto de muy alta resistencia	14
Tabla 5. Usos Concreto de muy alta resistencia	14
Tabla 6: “Slump” en concreto de alta resistencia según uso de plastificante (antes de adicionar SP)	22
Tabla 7: Dimensión del máximo tamaño máximo de agregado grueso	22
Tabla 8: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para agregado fino con módulo de finura entre 2.5 – 3.2)	23
Tabla 9: Requisitos de cantidad de agua para mezclar y cantidad de aire, según TMN agregado grueso (arena con 35% de vacíos)	24
Tabla 10: Relación agua/materiales cementicios para concretos sin súperplastificante	25
Tabla 11: Relación agua/cemento en concreto con aditivo súperplastificante	25
Tabla 12: Porcentaje de reemplazo de fly – ash	26
Tabla 13: El concreto como un sistema de 3 componentes	28
Tabla 14: Resistencia del concreto de alta resistencia	35
Tabla N°15: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra Patrón de 1/2” – Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	37
Tabla N°16: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra de 3/4” – Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	39
Tabla N°17: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra de 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	41
Tabla N°18: Granulometría del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	43
Tabla N°19: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD de Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	45

Tabla N°20: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado Grueso. Piedra de 1/2” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	45
Tabla N°21: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado Grueso. Piedra de 3/4” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	45
Tabla N°22: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado Grueso. Piedra de 3/8” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023	46
Tabla N°23: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	46
Tabla N°24: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	47
Tabla N°25: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	47
Tabla N°26: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	48
Tabla N°27: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	48
Tabla N°28: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	49
Tabla N°29: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	49
Tabla N°30: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	50
Tabla N°31: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	52
Tabla N°32: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	53

Tabla N°33: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023	54
Tabla N°34: Gravedad Específica del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	55
Tabla N°35: Proporciones en PESO de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia	62
Tabla N°36: Proporciones en VOLUMEN de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia	62
Tabla N°37: Resistencia del concreto de alta resistencia Patrón (Piedra 1/2”)	63
Tabla N°38: Resistencia del concreto de alta resistencia (Piedra 3/4”)	64
Tabla N°39: Resistencia del concreto de alta resistencia (Piedra 3/8”)	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agregado Grueso /Gravas (piedra titurada)	18
Figura 2: Agregado Fino/ arenas (arena gruesa)	19
Figura 3: curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra Patrón de 1/2” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023	38
Figura 4: Curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra de 3/4” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023	40
Figura 5: Curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra de 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023	42
Figura 6: Curva granulométrica de Agregado fino. Arena gruesa Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023	44
Figura 7: Peso unitario del Agregado Grueso. 1/2”, 3/4” y 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023	50
Figura 8: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 1/2” según días de curado- 2023	63
Figura 9: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 3/4” según días de curado – 2023	64
Figura 10: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 3/8” según días de curado – 2023	65
Figura 11: comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos de alta resistencia según días de curado – 2023	66
Figura 12: Porcentajes de la resistencia en referencia de la resistencia $F'c=$ 350 kg/cm ² – 2023	67

PALABRAS CLAVE

Tema : Resistencia a la compresión
Especialidad : Tecnología del concreto

KEYWORDS

Topic : Compression resistance
Especialidad : Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION

Línea : Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE
Área : Ingeniería y Tecnología
Sub área : Ingeniería Civil
Disciplina : Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Influencia de la gradación de agregado grueso en la resistencia de un concreto de alta resistencia, Chimbote 2023**" del (a) estudiante: **GARCIA BAZAN CECILIA MILAGROS**, identificado(a) con Código N° **2818100038**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 24 de abril de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

**Influencia de la gradación de agregado grueso en la
resistencia de un concreto de alta resistencia, Chimbote
2023**

RESUMEN

En la presente investigación se aporta información técnica acerca de la influencia de la granulometría del agregado grueso en la propiedad mecánica de mezclas de concreto de alta resistencia, a través de la elaboración de diseños, probetas, y su ensayo de resistencia de compresión, usando agregado grueso de la cantera el Diamante, en el centro poblado Cambio Puente, Chimbote.

Se realizó la determinación de las proporciones de materiales pétreos mediante el método ACI. Las probetas de concretos ensayadas fueron en periodos de curado de 7, 14 y 28 días. Las mezclas lograron superar la resistencia de diseño de 350 kg/cm² siendo el concreto de alta resistencia con piedra de 3/4" la que mejor resultados obtuvo con 366.49 kg/cm², superando a las otras mezclas con piedra de 1/2" y 3/8" que obtuvieron 361.0 kg/cm² y 358 kg/cm² respectivamente.

La influencia de la gradacion en las mezclas de concreto de alta resistencia es moderada y el agregado grueso de la cantera el Diamante en todos sus tamaños máximos evaluados logro alcanzar y superar las resistencias de diseño

ABSTRACT

This research provides technical information about the influence of the granulometry of the coarse aggregate on the mechanical property of high-strength concrete mixtures, through the development of designs, specimens, and their compression resistance testing, using aggregate. thickness of the El Diamante quarry, in the Cambio Puente town center, Chimbote.

The proportions of stone materials were determined using the ACI method. The concrete specimens tested were in curing periods of 7, 14 and 28 days. The mixtures managed to exceed the design resistance of 350 kg/cm², with the high-resistance concrete with 3/4" stone being the one that obtained the best results with 366.49 kg/cm², surpassing the other mixtures with 1/2" stone and 3/8" that obtained 361.0 kg/cm² and 358 kg/cm² respectively.

The influence of gradation on high-strength concrete mixtures is moderate and the coarse aggregate from the El Diamante quarry in all its maximum sizes evaluated managed to reach and exceed the design resistances

I. INTRODUCCION

ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTIFICA

Castañeda, Sigüenza, et al (2018), en el trabajo de investigación denominada: Obtención del concreto de alta resistencia a la compresión, por el método ACI, usando las canteras de la ciudad de Chimbote tuvo como objetivo general determinar el diseño de mezcla adecuado a usar cuando se diseña un concreto con alta resistencia ($f'c$ 350 Kg/cm²), usando agregados de distintas canteras en el ámbito de Chimbote. Para ello planteo objetivos específicos como seleccionar las canteras, determinar la relación agua cemento para un concreto con resistencia de diseño de 350 kg/cm², y evaluar las resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Llegando a las siguientes conclusiones: se seleccionaron 3 canteras Rubén, Samanco y la sorpresa; la relación a/c patrón, fue de 0.684, y SLUMP de 3" se utilizó el método ACI y con la gradación del agregado se consiguió un 20% más del valor de la resistencia a la compresión cuando se utiliza los mismos materiales.

Chavarry Boy (2018) en su tesis titulada: Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén, tiene como objetivo el de evaluar un material relativamente nuevo para ser usado en la elaboración de los concretos de alta resistencia, además de incorporar el polvo de granito, que se extrae de las partículas residuales del proceso de chancado de la cantera Talambo, en la provincia de Chepén, para ser usado como material aditivo de refuerzo para concreto; es de esta forma que se puede volver a utilizar un material propio del campo de la construcción. Teniendo como finalidad poder introducir en la fabricación del concreto el polvo de granito, se realizan evaluaciones de las propiedades del concreto fresco y concreto endurecido, llegando a obtener las adecuadas proporciones de las materias primas adicionando este nuevo material. la investigación logre entregar una propuesta de proporción óptima, la cual modifica algunas de las propiedades del concreto resultante, pero se confirma que se presenta un cambio gradual en los instantes en que se logra realizar la verificación de la propiedad mecánica más importante del concreto: la resistencia a compresión.

Pérez Héctor (2015) en su trabajo para optar a su título denominado “Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f'c = 800 \text{ kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera el Chiche - Cajamarca, aditivos y adición Mineral” plantea como su objetivo principal el poder conseguir el adecuado diseño de mezcla para elaborar con las óptimas proporciones un concreto de elevada resistencia, para el caso particular la resistencia de diseño fue de 800 kg/cm^2 , incluso se plantea diseños de mayor valor, todos los insumos para la elaboración usados han sido seleccionados de acuerdo a requisitos de la investigación, es así que se usó agregados de canteras de la ciudad de Cajamarca, se usó material de micro sílice, nano-sílice, material sintético superplastificante. Llegando a las conclusiones siguientes: se pudo conseguir apropiado diseño de mezcla con las adecuadas proporciones para una mezcla de resistencia a compresión $F'c = 800 \text{ Kg/cm}^2$, se aumentó 17% la resistencia a compresión pasado 28 días de curado porque llegó a un valor de 941.94 Kg/cm^2 cuando se utilizó 1.0%, 5% y 1% de los aditivos: Sikament 290 - SikaFume y Gaia/Nanosílice.; y se consiguió determinar que existe una gran influencia del aditivo superplastificante de micro y de nano sílice. Al máximo periodo de curado (28 días), y con los concretos que se elaboraron usando microsilice, nanosilice y superplastificante en 10%, 2% y 1% respecto al peso del cemento de diseño se obtuvo aumentar los valores de la propiedad mecánica de resistencia a compresión.

Según la tesis para obtener el título profesional de ingeniera civil, desarrollada en la Universidad Nacional de Ingeniería, por la bachiller Patricia A Vilca(2013), a la cual denominó “Obtención de concreto de alta resistencia”, logro desarrollar una apropiada tecnología que logra diseñar óptimamente concretos de elevada resistencia, para usos especiales, siempre que se pueda hacer uso de aditivos superplastificantes, y de material adicionado de partículas de microsilice. La investigación siguió una metodología que permitió optimizar las proporciones de los agregados finos y gruesos con el cemento portland de referencia, para luego diseñar concretos de alta resistencia adicionándoles partículas de micro sílice y comparándolos.

Alfaro J. (2016) desarrolló para obtener su grado de maestría en ingeniería aplicada, en la Universidad Veracruzana, un estudio llamado: "Análisis costo – beneficio de uso del concreto de alta resistencia (>800 kg/cm²) para la región de Veracruz" planteó como su objetivo general realizar un seguimiento a los principios generales que algunos autores especialistas e investigadores han realizado y que permiten a la fecha se pueda desarrollar acciones o procedimientos que permiten obtener concretos de alta resistencia en tiempos relativamente cortos, teniendo como requerimiento específico que se utilicen los insumos del concreto con iguales características y condiciones que presentan cuando se utilizan en obra. Otro de los importantes hallazgos del estudio es la determinación que los agregados; fino y grueso no es un requisito indispensable para que se elabore una mezcla de concreto, mas aun cuando se trata de un concreto de elevada resistencia. Se logra establecer que es indispensable que se utilice el basalto cuando se busca elevados valores para la resistencia a la compresión, y cuando se requiere un buen comportamiento elástico (moldeabilidad) se determina que es conveniente el uso de calizas. Las conclusiones a las que llegó la investigación son válidas en la ciudad de México, debido a que los materiales del estudio fueron extraídos de canteras en el entorno del área urbana de ciudad de México. La investigación no logró emplear un mezclado de alta velocidad, ni tampoco se hizo un proceso de re-vibrado, tampoco se realizó maniobras o procedimientos usuales en las plantas concretoras o en las obras con el objeto de aumentar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia diseñado. Por tanto el estudio indica que las pruebas que toman en consideración estos aspectos benefician a la propiedad mecánica de la resistencia a compresión.

Bedon (2017), En su tesis doctoral que lleva por título: "Diseño óptimo para obtener concretos de alta resistencia para obras Civiles en Zonas Alto Andinas del Perú", desarrollado en la ciudad de Huaraz, tiene por objetivo abordar la problemática que relaciona la necesidad que se tiene por determinar una óptima dosificación para un diseño de concreto de alta resistencia, que son usados para soportar esfuerzos estructurales en las edificaciones ubicadas en la región de Huaraz y/o zonas alto andinas del país. esta investigación surge como respuesta para ser aplicada en las distintas estructuras que forman parte de los proyectos inmobiliarios actuales que van en aumento sobre todo en el aspecto comercial y habitacional. El

autor toma como referencia la ciudad de Huaraz por su auge inmobiliario, y por ser capital de departamento. Se tiene que diseñar un determinado tipo de concreto de alta resistencia, que cumple con los requisitos mínimos de las distintas obras civiles en las que el material concreto cumple la más importante función estructural en las zonas alto andinas del país, el uso de los materiales pétreos en los concretos es de la zona de Huaraz y zonas cercanas. La investigación permite obtener conclusiones que aportaran al ámbito de la ciudad de Huaraz y son entre otras:

- Para un diseño de concreto de alta resistencia de $F'c$ 280 Kg/cm², y usando agregados de la zona, se consiguió elevar casi el doble y sin adicionar microsilice y aditivos, la resistencia a compresión a los 28 días de curado se llegó a 585. Kg/cm²,
- El concreto de alta resistencia tiene un comportamiento estructural que presenta las siguientes condiciones:
 - Los aditivos aumentan la resistencia a compresión.
 - El concreto patrón logra 585 kg/cm²
 - El concreto + aditivo logra aumentar 2% llegando a 634 kg/cm²
 - El concreto + microsilice logra aumentar 2.3% llegando a 784 kg/cm²

A nivel mundial y nacional, la actividad económica mas importante es el de la Construcción, esto conlleva a un mayor proceso de extracción de materiales pétreos y demás para la producción del cemento: calizas y silicatos, así como materiales contenidos de carbono para la fabricación de acero de construcción. Este aumento eleva directamente en nuestras ciudades y el Perú, la necesidad o demanda de materiales no solo acero y cemento sino también los agregados naturales, por lo que se aumenta la extracción de materias primas y en consecuencia se incrementa la contaminación ambiental durante su proceso de obtención.

Se tiene la particularidad que los materiales que se usan en la construcción son variados e irremplazables : cemento, arena , piedra, agua primordialmente; con una buena calidad de ellos se logra tener una garantía de adecuado servicio y duración del concreto.

Pero ante ello aparecen otras alternativas de materiales que ofrece condiciones durante el proceso constructivo, y o mas importantes es que son materiales renovables que consiguen los mismos resultados controlados por profesionales que aplican criterios técnicos que serán de aplicación de beneficio sobre todo en el aspecto ambiental y económico.

La ejecución de los proyectos civiles indirectamente provoca efectos negativos al medio ambiente es por eso que en la actualidad se trata de innovar con la utilización de nuevos materiales que permitan obtener resultados adecuados.

De acuerdo a la sostenibilidad de los materiales en la zona de uso se busca la utilización de ellos en los proyectos civiles con el objetivo de disminuir los costos de producción por ejemplo del concreto, morteros o pastas, pero otra gran contribución de estos materiales alternativos es la reducción de la contaminación ambiental.

La presenta investigación plantea un uso nuevo al material que se localiza en la zona y que esta provocando una contaminación al medio ambiente y lo mas problemático es que esa contaminación y daño se amplía a los trabajadores en la caso especifico de la cantera de Talambo Chepen

El agregado fino (arena gruesa) es obtenida de los residuos de un proceso de trituración de las gravas, dicho proceso genera polvo en suspensión en el aire que afecta las vías respiratorias de los trabajadores, luego es también transportada de un punto a otro de la cantera por bandas en las cuales también se genera polvareda, por ultimo de almacena en espacios al aire libre, por lo que se ve afectado por las ráfagas de viento esporádicas que generan polvareda.

Fundamentación científica

Concretos.

El material concreto posee una estructura interna de forma heterogénea y sobre todo muy compleja, esta estructura es responsable de la dificultad en poder predecir con un elevado grado de exactitud el comportamiento mecánico y físico que este material obtendrá finalmente.

Es sabido que la estructura al ser heterogenea esta se mantendrá estable, porque la pasta de cemento evoluciona a lo largo del tiempo del proceso de hidratación

en todo el intervalo de la zona de transición con la temperatura y con la humedad que rodea a la mezcla.

El proceso de hidratación de una mezcla puede producir la durabilidad deficiente debido a varios factores que pueden ser muy complejos y dependen de que tipo de elementos están formando, de la calidad de las materias primas utilizadas: agregados, cemento y agua, entre otros factores que ya se indicaron anteriormente (O'reilly, 2010 , p. 43).

Según la Norma Técnica Peruana E-060 se tiene que para la resistencia de un concreto estructural se ha de considerar un valor mínimo de diseño de 17mpa o 173.37 kg/cm², estos requerimiento de resistencia de diseño deben comprobarse en ensayos de roturas aplicadas en especímenes cilíndricos que son elaborados, curados y ensayados según los siguientes condiciones:

- Uso de laboratorios certificados
- Las probetas que sirven de muestras se han de escoger según la norma ASTM C-172 (Practica estándar para el muestreo del concreto recién mezclado o concreto fresco)
- Los especímenes cilíndricos para las roturas deben de haber sido elaborados y curados en los ambientes del mismo laboratorio según la norma ASTM C-31m (Practica estándar para elaborar y curar especímenes de prueba concreto in situ)
- Se debe ensayar de acuerdo a la norma ASTM Cc-39m (Metodo de ensayo para la resistencia a compresion de especímenes cilíndricos de concreto)
- La resistencia obtenida se debe considerar satisfactoria si esta logra cumplir :
 - a) Cada promedio aritmético de tres ensayos consecutivos es igual o mayor que la resistencia de diseño,
 - b) Un resultado individual del ensayo es menor que la resistencia de diseño en mas de 3.5 mpa, y cuando es mayor cuando f_c es 35 mpa; o menor que la resistencia de diseño en mas de 0.1 mpa, y cuando es mayor cuando f_c es 35 mpa;
 - c)

- Los tres requisitos se han de cumplir en su totalidad, si uno de ellos no se cumpliera deben de incrementarse el numero de especímenes para que el promedio se establezca con mayor certeza. Si no se satisface los 3 requisitos se tiene que realizar una investigación de los especímenes de baja resistencia para evitar que se influya en los resultados posteriores sobre todo en las resistencias de concreto elaborados con los mismos procedimientos y materiales.

TIPOS DE CONCRETO

Los tipos de concreto de acuerdo a su tipificación por parámetros de su composición de mezcla podemos distinguirlos en :

- Concreto simple
- Concreto armado
- Concreto armado con refuerzo
- Concreto ciclópeo

De acuerdo a la normatividad vigente, esta señala una mayor cantidad de tipos del concreto, específicamente 8 tipos de concreto, los cuales se mencionan y describen a continuación, concreto:

Simple_: Es aquella mezcla de agregado fino y grueso, aglomerante y agua que posee refuerzo alguno y tiene menor cantidad de aglomerantes que el mínimo exigido para el concreto armado.

Armado : es aquella mezcla que posee refuerzo de acero en una cantidad mayor o igual de la que solicita la norma, en este caso la resistencia de los esfuerzos es realizada por ambos materiales.

De peso normal: es aquella masa de concreto que pesa aproximadamente 2300 kg/m³.

Prefabricado: es un elemento de concreto puede ser con o sin reforzamiento, el cual se ha fabricado en una ubicación diferentes a donde será la disposición final de la estructura.

Ciclópeo: es el primer concreto al cual se le adiciona piedras grandes o bloques , además de no poseer refuerzo de acero.

De cascote: es la mezcla conformada por aglomerante, agregado fino, partículas de ladrillo(cascote) y agua.

Premezclado: es una mezcla que se ha dosificado en planta y se ha elaborado y mezclado en ella o en camiones mixers, para luego ser transportados al lugar donde será la disposición final para conformar las estructuras, ya sea de concreto simple o armado

Bombeado: es el concreto llega al punto de conformación de la estructura a través de una impulsión por bombas, mediante tuberías.

CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA

El material llamado concreto que elaborado con el cemento portland, en la actualidad a nivel mundial es el material que mayor uso tiene en la industria de la construcción por sus elevadas propiedades ingenieriles, de su acabado final respecto a la estética de los elementos que conforma y al bajo costo que representa su elaboración.

El diseño de las mezclas de concreto de manera tal que se puede tener una gran cantidad de propiedades ingenieriles como las mecánicas de resistencia a la compresión, resistencia a la torsión, resistencia a la flexión, entre otras, y también respecto a su durabilidad a lo largo del tiempo y condiciones ambientales; siempre que estos diseños cumplan con los requisitos estructurales y de arquitectura.

La mezcla del concreto en su estado solido o endurecido debe ser capaz de soportar de forma adecuada cargas que compresión, tracción, flexocompresion, etc, del material que conforma elementos estructurales especificados en cada proyecto de construcción.

La resistencia a la compresión del concreto aumenta con el paso del tiempo y esta en función del proceso químico interno de hidratación, el cual es relativamente lento alrededor de los 28 días, estas resistencias se han de ir evaluando periódicamente en condiciones normalizadas según normas.

Los ensayos que se somete al concreto son diversos y tiene por tanto distintos fines, pero se debe mencionar dos fines importantes, según Vilca (2013):

- Control de calidad
- Cumplimiento de especificaciones técnicas.

Estas dos condiciones antes mencionadas y de suma importancia al momento de diseñar la mezcla, difieren cuando se trata del tipo de aplicación final que tendrá el concreto ya sea en la construcción de un túnel, edificio, pavimento, pisos, losas, escaleras, etc. en caso contrario y no hay un requisito especial se empleará un concreto convencional con propiedades comunes.

Alfaro (2016), indica que las mezclas de concreto diseñadas para conseguir altas resistencias tienen limitaciones de carácter tecnológico, pese a ello debemos saber que como técnicos, asumimos retos para que estos no representen limitaciones absolutas o infranqueables logrando encontrar las excepciones. Los diseños de alta resistencia se han venido elaborando desde la década de los sesenta, y en la actualidad solo se ha masificado su comercialización y uso común en algunas ciudades del mundo tales como Chicago, Toronto, Sattle y en otros países en forma aislada.

En las ciudades antes mencionadas, los equipos de trabajo conformados por: diseñadores, empresas dedicadas a elaborar concreto, empresas constructoras, laboratorios e investigadores, han logrado utilizar masivamente este material con un gran comportamiento físico y principalmente mecánico, logrando obtener cada vez mejores y mas altos valores en las resistencias. Lo cual permite construir edificios, pavimentos, losas, puentes, con luces mas largas, que antes solo se podría utilizar otros materiales.

Tabla 1: Comparación de los Usos del Concreto de Alta Resistencia de acuerdo Cerón & Manual del Constructor.

Usos del concreto de alta resistencia	
Según Cerón (2013)	Según Manual del Constructor (2012)
- Muros de rigidez.	- Columnas esbeltas y traveses en edificios altos o rascacielos.
- Columnas y traveses en edificios de oficina, departamentos centros comerciales, hoteles y rascacielos.	- Secciones de puentes con claros largos o muy largos.
- Tables de gran claro pre – esforzadas.	- Sistema de transporte
- Estructuras costeras, sanitarias y militares, etc.	- Estructuras costeras, sanitarias, militares, etc.
- Bóvedas de seguridad.	- Pisos más resistentes al desgaste.
- Elementos prefabricados.	

Fuente: Elaboración Propia , basado “manual de constructor y Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia”.

Tabla 2: Comparación de Ventajas del Concreto de Alta Resistencia de acuerdo Ceron & Manual del Constructor.

Ventajas de un concreto de alta resistencia	
Según Cerón (2013)	Según Manual del Constructor (2012)
- Mejora la protección contra la corrosión del acero de refuerzo	- Ofrece valores de resistencia a la compresión entre 400 y 900 kg/cm ² , de muy alta durabilidad y baja permeabilidad.
- La estructura tiene un menor costo en comparación con otras diseñadas en acero.	- Mejora la protección a la corrosión del acero de refuerzo.
- Presenta una mayor resistencia a la erosión.	- La estructura tiene un menor costo en comparación a otras elaboradas con acero.
- Incremento del área rentable (consecuencias de la reducción de secciones).	- Presenta mayor resistencia a la erosión.
- Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas.	- Se aprovecha un área mayor en las plantas más bajas de edificios altos o muy altos.
- Posee alta fluidez que hace posible su colocación aun en zonas congestionadas de acero y refuerzo.	- Debido a la baja relación agua/cemento se logran concretos muy durables, e muy baja permeabilidad, y de alta resistencia.
- Posible reducción de la cuantía de acero de refuerzo según el proyecto.	- Requiere menos obras de infraestructura en puentes de gran claro.
- Menor flujo plástico (<u>creep</u>).	- Menor peso de la estructura.
- Alto módulo de elasticidad.	- Su alta consistencia permite bombearlo a grandes alturas.
- Usando losas, permite una remoción temprana de la cimbra de contacto y permite incrementar el espaciamiento del <u>repuntalamiento</u> .	- Posee muy alta fluidez siendo posible si colocación aun en zonas congestionadas de acero de refuerzo.
- Menores pérdidas de <u>pre-esfuerzo</u> .	- Se puede lograr tener una alta resistencia a la compresión a edad temprana.
- Se incrementa la capacidad máxima a flexión en traves de sección sólida.	

Fuente: Elaboración Propia, basado “manual de constructor y Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia”.

Tipos de concreto:

La mezcla de concreto esta conformada por aglomerante + agua + grava (agregado grueso) + arena gruesa(agregado fino) +aditivo + aire. Para los concretos que cumplirán solicitudes especiales se les debe adicionar a la mezcla elementos minerales como las cenizas volantes o los colorantes. El concreto en su estado fresco tiene una consistencia fluida, es por esa razón que es posible realizar el moldeado del material incluso pasada algunas horas de su elaboración, esto debido a que su proceso de fraguado inicial puede ser retardado y es a partir de allí que se origina el endurecimiento y por ende gana resistencia al pasar el tiempo. (Neville 1999)

Tabla 3. Requisitos del concreto según resistencia

Requisitos del concreto (Reglamento de Construcciones para el D. F.)

Tipo	Peso volumétrico (kg/cm3)	Resistencia a compresión (kg/cm2)	Módulo de elasticidad (kg/cm2)
De resistencia normal-Clase 1	> 2200	250 - 400	11000 f'c (b) 14000 f'c (c)
De resistencia normal - Clase 2	1900 - 2200	200 - 250	8000 f'c
De alta resistencia	> 2200	400 - 700	8500 f'c + 50000 (b) 8500 f'c + 110000 (c)

Fuente: Elaboración propia basado en Reglamento de Construcciones para D.F.-México.

En las estructuras de reglamento de construcción se establece que los requerimientos del concreto para fines estructurales y obras comunes que solicitan una resistencia normal y especiales se aplicaran a todos los tipos de concreto que reconoce la normatividad. La información presentada en la tabla 3, muestra los requisitos respecto a las característica que se han de considerar según la resistencia deseada, por ejemplo un concreto de resistencia tipo 1 debe tener un peso volumétrico mayor a 2200 kg/m³, debe tener una resistencia a compresión entre 200 y 450 kg/cm² y por ultimo indica que su módulo de elasticidad debe estar comprendida en entre 14000 y 11000f'c; estas 3 características son primordiales para un uso de concreto en los elementos estructurales de las obras civiles

específicamente en los que se elaboran de concreto estructural de alta resistencia y también de concretos ligeros.

Una mezcla de concreto convencional está conformada por grava, arena gruesa, cemento, agua y aire, este tipo de concreto es común utilizarlo en cimentación, vigas, columnas, losas, de las edificaciones que solicitan resistencias a compresión en el intervalo 150 a 400 kg/cm².

La mezcla con requerimientos especiales como el concreto de alta resistencia, tiene que elaborarse de forma especial, desde su etapa de diseño de tal forma que cumpla con las características específicas que se requieren en los elementos estructurales. Estos deben poseer elevada resistencia, peso volumétrico alto, un grado elevado de resistencia a agentes químicos, y a agentes externos del clima así como al tránsito que va a soportar a lo largo de su vida útil.

Para conseguir estas condiciones especiales, es necesario además de los materiales convencionales utilizar adiciones de agentes químicos o minerales. También se puede usar procedimientos de mezclado especiales y mecánicos, así como en la etapa del transporte, colocación y el curado correspondiente.

En la actualidad un concreto de alta resistencia se utiliza generalmente en edificaciones con gran altura, puentes de grandes luces, túneles y presas de gran dimensión que están sujetas a grandes esfuerzos e intemperismo; estas construcciones necesitan elevadas resistencias, larga durabilidad y un elevado módulo de elasticidad.

Hace un lustro los concretos con una resistencia a compresión de 350 kg/cm² (34.3 MPa) eran reconocidos como concretos de alta resistencia, en la actualidad ese valor es considerado un valor de resistencia normal. Para fines del siglo pasado las resistencias a compresión de 400 a 500 kg/cm² (39.2 Mpa – 49.1 Mpa) se usan con cierta normalidad en los países desarrollados o del “primer mundo”, En la actualidad se producen concretos que llegan a duplicar esos valores de resistencia.

El continuo incremento de la resistencia en el concreto ha sido de forma gradual al paso del tiempo, gracias a los trabajos de investigación que aportan elementos que permiten concretos con elevadas resistencias. Se establece en estos tiempos

concretos de alta resistencia presentando una clasificación de 4 clases, teniendo como eje principal es su promedio de resistencia y la factibilidad de conseguir esta gran resistencia.

Tabla 4. Resistencia del Concreto de muy alta resistencia

Clase	Resistencia a la compresión	
	(kg/cm ²)	(MPa)
I	750	75
II	1000	100
III	1250	125
IV	Superior a 1500	Superior a 1500

Fuente: Elaboración propia basado en Reglamento de Construcciones para D.F.-México.

Tabla 5. Usos Concreto de muy alta resistencia

Tipo de concreto	Usos / características
Alta	En cimentaciones especiales, edificios de concreto de gran altura y puentes
Alto módulo de elasticidad	En cimentaciones especiales, edificios de concreto de gran altura y puentes
Resistencia a la abrasión	Pavimentos, pisos industriales con tránsito pesado de maquinaria o vehículos, y obras hidráulicas.
Mayor durabilidad y vida útil prolongada	En obras publicas tales como: presas, aeropuertos, puertos, puentes, carreteras y túneles.
Baja permeabilidad	En concretos que proporcionan protección a los aceros de refuerzo ante la corrosión, en obras marítimas, plantas de tratamiento y plantas industriales.
Resistencia al ataque químico	En obras ejecutadas como hospitales, plantas agrícolas o industriales donde se utilizan sustancias acidas.
Alta resistencia a la congelación y deshielo	Estructuras de concreto que están expuestas al intemperismo climático de bajas temperaturas
Tenacidad y resistencia al impacto	En plantas industriales, talleres mecánicos, garajes, muelles, etc.; donde es necesarios elevada resistencia y dureza superficial del concreto

Fuente: Elaboración propia basado en Reglamento de Construcciones para D.F.-México.

Esta clasificación de los concreto de alta resistencia presentados en la tabla 4, no se han generado desde un punto de vista académico, o por ser múltiplos de 25 megapascales, sino que se han definido por la correspondencia que tienen a las barreras tecnológicas de la actualidad, empero, ha de reconocerse que no son límites absolutos y son susceptibles de poder encontrar algunas excepciones.

La investigación en el campo de los concretos de alta resistencia señala que es indispensable emplear algunas características especiales de los materiales que compondrán el concreto y también en los pasos o procedimientos usados en el mezclado y dosificado de estos, a continuación, se muestran algunas de estas consideraciones a tener:

- **Respecto al material aglomerante:**

Se debe considerar primordialmente el cemento portland, recomendando el tipo I y tipo II, que contengan cantidades significativas de silicatos tricálcico, elevada finura de sus partículas, y uniformidad en su composición química.

- **Respecto al agregado grueso:**

Se considera así a la piedra chancada, zarandeada o también se le conoce como grava, la cual debe contar con elevada resistencia mecánica, lo que se confirma mediante su porcentaje de desgaste en la prueba de abrasión de la máquina de los Ángeles. Su origen debe ser geologicamente sana, con reducido nivel de absorción, contar con adecuada adherencia, tamaño pequeños, alta densidad (origen volcánico).

- **Respecto al agregado fino:**

Se considera así a la arena gruesa, la cual debe presentar unas partículas que al ser evaluadas según su diámetro una buena gradación, debe contener bajos contenidos de material plástico y respecto a su módulo de fineza ha de estar siempre controlado aproximadamente cercano a 3.0

- **Respecto al agua:**

Debe ser potable y cumplir con las normas establecidas, no debe contener sales, una baja turbidez (cristalina), o debe tener residuos orgánicos y no debe contar con partículas en suspensión.

- **Respecto a los aditivos:**

Se recomienda el empleo de algún aditivo o alguna combinación de estos aditivos químicos, que pueden ser de acuerdo a las solicitudes serán plastificantes, retardantes, acelerantes, etc; o también aditivos minerales como las cenizas volantes, partículas de microsilice y las escorias de altos hornos.

- **Respecto a la mezcla:**

Se ha de considerar para estos concretos las relaciones de agua cemento muy bajas, entre los valores de 0.25 a 35, además de que los periodos de curado deben ser más controlados y por más tiempo; la compactación del concreto se recomienda que sea a presión y por confinamiento de la masa en ambas direcciones X y Y.

- **Respecto a los procesos de mezclado:**

Se ha de incorporar de forma selectiva los componentes del concreto, primero se a de mezclae de forma uniforme el aglomerante y el agua haciendo uso de una revolvedora de alta velocidad y posteriormente de realiza el revibrado del concreto.

Relación agua/cemento

Esta relación representa el indicador más importante e imperativa de un concreto la cual se determina considerando el agua de la mezcla y el aglomerante.

Esta curva que relaciona dos parámetros tendrá modificaciones cuando se utiliza aditivos plastificantes o superplastificantes: las relaciones A/C para resistencias entre 6000-7000 psi son amplias, mientras que para relaciones de diseños para resistencias entre 7000-14000 psi deben estar considerados entre el intervalo 0.25 a 0.40, sin contar con aditivos acelerantes.

Relación arena/grava

Este parámetro de evaluación es fundamental y es poco común que se evalúe, pero en las condiciones de concretos de alta resistencia es indispensable considerar esta relación ya que depende de la caracterización física de los agregados y de su contenido dentro de la mezcla sea alto afectará directamente los contenidos del agua en la mezcla. esta relación permite controlar la propiedad física de la trabajabilidad y manejabilidad del concreto fresco durante el proceso de colocación. Inicialmente se ha de considerar unos valores entre 0.35 a 0.43 para esta relación, posteriormente se ira ajustando de acuerdo a las cantidades de arena según las condiciones que presenta al colocarlo y de su resistencia final.

Asentamiento:

Para los concretos de alta resistencia se recomienda mezclas con asentamiento mayores a 8", si los asentamientos o Slump se encuentra entre el rango de 4" a 6" se apreciarán durante el proceso inicial dificultades con la manejabilidad en la obra por el efecto que produce la viscosidad y su peso. Para cuando el asentamiento se plantea de 9" permite una mejor manejabilidad en la etapa de colocación ya que presume de alta viscosidad, si fuera el caso es necesario completarlos con aditivos superplastificantes.

Los materiales pétreos: agregados

Estos materiales incorporan la masa a una mezcla de concreto, por lo que representan casi el 70% de esta, y deben considerar un uso gradual de los mismos de tal forma que permita la homogeneidad de la mezcla en su estado fresco y su heterogeneidad en su estado endurecido. Los agregados son materiales inertes su composición química no se interrelaciona en este ámbito con los materiales aglomerantes.

Su origen es la corteza terrestre y que por procesos de desintegración física, mecánica y química se logran transformas en partículas que se encuentran reunidas en formaciones que pueden ser sedimentarias, volcánicas o ígneas o metamórficas. La desintegración de las rocas también puede ser mecánica, debido a la necesidad de la industria de la construcción. Por lo que son de gran importancia en la mezcla

de concreto por su aporte físico y de dureza que aporta, ya que representan aproximadamente tanto la arena como la grava un 60 % hasta un 75 % del volumen de la masa de concreto.

Figura 1: Agregado Grueso /Gravas (piedra triturada)



Fuente: <https://www.maamsamcg.com/wp-content/uploads/2014/10/agregados-contruccion02.jpg>

El material granulado conformado por partículas de distintos diámetros se clasifican en gravas y arenas, estas partículas han sido formadas al paso de tiempo producto de acciones de la intemperie y la acción física del viento y el agua que traslada las partículas de un lado a otro ocasionando su fracturamiento.

Pero este proceso de partición natural se ve actualmente por la necesidad creciente de agregados reemplazados por un proceso mecánico es decir industrializado, estas llamadas piedras partidas o chancada o trituradas se originan del uso de las rocas naturales. Estas rocas naturales deben estar exentas de suciedad, deben ser de origen inorgánico e ígneo preferentemente, además de estar libres de sustancias que vayan a reaccionar químicamente con los aglomerantes y el agua.

La obtención de gravas y arenas se consigue por medios mecánicos y naturales desde las rocas madres, las cuales tiene distintos orígenes: volcánicas, sedimentarias y las metamórficas. Se recomienda el uso de agregados de origen

ígneo y si estos no tienen la presencia o ausencia de uno de estos tipos no se puede decir que el material es óptimo o deficiente. (Rivva 2011)

Figura 2: Agregado Fino/ arenas (arena gruesa)



Fuente: <https://canteracentro.com/assets/images/agregados/arenarelleno/2.jpg>

Para poder aceptar el uso de un agregado para emplearse en la fabricación de un concreto con características específicas para una obra, se debe toda la información de los ensayos de laboratorio realizados previamente de las propiedades físicas, mecánicas y químicas además de registro de los servicios bajo condiciones de otras obras civiles iguales.

Características

El material pétreo usado en el concreto debe cumplir para su empleo en una mezcla de concreto de alta resistencia con los requerimientos físicos y mecánicos, es decir que la grava y la arena gruesa usada como materia prima o insumo del concreto cumplan los requisitos exigidos según la normatividad vigente ASTM-C33.

El agregado Fino: Arena Gruesa

Según el autor Rivva (2011) las partículas de material petreo que poseen partículas redondeadas y una textura superficial lisa, poseen la capacidad de requerir menor

cantidad de agua durante el proceso de mezclado del concreto, razón por la cual de preferencia deben usarse para los concretos de alta resistencia.

En obra se puede aceptar que el agregado fino (arena gruesa) origina un efecto mayor en las proporciones que el agregado grueso.

Es de suma importancia la granulometría que posee el agregado fino, si en una mezcla de concreto existe un exceso del pasante por la malla #50 y #100 se aumentará la trabajabilidad, empero se hará necesario que el contenido de pasta aumente de tal forma que permita cubrir más área superficial de las partículas, esto también puede ocasionar que se necesite incluir más agua en la mezcla.

Un agregado fino debe estar exento de material contaminante como las arcillas y las micas.

El agregado Grueso: Gravas

Según Rivva(2011) Se ha logrado verificar que para la obtención de resistencias a compresión óptimas, cuando se tiene una cantidad elevada de cemento y por ende bajas la relación de agua-cemento, las gravas usadas para este concreto deben presentar una gradación de su tamaño de partículas en el orden de 1/2" o 12,7mm de diámetro hasta 3/8" o 9,5 mm. Pero también se usa con mucha regularidad la grava o piedra de tamaño 3/4" o 19,0 mm y de 1,0" o 25,4 mm

Esta demostrado que la resistencia aumenta cuando se reduce el tamaño de las partículas del agregado grueso debido a que los esfuerzos de adherencia se reducen porque el área superficial de las partículas aumenta.

El agregado grueso que proviene de procesos mecánicos de trituración produce altas resistencias en comparación con el agregado grueso natural o cantos rodados, por ello se debe contar con angularidad en las partículas, pero cuando la angularidad de las partículas es excesiva afectará a la trabajabilidad del concreto.

RESPECTO DEL DISEÑO DE UN CONCRETO DE RESISTENCIA ELEVADA

Condiciones generales de diseño:

La ejecución de elementos estructurales especiales con requerimientos o sollicitaciones específicas necesitan elaborarse con mezclas de concreto de elevada resistencia o también llamados concretos de alta resistencia, estos tipos de concreto se debe tener las siguientes condiciones en la etapa de diseño:

- Cuando se coloca el concreto en obras viales que necesitan apertura al servicio en una corta edad, 3 días de su colocación (pavimentos)
- En la construcción de edificaciones de gran altura y se necesita disminuir la sección de los elementos verticales como columnas o placas que permita ampliar el espacio interior disponible.
- En la construcción de súper estructuras como puentes de luces grandes que necesitan elementos de larga durabilidad.
- Cuando las obras necesitan requerimientos especiales, tales como: módulo de elasticidad, durabilidad, resistencia a la flexión, etc que se aplican en obras como cubiertas de graderías, cimentaciones, pisos industriales de alto tránsito, etc.

Proceso de diseño según American Concrete Institute 211-4

Concreto de Alta Resistencia:

La metodología o método que propone este Instituto Americano del Concreto y que asumimos en nuestro país bajo nuestra normatividad, tiene un rango de aplicación para concretos que de resistencia 450 kg/cm² hasta 840 Kg/cm² y que además se aplica a concreto de peso normal. El método para este tipo de concreto de alta resistencia es similar que para un concreto convencional donde primero se determina las cantidades de material que se requiere para elaborar una mezcla con características específicas tanto en su estado fresco como en su estado endurecido y con un costo mínimo. Se sigue un procedimiento paso a paso donde intervienen requisitos de resistencia y trabajabilidad que se desea lograr. Se tiene que realizar en campo los ensayos correspondientes que permitan cumplir los requerimientos.

A continuación se enumeran los pasos que considera el método:

1° paso:

Se debe seleccionar el Slump deseado y también la resistencia a compresión que debe alcanzar el concreto.

Tabla 6:
“Slump” en concreto de alta resistencia según uso de plastificante (antes de adicionar SP)

Concreto de alta resistencia	Super plastificante adicionado	Super plastificante no adicionado
slump	De 1” a 2”	De 2” a 4”

Fuente: Elaboración: Propia, de ACI-211-4

Pese a que los concretos de alta resistencia son producidos con éxito cuando se le adiciona superplastificante sin un slump definido es recomendable considerarlo entre 1” y 2”, esto garantizará la efectividad del aditivo con la adecuada cantidad de agua.

2° paso:

Seleccionar las dimensiones máximas del agregado grueso piedra según la tabla siguiente:

Tabla 7:

<i>Dimensión del máximo tamaño máximo de agregado grueso</i>	
Requerimiento en Kg/cm² de la resistencia	Tamaño máximo del agregado
Menor a 630.0	3/4” hasta 1.0”
Superior a 630.0	3/8” hasta 1/2”

Fuente: Elaboración: Propia, de ACI-211-4

El tamaño máximo del agregado no debe de superar la quinta parte de la medida mas baja de los lados del elemento o también la tercera parte del espaciamiento entre las varillas de refuerzo, según ACI.

3° paso:

En este paso se debe de realizar la selección de un óptimo contenido de piedra, este óptimo contenido tiene una dependencia de su durabilidad y de su dimensión máxima. Se recomienda un óptimo contenido de agregado grueso (grava) y se expresa en función del peso unitario compactado, tal como se presenta en la tabla 8 siguiente:

**Tabla 8:
Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (para
agregado 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: Elaboración: Propia, de ACI-211-4

El método recomienda el uso de arenas que posean un modulo de fineza entre un rango de 2,5 a 3,2, valores similares a la normatividad peruana que presenta los límites de 2.3 y 3.1

4° paso:

En esta etapa se hara la estimación de la cantidad necesaria de agua para la mezcla y el contenido de aire, los cuales se consideraran en cantidad (de aire o de agua)por unidad de volumen, necesario para un requerimiento del SLUMP independientemente del tamaño máximo, de la granulometría, de la forma de partícula, de cantidad de aglomerante y de uso de aditivo si fuera el caso.

Tabla 9:
Requisitos de cantidad de agua para mezclar y cantidad de aire, según
TMN agregado grueso (arena con 35% de vacíos)

Slump	Cantidad de agua para una mezcla en kg/m ³ considerando TMN de piedra			
	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 aditivo SP	3	2.5	2	1.5
Con aditivo SP	2.5	2	1.5	1

Fuente: Elaboración: Propia, de ACI-211-4

Como se considera una arena con 35% de vacíos se debe entonces realizar un ajuste a la cantidad de litros de agua para un metro cúbico de concreto se calcula utilizando la siguiente fórmula

$$\text{Cantidad de agua} = 4,72 \times (\text{Vol} - 35) \quad \dots \text{en Kg/m}^3$$

Al utilizar esta fórmula se tiene un nuevo valor reajustado de 4,72 K/m³, para cada punto porcentual de los vacíos del agregado fino.

5° paso:

En este paso se debe escoger los valores adecuados de la relación del agua y el cemento, para ello se utiliza las tablas 10 y 11.

El método recomienda una relación agua-cemento teniendo en consideración el tamaño máximo del agregado grueso como una función en el tiempo, es decir las resistencias que se consigan a los 28 días y a los 56 días.

A continuación, en la tabla 10, se presenta los valores de la relación A/C para los concretos que no se les adiciona superplastificante

Tabla 10:
Relación agua/materiales cementicios para concretos sin súper-plastificante

Resistencias promedios f'cr* kg/cm2	en	Edad (días)	Cantidad de agua en Kg/m3 según TMN de piedra			
			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

*el valor promedio de la resistencia ha de reajustarse y usar un valor de 0,9

Fuente: Elaboración: Propia, de American Concrete Institute. ACI-211.4.

Tabla 11:
Relación agua/cemento en concreto con aditivo súperplastificante

Resistencias promedios f'cr* kg/cm2	Edad (días)	Cantidad de agua en kg/m3 egun TMN de la piedra			
		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

**el valor promedio de la resistencia ha de reajustarse y usar un valor de 0,9

Fuente: Elaboración: Propia, de American Concrete Institute. ACI-211.4.

La tabla 11 se presenta valores de A/C solo para los concretos que se les adiciona superplastificante

6° paso:

En este paso se realiza el cálculo del contenido de cemento , del contenido en peso del material aglomerante por cada metro cúbicos de concreto, mediante la división del contenido de agua para el mezclado y el peso del cemento que se ha seleccionado.

7° paso:

Este paso determinar el proporcionamiento de las mezcla de prueba piloto, que permiten plantear inicialmente un proporcionamiento optimo, posteriormente se deberá ajustar los valores para complementar las cantidad precisas para la mezcla de concreto.

8° paso:

Este paso determina el proporcionamiento de las mezclas de concreto cuando se utiliza como aditivo el Fly-Ash. O cenixza volante. Esta incorporación provoca la reducción de las cantidades de agua en la mezcla, así como la reducción de la temperatura de hidratación, también los costos de producción.

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

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

Fuente: Elaboración: Propia, de American Concrete Institute. ACI.211-4

9° paso:

En este paso se realiza mezcla de prueba, siguiendo para cada una de ellas los pasos anteriormente descritos del 1°paso al 8°paso, cada muestra de prueba debe ser producida y evaluar de forma precisa su trabajabilidad y condiciones de resistencia.

10° paso:

En este paso se realiza los reajustes de las proporciones en peso y volúmenes de los materiales componentes de la mezcla en el orden siguiente:

- **Controlar el slump inicial**

Si este slump no cumple con los rangos establecidos del diseño se debe ajustar las cantidades de arenas para mantener constante la relación agua/mc.

- **Controlar las cantidades de aditivos**

Según las especificaciones técnicas del productor en cuanto a las máximas cantidades de uso por tanda. Y sus efectos que produce en la propiedad de la trabajabilidad.

- **Verificar cantidad de piedra.**

Después de haberse realizado pruebas del concreto y ajustado el slump requerido ha de determinarse si la mezcla es o no espesa, reduciendo la cantidad de agregado grueso o piedra se tendrá que compensar con el incremento la cantidad de agua y por consiguiente la cantidad de cemento.

- **Controlar la cantidad de aire en la mezcla.**

Si el contenido de aire es muy diferente a lo indicado en el proporcionamiento óptimo, se tendrá que ajustar la cantidad de arena.

- Respecto a relación agua/mc

Si no se logra alcanzar la resistencia de diseño las mezclas ajustadas deberán reducir la relación agua/mc.

11° paso:

Se realiza la elección de la más óptima combinación, siempre que las proporciones ya hayan sido reajustadas considerando alcanzar una trabajabilidad adecuada y una resistencia necesaria.

Consideraciones generales de materiales a usar en el diseño.

Según Portugal (2007), señala que para determinar el valor del peso específico del agregado grueso y fino no solo es necesario conocer la gravedad específica de los

mismos sino también considerar la importancia de la porosidad de estos material en la variación de su peso específico.

Por tanto se debe tener sumo cuidado en los ensayos de laboratorio para determinar el peso específico de los agregado, ya que esta propiedad física es sumamente importante y de gran relevancia en el diseño de un concreto, más aun cuando se trata de un concreto de alta resistencia, en donde es recomendable el uso de un agregado con valor igual o por encima de peso específico convencional. Los agregados con densidad elevadas por lo general son más densos y presentan mayor porosidad, por ende menor resistencia y elevada absorción, por tanto los agregados poco densos no son recomendables para concreto de alta resistencia, y podrías ser usados en concreto ligeros.

Tabla 13:
El concreto como un sistema de 3 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.

Fuente: elaboración propia basado en Portugal (2007)

El cemento

Es el aglomerante por excelencia usado en el mundo para la industria de la construcción, es el material más demandado e importante para la elaboración de una mezcla de concreto. Es aquel producto resultante de la mezcla de piedras calcáreas o calizas y las arcilla, las cuales se someten a un proceso de calcinación controlada a elevadas temperaturas que fluctúan entre los 1,400 °C y los 1,600 °C, llegando a formase luego de este proceso térmico un producto resultante con muchas propiedades hidráulicas llamado Clinker, para finalmente ser

pulverizado acompañándolo con pequeñas cantidades de piedra aljez y convertirse en el llamado cemento. Esta combinación de calizas y arcillas después de todo el proceso indicado se le conoce como el cemento portland que viene a ser el material aglomerante hidráulico molido y cuyas partículas realizaran el proceso de hidratación de una mezcla para luego generar un proceso de endurecimiento constante con el paso del tiempo debido a que entre sus componente existe una cantidad entre 4% a 5% de yeso.

La normatividad vigente reconoce en la Norma Técnica Peruana seis cementos:

Cemento tipo	Característica
I	De uso general
II	De moderada resistencia a los sulfatos.
II ó MH	De moderado calor de hidratación y resistencia a los sulfatos.
III	De altas resistencias iniciales.
IV	De bajo calor de hidratación.
V	De alta resistencia a los sulfatos.

Agua para mezclas de concreto y curado

El agua es el material indispensable para el inicio del proceso de hidratación del aglomerante por lo que es importante su estado, este debe ser limpio y estar libre de contener impurezas, se recomienda de forma general que sea potable.

Cuando una mezcla de concreto, mortero o pasta inicia su proceso de hidratación se origina por el proceso químico interno de reacción, la producción de calor, por consiguiente, la masa aumenta su temperatura y se expande volumétricamente, por lo que es indispensable controlar estas características más aún si se trata de grandes vaciados o vaciados de masivos como en obras tales como son: presas, diques, puentes, etc

Características importantes en los elementos de concreto de alta resistencia.

Según Bedón (2017) en su publicación denominada “Estructuras de concreto de alta resistencia” menciona que es una estructura aquella que se conforma por columnas. vigas, placas que forman un sistema adecuado para soportar y

transmitir cargas y esfuerzos. En las secciones de los puentes con luces bastantes grandes, en los sistemas de transporte de autopistas a distintos niveles estructuras de agua como reservorios elevados de gran capacidad de almacenamiento en tre otros deben ser elaboradas con los concretos que permitan soportar esos grandes esfuerzos es decir que sean concretos de alta resistencia. en tal sentido en un aporte de nuestra investigación de carácter aplicativo ya que experimentamos con concretos de alta resistencia usando distintas gradaciones para estimar el más conveniente y ser aplicados posteriormente a resistencias superiores, como 700 Kg/cm².

El módulo elástico de concreto

Este módulo se define por la relación que existe entre la deformación unitaria y el esfuerzo normal que es sometido el concreto. Para los esfuerzos de compresión y de tracción que son menores al límite de proporcionalidad de los materiales usados en la mezcla.

El módulo de elasticidad se calcula con las formula siguiente:

$$E_c = (w_c) 1,5 * 0,043 (f'c)^{1/2} \text{ (en MPa);} \quad (1)$$

$$E_c = 4700 (f'c)^{1/2} \text{ (en MPa). (NE E.060).} \quad (2)$$

Se utiliza la formula (1) para los concretos de resistencia con un rango desde los 1450 kg/m³ hasta 2500 kg/m³

Se utiliza la formula (2) para los concretos de peso unitario normal con un rango desde los 2300 kg/m³ hasta 2400 kg/m³

La resistencia a flexión

Es una propiedad mecánica muy importante en el concreto, corresponde al instante de falla por momentos en una viga (parte central de la luz) o de una losa sin reforzamiento. Esta propiedad se cuantifica o determina a través de aplicar cargas a las vigas de concreto cuya sección transversal es de 15 cm x 15 cm (6"x6") y su luz entre apoyos no debe ser menor a 3 veces su menor lado de la sección. Se expresa con el módulo de rotura (M_r), en las unidades de libras por pulgada al cuadrado o megapascuales. Los ensayos para determinar la -resistencia a la flexión son estandarizados mediante la norma ASTM C.78 con puntos de carga a tercios, y con la norma ASTM C.293 con punto de carga al centro

Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación pretende aportar teóricamente como se permitirá determinar la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia con la aplicación de un proceso preliminar de gradación de agregado grueso, el cual específicamente tendrá el tamaño máximo del agregado será de 3/8", 1/2" y 3/4", dichas variaciones en el tamaño del agregado grueso permitirá compararlos con el resultado de un concreto patrón de alta resistencia con el agregado que cumpla los requisitos granulométricos de la norma.

También el presente estudio, tiene una justificación social, ya que los resultados podrían generar una parte beneficiosa para la comunidad y su economía además que contribuirá a mejorar el uso sostenible de los agregados contribuyendo así con el medio ambiente.

La investigación posee una justificación técnica porque esta aborda una alternativa de mejora en la tecnología del concreto, que puede ser aplicado. 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.

Problema

Planteamiento del Problema:

La utilización de los agregados naturales y fabricados, en la elaboración de concretos y con el auge de obras de gran envergadura y dimensiones se requiere concreto que satisfagan esos requisitos mecánicos elevados para lo que es importante un concreto de alta resistencia en la parte no solo técnica sino también en lo económico, por tanto hay que aportar su sostenibilidad de los agregados gruesos, particularmente en nuestro contexto es la cantera de cambio Puente, donde se pueda planificar e implementar los materiales más adecuados para la construcción, por lo que aparece una necesidad para la búsqueda de alternativas de estas materias con óptimo desempeño y contribuyan a minimizar los costos, sin reducir la calidad del producto final: el concreto de alta resistencia.

En el presente trabajo de investigación se realiza la propuesta para utilizar agregado grueso: piedra chancada proveniente de la cantera El Diamante localizada en el centro poblado Cambio Puente, con un tamaño máximo entre 3/8”, 1/2” y 3/4”, para elaborar concretos de elevada resistencia a compresión, logrando así determinar la influencia de la gradación y su aplicación en la construcción, teniendo en las conclusiones alternativas de reducción de costos y sostenibilidad del producto, para los concretos de alta resistencia.

Formulación del problema:

¿Cuál es la influencia de la gradación del agregado grueso de 3/8”, 1/2” y 3/4”, en la resistencia a la compresión de los concretos de alta resistencia Chimbote, 2023?

Conceptualización y operacionalización de las variables

Operacionalización de variable:

Variable dependiente: Resistencia a la compresión de concreto

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia a la compresión de probetas	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Neville 1999)	La resistencia a la compresión de un concreto se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.	Kg/cm ²

Variable independiente: Gradación del agregado grueso en un tamaño máximo promedio de 3/4”, 1/2” y 3/8”.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Granulometría del agregado grueso: piedra chancada de cantera el Diamante.	Viene a ser la clasificación de acuerdo a las dimensiones de los diámetros de sus partículas (Neville 1,999)	Se realiza el proceso de tamizado por una serie de mallas hasta sea retenido en la malla #4	Tamaño de 3/8”, 1/2” y 3/4”

Hipótesis

La gradación del agregado grueso de 3/8", 1/2" y 3/4" influye en la resistencia a la compresión de los concretos de alta resistencia es Chimbote, 2023?

Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia, que tiene el agregado grueso de diferente gradación: 3/8", 1/2" y 3/4" en la ciudad de Chimbote 2023.

Objetivos específicos

- Caracterizar los agregados pétreos.
- Determinar la relación A/C mediante un diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia considerando la gradación del agregado grueso: 1/2"(muestra patrón) y 3/4" y 3/8"(muestra experimental),
- Determinar y comparar la resistencia de la probeta del concreto de alta resistencia con gradaciones del agregado grueso de 3/8", 1/2" y 3/4", a los 7, 14, 28 días de curado.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación de acuerdo al proceso que se ha realizado en su desarrollo ha sido una investigación del tipo aplicada, ya que se define como un estudio que ha estado orientado a conseguir nuevos conocimientos respecto a los concreto de alta resistencia y de cómo se ven influenciado éste, cuando se utiliza diferentes gradaciones de uno de sus componentes, agregado grueso, por lo que el estudio esta destinado a procurar alternativas de soluciones o mejora en lo relacionado a la mejoría de la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia variando las gradaciones en el agregado grueso.

De acuerdo a la finalidad que concibe la ciencia en nuestro entorno la investigación tiene un carácter explicativo porque los datos de la investigación que se han obtenido en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad San Pedro, tanto en la etapa inicial de la caracterización de agregados como en la etapa final en la comprobación de las resistencias mecánicas, estos fueron observados de acuerdo a los procedimiento estandarizados según el ensayo correspondiente para percibir directamente los fenómenos que han sido condicionados por las normas y el investigador, estos condicionamientos aplicado permitió experimentar con la gradación de los agregados.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN










Es un diseño experimental del tipo en bloque completo, nivel cuasi experimental ya que tiene un concreto de alta resistencia con agregado grueso de 1/2" el que se ha tomado como referencia y al que llamaremos el concreto patrón y los experimentales se consideran a los concretos de alta resistencia a los que se se elaboraron con agregado grueso de 3/8" y 3/4", además este concreto de alta resistencia de acuerdo a las condiciones del agregado se han modificado sus diseños de mezcla y por tanto su comportamiento de acuerdo a dichas gradaciones del agregado grueso cuyos resultados se presentan posteriormente.

El estudio en su mayor parte se ha concentrado en la ejecución de los ensayos del Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a lo planeado en los objetivos: caracterización o determinación de sus propiedades físicas y mecánicas de los agregados, así como la elaboración, moldeo, y ensayo de resistencia de los concretos de alta resistencia patrón y experimentales.

BLOQUE COMPLETO:

El presente diseño tiene uno experimental que se establece con un bloque total o completo, para lo cual se presenta en la tabla siguiente su respectiva configuración :

Tabla 14: Resistencia del concreto de alta resistencia

Dias de curado	Concreto patron (1/2")	Concreto agregado grueso de 3/4"	Concreto agregado grueso de 3/8"
7			
14			
28			

Fuente: elaboración propia

Población y muestra

La población considerada en el presente estudio lo conforman el conjunto de testigos de concreto elaborado para un diseño de alta resistencia (350 kg/cm²), con agregados naturales de la cantera “**El diamante**” para agregado grueso que se encuentra ubicada en el CP Cambio Puente perteneciente a Chimbote y la cantera “**Vesique**” para agregado fino, ubicada al sur de Chimbote, provincia de Santa, Ancash, el aglomerante que se ha utilizado según diseño en el cemento portland tipo I.

A continuación se detalla la procedencia de los insumos para la elaboración del concreto de alta resistencia.

- Agregados naturales de la cantera “**el Diamante**” y “**Vesique**” la ubicado CP Cambio Puente y al sur de Chimbote respectivamente, provincia de Santa. El material fue trasladado de forma directa en envases de polietileno

y sacos hacia los ambientes del Laboratorio de la Universidad San Pedro en el campus central de los Pinos.

- Se ha utilizado como aglomerante el cemento Portland del tipo General o Tipo I (Ferretería Olano – Chimbote).

Las Técnicas y los Instrumentos para el desarrollo de la investigación

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	- Guía de observación de resumen - Fichas recolección de datos para cada ensayo según los ensayos a ejecutar.

Se ha utilizado los distintos instrumentos de investigación: la guía de observación de los resultados según corresponda a cada ensayo o seguimiento de los fenómenos observables. Esto permitió elaborar sistemas mediante labores como tabular, organizar y clasificar la información de todos los ensayos realizados: contenido de humedad, gradación, absorción, peso unitario, resistencia a compresión en tablas y figuras que permitan analizar y concluir adecuadamente.

III. RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos específicos se presentan a continuación los resultados:

DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1: Caracterizar los agregados pétreos.

➤ **Determinación de la granulometría de los agregados: grueso y fino**

Según Norma Técnica Peruana 400-012

Agregado grueso

Denominación: Piedra triturada (3/8", 1/2" y 3/4")

Procedencia: Cantera "Diamante"

Lugar: C.P. Cambio Puente

Distrito: Chimbote – Santa - Ancash

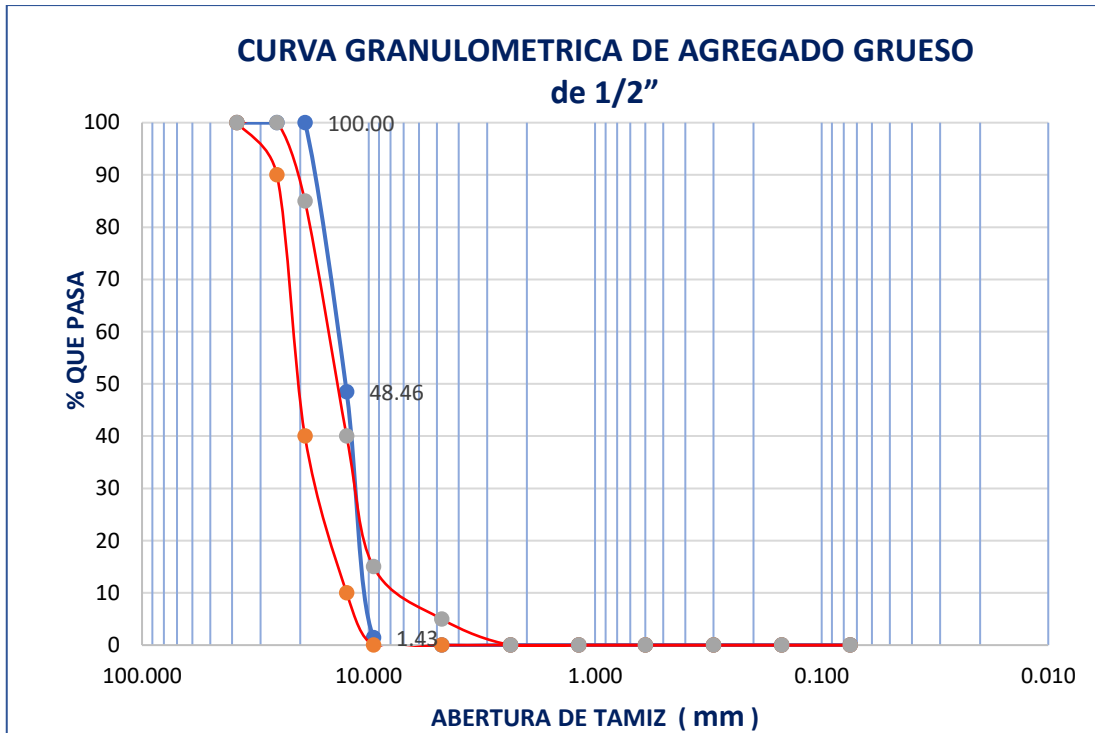
**Tabla N°15: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra Patrón de 1/2" –
Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023**

TAMIZ		Agregado grueso			
		Peso retenido	%ret.Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	526.00	51.5	51.5	48.46
3/8"	9.52	480.00	47.0	98.6	1.43
N° 4	4.76	14.6	1.4	100.0	0.0
N° 8	2.36	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 16	1.18	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 30	0.60	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 50	0.30	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 100	0.15	0.0	0.0	100.0	100.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-04	0.0	0.0	100.0	100.0
TOTAL		1020.6	100.0		

Tamaño Máximo Nominal	1/2"
-----------------------------	-------------

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

**Figura 3: curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra Patrón de 1/2" –
Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023**



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

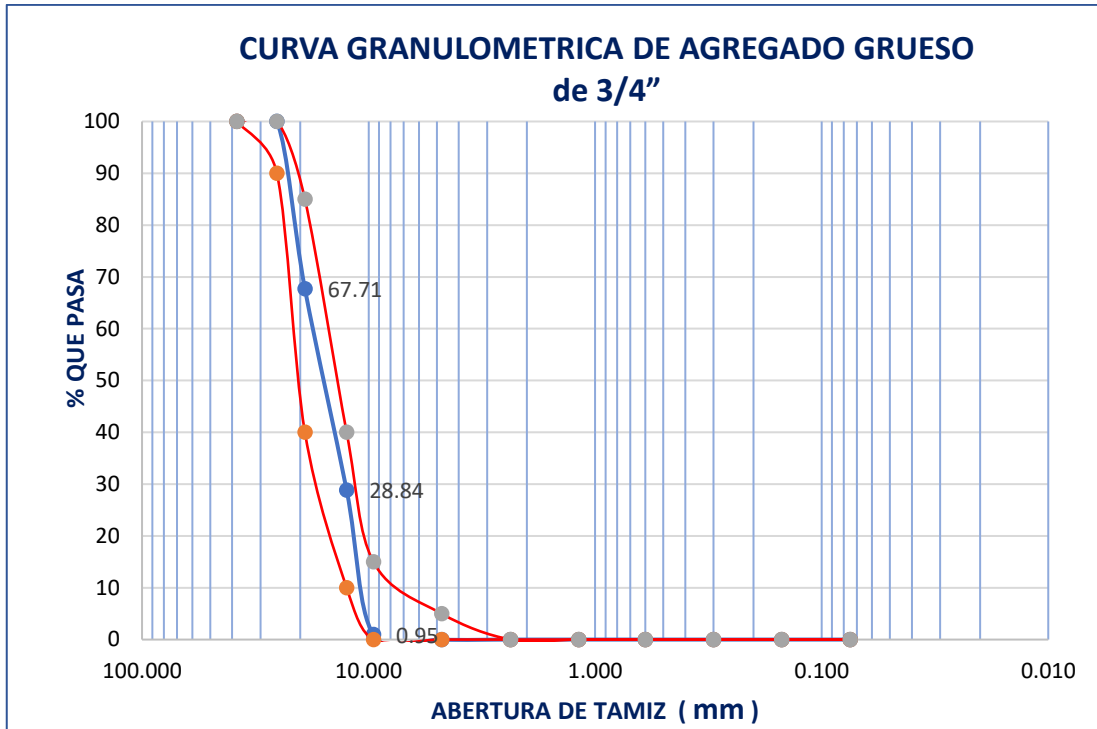
Tabla N°16: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra de 3/4” – Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023

TAMIZ		Agregado grueso			
		Peso retenido	%ret.Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	906.8	32.3	32.3	67.7
1/2"	12.50	1091.5	38.9	71.2	28.8
3/8"	9.52	783.3	27.9	99.1	0.9
N° 4	4.76	26.6	0.9	100.0	0.0
N° 8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0.0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1020.6	100.0		

Tamaño Máximo Nominal	3/4”
-----------------------------	-------------

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Figura 4: Curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra de 3/4" – Cantera El Diamante. Cambio Punte- 2023



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

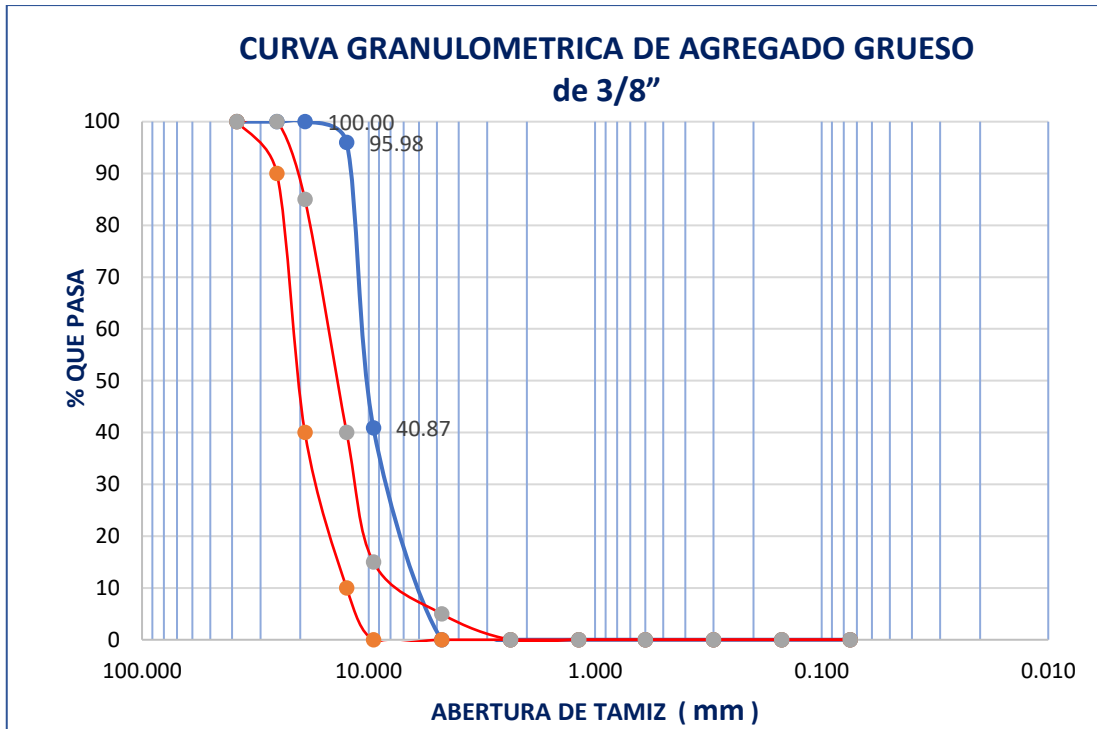
Tabla N°17: Granulometría del Agregado Grueso. Piedra de 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023

TAMIZ		Agregado grueso			
		Peso retenido	%ret.Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	25.6	4.02	4.0	95.98
3/8"	9.52	350.5	55.10	59.13	40.87
N° 4	4.76	260.0	40.9	100.0	0.0
N° 8	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.60	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.30	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.15	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0.0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1020.6	100.0		

Tamaño Máximo Nominal	3/8”
-----------------------------	-------------

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Figura 5: Curva granulométrica de Agregado Grueso. Piedra de 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Agregado fino

Denominación: Arena Gruesa
 Procedencia: Cantera “Vesique”
 Lugar: Vesique
 Distrito: Nuevo Chimbote
 Provincia: Santa
 Departamento: Ancash

**Tabla N°18: Granulometría del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera
“Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023**

TAMIZ		Agregado grueso			
		Peso retenido	%ret.Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
3"	76.20	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	10.3	1.1	1.1	98.9
N° 8	2.36	80.0	8.9	10.1	89.9
N° 16	1.18	247.7	27.6	37.6	62.4
N° 30	0.60	218.3	24.3	61.9	38.1
N° 50	0.30	158.8	17.7	79.6	20.4
N° 100	0.15	115.0	12.8	92.4	7.6
N° 200	0.075	59.9	6.7	99.1	0.9
PLATO	ASTM C-117-04	8.2	0.9	100.0	0.0
TOTAL		898.2	100.0		

Módulo de Fineza	2.83
------------------	-------------

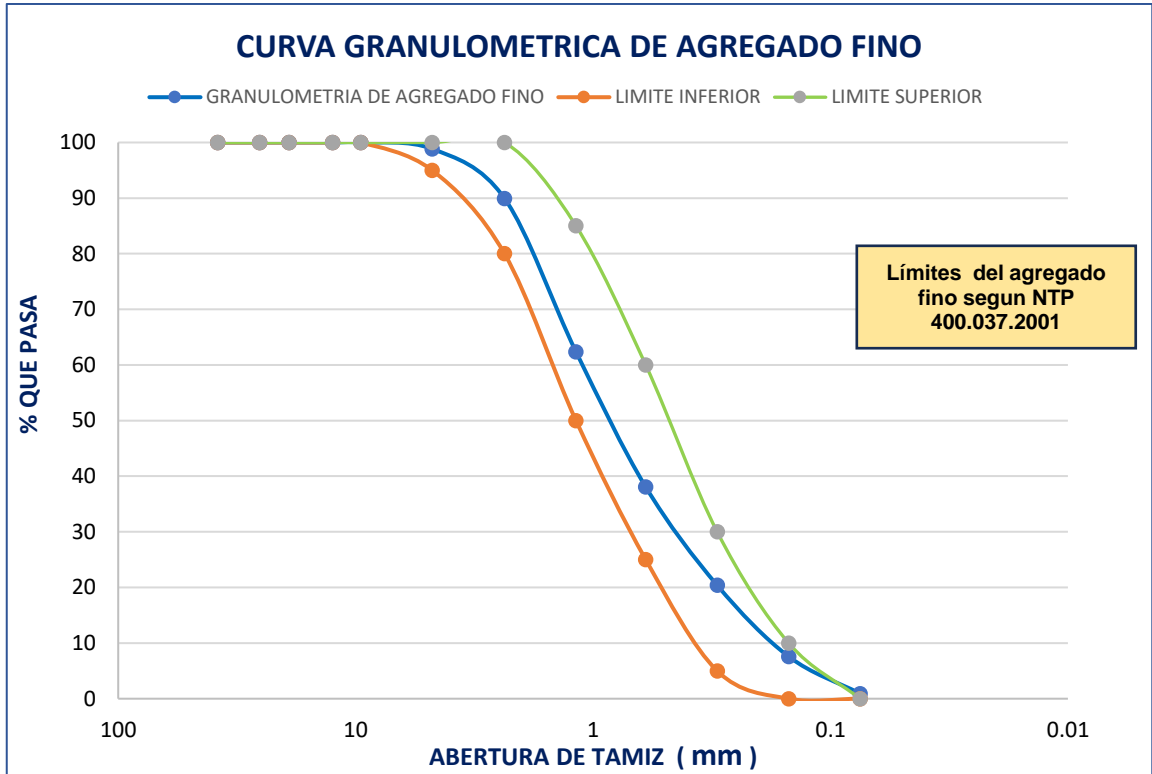
Determinación del modulo de finura de la arena gruesa:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ retenidos acumulados (hasta N}^\circ 100)}{100}$$

$$MF = (1.1+10.1+37.6+61.9+79.6+92.4) / 100 = 282.7 / 100$$

$$MF = 2.83$$

Figura 6: Curva granulométrica de Agregado fino. Arena gruesa Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

- **Determinación del contenido de humedad de los agregados: grueso y fino**
Según ASTM D-2216

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO

Agregado fino

Denominación: Arena Gruesa
 Procedencia: Cantera “Vesique”
 Lugar: Vesique
 Distrito: Nuevo Chimbote
 Provincia: Santa
 Departamento: Ancash

**Tabla N°19: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD de Agregado Fino.
Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023**

ENSAYO	01	02
Tara + suelo húmedo (gr)	967.7	1006.5
Tara + suelo seco (gr)	965	1004.1
Peso del agua (gr)	2.7	2.4
Peso de la tara (gr)	160.2	202.1
Peso del suelo seco (gr)	804.8	802
Contenido de humedad (%)	0.34	0.30
Prom. Contenido humedad (%)	0.32	

**Tabla N°20: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado
Grueso. Piedra de 1/2” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023**

ENSAYO	01	02
Tara + suelo <u>húmedo</u> (gr)	1372.2	1499.2
Tara + suelo seco (gr)	1370.3	1497.5
Peso del agua (gr)	1.9	1.7
Peso de la tara (gr)	203.6	205.6
Peso del suelo seco (gr)	1166.7	1291.9
Contenido de humedad (%)	0.16	0.13
Prom. Contenido humedad (%)	0.15	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

**Tabla N°21: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado
Grueso. Piedra de 3/4” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023**

ENSAYO	01	02
Tara + suelo húmedo (gr)	725.6	896.3
Tara + suelo seco (gr)	724.9	895.5
Peso del agua (gr)	0.7	0.8
Peso de la tara (gr)	175.5	196.3
Peso del suelo seco (gr)	549.4	699.2
Contenido de humedad (%)	0.127	0.114
Prom. Contenido humedad (%)	0.12	

Tabla N°22: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD del Agregado Grueso. Piedra de 3/8” Cantera El Diamante. Cambio Puente. 2023

ENSAYO	01	02
Tara + suelo húmedo (gr)	655.3	798.3
Tara + suelo seco (gr)	651.3	793.3
Peso del agua (gr)	4	5
Peso de la tara (gr)	168	203.3
Peso del suelo seco (gr)	483.3	590
Contenido de humedad (%)	0.827	0.847
Prom. Contenido humedad (%)	0.84	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

➤ **Determinación del Peso Unitario de los agregados: grueso y fino**

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO :

Peso unitario suelto

Tabla N°23: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7996	8164	7976
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4670	4838	4650
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1675.04	1735.29	1667.86
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1693		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1687		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario suelto de la arena gruesa es **1687.0 kg/m3**

Peso unitario compactado

Tabla N°24: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023

ENSAYO N.º	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8346	8240	8498
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	5020	4914	5172
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1801	1763	1855
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1806	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1800	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario compactado de la arena gruesa es **1800.0 kg/m3**

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO :

PIEDRA CHANCADA 1/2”

Peso unitario suelto

Tabla N°25: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18300	18500	18450
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13180	13380	13330
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1409.02	1430.40	1425.06
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1421	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1419	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio– USP - 2023

El peso unitario suelto de la piedra chancada de 1/2” es **1419 kg/m3**

Peso unitario compactado

Tabla N°26: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19650	19900	20000
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14530	14780	14880
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1553	1580	1591
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1575		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1572		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio USP - 2023.

El peso unitario compactado de la piedra chancada de 1/2” es **1572 kg/m3**

PIEDRA CHANCADA 3/4”

Peso unitario suelto

Tabla N°27: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18100	18200	18050
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13180	13380	13330
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1388.2	1398.3	1382.0
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1389		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1388		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario suelto de la piedra chancada de 3/4” es **1389 kg/m3**

Peso unitario compactado

Tabla N°28: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19200	19350	19350
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14080	14230	14230
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1505	1521	1521
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1516		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1514		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario compactado de la piedra chancada de 3/4” es **1514 kg/m3**

PIEDRA CHANCADA 3/8”

Peso unitario suelto

Tabla N°29: PESO UNITARIO SUELTO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19200	19100	19400
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14080	13980	14280
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1505.24	1494.55	1526.62
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1509		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1496		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario suelto de la piedra chancada de 3/8” es **1496 kg/m3**

Peso unitario compactado

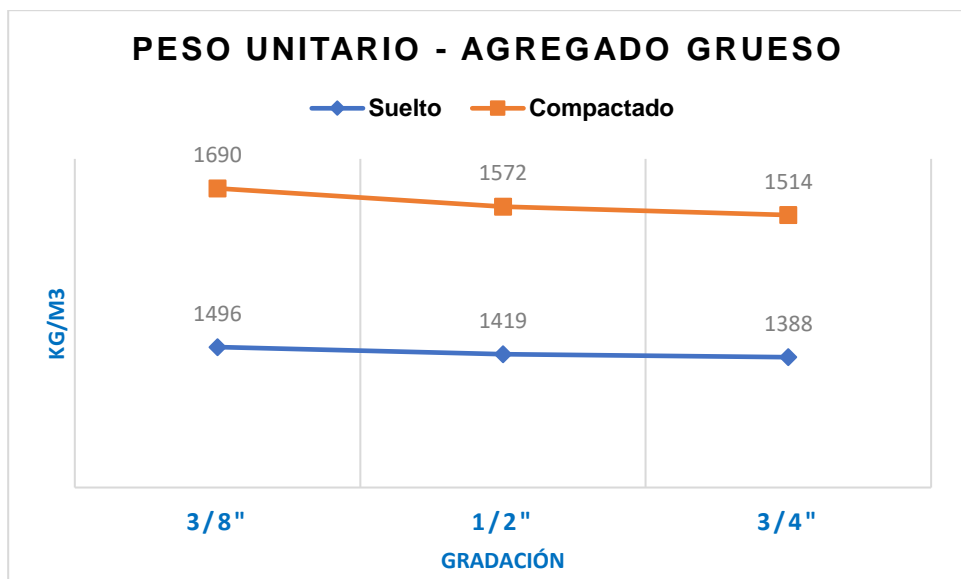
Tabla N°30: PESO UNITARIO COMPACTADO del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”– Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023

ENSAYO N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21000	20890	21300
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15880	15770	16180
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1698	1686	1730
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1704		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1690		

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso unitario compactado de la piedra chancada de 3/8” es **1690 kg/m3**

Figura 7: Peso unitario del Agregado Grueso. 1/2”, 3/4” y 3/8” – Cantera El Diamante. Cambio Puente- 2023



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El comportamiento del peso unitario suelo y compactado, se constante y similar de acuerdo a la gradación, es relativamente proporcional al aumento de diámetro, a menor diámetro de la particular es mayor su peso unitario tanto el suelto como el compacto, como se aprecia el peso unitario suelto de la piedra de 3/8", 1/2" y 3/4" es respectivamente: 1496, 1419 y 1388; y en el peso unitario compactado es respectivamente: 1690, 1572 y 1514.

- **Determinación de la Gravedad Específica y Absorción de Agregados: grueso y fino**

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO
PIEDRA CHANCADA: 1/2”**

Gravedad Especifica

**Tabla N°31: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 1/2”–
Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023**

Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	936.4	844.6
Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	608.6	546.2
Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	327.8	298.4
Peso de material seco en estufa	932.5	840.5
Volumen de masa (C-(A-D))	323.9	294.3
P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.845	2.817
P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.857	2.830
P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.879	2.856
Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.42	0.49
P.e. Bulk (Base Seca) :	2.831	
P.e. Bulk (Base Saturada) :	2.844	
P.e. Aparente (Base Seca) :	2.867	
Absorción (%) :	0.45	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso específico a considerar de la piedra chancada de 1/2” es **2.83** y tiene una absorción es 0.45%

PIEDRA CHANCADA: 3/4”

Gravedad Especifica

**Tabla N°32: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/4”–
Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023**

Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	933.4	841.2
Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	609.6	547.2
Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	323.8	294.0
Peso de material seco en estufa	930.5	838.5
Volumen de masa (C-(A-D))	320.9	291.3
P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.874	2.852
P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.883	2.861
P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.900	2.878
Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.31	0.32
P.e. Bulk (Base Seca) :	2.863	
P.e. Bulk (Base Saturada) :	2.872	
P.e. Aparente (Base Seca) :	2.889	
Absorción (%) :	0.32	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso específico a considerar de la piedra chancada de 3/4” es **2.86** y tiene una absorción es 0.32%

PIEDRA CHANCADA: 3/8”

Gravedad Especifica

**Tabla N°33: Gravedad Específica del Agregado Grueso. Piedra Chancada de 3/8”–
Cantera “El Diamante”. Cambio Puente-Chimbote. 2023**

Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	937.4	845.2
Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	600.6	542.2
Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	336.8	303.0
Peso de material seco en estufa	930.5	838.5
Volumen de masa (C-(A-D))	329.9	296.3
P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.763	2.767
P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.783	2.789
P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.821	2.830
Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.74	0.80
P.e. Bulk (Base Seca) :	2.765	
P.e. Bulk (Base Saturada) :	2.786	
P.e. Aparente (Base Seca) :	2.825	
Absorción (%) :	0.77	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

El peso específico a considerar de la piedra chancada de 3/8” es **2.77** y tiene una absorción es 0.77%

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO
ARENA GRUESA**

Gravedad Especifica

Tabla N°34: Gravedad Específica del Agregado Fino. Arena gruesa – Cantera “Vesique”. Nuevo Chimbote. 2023

Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300	300
Peso de picnometro + agua	gr.	687.6	687.6
Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	987.6	987.6
Peso de picnometro + agua + material	gr.	876.3	876.3
Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	111.3	111.3
Peso de material seco en estufa	gr.	297.2	297.2
Volumen de masa (E-(A-F))		108.5	108.5
P.e. Bulk (Base Seca) F/E		2.67	2.67
P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.695	2.695
P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.739	2.739
Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.94	0.94
P.e. Bulk (Base Seca) :		2.67	
P.e. Bulk (Base Saturada) :		2.695	
P.e. Aparente (Base Seca) :		2.739	
Absorción (%) :		0.94	

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

La gravedad especifica de la arena gruesa es **2.739** y tiene una absorción es 0.94%

DEL OBJETIVO ESPEFICO 2: Determinar la relación A/C mediante un diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia considerando la gradación del agregado grueso: 1/2”(muestra patrón) y 3/4” y 3/8”(muestra experimental),

Se presentará los diseños de mezcla correspondiente a un concreto de alta resistencia con la diferencia de uso de distinta gradación.

Diseño de mezcla (PATRÓN - 1/2”)

1. Especificaciones:

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm²

2. Materiales

➤ **Cemento**

- Tipo I – (Pacasmayo)
- Peso específico del cemento 3.12

➤ **Agua**

- Agua potable.

➤ **Agregado fino**

- Cantera : Vesique
- Peso especifico de masa : 2.67
- Peso unitario suelto : 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado : 1800 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.32%
- Absorción : 0.94%
- Modulo de fineza : 2.83

➤ **Agregado grueso**

- Cantera : EL Diamante - Cambio Puente
- Tamaño maximo nominal : 1/2”
- Peso especifico : 2.83
- Peso unitario suelto : 1419 kg/m³

- Peso unitario compactado : 1572 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.15%
- Absorción : 0.45%

➤ **Selección de asentamiento**

En concordancia con las especificaciones técnicas se debe conseguir una mezcla cuyas condiciones físicas en estado fresco sean de consistencia plásticas, por lo que se considera en el diseño un asentamiento de 3” a 4”.

➤ **Volumen unitario**

Para lograr conseguir en la mezcla de concreto un asentamiento de entre 3” y 4”, sin considerar incorporar aire a la mezcla, y cuyo agregado grueso presenta unas dimensiones de partículas (TMN) de 1/2”, el volumen unitario de agua corresponde a un valor de 216 litros por cada metro cúbico de mezcla.

➤ **Relación Agua / Cemento**

Se ha conseguido entonces una relación agua – cemento de 0.480

➤ **Factor del Cemento (FC)**

- $FC = 216 / 0.480 = 450 \text{ kg/m}^3$

Por lo que equivale a:

10.6 bolsas /m³

➤ **Valores del diseño de mezcla corregidos**

- Cemento : 450.000 kg/m³
- Agua efectiva : 223.801 lts/m³
- Agregado fino : 830.408 kg/m³
- Agregado grueso : 861.234 kg/m³

➤ **Proporciones según Peso**

$$\frac{450.00}{450.00} : \frac{830.408}{450.00} : \frac{861.23}{450.00}$$

Entonces:

$$1 : 1.85 : 1.91 : 21.14 \text{ lt/bols}$$

➤ **Proporciones según Volumen**

$$1 : 1.64 : 2.02 : 21.14 \text{ lt/bols}$$

Diseño de mezcla (3/4”)

3. Especificaciones:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm²

4. Materiales

➤ **Cemento**

- Tipo I – (Pacasmayo)
- Peso específico del cemento 3.12

➤ **Agua**

- Agua potable.

➤ **Agregado fino**

- Cantera : Vesique
- Peso específico de masa : 2.67
- Peso unitario suelto : 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado : 1800 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.32%
- Absorción : 0.94%
- Módulo de fineza : 2.83

➤ **Agregado grueso**

- Cantera : EL Diamante - Cambio Puente
- Tamaño máximo nominal : 3/4”
- Peso específico : 2.86
- Peso unitario suelto : 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado : 1514 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.12%
- Absorción : 0.32%

➤ **Selección de asentamiento**

En concordancia con las especificaciones técnicas se debe conseguir una mezcla cuyas condiciones físicas en estado fresco sean de consistencia plásticas, por lo que se considera en el diseño un asentamiento de 3” a 4”.

➤ **Volumen unitario**

Para lograr conseguir en la mezcla de concreto un asentamiento de entre 3” y 4”, sin considerar incorporar aire a la mezcla, y cuyo agregado grueso presenta unas dimensiones de partículas (TMN) de 1/2”, el volumen unitario de agua tiene un valor de **205** litros por cada metro cúbico de mezcla.

➤ **Relación Agua / Cemento**

Se ha conseguido entonces una relación agua – cemento de **0.480**

➤ **Factor del Cemento (FC)**

○ $FC = 205 / 0.480 = 427.083 \text{ kg/m}^3$

Por lo que equivale a:

10. bolsas /m3

➤ **Valores del diseño de mezcla corregidos**

○ Cemento	: 427.083	kg/m ³
○ Agua efectiva	: 212.954	lts/m ³
○ Agregado fino	: 1059.440	kg/m ³
○ Agregado grueso	: 692.791	kg/m ³

➤ **Proporciones según Peso**

$$\frac{427.08}{427.08} : \frac{1059.44}{427.08} : \frac{692.79}{427.08}$$

Entonces:

$$1 : 2.48 : 1.62 : 21.19 \text{ lt/bols}$$

➤ **Proporciones según Volumen**

$$1 : 2.20 : 1.75 : 21.19 \text{ lt/bols}$$

Diseño de mezcla (3/8")

1. Especificaciones:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm²

2. Materiales

➤ **Cemento**

- Tipo I – (Pacasmayo)
- Peso específico del cemento 3.12

➤ **Agua**

- Agua potable.

➤ **Agregado fino**

- Cantera : Vesique
- Peso específico de masa : 2.67
- Peso unitario suelto : 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado : 1800 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.32%
- Absorción : 0.94%
- Módulo de fineza : 2.83

➤ **Agregado grueso**

- Cantera : EL Diamante - Cambio Puente
- Tamaño máximo nominal : 3/8"
- Peso específico : 2.77
- Peso unitario suelto : 1496 kg/m³
- Peso unitario compactado : 1690 kg/m³
- Contenido de humedad : 0.84%
- Absorción : 0.77%

➤ **Selección de asentamiento**

En concordancia con las especificaciones técnicas se debe conseguir una mezcla cuyas condiciones físicas en estado fresco sean de consistencia plásticas, por lo que se considera en el diseño un asentamiento de 3" a 4".

➤ **Volumen unitario**

Para lograr conseguir en la mezcla de concreto un asentamiento de entre 3” y 4”, sin considerar incorporar aire a la mezcla, y cuyo agregado grueso presenta unas dimensiones de partículas (TMN) de 3/8”, el volumen unitario de agua tiene un valor de **228** litros por cada metro cúbico de mezcla.

➤ **Relación Agua / Cemento**

Se ha conseguido entonces una relación agua – cemento de **0.480**

➤ **Factor del Cemento (FC)**

○ $FC = 228 / 0.480 = 475.0 \text{ kg/m}^3$

Por lo que equivale a:

11.2. bolsas /m³

➤ **Valores del diseño de mezcla corregidos**

○ Cemento	: 475.000	kg/m ³
○ Agua efectiva	: 232.642	lts/m ³
○ Agregado fino	: 828.801	kg/m ³
○ Agregado grueso	: 779.025	kg/m ³

➤ **Proporciones según Peso**

$$\frac{475.0}{475.0} : \frac{828.80}{475.0} : \frac{779.03}{475.0}$$

Entonces:

$$1 : 1.75 : 1.64 : 20.82 \text{ lt/bols}$$

➤ **Proporciones según Volumen**

$$1 : 1.55 : 1.63 : 20.82 \text{ lt/bols}$$

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados para cada uno de los diseños de mezcla, tanto en peso como en volumen:

Tabla N°35: Proporciones en PESO de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia

Diseño	Piedra usada	Proporciones en Peso de materiales			
		cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua (Lt/bolsa)
1 (Patrón)	1/2"	1	1.85	1.91	21.14
2	3/4"	1	2.48	1.62	21.19
3	3/8"	1	1.75	1.64	20.82

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Tabla N°36: Proporciones en VOLUMEN de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia

Diseño	Piedra usada	Proporciones en Peso de materiales			
		cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua (Lt/bolsa)
1 (Patrón)	1/2"	1	1.64	2.02	21.14
2	3/4"	1	2.20	1.75	21.19
3	3/8"	1	1.55	1.63	20.82

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

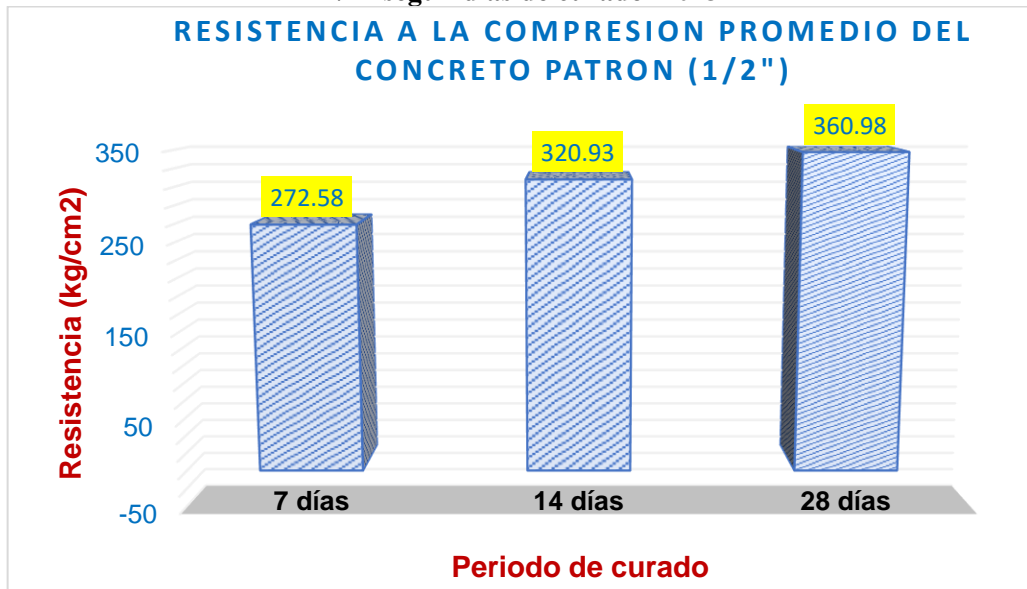
Del objetivo Especifico: Determinar y comparar la resistencia de la probeta del concreto de alta resistencia con gradaciones del agregado grueso de 3/8", 1/2" y 3/4", a los 7, 14, 28 días de curado.

Tabla N°37: Resistencia del concreto de alta resistencia Patrón (Piedra 1/2")

CONCRETO PATRON					
Curado (días)	slump (pulgadas)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	% de resistencia
7	3.5"	270.3			
7	3.5"	276.59			
7	3.5"	270.86	272.58	350	78%
14	3.5"	320.59			
14	3.5"	322.72			
14	3.5"	319.47	320.93	350	92%
28	3.5"	358.01			
28	3.5"	366.64			
28	3.5"	358.3	360.98	350	103%

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Figura 8: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 1/2" según días de curado- 2023



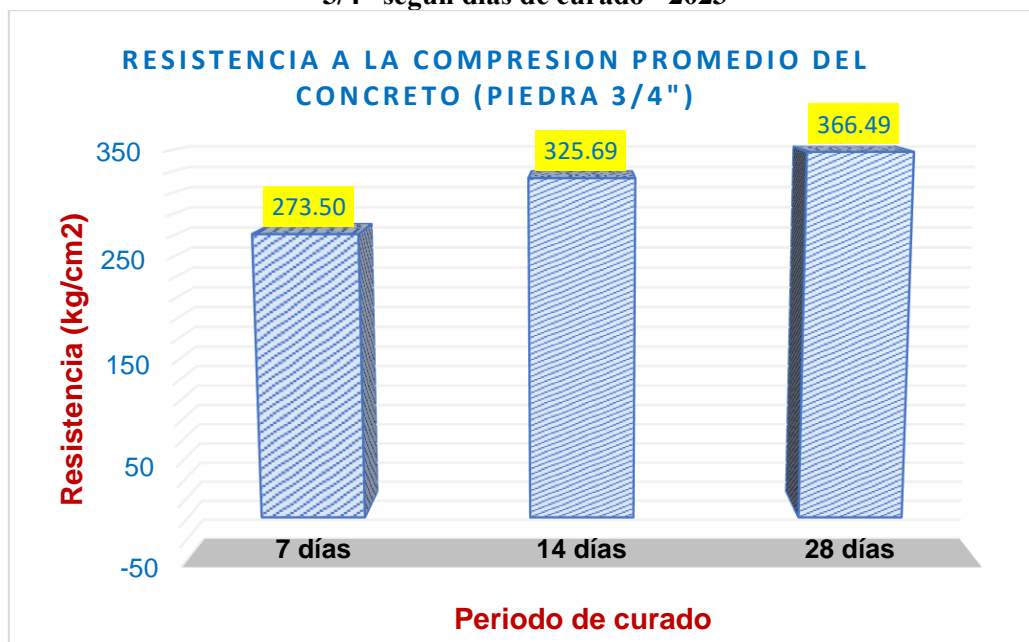
Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Tabla N°38: Resistencia del concreto de alta resistencia (Piedra 3/4")

CONCRETO PATRON					
Curado (días)	slump (pulgadas)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	% de resistencia
7	3.5"	267.54			
7	3.5"	277.69			
7	3.5"	275.28	273.50	350	78%
14	3.5"	323.89			
14	3.5"	328.23			
14	3.5"	324.96	325.69	350	93%
28	3.5"	363.50			
28	3.5"	372.15			
28	3.5"	363.83	366.49	350	105%

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Figura 9: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 3/4" según días de curado - 2023



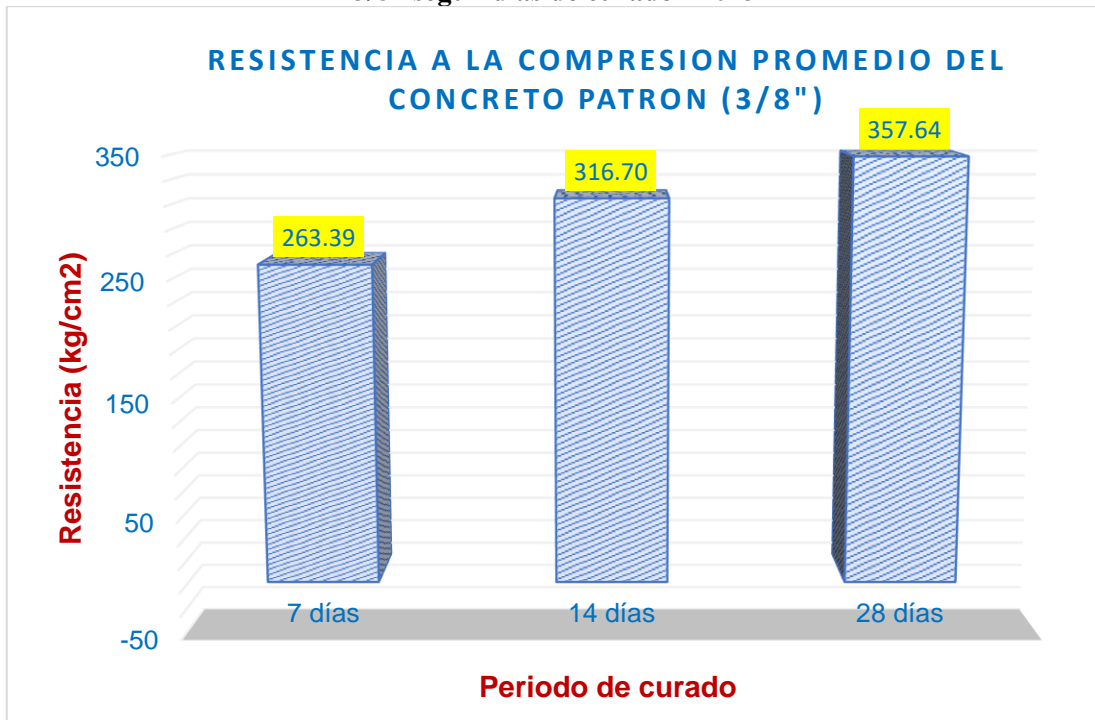
Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

Tabla N°39: Resistencia del concreto de alta resistencia (Piedra 3/8")

CONCRETO PATRON					
Curado (días)	slump (pulgadas)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	% de resistencia
7	3.5"	264.78			
7	3.5"	265.57			
7	3.5"	259.81	263.39	350	75%
14	3.5"	314.53			
14	3.5"	317.21			
14	3.5"	318.37	316.70	350	90%
28	3.5"	356.91			
28	3.5"	358.37			
28	3.5"	357.63	357.64	350	102%

Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

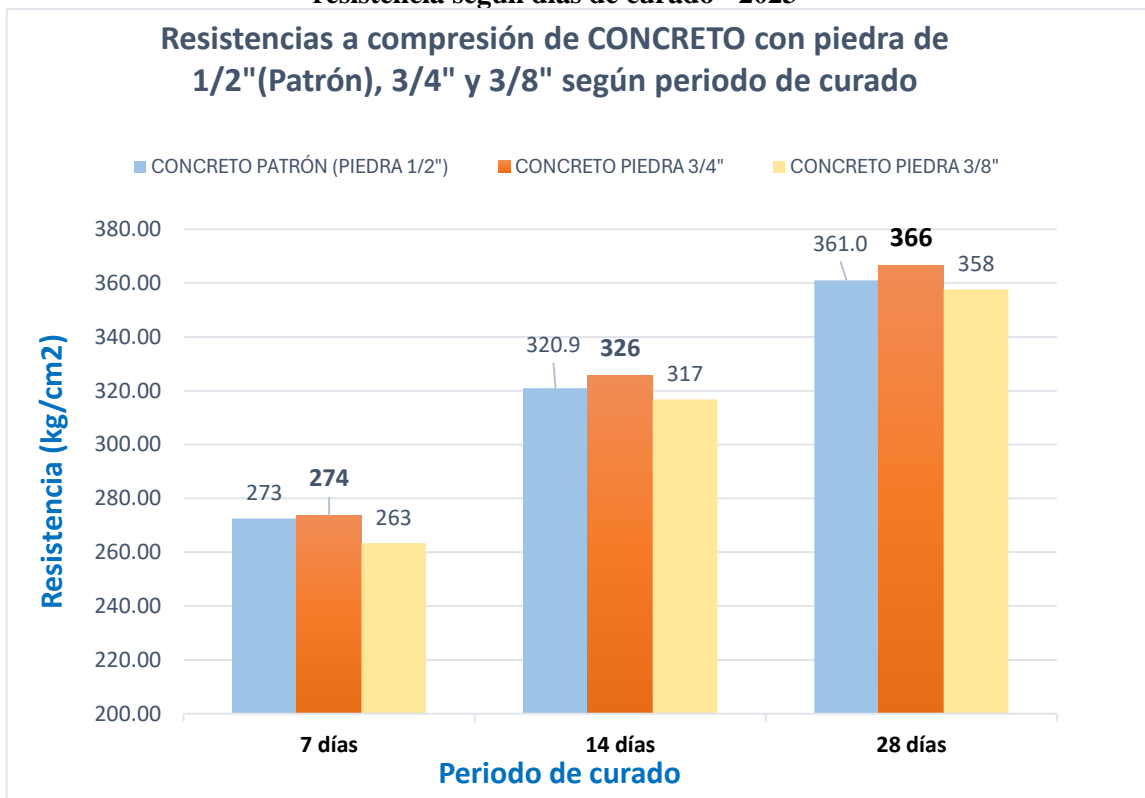
Figura 10: Resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia con Piedra de 3/8" según días de curado - 2023



Fuente: García Bazán Cecilia. Laboratorio de Mecánica de Suelos y ensayo de Materiales – USP - 2023.

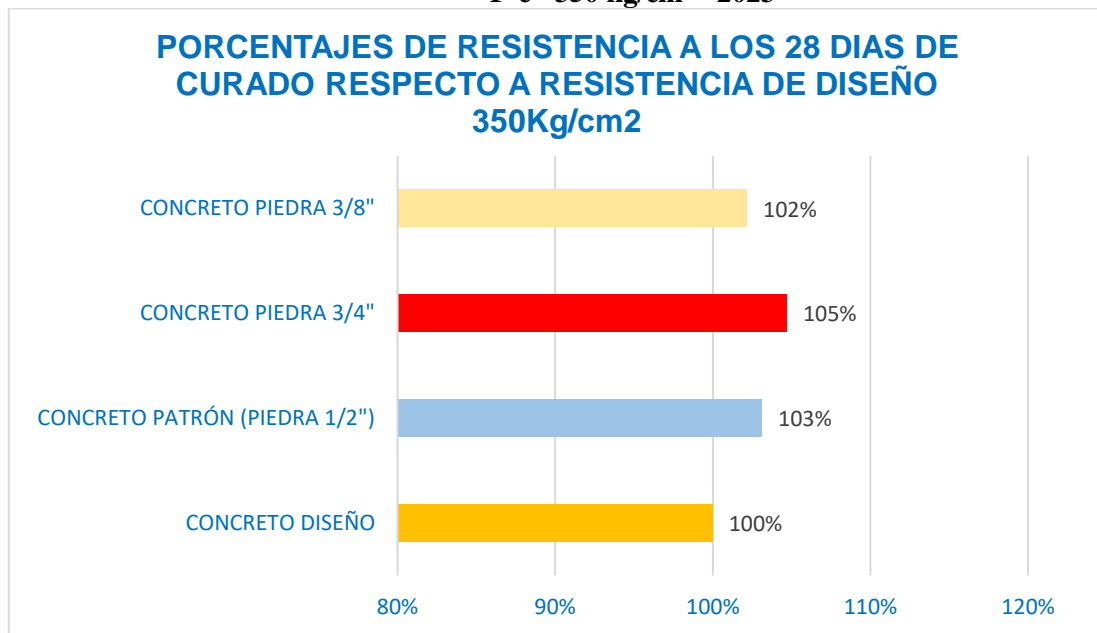
Las resistencias de los concretos de alta resistencia presentan diferencias de acuerdo al tamaño máximo nominales del agregado grueso que se ha usado. Esta propiedad mecánica se ve mejorada respecto al concreto patrón cuando se utiliza la piedra de 3/4" en 5% respecto al concreto de diseño de 350 Kg/cm².

Figura 11: comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos de alta resistencia según días de curado - 2023



Elaboración propia

**Figura 12: Porcentajes de la resistencia en referencia de la resistencia
F'c= 350 kg/cm² - 2023**



Elaboración propia

IV. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Respecto al objetivo específico de la determinación de la caracterización de los agregados pétreos podemos indicar que respecto a la granulometría de los agregados: grueso y fino se realizaron de acuerdo a la normatividad vigente para ensayo de materiales tal como la norma ASTM 136-06

De forma similar se tuvo un tratamiento de los agregados como lo realizaron los Castañeda, Sigüenza, at (2018) los procedimientos y ensayos se realizaron en los laboratorios de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales.

Los agregados finos evaluados provienen de la cantera de Vesique, en el distrito de Nuevo Chimbote, de forma similar que los autores antes mencionados, esta arena gruesa presenta unas características óptimas para la elaboración de concreto y es la mas usada en los distritos de Nuevo Chimbote y Chimbote, posee un módulo de fineza de 2.83, al cual se considera una arena gruesa y cumple con estar en el rango optimo de modulo de fineza que es entre 2.3 y 3.1 para usar en concretos.

A diferencia de Castañeda, Sigüenza, at (2018) se ha utilizado en el presente estudio piedra chancada proveniente de la cantera “El diamante” localizada en el centro poblado Cambio Puente, Chimbote; mientras que la investigación de referencia lo hizo utilizando piedra chancada de la cantera “Ruben”, Chimbote y cantera “Samanco”.

El agregado grueso usado en la investigación se clasificó de acuerdo a su tamaño máximo nominal, en valores de: 1/2”, 3/8” y 3/4”, para lo cual presentaron condiciones de contenido de humedad diferentes: 0.15, 0.12 y 0.84, siendo el contenido de humedad de la piedra de 3/8” el mayor de todos, lo que se fe reflejado en la reducción de la relación agua-cemento de su respectivo diseño.

Del objetivo específico de la determinación de la relación A/C mediante un diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia considerando la gradación del agregado grueso: 1/2”(muestra patrón) y 3/4” y 3/8”(muestra experimental), la investigación considera un valor similar en los 3 diseños de 0.480, que permita evaluar solamente la influencia de la gradación en la resistencia de los concretos.

Esta consideración de relación agua cemento es igual que la investigación de Pérez Héctor (2015) y también Castañeda, Sigüenza, at (2018), y Bedón (2017), todos estos autores consideran en su diseño de mezcla de concreto de alta resistencia un valor de $A/C = 0.480$

Los autores Pérez Héctor (2015), en su tesis llamada “Obtención de concreto de alta resistencia $F'c$ 800 Kg/cm² utilizando aditivos y adición mineral en la ciudad de Cajamarca, plantean una alta resistencia de diseño por encima del doble que el diseño planteado en esta investigación, pero es la misma resistencia de diseño que la investigación de Castañeda, Sigüenza, at (2018), la cual es una resistencia $F'c$ 350 Kg/cm².

Los días de curado y pruebas de la resistencia a la compresión de los concreto en esta investigación se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado en agua, sumergidos en su totalidad, al igual que los trabajos como Alfaro (2016), en su tesis realizada en México, que Pérez (2015) en la ciudad de Cajamarca y que Castañeda (2018) en la ciudad de Chimbote.

Del objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto de alta resistencia $f'c$ 350 Kg/cm² usando agregado grueso de: 1/2”, 3/8” y 3/4”, siendo considerando en la mezcla con piedra de 1/2” al concreto de referencia de los otros 2 concreto con piedra de 3/8” y 3/4”. Las máximas resistencias encontradas en el periodo máximo de curado de 28 días fueron de 360.98 Kg/cm², 357.64 Kg/cm², y 366.49 respectivamente. Podemos corroborar que el uso de la piedra de mayor diámetro proporcionó la mejor condición mecánica, debido a la homogeneidad de su estructura y que los vacíos se complementan y se reducen con la combinación de los agregados fino y la pasta de cemento.

Si tomamos como referencia la resistencia a compresión de diseño de $F'c$ 350.0 Kg/cm², se ha obtenido diferentes valores de resistencia para los 3 tipos de concretos ensayados, para el concreto de alta resistencia con piedra chancada de 1/2”, se tiene que superó al de diseño en 3%, para el concreto de alta resistencia con piedra chancada de 3/8”, se tiene que superó al de diseño en 2%, y el concreto de alta resistencia con piedra chancada de 3/4”, es que consiguió superar el mayor porcentaje en un 5% respecto a la resistencia de diseño.

V. CONCLUSIONES

Del objetivo específico 1 se concluye que los agregados utilizados cumplen con la normatividad y presentan propiedades físicas óptimas para ser usados en la elaboración de concreto de alta resistencia, ya que el agregado fino proveniente de la cantera de Vesique, tiene un módulo de fineza de 2.83, y así como el agregado grueso cumplen con los requisitos granulométricos. Tienen contenido de humedad, gravedad específica y pesos unitarios que permiten realizar un adecuado diseño de mezcla.

Del objetivo específico 2.

La relación agua cemento de una mezcla de concreto es un factor primordial e incide de forma directa en las propiedades mecánicas como la resistencia del concreto. Se realizó el diseño de mezcla de concreto de alta resistencia mediante el método ACI. Se ha considerado una relación A/C de 0.48 para los diseños de mezcla de nuestros concretos de alta resistencia los cuales tienen proporciones en peso tales como:

Diseño 1/2" : 1 1.85 1.91 21.14 (c – arena – piedra – l/b)

Diseño 3/4" : 1 2.48 1.62 21.19 (c – arena – piedra – l/b)

Diseño 3/8" : 1 1.75 1.64 20.82 (c – arena – piedra – l/b)

Del objetivo específico 3. Resistencia a la compresión del concreto los ensayos de las distintas mezclas han sido probadas a 7, 14 y 28 días, para el concreto patrón con piedra de 1/2" se obtuvo resistencia promedios de 272.58 Kg/cm², 320.93 Kg/cm², y 360.98 Kg/cm², respectivamente, para el concreto con piedra de 3/4" se obtuvo resistencia promedios de 273.50 Kg/cm², 325.69 Kg/cm², y 366.49 Kg/cm², respectivamente, por último, para el concreto con piedra de 3/8" se obtuvo resistencia promedios de 263.39 Kg/cm², 316.70 Kg/cm², y 357.64 Kg/cm², respectivamente.

Como conclusión general, la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia se ve influenciada por el uso de diferente tamaño máximo nominal del agregado grueso; usando la piedra de 3/4" se logra superar en 5% la resistencia de diseño de $f'c$ 350.0 Kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que los materiales a ser utilizados para la elaboración de un concreto deben de cumplir con los estándares de calidad y límites permitidos para su granulometría, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, absorción y gravedad específica.

Investigar las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia utilizando diferentes métodos al método ACI, que permita conseguir proporciones adecuadas cumpliendo con relaciones agua – cemento y la resistencia planificada.

Utilización de los agregados gruesos de la cantera evaluada: El Diamante, ubicada en el centro poblado Cambio Puente, Chimbote, además de que se deben establecer controles técnicos de forma constante y periódica respecto a uso de potencia de esta y otras canteras


VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTM Standards. 2011. American Society of Testing and Materials. Estados Unidos: ASTM INTERNATIONAL
- American Concrete Institute (ACI) comité - 201 durabilidad del concreto.
- American Concrete Institute (ACI) comité – 211.4 diseño de mezcla de concreto de alta resistencia.
- Bedon (2017). 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
- Cementos Mexicanos. S.A. (2012). Manual del Constructor. México: CEMEX.
- Cerón Suárez, Z. A. (2013). Análisis probabilístico del concreto de alta resistencia (Trabajo de Grado). Bogotá: Universidad Católica de Colombia. recuperado el 13 de mayo de 2016 desde <http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1081/2/>
- Cementos Pacasmayo (s.f.). Información. [Página de Google+]. Recuperado el 10 de mayo de 2016 <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/prefabricados/adoquines/https://plus.google.com/u/0/+museofridakahlo/about>.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2016). Áncash: Población 2000-2015. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- José Eduardo Alfaro Sobrino (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.
- Neville, Adam M. (1999). Tecnología del Concreto. Instituto Mexicano del. Cemento y del Concreto. México.
- O'reilly Díaz, V. A.; Bancrofft Hernández, R. A. y Ruiz Gutiérrez, L. (2010). Las Tecnologías del concreto en su ciclo de vida. En: Concreto y Cemento; Vol. 1 núm. 2; enero – junio; pp.42–47.

- Patricia A. Vilca Aranda (2008). Obtención del concreto de alta resistencia. Tesis de bachiller en ingeniería civil. Universidad nacional de ingeniería.
- Pablo Portugal barriga (2007). Tecnología del concreto de alto desempeño (high performance concrete). Arequipa – Perú
- Rivva López, Enrique. (2007). Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. Segunda Edición.
- Rivera López, G. A. (2010). Concreto simple. Popayán: Universidad del Cauca.
- Vanessa Cecilia corcino albornoz (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.
- wikipedia.org, ciudad de Huaraz. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Huaraz#cite_note-5
- Vilca, Patricia. 2013. “Obtención del concreto de alta resistencia”. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería.
- MTC-2016. Manual de ensayo de materiales. Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

VIII. ANEXOS Y APÉNDICE

1. Certificados de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
2. Panel fotográfico
3. Repositorio Institucional
4. Reporte de similitud



Certificados de Laboratorio de
Mecánica de Suelos y Ensayo de
Materiales



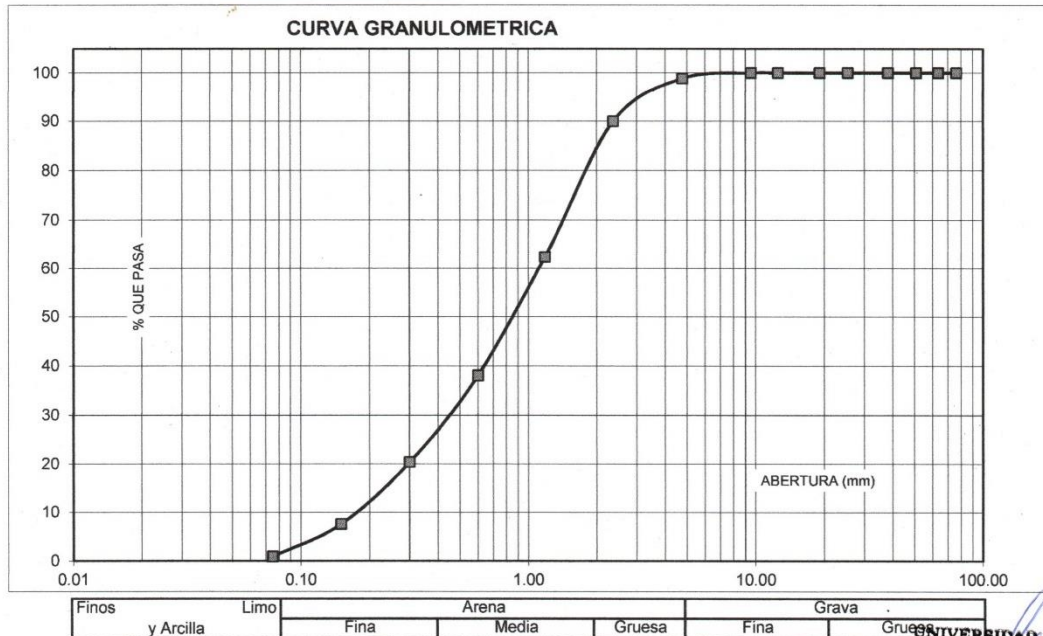
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. GARCÍA BAZÁN CECILIA
 TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert. (mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	10.3	1.1	98.9
N° 8	2.36	80.0	8.9	89.9
N° 16	1.18	247.7	27.6	62.4
N° 30	0.60	218.3	24.3	38.1
N° 50	0.30	158.8	17.7	20.4
N° 100	0.15	115.0	12.8	7.6
N° 200	0.08	59.9	6.7	0.9
PLATO	ASTM C-117-04	8.2	0.9	0.0
TOTAL		898.2	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.83

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



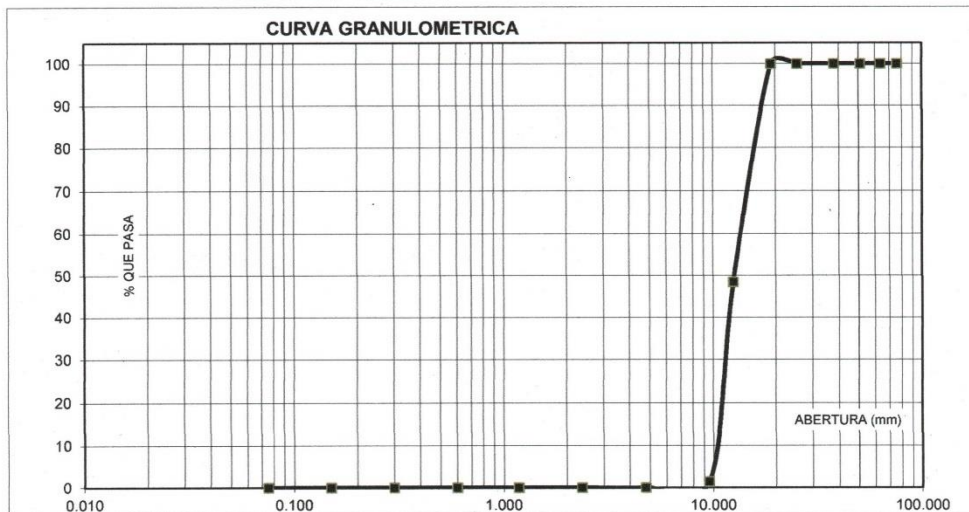
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
 TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
 DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	526.0	51.5	51.5	48.5
3/8"	9.520	480.0	47.0	98.6	1.4
N° 4	4.760	14.6	1.4	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1020.6	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



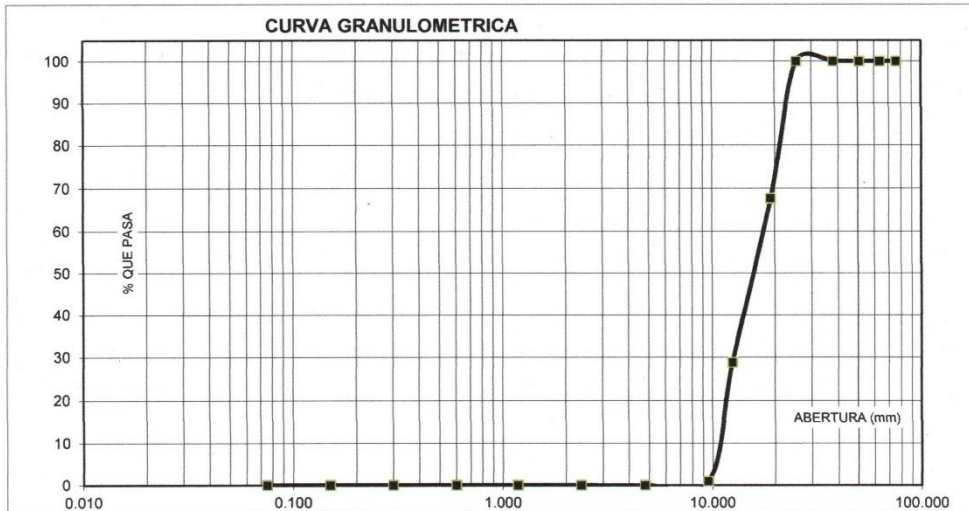
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
 TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
 DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.100	906.8	32.3	32.3	67.7
½"	12.500	1091.5	38.9	71.2	28.8
⅜"	9.520	783.3	27.9	99.1	0.9
N° 4	4.760	26.6	0.9	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		2808.2	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Maximo Nominal	3/4"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



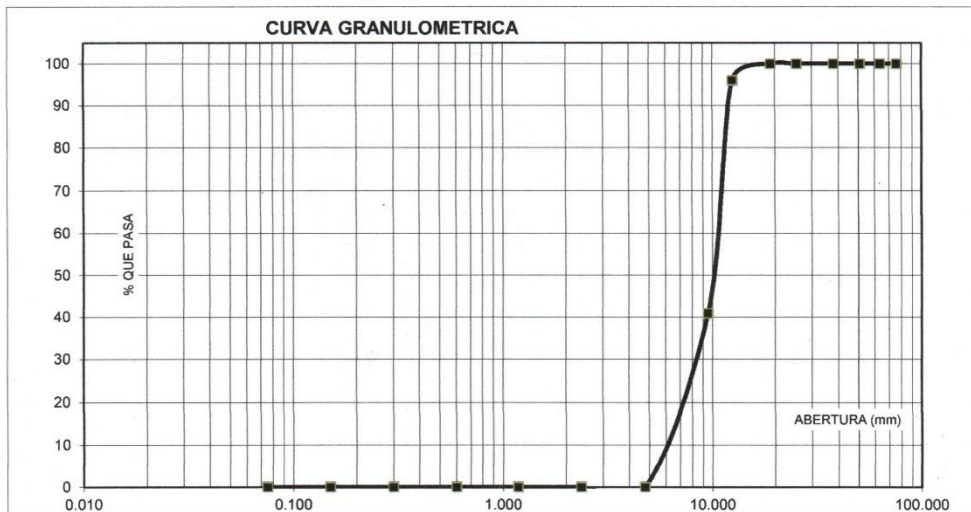
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
 TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
 DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	25.6	4.0	96.0
3/8"	9.520	350.5	55.1	40.9
N° 4	4.760	260.0	40.9	100.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0
TOTAL		636.1	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	3/8"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	967.7	1006.5
TARA + SUELO SECO (gr)	965	1004.1
PESO DEL AGUA (gr)	2.7	2.4
PESO DE LA TARA (gr)	160.2	202.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	804.8	802
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.34	0.30
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.32	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1372.2	1499.2
TARA + SUELO SECO (gr)	1370.3	1497.5
PESO DEL AGUA (gr)	1.9	1.7
PESO DE LA TARA (gr)	203.6	205.6
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1166.7	1291.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.16	0.13
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.15	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMDIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/4
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	725.6	896.3
TARA + SUELO SECO (gr)	724.9	895.5
PESO DEL AGUA (gr)	0.7	0.8
PESO DE LA TARA (gr)	175.5	196.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	549.4	699.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.13	0.11
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.12	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP FUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/8
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	655.3	798.3
TARA + SUELO SECO (gr)	651.3	793.3
PESO DEL AGUA (gr)	4	5
PESO DE LA TARA (gr)	168	203.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	483.3	590
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.83	0.85
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.84	

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7996	8164	7976
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4670	4838	4650
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1675	1735	1668
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1693		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1687		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8346	8240	8498
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	5020	4914	5172
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1801	1763	1855
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1806		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1800		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18300	18500	18450
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13180	13380	13330
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1409	1430	1425
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1421	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1419	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19650	19900	20000
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14530	14780	14880
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1553	1580	1591
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1575	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1572	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/4
FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18100	18200	18050
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	12980	13080	12930
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1388	1398	1382
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1389		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1388		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19200	19350	19350
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14080	14230	14230
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1505	1521	1521
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1516		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1514		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/8
FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19200	19100	19400
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14080	13980	14280
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1505	1495	1527
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1509		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1496		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21000	20890	21300
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15880	15770	16180
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1698	1686	1730
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1704		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1690		

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : YESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	687.60	687.60
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	987.60	987.60
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	876.30	876.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	111.30	111.30
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.20	297.20
G	Volumen de masa (E-(A-F))	108.50	108.50
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.670	2.670
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.695	2.695
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.739	2.739
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.94	0.94

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.670
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.695
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.739
Absorción (%) : 0.94

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	936.40	844.60
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	608.60	546.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	327.80	298.40
D	Peso de material seco en estufa	932.50	840.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	323.90	294.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.845	2.817
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.857	2.830
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.879	2.856
F	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$	0.42	0.49

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.831
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.844
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.867
Absorción (%) : 0.45

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/4
FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	933.40	841.20
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	609.60	547.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	323.80	294.00
D	Peso de material seco en estufa	930.50	838.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	320.90	291.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.874	2.852
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.883	2.861
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.900	2.878
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.31	0.32

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.863
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.872
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.889
Absorción (%) : 0.32

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA 3/8
FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	937.40	845.20
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	600.60	542.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	336.80	303.00
D	Peso de material seco en estufa	930.50	838.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	329.90	296.30
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.763	2.767
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.783	2.789
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.821	2.830
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.74	0.80

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.765
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.786
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.825
Absorción (%) : 0.77

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 15/12/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.67
- Peso unitario suelto 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado 1800 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.83

D.- Agregado grueso

CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1/2"
- Peso especifico de masa 2.83
- Peso unitario suelto 1419 kg/m³
- Peso unitario compactado 1572 kg/m³
- Contenido de humedad 0.15 %
- Absorción 0.45 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2" , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.480

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 216 / 0.480 = 450 kg/m³ = 10.6 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	450.000	kg/m ³
Agua efectiva.....	223.801	lts/m ³
Agregado fino.....	830.408	kg/m ³
Agregado grueso.....	861.234	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{450.00}{450.00} : \frac{830.408}{450.00} : \frac{861.23}{450.00}$$

1 : 1.85 : 1.91 : 21.14 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 1.64 : 2.02 : 21.14 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 15/12/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.67
- Peso unitario suelto 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado 1800 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.83

D.- Agregado grueso

CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1514 kg/m³
- Contenido de humedad 0.12 %
- Absorción 0.32 %

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.480

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.480 = 427.083 kg/m³ = 10 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	427.083	kg/m ³
Agua efectiva.....	212.954	lts/m ³
Agregado fino.....	1059.440	kg/m ³
Agregado grueso.....	692.791	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{427.08}{427.08} : \frac{1059.440}{427.08} : \frac{692.79}{427.08}$$

1 : 2.48 : 1.62 : 21.19 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.20 : 1.75 : 21.19 lts / bolsa

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 15/12/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 350 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.67
- Peso unitario suelto 1687 kg/m³
- Peso unitario compactado 1800 kg/m³
- Contenido de humedad 0.32 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.83

D.- Agregado grueso

CANTERA : DIAMANTE (CAMBIOP PUENTE)

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/8"
- Peso especifico de masa 2.77
- Peso unitario suelto 1496 kg/m³
- Peso unitario compactado 1690 kg/m³
- Contenido de humedad 0.84 %
- Absorción 0.77 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8" , el volumen unitario de agua es de 228 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.480

FACTOR DE CEMENTO

F.C.: $228 / 0.480 = 475 \text{ kg/m}^3 = 11.2 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	475.000	kg/m ³
Agua efectiva.....	232.642	lts/m ³
Agregado fino.....	828.801	kg/m ³
Agregado grueso.....	779.025	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{475.00}{475.00} : \frac{828.801}{475.00} : \frac{779.03}{475.00}$$

$$1 : 1.75 : 1.64 : 20.82 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 1.55 : 1.63 : 20.82 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 15/12/2023

F' C : 350 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	13/11/2023	7	270.30	77.23
02	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	13/11/2023	7	276.59	79.03
03	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	13/11/2023	7	270.86	77.39
04	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	20/11/2023	14	320.59	91.60
05	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	20/11/2023	14	322.72	92.21
06	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	20/11/2023	14	319.47	91.28
07	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	04/12/2023	28	358.01	102.29
08	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	04/12/2023	28	366.64	104.75
09	PATRON-PIEDRA 1/2	3,5	06/11/2023	04/12/2023	28	358.30	102.37

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 15/12/2023

F' C : 350 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	13/11/2023	7	267.54	76.44
02	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	13/11/2023	7	277.69	79.34
03	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	13/11/2023	7	275.28	78.65
04	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	20/11/2023	14	323.89	92.54
05	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	20/11/2023	14	328.23	93.78
06	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	20/11/2023	14	324.96	92.85
07	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	04/12/2023	28	363.50	103.86
08	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	04/12/2023	28	372.15	106.33
09	PATRON-PIEDRA 3/4	3,8	06/11/2023	04/12/2023	28	363.83	103.95

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH.GARCÍA BAZÁN CECILIA
TESIS : INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO
DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 15/12/2023

F' C : 350 Kg/cm²

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	14/11/2023	7	264.78	75.65
02	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	14/11/2023	7	265.57	75.88
03	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	14/11/2023	7	259.81	74.23
04	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	21/11/2023	14	314.53	89.87
05	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	21/11/2023	14	317.21	90.63
06	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	21/11/2023	14	318.37	90.96
07	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	05/12/2023	28	356.91	101.97
08	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	05/12/2023	28	358.37	102.39
09	PATRON-PIEDRA 3/8	3,4	07/11/2023	05/12/2023	28	357.63	102.18

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Panel fotográfico





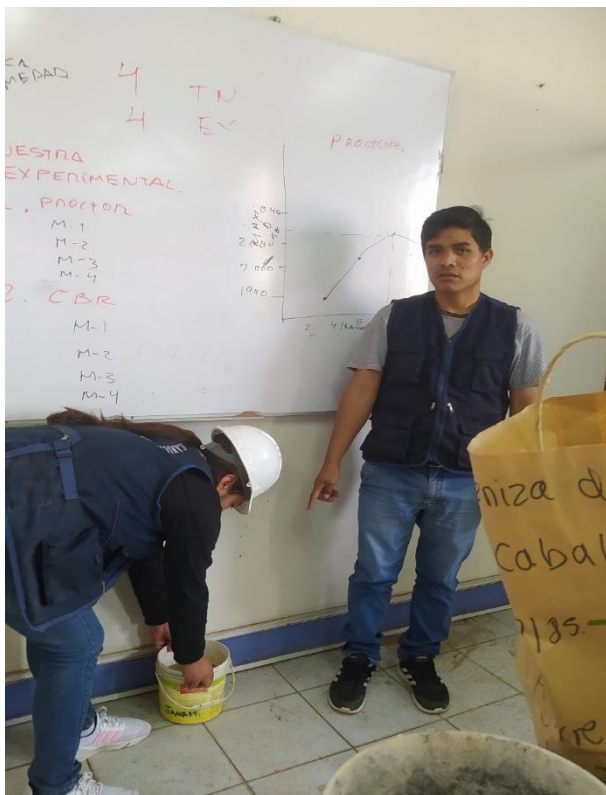














Repositorio

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
GARCÍA BAZÁN CECILIA MILAGROS		48377777	Cecygarcia_08@hotmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
Tesis	Trabajo de Suficiencia Profesional	Trabajo Académico	Trabajo de Investigación	
3. Grado Académico o Título Profesional ¹				
Bachiller	Título Profesional	Título Segunda Especialidad	Maestría	Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
INFLUENCIA DE LA GRADACIÓN DE AGREGADO GRUESO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA, CHIMBOTE 2023				
5. Programa Académico				
INGENIERÍA CIVIL				
6. Tipo de Acceso al Documento				
Abierto o Público ³ (http://repositorio.usp.edu.pe/semantics/openAccess)		Acceso restringido ⁴ (http://repositorio.usp.edu.pe/semantics/restrictedAccess) (*)		
(*) En caso de restringido sustentar motivo				

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	16	05	2024




Firma

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a lo directiva N° 004-2016-CD/CYTEC-DEGE (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otras. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2. del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales -RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metodológicos en sus repositorios institucionales prestando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI a través del Repositorio ALICIA".

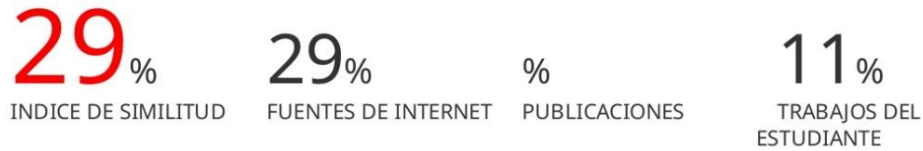
Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley 27444, art. 32, núm. 32.3).



Porcentaje de similitud

Influencia de la gradación de agregado grueso en la resistencia de un concreto de alta resistencia, Chimbote 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	kupdf.net Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
10	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
13	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
18	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %

21	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	kipdf.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
26	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
27	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
29	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
32	Submitted to Universidad Militar Nueva Granada	<1 %

Trabajo del estudiante

33	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
34	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Privada San Pedro Trabajo del estudiante	<1 %
37	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
39	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
42	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

44	www.fastcold.com.mx Fuente de Internet	<1 %
45	www.norcalaborers.org Fuente de Internet	<1 %
46	1pdf.net Fuente de Internet	<1 %
47	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
49	mail.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
50	muchosnegociosrentables.com Fuente de Internet	<1 %
51	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
52	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	www.appletonideas.com Fuente de Internet	<1 %
55	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %

56	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
58	vdocuments.com.br Fuente de Internet	<1 %
59	wb2server.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
60	www.ecuadorconstruccion.com Fuente de Internet	<1 %
61	www.clasificacionde.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo