

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c$ 210 kg/cm²
con cemento sustituido en 15% y 20% de arcilla – 2023**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Jamanca Rosales Alex Vladimir

Asesor:

Flores Reyes Gumerindo

Codigo ORCID: 0000-0002-2305-7339

Huaraz – Perú

2023

Índice General

Índice	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	iii
Palabras clave	v
Constancia de originalidad	vi
Título	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1
Metodología	28
Resultados	31
Análisis y Discusión	51
Conclusiones	54
Recomendaciones	56
Referencias bibliográficas	57
Anexos	60

Índice de tablas

Tabla N°1: Clases de mezcla según su asentamiento.	7
Tabla N°2: Requisitos del agua para mezcla	15
Tabla N°3: Método de diseño de muestras	28
Tabla N°4: Los límites de Atterberg: líquido y plástico de arcilla procedente del Escalón – Huaraz para sustituir cemento – Jamanca 2023	31
Tabla N°5: Evaluación de las temperaturas de calcinación según Análisis térmico diferencial de la arcilla	33
Tabla N°6: Análisis de granulometría Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023.	34
Tabla N°7: Análisis de granulometría Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023	36
Tabla N°8: El peso unitario SUELTO de Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023	37
Tabla N°9: El peso unitario COMPACTADO de Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023	37
Tabla N°10: El peso unitario SUELTO de Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023	38
Tabla N°11: El peso unitario COMPACTADO de Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023	38
Tabla N°12: La gravedad específica y el porcentaje de la absorción del agregado fino y grueso: Arena y Piedra triturada de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023	38
Tabla N°13: Resultados del contenido de humedad del agregado fino: Arena de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023	39
Tabla N°14: Resultados del contenido de humedad del Grueso: Piedra triturada de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023	39
Tabla N°15: Composición química de arcilla – Método Fluorescencia de rayos X (FRX)	40
Tabla N°16: Resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm^2	43
Tabla N°17: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de sustitución del cemento por arcilla de Escalón de diseño $f'c$ 210 kg/cm^2	45
Tabla N°18: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de sustitución del cemento por arcilla de Escalón de diseño $f'c$ 210 kg/cm^2	48

Índice de Figuras

Figura N°1: Cono de Abrahams	7
Figura N°2: Arcilla	17
Figura N°3: Los límites de Atterberg: líquido y plástico de la arcilla procedente del Escalón – Pira – Huaraz, para sustituir cemento – Jamanca 2023	32
Figura N°4: Abaco de Plasticidad de Casagrande para arcilla de Escalón – Pira - Huaraz – 2023	33
Figura N°5: CURVA GRANULOMETRICA del Agregado Fino: cantera Ruben – Chimbote – 2023	35
Figura N°6: CURVA GRANULOMETRICA del Agregado Grueso: cantera Ruben – Chimbote – 2023	36
Figura N°7: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 7 días.	43
Figura N°8: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 14 días.	44
Figura N°9: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 28 días.	44
Figura N°10: Resistencia a la compresión PROMEDIO del concreto PATRÓN según días de curado.	45
Figura N°11: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 7 días.	46
Figura N°12: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 14 días.	46
Figura N°13: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 28 días.	47
Figura N°14: Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental con 15% DE SUSTITUCION DE ARCILLA según días de curado	47
Figura N°15: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 7 días.	48
Figura N°16: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 14 días.	49
Figura N°17: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 28 días.	49
Figura N°18: Resistencia a la compresión promedio del concreto experimental con 20% DE SUSTITUCION DE ARCILLA según días de curado	50
Figura N°18: Comportamiento de la resistencia a la compresión de los concretos: PATRÓN Y EXPERIMENTALES, según días de curado	51

Figura N°18: Porcentajes de la resistencia a la compresión de los concretos:
PATRÓN Y EXPERIMENTALES, según días de curado

52

PALABRAS CLAVE

Concreto, arcilla, resistencia

Tema:

Tecnología del concreto

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Construcción y Gestión de la construcción

OCDE

Área : Ingeniería y Tecnología

Sub área : Ingeniería Civil

Disciplina : Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

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

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² con cemento sustituido en 15% y 20% de arcilla - 2023**" del (a) estudiante: **JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR**, identificado(a) con Código N° **2007120469**, 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, 03 de octubre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. JAVIER MÁRTINEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



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

TITULO

**Propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm² con
cemento sustituido en 15% y 20% de arcilla – 2023**

Resumen

El trabajo de investigación que se ha ejecutado tuvo como finalidad determinar si la arcilla, puede ser usado como material sustituyente del cemento para ello se evaluó las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla de concreto convencional con resistencia de diseño $F'c210 \text{ kg/cm}^2$ como el concreto de referencia o patrón y dos concretos experimentales con 15% y 20% de sustitución del cemento por arcilla calcinada.

La metodología del estudio es explicativa aplicada que tiene un enfoque cuantitativo de diseño experimental: nivel cuasi experimental. Para ello se ensayaron 27 probetas de concreto patrón y experimentales (9 patrón, 9 15% y 9 20%).

La arcilla tiene un alto contenido de óxido de sílice similar con el cemento portland tipo I, utilizado en la investigación. Se ha utilizado la observación como técnica de investigación la cual se ha servido de las guías y las fichas en los ensayos de laboratorio realizados.

La resistencia a la compresión para la mezcla patrón del concreto fue de 218.37 kg/cm^2 y para los concretos experimentales con sustitución del cemento por 15%, 20% de arcilla fue de 199.56 kg/cm^2 y 163.50 kg/cm^2 respectivamente. El uso de la arcilla de localidad de Escalón, distrito de Pira, provincia de Huaraz calcinada a $550 \text{ }^\circ\text{C}$ no cumplió como material suplementario cementante porque disminuye su resistencia respecto al diseño de $F'c210 \text{ kg/cm}^2$.

Abstract

The purpose of the research work that has been carried out was to determine if clay can be used as a substitute material for cement. For this purpose, the mechanical and physical properties of the conventional concrete mixture with design resistance $F'c210 \text{ kg/cm}^2$ were evaluated as the reference or standard concrete and two experimental concretes with 15% and 20% replacement of cement with calcined clay. The methodology of the study is applied explanatory that has a quantitative approach of experimental design: quasi-experimental level. For this purpose, 27 standard and experimental concrete specimens were tested (9 standard, 9 15% and 9 20%).

The clay has a high silica oxide content similar to the Type I Portland cement used in the research. Observation has been used as a research technique which has used the guides and sheets in the laboratory tests carried out.

The compressive strength for the concrete master mix was 218.37 kg/cm^2 and for the experimental concretes with cement replacement with 15%, 20% clay was 199.56 kg/cm^2 and 163.50 kg/cm^2 respectively. The use of clay from the town of Escalón, district of Pira, province of Huaraz calcined at $550 \text{ }^\circ\text{C}$ did not comply as a supplementary cementitious material because its resistance decreases compared to the design of $F'c210 \text{ kg/cm}^2$.

I. INTRODUCCION

Antecedentes

Se puede afirmar que en la actualidad existen estudios sobre la sustitución del cemento portland por arcilla en combinaciones con otros materiales calcáreos y es reducida la cantidad de estudios en el ámbito Ancashino el estudio de la arcilla como único elemento sustituyente, por ello surge la idea, con la finalidad de obtener posibles mejoras en las propiedades físicas y mecánica de un nuevo concreto sustituyendo con arcilla en los porcentajes de 15% y 20% en un concreto.

Por lo anteriormente descrito, se plantea la necesidad de sustituir con arcilla calcinada y no calcinada en un concreto $f'c$ 210 kg/cm² convencional, en diferentes porcentajes de manera que se encuentre un punto óptimo de consistencia, resistencia a la compresión, reduciendo de esta manera la cantidad de cemento a utilizarse en un diseño de mezclas tradicional, lo que conlleva a la contribuir directamente con la disminución de uso del cemento portland y por tanto generar menos contaminación durante el proceso de fabricación de este..

Aprianti, Shafigh, Bahri, y Farahani (2016). Son autores dan a conocer a través de la discusión de sus resultados las alternativas ecológicas nuevas y alternativas orgánicas agregadas o adicionadas en polvo y/o cenizas las cuales se evaluaron mediante la valoración de sus características químicas, físicas y lo más importante mecánicas en masas o matrices cementicias.

Para ello se planteó la creación de un producto aditivo que sea utilizado como un material aglomerante de origen orgánico que sea una alternativa de reemplazo del cemento portland, este aditivo tiene como materia prima la cascara del huevo, al cual se le dio un tratamiento mecánico de trituración para ser pulverizado con ciertas características de gradación además se le incorporo un tratamiento térmico para su deshidratación, así cumplir con los requisitos exigidos por la norma ASTM C-109 para cementos hidráulicos.

Bonavetti V. et all (2021) en su investigacion titulada “Hormigones de cementos compuestos con arcilla calcinada y material calcáreo” utiliza la arcilla calcinada como material cementicio suplementario para la elaboración del concreto u hormigon, ademas de material calcareo, y evalua las características del concreto en su estado

fresco y en su estado endurecido como son la absorción capilar, la penetración de agua a presión, la resistencia mecánica. El porcentaje de arcilla incorporada en los concretos experimentales llega hasta el 35% de sustitución del cemento. Los resultados obtenidos presentan un asentamiento del concreto en estado fresco inicial muy plástico casi en un estado fluido y con la incorporación de material cementante suplementario provoca la reducción del asentamiento, de forma paulatina. Con el tiempo de curado de 28 días la resistencia mecánica a compresión registrada es independiente del tipo de material cementicio suplementario que se utilice sino de la cantidad de este. El concreto experimental con la sustitución de cemento por 10% de arcilla calcinada y % similar de material calcáreo, y el concreto experimental con 25% de arcilla y 10% de material calcáreo son los concretos que llegaron a obtener menor velocidad de absorción capilar que la establecida por la norma CIRSOC 201-2005. La investigación concluye que los concretos al que se les sustituyó hasta el 50% del cemento poseen una trabajabilidad y cohesión aceptable, no presentan excesiva exudación y una buena terminación superficial. Las resistencias a la compresión de los concretos con material cementicio suplementario son dependiente de su porcentaje de contenido independientemente del tipo de material suplementario cementante que se use. Los concretos que tuvieron los mejores resultados en su comportamiento a edad avanzada de curado fueron los que usaron la arcilla calcinada como material cementicio suplementario. La totalidad de los concretos experimentales cumplen los parámetros normativos para la penetración de agua a presión en concretos impermeables.

Mejía (2017) realiza un estudio en el cual determina la propiedad mecánica de la resistencia a compresión de un concreto con diseño $f'c210$ kl/cm² al cual se le sustituye el 3% y 6% del cemento por arcilla de la localidad de Paria en la provincia de Huaraz, este material previo a su utilización fue activado mecánicamente. Los resultados obtenidos en laboratorio permitieron llegar a las conclusiones siguientes: la resistencia a la compresión de los concretos patrones y experimentales con 3% y 6% de sustitución se evaluaron a diferentes periodos de curado, de 7, 14 y 28 días, obteniendo resistencias del concreto patrón superiores a las resistencias de los concretos experimentales, la variación de la variable independiente es muy significativa de acuerdo al análisis estadístico de la varianza.

Alujas, A., Fernández, R., Martinera, J. & Quintana, R. (2016) desarrollaron un estudio para la Revista CENIC, Ciencias Químicas Vol.41 titulado: “el empleo de las arcillas caolinitas de bajo grado de activación térmica, como alternativa de reemplazo parcial de cemento portland”, en él se plantea como objetivo específico la evaluación de la reacción puzolánica que posee las arcillas calcinadas específicamente de las arcillas caolinitas, otro objetivo fue evaluar el potencial empleo como material cementicio suplementario.

Se hizo uso de las rocas arcillosas provenientes de los yacimientos naturales: “la Moza”, ubicada en la provincia de Villa Clara. El proceso de extracción de la muestra experimental se realizó bajo un proceso de sedimentación en el cual se empleó el hexametáfosfato de sodio como elemento de defloculación. Es así que cuando las arcillas suspendidas y extraídas fueron secadas con extracción de aire por un periodo de 72 horas, a una temperatura de 80°C, posteriormente ya con las arcillas secas, se realizó la molienda mediante molino de anillos llegando el material arcilloso en polvo, la misma constitución inicial.

El material arcilloso se realiza una caracterización química y también estructural a través de los ensayos de Fluorescencia de rayos X (FRX), caracterización morfológica mediante ensayo de refracción de rayos X (DRX), también se realizaron otros ensayos como el análisis térmico diferencial (ATD), análisis termogravimétrico (ATG), la distribución de los tamaños de partículas (PSD) y de las superficies específicas de las partículas.

Se determinó que las fases importantes de estas arcillas fueron la caolinita con 40% , la montmorillonita y la Illita. Las cuales fueron homogeneizadas y activadas térmicamente a temperaturas de 600°C, 800°C y 925°C por un periodo de tiempo de 1 hora (60 minutos), estas temperaturas fueron obtenidas por el ensayo de ATD, ATG. También las arcillas fueron calcinadas a temperaturas de 600°C, 800°C y 925°C pero por un periodo de tiempo mayor de 1.5 horas (90 minutos) a las cuales se les designó como arcillas 66,86 y 96,

Para evaluar su puzolanidad se prepararon cuatro pastas de cemento, las cuatro pastas preparadas tienen una relación agua/cemento de 0.4, se utilizó el cemento Portland tipo I en la mezcla patrón y se tuvo en consideración un reemplazo del 0% del cemento,

mientras que, en las tres experimentales se reemplazaron en porcentajes de 30% de la masa del cemento por arcillas calcinadas a las temperaturas de 600, 800 y 925 °C a ellas se les llamó o pc-66, pc-86 y pc-96 respectivamente, la mezcla patrón o serie de control fue preparada con la totalidad del cemento Portland sin ser sustituido para los ensayos de la resistencia a la compresión se prepararon también series de morteros en un número de cinco con las medidas de 4 x 4 x 16 mm de acuerdo a las especificaciones que proporcionan la norma Suiza SIA 215.001 que es una norma equivalente a la europea en EN-1961 estas cinco series de morteros han incluido un control o patrón que tiene el 100% de cemento y las otras series tienen sustituciones del 30% de segmento por arcillas calcinadas que fueron desmoldadas después de un periodo de 24 horas y se realizó el ensayo de resistencia a la compresión y resistencia a la placa flexión a periodos de curado de 1, 7, 28 y 90 días de las 5 muestras cada una de ellas replicó cuatro veces para sacar un promedio el proceso de curado se realizó a una temperatura constante de 30 °C en todas las muestras.

La investigación llegó a concluir que a pesar de la relativa baja cantidad de caolinita (40%) la parte arcillosa que se evaluó luego de ser activada térmicamente a 600 y 800 grados centígrados logró obtener en las pastas y morteros con un 30% de reemplazo del cemento una muy buena reacción puzolánica a partir de los 7 días, sin embargo, para la temperatura de activación térmica de 925 grados centígrados, la reactividad puzolánica fue muy baja o moderada dependiendo de la temperatura y periodo de curado. Las partes arcillosas o porcentajes que se incorporaron a las pastas y morteros permiten aminorar que estas al ser calcinadas mejoraron la resistencia mecánica de los morteros debido a su reacción puzolánica y al efecto de “filler”, alcanzando mayor porcentaje de hidratación del cemento en las muestras con un 30% de sustitución,

La tecnología del concreto

En la industria de la construcción destaca un material de gran importancia el concreto Este es un material denso estado inicial presenta una consistencia un comportamiento de carácter moldeable viscoso mientras que posteriormente su estado se solidifica está conformado por materiales pétreos conocidos como agregados y en su estado inicial con agua y cemento presenta un comportamiento casi elástico la mezcla presenta a los agregados rodeados y separados por la pasta de cemento entre ellos por tanto la

definición de este material desde un punto de vista particular de su estructura interna se diría que es un material heterogéneo isotrópico cuya particular estructura permite un comportamiento elástico la variabilidad de sus formas en la fase viscosa.

Es posible en un período inicial, pasado este tiempo y con las condiciones de curado se formarán o crearán tensiones internas muy elevadas; por otro lado, en los problemas de diseño análisis y construcción muy comunes en las fábricas de piedra que tienen un carácter mecánico hay que considerar que según las formas y las longitudes de los distintos elementos de las construcciones se deben e intervienen muchos factores los cuales deben de reconocerse y ser estudiados por el ingeniero proyectista que interviene. Esta intervención comprende la definición de las proporciones y también en la elaboración del mismo en obra por tanto es necesario que se debe estudiar el tipo y la calidad de los agregados

Es necesario también realizar el estudio exhaustivo de la calidad y del tipo de los agregados es decir sus propiedades físicas mecánicas y químicas que presentan para ser considerados en su respectivo diseño además debemos conocer las condiciones de endurecimiento del cemento o pasta la dosificación del conjunto su proceso de elaboración y la correspondiente forma de colocación y Transporte del concreto en su estado fresco o en obra por último también es necesario estudiar el comportamiento de la mezcla bajo la acción de las cargas y esfuerzos a los que estarán sometidos en los distintos elementos por último también de los agentes externos nocivos para el concreto. (González, M. 1962).

El concreto:

Al ser el concreto el objeto de estudio de la presente investigación debemos de conceptualizar de la misma forma sus factores que inciden o afectan su desarrollo y comportamiento de las distintas propiedades que posee la combinación de agua con cemento permiten obtener una pasta que unifica a los agregados logrando crear una masa moldeable inicialmente y que tras un proceso de endurecimiento logra comportarse como una roca el proceso de solidificación de la pasta de cemento se produce a raíz de una reacción química interna entre el agua y el cemento pca 2004 p1 el concreto es una masa o combinación de un aglomerante agregado fino y grueso agua y aire todos ellos en proporciones establecidas por el diseño correspondiente quién se

encarga de prefijar características o propiedades que se necesitan del concreto avanto 1995 el cemento Portland reunido o al contacto con el agua reacciona de forma química conjuntando las partículas de los agregados logrando constituir un material heterogéneo e isotrópico en su estado sólido de acuerdo a condiciones especiales pueden también adicionarse algunas sustancias conocidas como aditivos los cuales van a modificar o mejorar alguna propiedad del concreto. Abanto, A.1995.

El agua:

El agua para ser utilizada en el concreto debe tener la condición de ser potable, como mínimo debe estar libre de impurezas, de ninguna manera de utilizarse agua de mar debido a su alta cantidad de sales que pueden afectar el acero de refuerzo del concreto armado o concreto pre esforzado. El agua según la Norma Técnica Peruana NTP 339-088 indica que debe ser potable y debe tener condiciones óptimas de limpieza para conformar el concreto, permite si en algunos casos el uso de agua no potable bajo ciertas pruebas in situ preliminares.

Según la norma peruana el agua a utilizarse para elaborar el concreto y para el curado del mismo no debe presentar cantidades elevadas de azúcares, materia orgánica, sales alcalinas, ácidos, aceites, residuos cloacales, materiales sólidos en suspensión y gases tóxicos. El agua para la elaboración de una mezcla de concreto se acepta siempre y cuando sea potable exceptuando algunos casos cuando presenten características satisfactorias de este, previo cumplimiento de las pruebas preliminares in situ para aguas de dudosa procedencia.

Ciertas impurezas del agua van a afectar la calidad del concreto específicamente el proceso del fraguado, la propiedad de la resistencia la durabilidad, la apariencia de este debido a la presencia de carbonatos ya que producen un fraguado veloz, el bicarbonato retarda el proceso de fraguado, el cloruro reduce la capa protectora de óxido que se forma sobre el refuerzo de acero evitando la corrosión los elementos, el sulfato producen en el concreto la expansión y dañan principalmente áreas del concreto que son expuestas y están en contacto con la humedad elevando los contenidos de sulfato; todos ellos afectarán por tanto todos estos elementos constituidos por esta mezcla: la resistencia del concreto (Carrasco, 2009)

Caracterización del concreto:

La trabajabilidad del concreto

Esta característica del concreto fresco permite la facilidad de manejo colocación de una masa de concreto en un determinado elemento también se le conoce como la consistencia y se define por la cantidad o contenido de humedad la mezcla por tanto depende Generalmente de la cantidad de agua que se incorpora en la mezcla la consistencia es medida a través de un equipo conformado por un tronco de cono donde sus dos círculos o bases son paralelos y miden 20 cm y 10 cm de diámetro, la altura del tronco es de 30 cm se recomienda que el material del equipo debe ser metálico y debe mantener su forma durante el proceso de llenado y ensayo. Abanto, 1995).

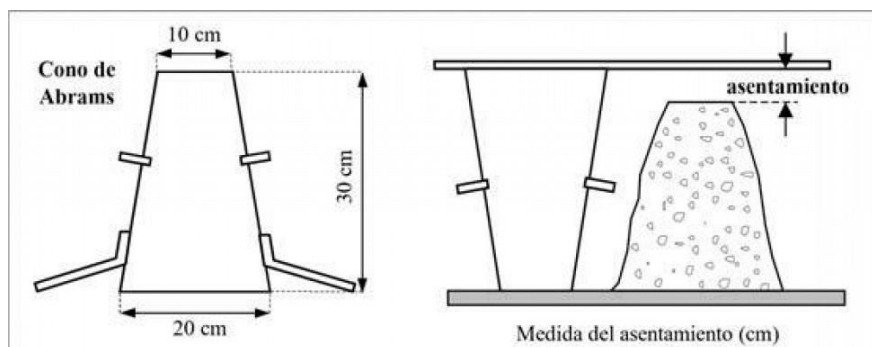


Figura 1: Cono de Abrahams

Fuente:Fhormix.com.ar

Tabla 1. Clases de mezcla según su asentamiento.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Normal
Fluida	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto C. Flavio - Tecnología de concreto- p 49

La Durabilidad

Esta propiedad permite que el concreto sea capaz de tener una resistencia considerable a los efectos del intemperismo, a la acción de los productos químicos y los efectos de desgaste que estos producen internamente y externamente a lo largo del tiempo.

La impermeabilidad.

Corresponde a una característica bastante importante del concreto que se logra mejorar cuando se reduce la cantidad de agua que contiene la mezcla es decir es proporcionalmente inversa a la relación agua cemento.

La resistencia

La resistencia es la propiedad importante del concreto que es primordial en un diseño del elemento estructural. Generalmente la resistencia es determinada por su valor final en una probeta o espécimen sometido a esfuerzo de compresión el concreto presenta de forma ascendente su resistencia en periodos de tiempo siendo evaluados normalmente a un tiempo final de 28 días como tiempo más común utilizado de forma estandarizada (Silva, 2005)

La resistencia a la compresión

los concretos se diseñan de tal forma que pueden tener

La resistencia a la compresión.

Una mezcla de concreto puede ser diseñada de forma tal que consiga tener una gran variedad de propiedades físicas mecánicas y condiciones de durabilidad óptimas que puedan cumplir con los requisitos y condiciones que una estructura necesita. La resistencia a compresión de una mezcla de concreto sólida o endurecida es una medida muy común que los profesionales de la ingeniería utilizamos para el diseño de edificaciones y otras infraestructuras de carácter civil u obras civiles.

Esta propiedad mecánica es medida mediante la fracturación de muestras llamadas probetas que tienen una forma cilíndrica y son sometidas en una máquina de ensayos donde se aplica cargas axiales de forma controlada. La resistencia a compresión es calculada entonces con la carga a la cual se produjo la ruptura y dividida entre la superficie de la sección de la probeta sobre la que se aplicó la carga, el resultado se presenta en kilos por centímetro cuadrado en libras fuerza por

pulgadas cuadradas o en megapascales si se utiliza el sistema de unidades internacional.

Los requisitos para obtener una resistencia a compresión varían desde 2500 libras por pulgadas cuadradas para concretos residenciales hasta los 4000 libras por pulgadas cuadradas para concretos de edificaciones comerciales. Para la determinación de resistencias elevadas hasta los 10000 libras por pulgadas cuadradas deberá considerarse concretos de alta resistencia.

Las probetas que se someten a ensayos para la aceptación y control de la calidad deben ser elaborados y curados de acuerdo a los procedimientos que se describen en la Norma ASTM C31 para “las prácticas estandarizadas de elaboración y curado de los cilindros de prueba de concreto en campo para la estimación de la resistencia de una concreta in situ la Norma ASTM C31 también formula pasos para los procesos del curado en campo. Las probetas cilíndricas para la determinación de su resistencia a compresión deben ser elaboradas, controladas y probadas con la presencia supervisión y control del responsable técnico correspondiente. Un resultado del ensayo se determinará con el promedio de por lo menos dos roturas de probeta cilíndricas o convencionales las cuales deben ser elaboradas en la misma fecha, con las mismas mezclas procedimientos, moldes, curados y equipo de rotura para que se verifique el promedio correspondiente

Una mezcla de concreto viene a ser una masa solidificada o endurecida que tiene por naturaleza una discontinuidad y heterogeneidad en su interior. Todo material heterogéneo tiene sus propiedades dependientes de sus características físicas y características químicas de los materiales que lo conforman y de cómo se interrelacionan entre ellos. Fundamentados en lo anteriormente dicho, podemos inferir que la resistencia de un concreto dependerá generalmente de la interacción de sus elementos que lo constituyen y de su comportamiento es decir la resistencia que tiene la pasta hidratada y su resultado final de pasta endurecida, la resistencia que poseen los agregados finos y grueso y, por último, la resistencia que posee la interface agregado-matriz (Osorio J. 2013)

Factores que inciden en la resistencia de un concreto

- La relación agua- cemento

- El contenido de aire
- Los agregados
- Entre otros.

- **La relación agua cemento**

Esta relación influye directamente a la resistencia de una masa de concreto Abrahams hizo la formulación de su conocida ley en la que indica que para los materiales similares y similares condiciones de pruebas, la propiedad mecánica de resistencia de un concreto endurecido y compactado por un periodo de tiempo o edad es proporcionalmente inversa a la relación agua cemento. (Osorio, J. 2013)

- **El aire contenido**

Otro factor que influye también en la resistencia de un concreto viene a ser el contenido de aire que similar a la relación agua cemento actúa de manera inversamente proporcional a esta.

- **Los agregados del concreto**

Los agregados como materia prima del concreto se dividen en agregado grueso y agregado fino influyen directamente a partir de su distribución de las partículas es decir su granulometría, la cual tiene un rol importante en la propiedad de resistencia permite en su estado fresco una máxima capacidad de este y en su estado de concreto endurecido aumenta la densidad por lo que se infiere que a mayor densidad se obtendrá mayor resistencia. (Osorio J. 2013)

- **Tamaño Máximo de agregado**

Otro de los factores que influye en la resistencia concreto viene a hacer el tamaño máximo nominal grado grueso también se considerará indispensable este tamaño para su diseño correspondiente en la metodología que se elija por parte del ingeniero proyectista en recientes investigaciones el tamaño máximo del agregado incide directamente en la resistencia de un concreto. (Osorio J. 2013)

- **El fraguado**

El proceso de fraguado del concreto es también un factor que incide directamente en la resistencia de un concreto y corresponde a la velocidad que tiene para

endurecerse una mezcla la cual pasa desde un estado plástico a un estado endurecido con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad. (Osorio J. 2013)

- **El tiempo del concreto**

Se puede mencionar también otro factor influyente en la resistencia mecánica de un concreto a la edad del concreto y es a partir del momento de fraguado inicial que se considera la contabilización del mismo la etapa de fraguado final es el punto de partida del proceso interno de la mezcla para adquirir resistencias y este va en aumento con el paso del tiempo. (Osorio J. 2013)

- **El curado del concreto**

El proceso de curado de un concreto también es otro de los factores que incide en la resistencia de un concreto este proceso de curado debe realizarse de forma controlada permitiendo que la masa de concreto no tenga pérdidas de agua excesivas por efectos de elevadas temperaturas de vientos humedad relativa etcétera que garantice una completa hidratación de las partículas de aglomerante con lo cual se garantiza una resistencia final óptima de un concreto. (Osorio J. 2013)

- **La temperatura**

La resistencia de un concreto se ve afectada también por el factor de la temperatura ambiental donde se desarrolla el proceso de endurecimiento del concreto

Componentes de un concreto.

Los materiales utilizados para la elaboración de un concreto son incorporados de forma proporcional exactas y son:

- El aglomerante (cemento)
- Arena (agregado fino)
- Grava (agregado grueso)
- El agua

El aglomerante

Es el material que en su estado húmedo es capaz de adherirse, moldearse y endurecerse con los agregados, el aglomerante mas usado es el cemento portland,

El cemento:

El cemento es un aglomerante hidráulico que presenta unas características pulverizadas y tiene la propiedad de fraguado y endurecimiento. Cuando se le adiciona una determinada cantidad de agua forma una mezcla pastosa capaz de adherirse con el material pétreo, luego tiene la capacidad de endurecerse tanto en condiciones aéreas como también dentro de condiciones saturadas hasta formar compuestos estables con condiciones de dureza requeridas. (Rivva, 2010),

Los componentes químicos del cemento

1. Silicato tricálcico: es un componente que le proporciona alta resistencia inicial y tiene una influencia directa sobre el calor de hidratación.
2. Silicato dicalcico: este componente químico logra definir la resistencia en un período largo de tiempo no incide en el calor de hidratación.
3. Aluminato tricálcico: viene a ser un componente químico del cemento que actúa como catalizador para la reacción de los silicatos ocasionando un fraguado rápido y veloz; también este componente se encarga de reducir tiempo de fraguado y por lo tanto es preciso que se le añada durante la fabricación,
4. Aluminio ferrito tetracalcico: es un componente que tiene influencia para la velocidad del proceso de hidratación de las partículas del cemento y de forma secundaria para el calor de hidratación del mismo.
5. Algunos componentes menores: estos tienen incidencia muy baja en sus propiedades finales de la mezcla de la pasta y son: el óxido de potasio, el óxido de sodio, óxido de manganeso, óxido de titanio, entre otros.

Los tipos de cemento

Tipo 1 es el cemento de uso general y no necesita ser utilizado para elementos con propiedades especiales o en condiciones externas de intemperismo particulares

Tipo 2 también es un cemento de uso general y de forma específica se usa cuando es necesaria que el producto resultante: concreto, mortero o pasta tenga una moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo 3 es el cemento que requiere elevadas resistencias iniciales para las estructuras que la conforman.

Tipo 4 es el cemento que es necesarios considerar usar cuando se manejan volúmenes grandes de concreto ya que este tipo de cemento posee un bajo calor de hidratación.

Tipo 5 es el cemento usado cuando se necesita concretos con una alta resistencia a los sulfatos y ambientes también en ambientes marinos o zonas con presencia de lluvia acida.

Arena (agregado fino)

El agregado fino es aquel que corresponde a las arenas gruesas y está conformado por el conjunto de partículas cuyo diámetro permite que puedan pasar la malla 3/8" y puedan ser retenidas en la malla #200, las arenas resultan de la desintegración de la roca madre de la corteza terrestre y deben de cumplir con la normatividad NTP 400 037.

La distribución granulométrica del agregado fino que se emplea en un determinado trabajo debe de ser uniformemente distribuido a lo largo de toda la serie de tamices que señala la Norma, las variaciones que puedan obtenerse del módulo de fineza superior a 0.2 implica el rechazo de este material para ser usado en mezclas. El agregado fino debe siempre contener una cantidad suficiente de partículas que pasan por la malla número #50 para poder obtener una trabajabilidad adecuada en la mezcla fresca, además las arenas deben tener de referencia un módulo de fineza que varía desde 2.3 hasta 3.1, los valores antes mencionados forman un intervalo aprobado por la norma pero ello no excluye la posibilidad de utilizar agregados con valores mayores de módulo de fineza a 3.1 o menores a 2.3 siempre que se tomen las medidas adecuadas de precaución para la selectividad de las proporciones de materiales en la mezcla.

Las arenas deben de contener siempre partículas limpias que tengan un perfil anguloso, deben ser duras y compactas, deben también estar libres de materia orgánica o de alguna otra sustancia dañina (Rivva 2007)

Los agregados finos son aquellos que provienen de la desintegración natural o artificial de la roca madre y es en algunos casos la combinación de la arena natural con la arena manufacturada.

Las propiedades físicas del agregado fino:

Las arenas que se utilizaran en la elaboración de un concreto deben de cumplir con los requisitos mínimos que se indican en las especificaciones técnicas de la NTP, que permiten obtener un agregado fino de calidad.

Grava (agregado grueso)

El agregado grueso es considerado según Rivva (2007) en su publicación llamada “tecnología de concreto y diseño de mezclas” al conjunto de partículas sólidas que son retenidas en la malla número #4 y provienen originalmente de un proceso de desintegración mecánica de la roca madre de la corteza terrestre. Este conjunto de partículas debe cumplir con la normatividad NTP 400.037. El agregado grueso puede ser clasificado como piedras triturada o grava, se le llama agregado grueso entonces puesto que este incorporará el mayor porcentaje de masa dentro de una mezcla. las partículas del agregado grueso pueden ser provenientes de una grava natural o una grava triturada, el proceso de trituración se realiza de forma mecánica en las canteras correspondientes.

El agregado grueso se debe conformarse por partículas limpias libres de escamas, deben ser angulosas, no deben contener tierra, no debe contener polvo o limo, además deben estar exentos de material orgánico, de incrustaciones en su superficie y no debe contener sales o sustancias dañinas que perjudiquen la durabilidad del concreto.

El agregado grueso a usar como materia prima para el concreto de preferencia debe tener un perfil anguloso o semianguloso, debe presentar una alta dureza, alta resistencia a la abrasión y la superficie debe ser rugosa

El agregado grueso a utilizarse en una mezcla de concreto debe tener una resistencia a la compresión superior a los 200 kg/cm² debe estar graduado y debe tener una granulometría entre los límites que especifica la Norma NTP 400-037, la gradación seleccionada no debe de exceder el 5% del agregado retenido Enel tamiz 1 1/2” y además no debe de exceder el 6% del agregado pasante por el tamiz 1/4”

Se debe seleccionar un tamaño máximo para el agregado grueso, según las condiciones:

- La quinta parte de la dimensión mas baja que hay entre las superficies del encofrado.
- Una tercera parte del alto de losa
- Las tres cuartas partes del espacio que hay entre las varillas de refuerzo.

En caso se necesite lavar el material por presencia de tierra, arcillas o limos, se tiene que usar agua limpia libre de material orgánico, agua sin sales y solidos suspendidos, de preferencia potable.

Las propiedades físicas del agregado grueso.

Las gravas utilizadas para la preparación o elaboración de un concreto deben de tener una resistencia elevada, deben cumplir con los requerimientos mínimos de las normas; estas deben también tener una procedencia de rocas volcánicas de grano fino las cuales han sufrido un enfriamiento a gran profundidad de la superficie terrestre.

Deben además tener una dureza superior a 7 y la resistencia a la compresión debe ser superior al doble de la resistencia que se quiere obtener para el concreto. (Silva 2005)

Agua

El agua para ser empleada en la elaboración de una mezcla de concreto debe ser limpia, debe estar libre de aceites, no debe contener ácidos, tampoco productos álcalis, debe estar exenta de sales y de materiales orgánicos. La función principal que tiene el agua es la hidratación del cemento y se usa también parte de ella para mejorar la propiedad física de la trabajabilidad (Silva 2005)

Tabla N°02: requerimientos de agua para una mezcla de concreto.

Descripción	Limites
Cloruro	300ppm.
Sulfato	300ppm.
Sal de magnesio	150ppm.

Sal soluble total	1500ppm.
Potencial hidrogeno	Superior a 7
Solidos suspendidos	1500ppm.
Material orgánico	10ppm.

Fuente: Norma Técnica Peruana 339-088

La durabilidad

La durabilidad es una propiedad del concreto que se aprecia a partir de la capacidad que tiene este para resistir todas las acciones o fenómenos del intemperismo, los ataques químicos de productos corrosivos, la abrasión sobre su superficie o también cualquier otra clase de deterioro; algunos investigadores mencionan que la durabilidad es una propiedad que tiene el concreto endurecido la cual resiste acciones del medio ambiente que lo rodea, resiste también los ataques físicos, biológicos y químicos a los que el concreto se encuentra expuesto en su contexto local. Lo definen también como la resistencia al proceso de abrasión y a la acción térmica del fuego.

La durabilidad también puede entenderse como la capacidad que tiene el concreto para resistir las radiaciones externas, la acción de la corrosión y cualquier otro tipo de deterioro.

Todo tipo de concreto es diseñado, según el American Concrete Institute ACI-211, para obtener una mínima resistencia a la compresión. Este diseño de la resistencia tiene ciertas limitaciones cuando se indica una cantidad máxima de su relación agua cemento y con ello condicionamos también la cantidad de material aglomerante, es de suma importancia cumplir con los requisitos que no son incompatibles mutuamente y en otros casos la relación que existe de agua cemento se convierte en una de las características de mayor importancia para la durabilidad del concreto. Las especificaciones técnicas permiten requerir que un concreto cumpla algunos requisitos para su durabilidad específicamente relacionados con las condiciones de congelamiento y deshielo con los ataques químicos, con los ataques de sulfatos, con los ataques de cloruro, en todos ellos la relación agua cemento, la cantidad mínima

de aglomerante y los aditivos que corresponden en cada caso particular para un adecuado diseño de mezcla del concreto (Burg 1996)

Lo antes mencionado nos permite tener en cuenta para una mezcla de concreto de calidad considerar criterios de durabilidad en el diseño de mezcla, lo cual no va a producir ningún efecto, por el contrario, se realizarán procedimientos apropiados para la colocación del concreto en estado fresco, su compactación, acabado, protección y curado respectivo (Burg 1996)

La arcilla.

La arcilla es una clase de suelo o también una roca sedimentaria que se constituye por silicatos de aluminio hidratados, estos proceden del proceso de descomposición de algunas rocas madres que están compuestas por feldespatos, como es el caso del granito. La arcilla presenta coloraciones diversas de acuerdo a su contenido de impurezas desde un color blanco cuando la arcilla es pura, hasta un color rojizo anaranjado cuando presenta mayor cantidad de impurezas como por ejemplo la arcilla cuaternaria 400,000 años de antigüedad.



Figura 2: Arcilla

Fuente: <https://www.alnatural.com.mx>

Las arcillas desde un punto de vista físico son consideradas coloides, sus fragmentos son extremadamente pequeños cuya superficie es lisa. Las partículas de arcilla tienen un diámetro inferior a 0.002 mm, en la parte textural la arcilla puede contener partículas no minerales como los fitolitos, de forma química estas

partículas vienen a ser un silicato hidratado de aluminio cuya fórmula química es la siguiente: $Al_2O_3 + 2SiO_2 + H_2O$.

Las arcillas se caracterizan porque pueden adquirir plasticidad cuando son mezcladas con agua además obtienen sonoridad y dureza cuando se les calienta por encima de los 800 grados centígrados. La arcilla en su estado endurecido mediante acción térmica de calcinación proporcionó a los humanos los primeros instrumentos y vestigios de cerámicos que fueron utilizados para la cocina, ladrillos, objetos de arte, instrumentos musicales, etcétera. La arcilla es un material muy barato y de amplio uso para las personas, además se utiliza para muchos procesos industriales como la elaboración del cemento Portland, la elaboración del papel, y algunos procedimientos químicos.

Las arcillas tienen su superficie específica externa de acuerdo a la tipo que corresponde, esta puede definirse como el área externa más el área interna superficial (si lo tuviera) por unidad de la masa y se expresa en m^2/gr , estas partículas poseen una superficie específica muy elevada, lo cual convierte a las arcillas en un material muy importante para su uso industrial donde la interacción de sólidos-fluidos tiene una dependencia directa con esta propiedad de superficie específica.

Ahora mostraremos a continuación algunos valores de las superficies específicas según tipo de arcillas:

- Caolinita – muy cristalina	15 m^2/gr
- Caolinita – poco cristalina	50 m^2/gr
- Halloisita	60 m^2/gr
- Illita	50 m^2/gr
- Montmorillonita	80 m^2/gr - 300 m^2/gr
- Sepiolita	100 m^2/gr - 240 m^2/gr
- Paliogorskita	100 m^2/gr - 200 m^2/gr

Clasificación de arcillas

Primaria

Este tipo de denominación se utiliza para las arcillas que provienen de un yacimiento donde se extrajo en el mismo lugar de origen la arcilla primaria conocida y única es el caolín

Secundaria

Este tipo de denominación se utiliza para las arcillas que provienen de un yacimiento donde se extrajo en el mismo lugar de origen la arcilla primaria conocida y única es el caolín

Son aquellas arcillas que han sufrido un desplazamiento después de su formación este desplazamiento. Se ha producido por fuerzas físicas y/o mecánicas y químicas, entre ellas podemos encontrar al caolín secundario, a las arcillas refractarias, las arcillas de bola, el barro superficie y el gres.

Atendiendo a su estructura de las partículas de arcilla se pueden distinguir las arcillas Filipenses y fibrosas. Además, las arcillas pueden clasificarse también de acuerdo a su plasticidad en arcillas plásticas como es el caso de la caolinítica y las arcillas poco plásticas como la esmectita la cual es altamente absorbente de grasas.

Existen arcillas calcáreas, la arcilla con bloque de piedra, las arcillas resultantes de la descalcificación y las arcillitas o esquistos.

Arcillas activadas

Ese producto resultante del sometimiento a un proceso de calcinación de las arcillas en estado natural, el proceso de calcinación permite se produzca una reacción química que tiene como finalidad la obtención de un compuesto adecuado de óxidos de silicio necesarios para la industria la construcción y otras actividades. Las arcillas activadas tienen una naturaleza de uso alrededor de 1880. La Bentonita es una arcilla de sílice que es posible transformarla en arcillas clarificantes las cuales son altamente activas cuando se les proporciona un tratamiento con ácido. Con el paso del tiempo el uso de las arcillas como agentes de decoloración han sido usados en la industria de los aceites de color oscuro y se han transformado de forma significativa gracias a las modernas tecnologías, las arcillas clarificantes se han vuelto arcillas altamente absorbentes y con elevada capacidad de adsorción de los compuestos de color y algunas otras impurezas presentes en los aceites. Tienen una

característica acídica y catalítica con un alto valor de intercambio iónico, el cual se considera la más importante propiedad de este tipo de arcilla.

Diseño de concreto

Se define como diseño de concreto aquel procedimiento que permite obtener una combinación de los materiales que integran agregados cemento agua el diseño del concreto logra seleccionar los materiales para que cumplan requisitos exigidos inicialmente y también para tener una consistencia adecuada que permita una gran trabajabilidad en su estado fresco. La trabajabilidad de esta mezcla permite la facilidad de ser transportado, colocado y consolidado en obra y se comprueba mediante el ensayo de consistencia (cono de Abrahams) se comprueba en campo su consistencia y fluidez y se determina si la mezcla es blanda o dura, si este cambia o no de forma en su estado fresco hasta las dimensiones previstas. La exudación es la aparición en la superficie superior de la mezcla de una parte de agua que se ubica en la superficie durante el proceso de fragua del concreto el diseño de mezcla de concreto viene a ser un procedimiento empírico que se basa principalmente en lograr una resistencia a la compresión en un periodo determinado de tiempo, pero a su vez debe tener este material en su estado fresco una gran manejabilidad.

Un diseño de mezcla debe de considerar el concreto en su estado fresco así como el concreto en su periodo endurecido siendo las exigencias más importantes que se deben cumplir mediante una adecuada dosificación de los materiales. Las proporciones dadas permitirán al concreto en su etapa fluida una gran manejabilidad de la mezcla y en su etapa endurecida una gran resistencia durabilidad y economía (Sánchez 2001)

La dosificación de una mezcla.

El proceso de dosificación de una mezcla señala que las cantidades Trump para una mezcla de concreto pueda cumplir con las características requeridas utilizando materiales disponibles Esto se logra a través de un sistema de pruebas y errores o también denominado sistema de ajustes y reajustes (Pinto y Hover 2001)

Estos sistemas antes mencionados preparan las muestras de concreto en proporciones originales que han sido calculadas mediante métodos diversos; a la

muestra de prueba se le aplican diversos ensayos de control como el asentamiento, la masa unitaria, la pérdida de manejabilidad, los tiempos de fraguado (inicial y final) y la resistencia a compresión.

Los resultados de estos ensayos deben de compararse con las especificaciones para determinar si cumplen o no con lo solicitado, determinando así la calidad del producto; si no fuera así deben de elaborarse nuevamente las muestras para que puedan cumplir la totalidad de los ensayos. Es necesario realizar una exhaustiva revisión de los materiales, del método de diseño utilizado y realizar otra mezcla muestral hasta que se logre cumplir con los requerimientos que se han señalado en cada una de las especificaciones técnicas.

Materiales usados en el concreto.

El concreto de calidad es aquel que posee las características mecánicas y físicas solicitadas en su diseño, y para ello influyen la calidad de los materiales que se usan para su fabricación, específicamente algunas propiedades como:

- La gradación de sus partículas
- El módulo de fineza
- El tamaño máximo de la piedra
- La densidad aparente de los agregados
- El contenido de humedad de agregados
- Absorción de los agregados
- La masa unitaria
- La densidad del aglomerante.

Procedimiento del diseño de mezcla.

- Estudiar especificaciones técnicas
- Definir resistencia a la compresión
- Definir resistencia a la flexión
- Definir asentamiento
- Estimar contenido de aire
- Estimar contenido de agua
- Definir relación agua cemento

- Verificación de granulometría
- Estimar la grava
- Estimar la arena
- Ajustar por humedad
- Ajustar el diseño

Los diseños de mezclas que se utilizan para determinar las proporciones de un concreto con características de resistencia específicas son métodos experimentales/empíricos y volumétricos, todos ellos han sufrido una evolución y han desarrollado procedimientos de acuerdo a las necesidades de cada proyecto además se han elaborado ciertas guías o programas estandarizados para que se dé cumplimiento a calidad del concreto en obra según el comité 201 del American Concrete Institute (ACI)

La Hidratación, el tiempo de fraguado y el endurecimiento

La pasta de cemento Portland presenta una adherencia de calidad debido a la reacción química que se produce entre el agua y el cemento, a este proceso se le conoce como hidratación- El cemento viene a ser un compuesto químico complejo ya que es una combinación de muchos otros compuestos, un 90% del peso del cemento Portland lo conforman cuatro compuestos importantes y son: el silicato tricálcico, el silicato dicálcico, el aluminato tricálcico y el ferro aluminato tetracalcico. El 10% restante está compuesto por otros elementos químicos que desempeñan un papel menor en el proceso de hidratación.

Cada tipo de cemento Portland está compuesto por los cuatro tipos de compuestos ya mencionados empero con proporciones diferentes en cada uno de ellos. Al momento de evaluar el Clinker (producto de la combustión y calcinación en hornos y molido posteriormente) al microscopio, la gran cantidad de sus compuestos se identifican y se determinan sus cantidades, pero algunos granos mucho más pequeños son indetectables de forma visual.

El diámetro de las partículas de un cemento típico promedio es de 15 micrómetros aproximadamente, si la totalidad de partículas tienen este diámetro promedio entonces por cada kilogramo de cemento habría 300 billones de partículas. Empero los estudios señalan que realmente hay unos 16,000 millones de partículas en cada

kilogramo de cemento, esto se debe a que existe una gran variedad de tamaños de partículas en un kilogramo de cemento Portland.

Las partículas poseen un área superficial de 400 m² aproximadamente, los silicatos de calcio que son dos conforman casi el 75% del peso total del cemento portland y se encargan de reaccionar con el agua formando dos compuestos silicato de calcio hidratado y el hidróxido de calcio, el primero es el más importante compuesto en el concreto ya que produce las propiedades ingenieriles del concreto como el fraguado, su continuo endurecimiento, la obtención de resistencia y la estabilidad dimensional; es necesario tener 0.4 gramos de agua por cada gramo de cemento, con ello se logra un proceso de hidratación total del cemento.

Justificación de la Investigación

El estudio propuesto se justifica completamente si es que se considera la obtención de resultados positivos los cuales serán encontrados a lo largo de la experimentación es decir se logren mejores resistencias de un concreto utilizando un material sustitutorio para el aglomerante.

El estudio tiene suma importancia por la utilización de un porcentaje de arcilla, como material sustitutorio del cemento. La arcilla podemos conseguir en diferentes lugares del Perú, en nuestra provincia de Huaraz existen muchas zonas con canteras de arcillas.

En la actualidad la agroindustria genera mucha cantidad de residuos que no son explotados adecuadamente, por lo general los residuos son arrojados de forma natural y sin control, en otros casos son calcinados al aire libre produciendo contaminación ambiental; la presente investigación pretende utilizar un recurso abundante en nuestras zonas local regional y nacional para ser usado como material que reemplace al cemento Portland en mezclas de concreto reduciendo así considerablemente el uso de este y contribuyendo indirectamente a la reducción del efecto invernadero que produce la industria del cemento.

Con las conclusiones que logremos obtener de esta investigación vamos a contribuir con el conocimiento que se tiene respecto al comportamiento de un concreto cuando se le sustituye parcialmente el cemento por arcilla y que tras un proceso del curado será evaluado según la resistencia a la compresión.

Son estas las razones y motivos que han permitido desarrollar esta investigación como futuros ingenieros identificados con nuestra realidad y entorno utilizando materiales baratos, accesibles y con sostenibilidad en el tiempo. Luego de haber finalizado nuestro estudio se podría constatar si la incorporación de esta arcilla procedente de la localidad del Escalón, distrito de Pira, provincia de Huaraz posee componentes químicos que permitan tal fin.

Justificación técnica

El presente estudio posee una justificación técnica debido a que sus resultados de evaluación a la propiedad mecánica de la resistencia a compresión podrán ser aplicados o no en la industria de la construcción de acuerdo a porcentajes establecidos y definidos de sustitución del cemento por arcilla activada térmicamente.

Justificación social

El presente estudio posee una justificación social ya que permitirá la mejoría de las propiedades para el concreto tales como la resistencia y durabilidad, propiedades que inciden directamente en las estructuras de las edificaciones y mejoran su comportamiento ante eventos sísmicos, y evitando así pérdidas de vidas.

Al ser empleado este material con la industria de la construcción los costos de elaboración del concreto disminuirán y serán más accesibles a la población además genera empleo en el proceso de obtención y caracterización de las arcillas para uso como material suplementario cementicio.

El presente estudio es viable porque se cuenta con los materiales disponibles para ser usados en esta etapa de investigación, y para su posterior aplicación como material sustitutorio del cemento en la elaboración de concretos, se dispuso además de los equipos y accesorios para realizar los ensayos y pruebas de propiedad de la Universidad San Pedro.

Problema

A nivel internacional se ha realizado estudios sobre la resistencia a compresión cuando los componentes del concreto han sufrido variación añadiéndole diversos materiales con el objetivo de cuantificar la variación de la resistencia a compresión de este. Cuando se le añade diversos porcentajes o cantidades de estos productos al concreto, los resultados que se han logrado obtener han sido diversos y variados de la misma forma se buscó con este reemplazo la disminución de Los costos para producir concreto por consiguiente reducir los presupuestos de una obra todo ello sin reducir ni perjudicar la resistencia a compresión de un concreto.

Con la presencia de materiales aglomerantes de origen alternativos como elemento sustituyente del cemento en el concreto, se presenta y proporciona una alternativa técnica para el desarrollo de los países en vías de desarrollo, para la región, para nuestro país y nuestra ciudad de Huaraz.

Actualmente en la región de Huaraz para tratar de reducir costos se recurre a la incorporación de menor cantidad del aglomerante en las mezclas, es decir el diseño de mezclas no es respetado según la especificación en las construcciones locales; la intervención de nuestro estudio se logra fundamentar porque se busca un material capaz de sustituir de forma parcial el cemento por porcentajes de 15% y 20% de arcilla proveniente de la localidad del Escalón, distrito de Pira en la provincia de Huaraz, este material está disponible, fácilmente accesible y tiene un bajo costo y abundancia en nuestra región y el país.

Son estas razones que el estudio propone inicialmente la elaboración de un concreto patrón y concretos experimentales en los cuales se utiliza la Silla como material de sustitución parcial del cemento en diversos porcentajes. El concreto

En concreto elaborado en los laboratorios de la Universidad San Pedro ha tenido una composición de acuerdo a un diseño de mezcla y se ha sustituido parcialmente el cemento por porcentajes de arcilla; se buscó comprobar primordialmente cuáles fueron los efectos que tuvo en la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión a los de 7, 14 y 28 días de curado respecto a un concreto patrón

además también se evaluó sus propiedades físicas como la consistencia y exudación.

Por lo anteriormente señalado el autor logra plantear como el problema de la investigación:

¿Cuál es la resistencia de compresión de una mezcla de concreto cuando se sustituye parcialmente el cemento 15% y 20 % por la arcilla de la localidad del Escalón, en referencia a una mezcla de concreto patrón diseñado para un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

Conceptualización y Operacionalización de las Variables

La conceptualización de las variables corresponde a definirla claramente ya que es un elemento que forma parte de la investigación científica, y para la presente investigación se tiene variable independiente y variables dependientes, las cuales han de ser medidas, de acuerdo a procedimientos que se deben de identificar en la operacionalización de las variables, para ello se ha representado de la forma siguiente:

La variable Dependiente: Resistencia a la compresión del concreto :

La definición conceptual: viene a ser el esfuerzo mayor o máximo que puede soportar un determinado material que es sometido a cargas axiales de aplastamiento. (Juárez E 2005)

La definición operacional: Se elabora probetas de concreto cilíndricos y se le aplica cargas de aplastamiento mediante una prensa hasta su rotura logrando obtener el valor de su resistencia máxima

El indicador : Kg/cm^2

La variable Independiente: porcentaje de arcilla de Escalón

La definición conceptual: viene a ser un tipo de suelo o roca de origen sedimentario que se constituye por silicatos de aluminio hidratados (Juárez E 2005)

La definición operacional: Se extrae de yacimiento de la localidad Escalón, se lava, se seca y muele, posteriormente se pasa por la malla N°200, se le realiza un ensayo de ATD para calcinarla a temperatura controlada.

El indicador : 15% y 20%

Hipótesis

La sustitución al cemento en 15% y 20% por arcilla activada térmicamente mejoría las propiedades físicas: Consistencia y exudación y la propiedad mecánica de resistencia a la compresión en referencia a un concreto convencional de diseño $f'c$ 210 gk/cm^2 .

Objetivos

Objetivo General

Determinar la consistencia, exudación y resistencia a la compresión de una mezcla de concreto cuando se sustituye el cemento en 15% y 20% por arcilla activada térmicamente procedente de la localidad de Escalón – Pira – Huaraz.

Objetivos Específicos

- Determinar el tipo de arcilla, mediante los límites de ATEMBERG.
- Caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados a usarse procedentes de las canteras locales.

- Determinar la temperatura y composición química de la arcilla.
- Determinar el grado de alcalinidad (pH) y el peso específico de arcilla y combinaciones.
- Determinar la relación de A/C del concreto patrón.
- Determinar la consistencia, exudación y resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales y comparar los resultados.




























II. METODOLOGÍA

Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

Para la investigación se reunió las condiciones para ser un estudio que posee un nivel descriptivo y también explicativo, el diseño que le corresponde es experimental a nivel cuasi experimental porque tuvo una muestra patrón o sin alterar, además la investigación presenta un diseño en bloque concreto, cuyo resumen - esquema se presenta continuación:

Tabla 3: Método de diseño de muestras

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en % por arcilla.					
		PATRÓN		Con Sustitución 15% de arcilla		Con Sustitución 20% de arcilla
7	P1		P1		P1	
	P2		P2		P2	
	P3		P3		P3	
14	P1		P1		P1	
	P2		P2		P2	
	P3		P3		P3	
28	P1		P1		P1	
	P2		P2		P2	
	P3		P3		P3	

Población y Muestra

Población

- ❖ Para la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión se tuvo como población de la investigación a la totalidad de las probetas de diseño de concreto, de acuerdo al estándar de elaboración definido con los cálculos

correspondientes al método ACI para una mezcla de concreto de resistencia $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Muestra

- ❖ Es la investigación la muestra es similar a la población de estudio, y está conformada por las 27 probetas de concreto que fueron diseñadas para obtener una resistencia de diseño de $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ de las cuales 9 son del concreto patrón, 9 probetas se les sustituyo el 15% del cemento por arcilla, y las ultimas 9 probetas se les sustituyo el 20% del cemento por arcilla

7.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica: Observación

Correspondió a reportar los resultados de la evaluación de la arcilla sus límites y potencial hidrogeno temperatura de calcinación; de los agregados: las propiedades físicas como peso específico, gravedad, humedad, granulometría entres otros; y del concreto, su resistencia a la compresión

Instrumento:

Son aquellos documentos que fueron necesarios en cada una de las observaciones realizadas y son las guías resumen de observación y las fichas de datos para laboratorio según su norma.

- Se utilizaron guías de para la observación, es con ellos que realizó el proceso ordenado de la recolección de datos para cada uno de los ensayos ya sea de la arcilla, del concreto de los agregados y fueron todos ellos determinados en los laboratorios respectivos
- Las guías fueron utilizadas considerando siempre el tipo de prueba o ensayo que se ejecutaba en los laboratorios, ya sea a la arcilla, concreto o agregados, y son:
 - El ensayo del contenido de la humedad para los agregados: fino y grueso.

- El Peso unitario de los agregados: fino y grueso.
 - Gravedad específica y absorción del agregado grueso.
 - El diseño de mezclas.
 - Determinación de la resistencia a la compresión.
 - Límites de Atterberg de la arcilla
 - Potencial hidrogeno
 - Entre otros
- Estas guías de registro se llenaron por parte del técnico responsable de laboratorio, y se iban anotando de forma precisa los avances de las pruebas y de las dosificaciones.
 - Se hizo uso de hojas de cálculo de Excel para el ordenamiento y análisis de los resultados que se registraron en las guías.

Procesamiento y Análisis de la Información

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos se realizó después de haber realizado los ensayos respectivos del laboratorio apoyados del programa Excel para la elaboración de tablas de ordenamiento y determinación de promedios y sumatorias, también mediante el SPSSV.24 se pudo obtener el análisis estadístico de los datos obteniendo tablas, las figuras de los promedios las distribuciones, las varianzas y aplica la prueba ANOVA para la verificación de la hipótesis planteada.

III. RESULTADOS

Los resultados que se pudieron obtener mediante los diferentes ensayos y pruebas se presentan a continuación en el presente capítulo de forma directa con los objetivos específicos que se planteó desde la etapa de proyecto, esto nos permite obtener nuevos conocimientos para cada caso.

Respecto al planteamiento inicial de nuestros objetivos se ha considerado determinar las características del material experimental u objeto de estudio, este viene a ser la arcilla, a continuación, se presentan los siguientes datos referentes a la arcilla usada en la investigación:

➤ **Datos generales:**

Localidad: escalon
Distrito: Pira
Provincia: Huaraz
Departamento: Ancash

➤ **Los límites de consistencia:**

Tabla N° 4: Los límites de Atterberg: líquido y plástico de arcilla procedente del Escalón – Huaraz para sustituir cemento – Jamanca 2023

Descripción	Unidad	Muestra N°	Normatividad
*El Limite liquido	Porcentual	54.33	MTC E_110, ASTM D_4318 AASHTO T.89
*El Limite plástico	Porcentual	28.40	MTC E_111, ASTM D_4318 AASHTO T.90
*El Índice de Plasticidad	Porcentual	25.93	ASTM D.438

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

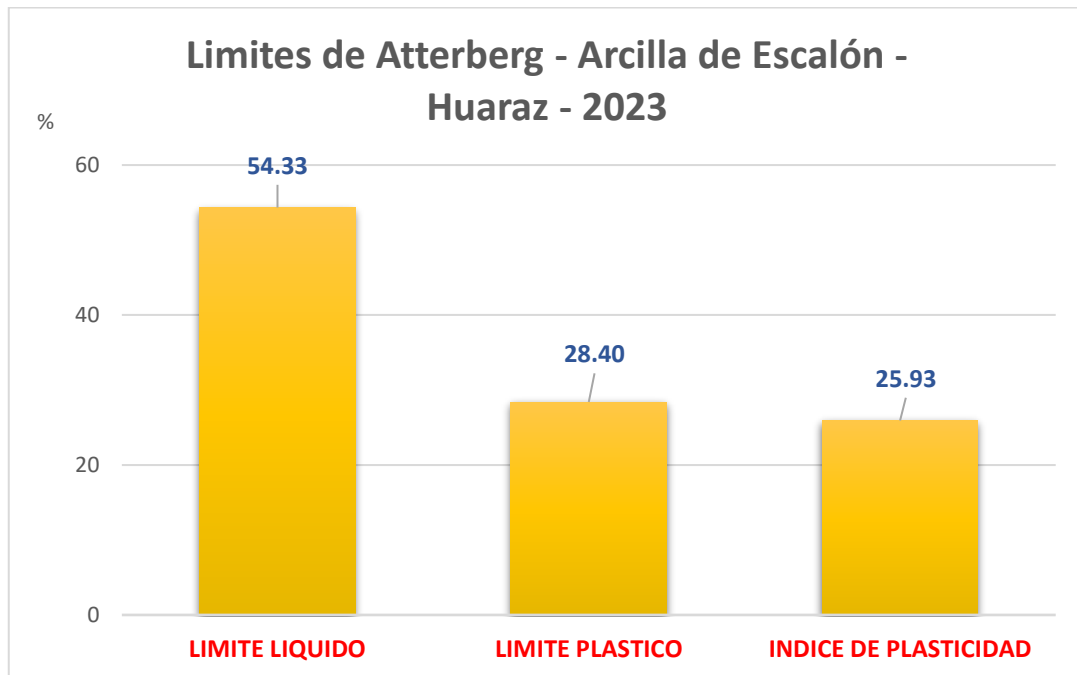


Figura 3: Los límites de Atterberg: líquido y plástico de la arcilla procedente del Escalón – Pira – Huaraz, para sustituir cemento – Jamanca 2023.

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

➤ **Tipo de arcilla:**

De acuerdo a los límites de Atterberg: líquido y plástico de arcilla procedente del Escalón – Huaraz o también denominados límites de consistencia y relacionándolos con el Abaco de Casagrande (figura 3) es posible identificar que el material experimental “arcilla” que se ha utilizado para el presente estudio tiene **Alta Plasticidad** ya que se logra ubicar en el ábaco y se verifica en la siguiente figura donde se ubican los limites:

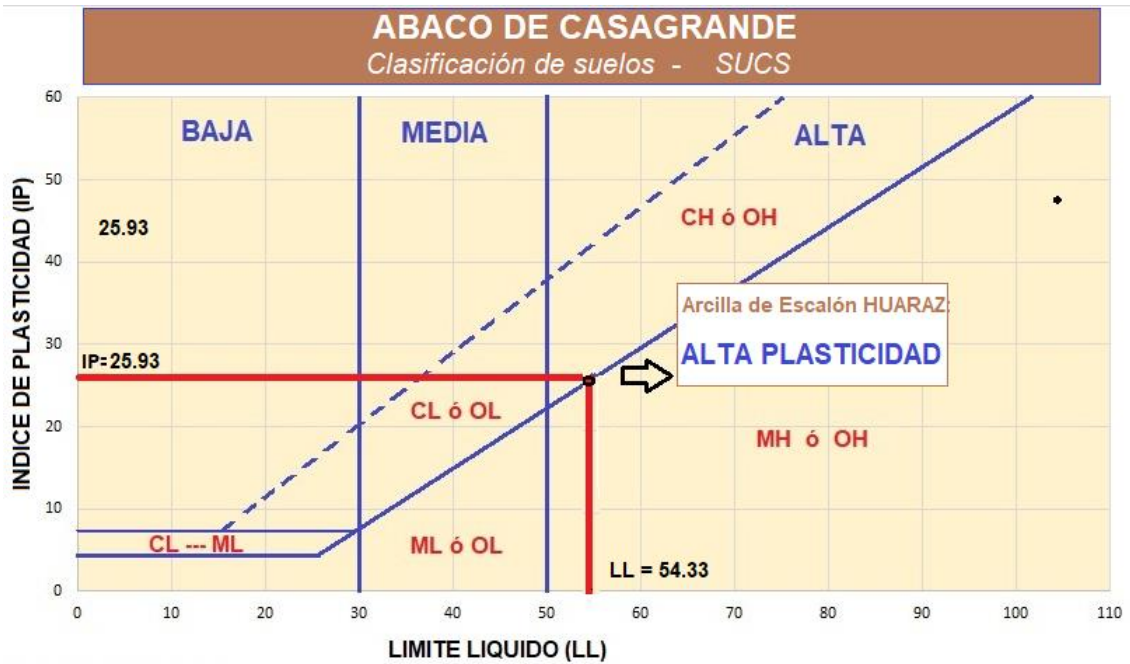


Figura 4: Abaco de Plasticidad de Casagrande para arcilla de Escalón – Pira - Huaraz – 2023

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

Para la definición de la temperatura de calcinación de la arcilla y activar sus óxidos de sílice se evaluaron diversos estudios en los que se realizaron las pruebas denominadas Análisis Térmico Diferencial conocido con las siglas ATD, por parte de las investigaciones anteriores incluidos nuestros antecedentes y que usaron la arcilla como objeto de estudio para sustituir el cemento previa calcinación en una mezcla de concreto o mortero.

Tabla N° 5: Evaluación de las temperaturas de calcinación según Análisis térmico diferencial de la arcilla.

Estudio	Temperatura de calcinación (°C)	Según Análisis Térmico Diferencial		
		Promedio	Límite superior	Límite inferior
Arévalo	600	595	832.5	550.12
Vasquez	700	595	832.5	550.12
Hernández	540	595	832.5	550.12

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

La determinación de temperatura se realiza por Análisis térmico diferencial, se utiliza por lo general un espectrómetro de FRXDE con ánodo de oro que opera con voltaje de 30 Kv y una corriente de 15-20 uA. que opera con voltaje, se acumula un durante un intervalo de 400 segundos y se utiliza más de 2000 canales. Con diferentes ángulos de incidencia y salida 45°, la distancia de 4 cm desde la muestra hasta la fuente de rayos X.

Esta prueba permite la detección de elementos químicos de numero atómico Z igual o mayor a 13, haciendo primero un análisis elemental cualitativo de las muestras.

Desviación Estándar = 75.50 °C

Respecto al segundo objetivo específico de la caracterización de los agregados para el concreto F'c 210 Kg/cm². Con sustitución de cemento por arcilla de Escalon - Pira, Huaraz, tenemos los siguientes resultados:

➤ **La granulometría del material experimental: AGREGADO FINO**

Tabla N° 6: Análisis de granulometría Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023.

Tamiz		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	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	19.6	1.9	1.9	98.1
N°8	2.36	103.2	10.1	12.1	87.9
N° 16	1.18	197.9	19.4	31.5	68.5
N° 30	0.60	207.7	20.4	51.9	48.1
N°50	0.30	175.7	17.2	69.1	30.9
N° 100	0.15	199.6	19.6	88.7	11.3
N° 200	0.08	107.8	10.6	99.3	0.7
PLATO	ASTM C-117-04	7.5	0.7	100.0	0.0
Total		1019.0	100		

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

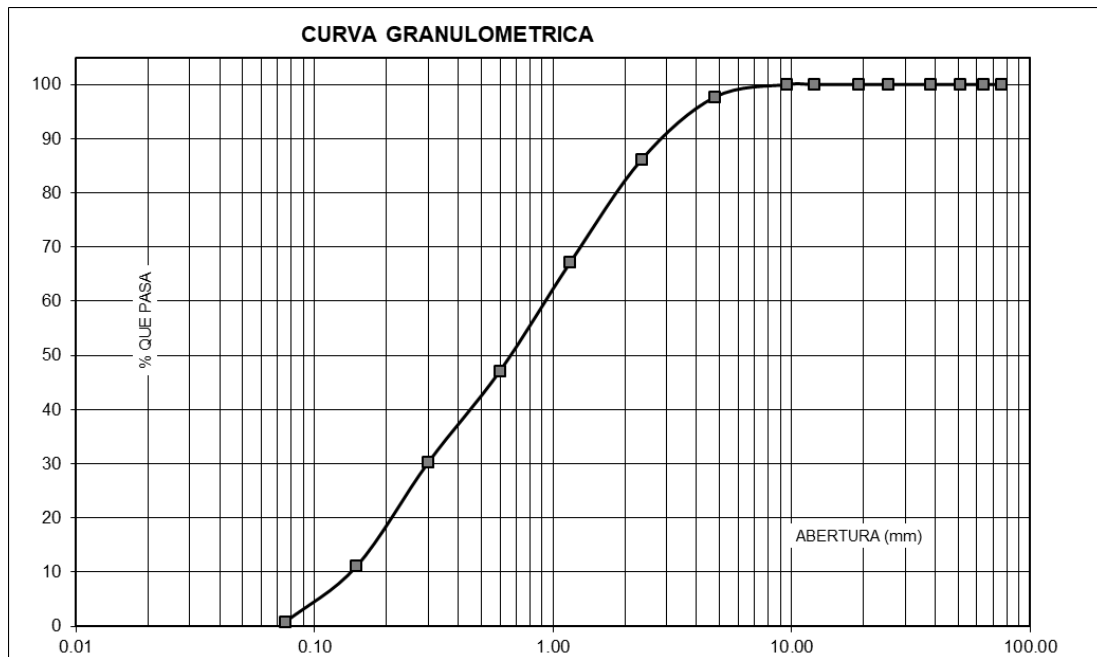


Figura 5: CURVA GRANULOMETRICA del Agregado Fino: cantera Ruben – Chimbote – 2023.

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

El módulo de fineza es: **2.55**

Este valor permite reconocer que la arena se encuentra entre el intervalo requerido por la norma técnica peruana para que las arenas pueda utilizarse en la industria de la construcción como en la elaboración de morteros y concretos.

Intervalo de modulo de fineza es 2.3 a 3.1

➤ **La granulometría del material experimental: AGREGADO GRUESO**

Tabla N° 7: Análisis de granulometría Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 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	250.9	21.6	21.6	78.4
¾"	19.100	655.8	56.4	77.9	22.1
½"	12.500	250.5	21.5	99.5	0.5
⅜"	9.520	6.2	0.5	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	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	0.0	100.0	0.0
Total		1163.4	100		

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

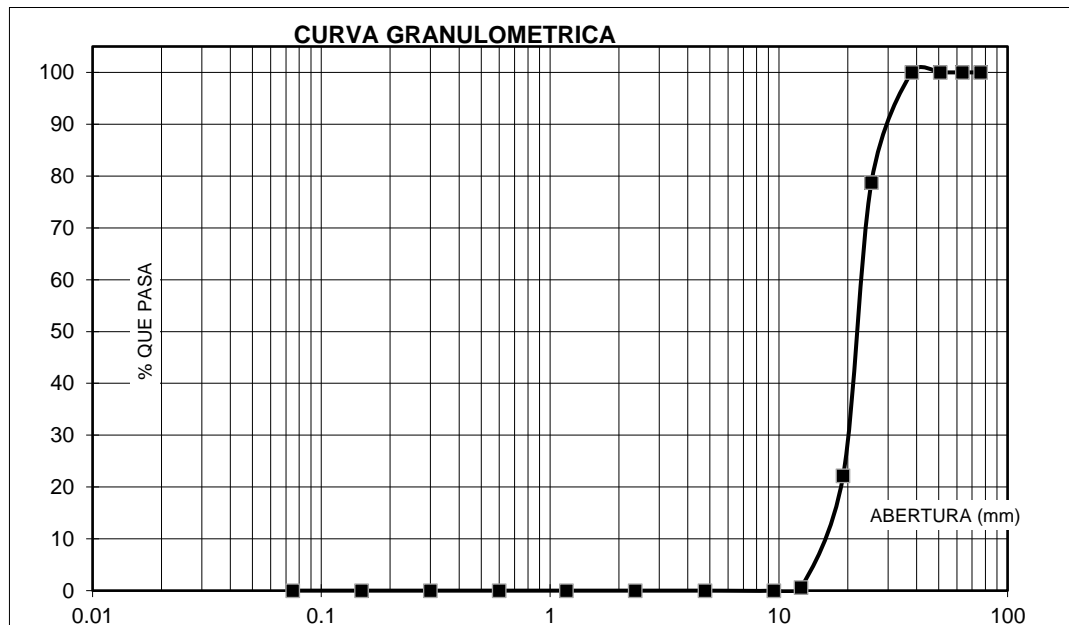


Figura 6: CURVA GRANULOMETRICA del Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023.

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

El tamaño máximo nominal: 1”

La muestra ensayada bajo los procedimientos referenciales de la norma ASTM C-33).

Tabla N° 8: El peso unitario SUELTO de Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7610	7580	7640
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4250	4220	4280
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1524	1514	1535
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1524	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1518	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

Tabla N° 9: El peso unitario COMPACTADO de Agregado Fino: Arena de la cantera Ruben – Chimbote – 2023

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8350	8350	8330
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4990	4990	4970
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m3)	1790	1790	1783
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1787	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1780	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

**Tabla N° 10: El peso unitario SUELTO de Agregado Grueso:
Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18320	18500	18550
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	13200	13400	13450
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1411	1433	1438
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1427	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1419	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

Tabla N° 11: El peso unitario COMPACTADO de Agregado Grueso: Piedra triturada de la cantera Ruben – Chimbote – 2023

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19900	20000	19900
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14800	14900	14800
Volumen de molde	9354	6354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1582	1593	1582
Peso unitario prom. (Kg/m ³)		1586	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1577	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

Tabla N° 12: La gravedad específica y el porcentaje de la absorción del agregado fino y grueso: Arena y Piedra triturada de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023

Agregado	Peso específico aparente Kg/m³	Absorción %
FINO	2.725	0.91
GRUESO	2.898	0.58

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

**Tabla N° 13: Resultados del contenido de humedad del agregado fino:
Arena de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023**

	Peso	M1	M2
A	Recipiente + suelo natural	901.40	901.40
B	Recipiente + suelo seco	898.20	898.40
C	Agua	3.20	3.00
D	Recipiente	201.40	201.40
E	Suelo seco	696.80	697.00
F	Humedad	0.45	0.43
	Promedio	0.44	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

**Tabla N° 14: Resultados del contenido de humedad del Agregado
Grueso: Piedra triturada de la cantera de Ruben – Chimbote – 2023**

	Peso	M1	M2
A	Recipiente + suelo natural	1109.70	1026.20
B	Recipiente + suelo seco	1103.90	1020.10
C	Agua	5.80	6.10
D	Recipiente	0.00	0.00
E	Suelo seco	1103.90	1020.10
F	Humedad	0.53	0.60
	Promedio	0.56	

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

La investigación tiene como variable de medición principal: la resistencia a la compresión, y después de cuantificarla según lo indicado en norma técnica con periodos de curado de 7, 14 y 28 días, las probetas de concreto fueron ensayadas en los laboratorios de la Universidad San Pedro, en un número total de 27 probetas se pueden distinguir 9 de concreto convencional para un diseño $F'c$ 210 kg/cm², 9 de concreto experimental con 15% de arcilla como sustituto del cemento y por ultimo 9 de concreto experimental con 15% de arcilla como sustituto del cemento, haciendo

notar que la procedencia de este material de sustitución procede de la localidad de el Escalón, distrito de Pira en la provincia de Huaraz.

COMPOSICION QUIMICA DE LA ARCILLA

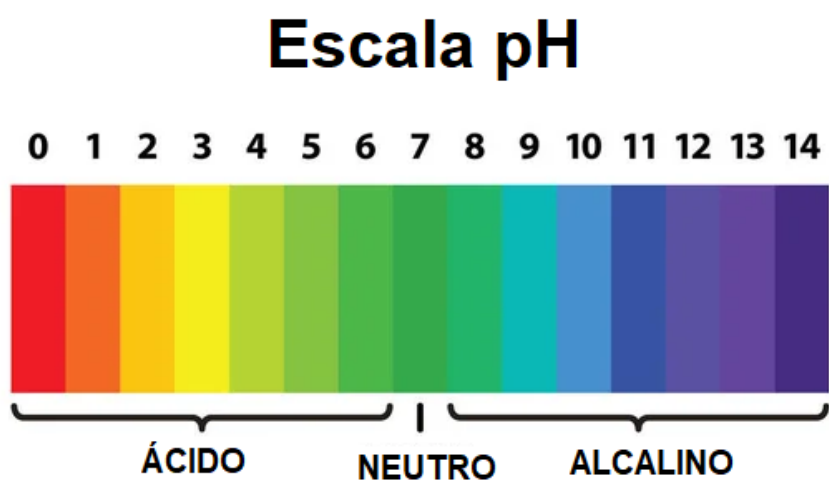
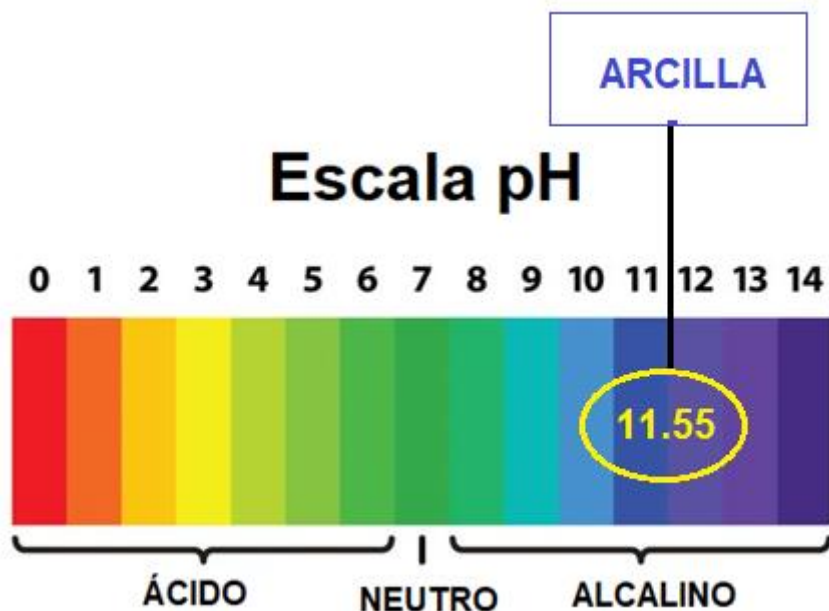
**Tabla N° 15: Composición química de arcilla – Método
Fluorescencia de rayos X (FRX)**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADO (%)
SiO ₂ ()	65.701%
(Al ₂ O ₃)	14.842%
(K ₂ O)	9.585%
(CaO)	5.831%
(SO ₂)	1.855%
(ClO ₂)	1.279%
(Fe ₂ O ₃)	0.452%
(BaO)	0.045%
(TiO ₂)	0.044%
(SrO)	0.032%
(ZnO)	0.023%
(MnO)	0.017%
(ZrO ₂)	0.013%
(As ₂ O ₃)	0.010%
(CuO)	0.009%
(Y ₂ O ₃)	0.008%
(Rb ₂ O)	0.005%
(Ni ₂ O ₃)	0.005%
TOTAL	100.000%

Fuente: Elaboración de la Universidad San Marcos

El material experimental arcilla al ser sometido al ensayo de fluorescencia de rayos X, nos proporciona la composición química que contiene después del proceso de activación térmica, por lo que destaca entre ellos la presencia importante del óxido de silicio en casi 2/3 de la totalidad de los componentes: el óxido de silicio (SiO) 65.701 % y luego el óxido de aluminio (Al₂O₃) 14.84%. ha de resaltar la presencia de el óxido de potasio, elemento nocivo presente en una mezcla de concreto, pues afectará negativamente en la durabilidad de este.

El grado de alcalinidad (PH) de la arcilla calcinada de Escalon , distrito de Pira en Huaraz se puede considerar a un material alcalino debido a que su valor es de 11.55



➤ **Resistencia compresión de concreto patrón**

Tabla N° 16: Resistencia a la compresión del concreto patrón f'c 210 kg/cm²

Testigo	curado (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	Porcentaje de resistencia promedio
M - 1	7	158.66	75.55	160.51	210	76%
M - 2	7	165.33	78.73			
M - 3	7	157.53	75.01			
M - 1	14	171.72	81.77	188.79	210	90%
M - 2	14	191.23	91.06			
M - 3	14	203.41	96.86			
M - 1	28	219.44	104.50	218.37	210	104%
M - 2	28	214.76	102.27			
M - 3	28	220.91	105.20			

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

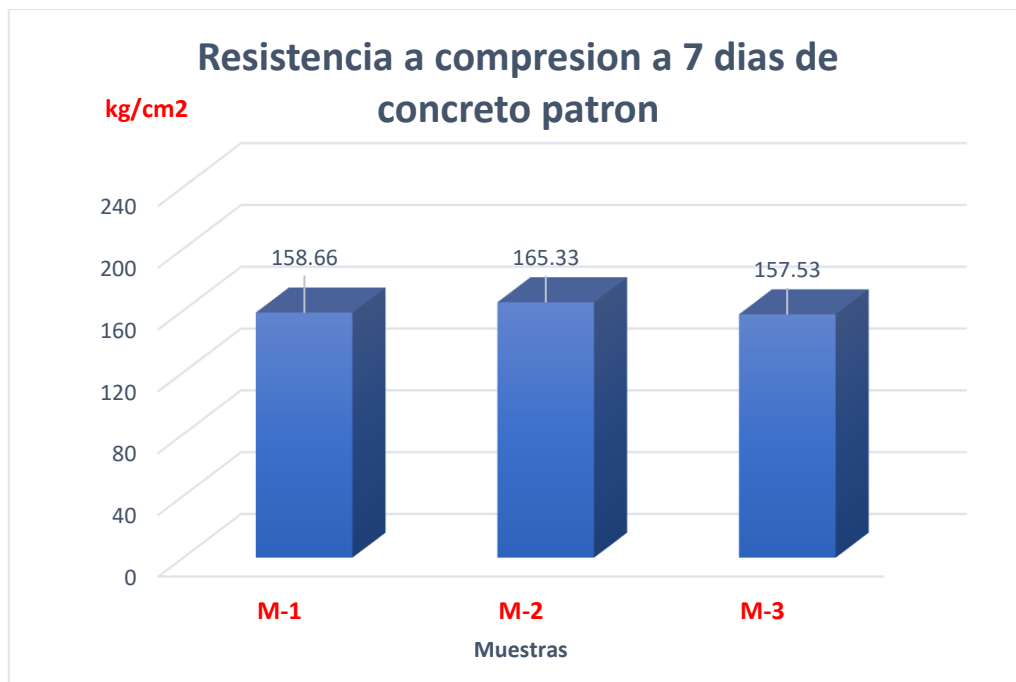


Figura N°7: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 7 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

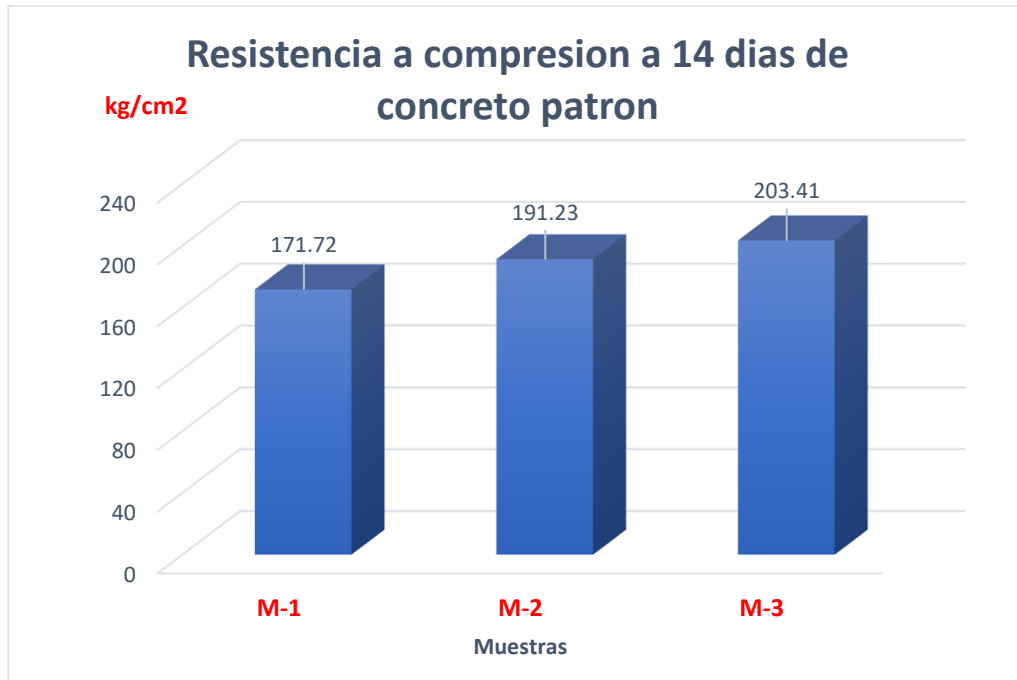


Figura N°8: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 14 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

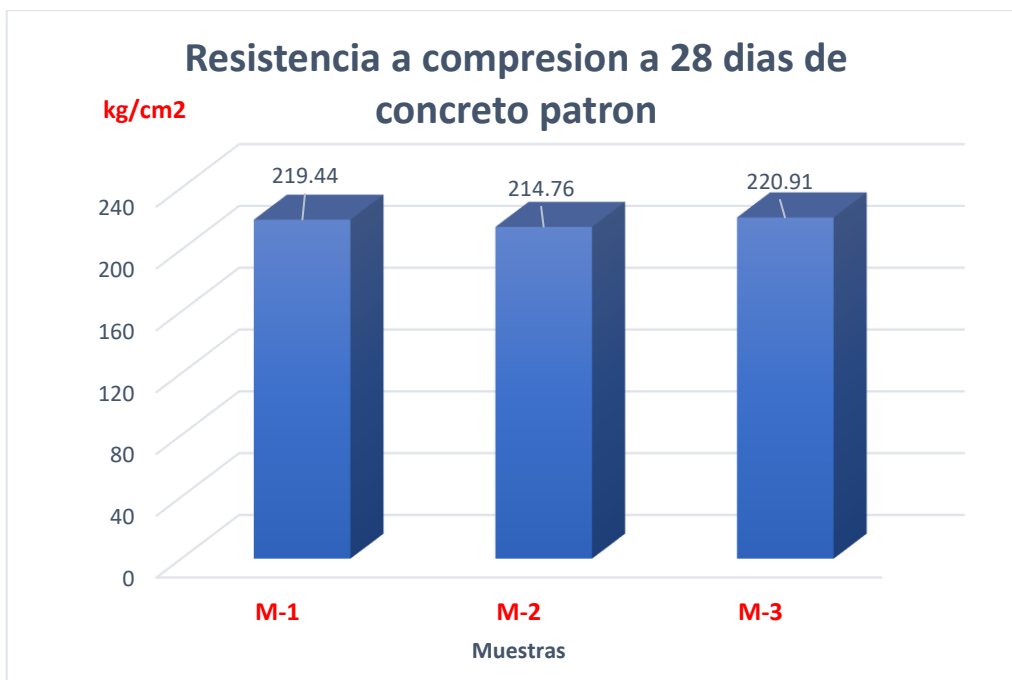


Figura N°9: Resistencia a la compresión del concreto patrón con un tiempo de curado de 28 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

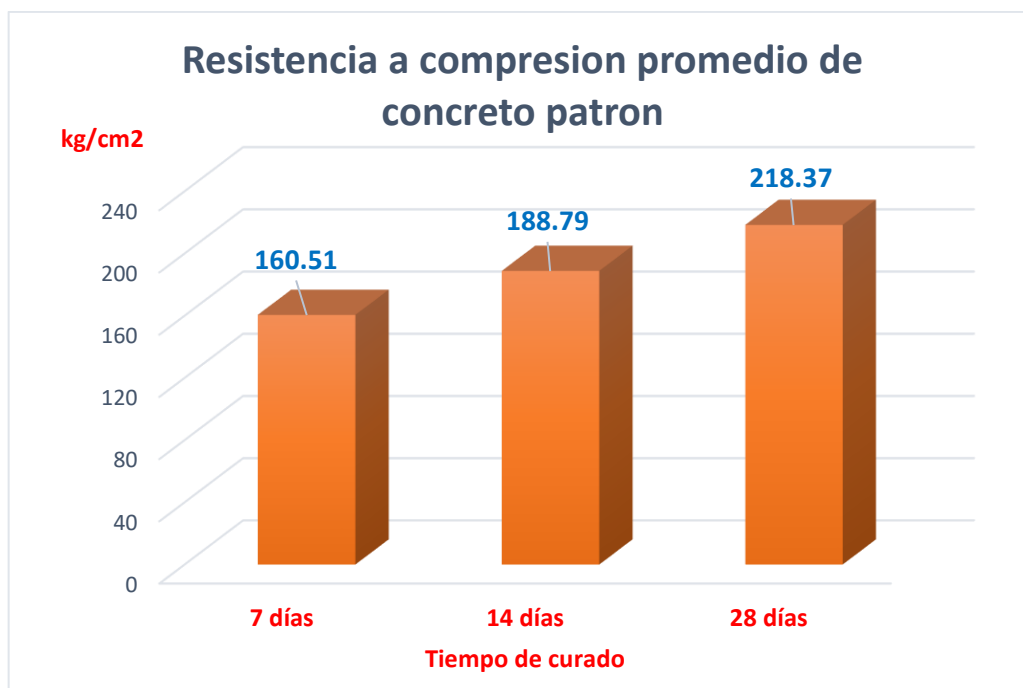


Figura N°10: Resistencia a la compresión PROMEDIO del concreto PATRÓN según días de curado. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

➤ **Resistencia compresión de concreto EXPERIMENTAL con 15% de arcilla**

Tabla N° 17: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de sustitución del cemento por arcilla de Escalón de diseño f'c 210 kg/cm²

Testigo	curado (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	Porcentaje de resistencia promedio
M - 1	7	145.65	69.36	145.01	210	59%
M - 2	7	139.54	66.45			
M - 3	7	149.85	71.36			
M - 1	14	170.39	81.14	171.24	210	82%
M - 2	14	173.48	82.61			
M - 3	14	169.85	80.88			
M - 1	28	202.97	96.65	199.56	210	95%
M - 2	28	195.78	93.23			
M - 3	28	199.94	95.21			

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

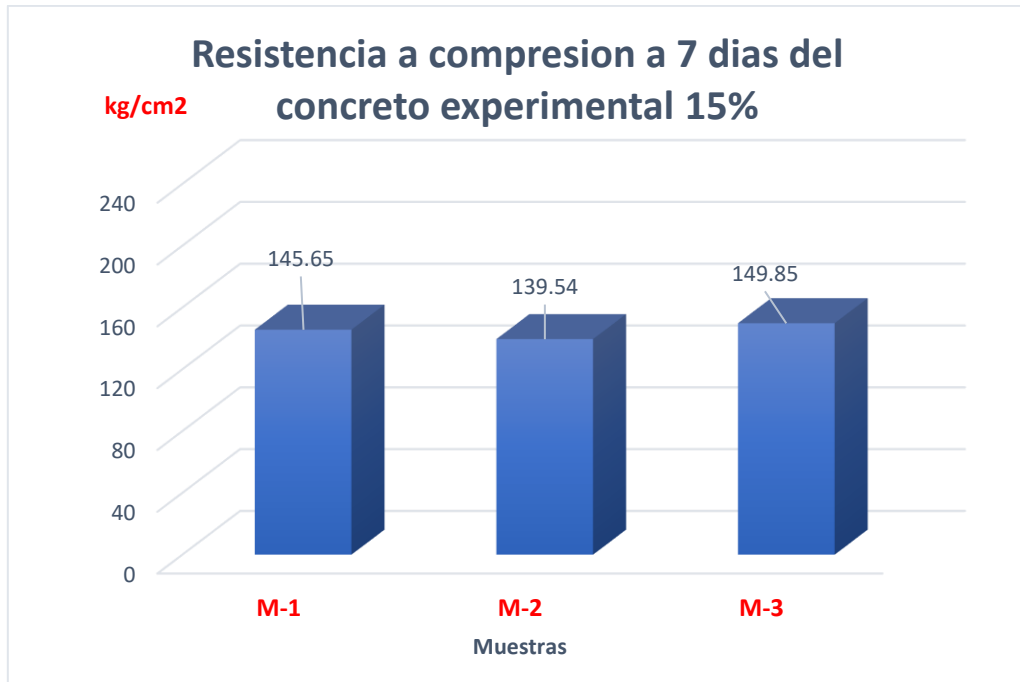


Figura N°11: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 7 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

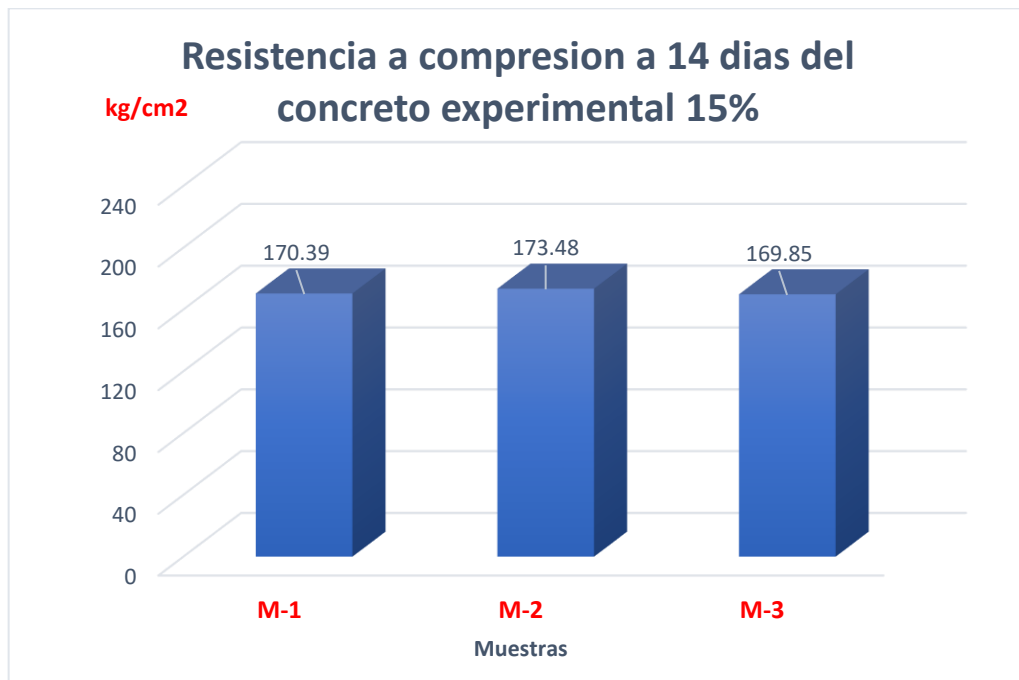


Figura N°12: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 14 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

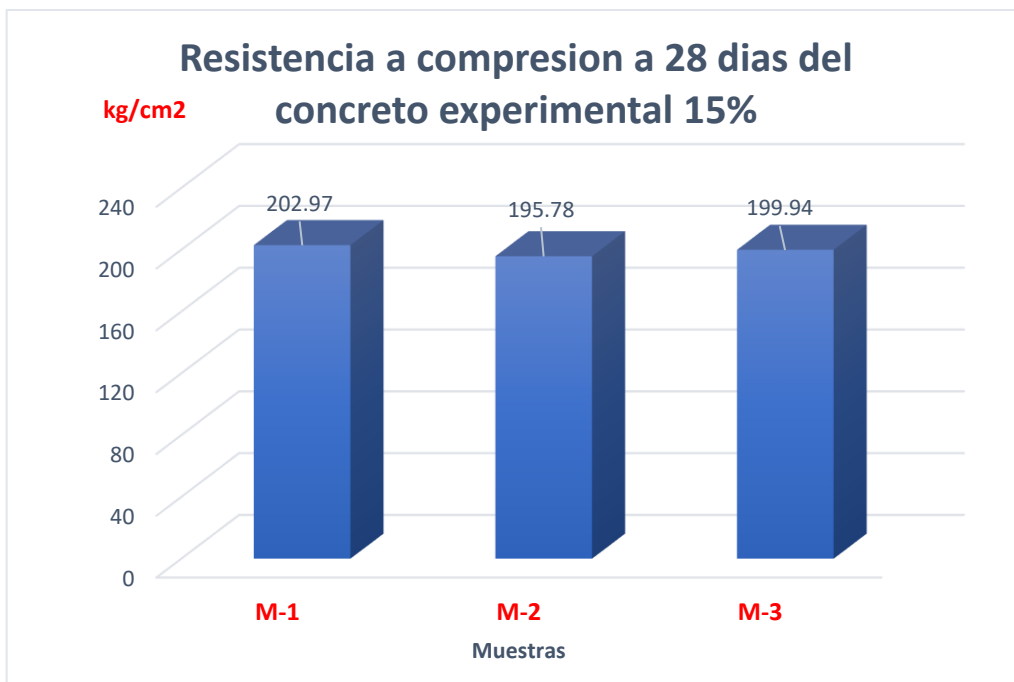


Figura N°13: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 28 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

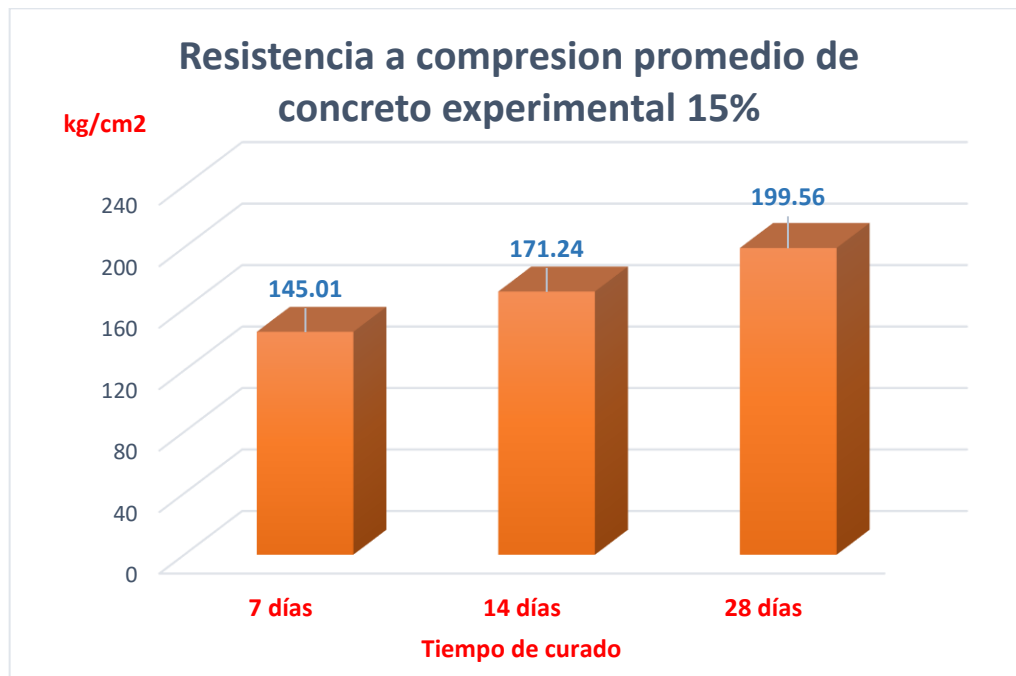


Figura N°14: Resistencia a la compresión PROMEDIO del concreto experimental con 15% DE SUSTITUCION DE ARCILLA según días de curado. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

➤ **Resistencia compresión de concreto EXPERIMENTAL con 20% de arcilla**

Tabla N° 18: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de sustitución del cemento por arcilla de Escalón de diseño $f'c$ 210 kg/cm²

Testigo	curado (días)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Resistencia de diseño	Porcentaje de resistencia promedio
M - 1	7	145.65	69.36	145.01	210	59%
M - 2	7	139.54	66.45			
M - 3	7	149.85	71.36			
M - 1	14	170.39	81.14	171.24	210	82%
M - 2	14	173.48	82.61			
M - 3	14	169.85	80.88			
M - 1	28	202.97	96.65	199.56	210	95%
M - 2	28	195.78	93.23			
M - 3	28	199.94	95.21			

Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

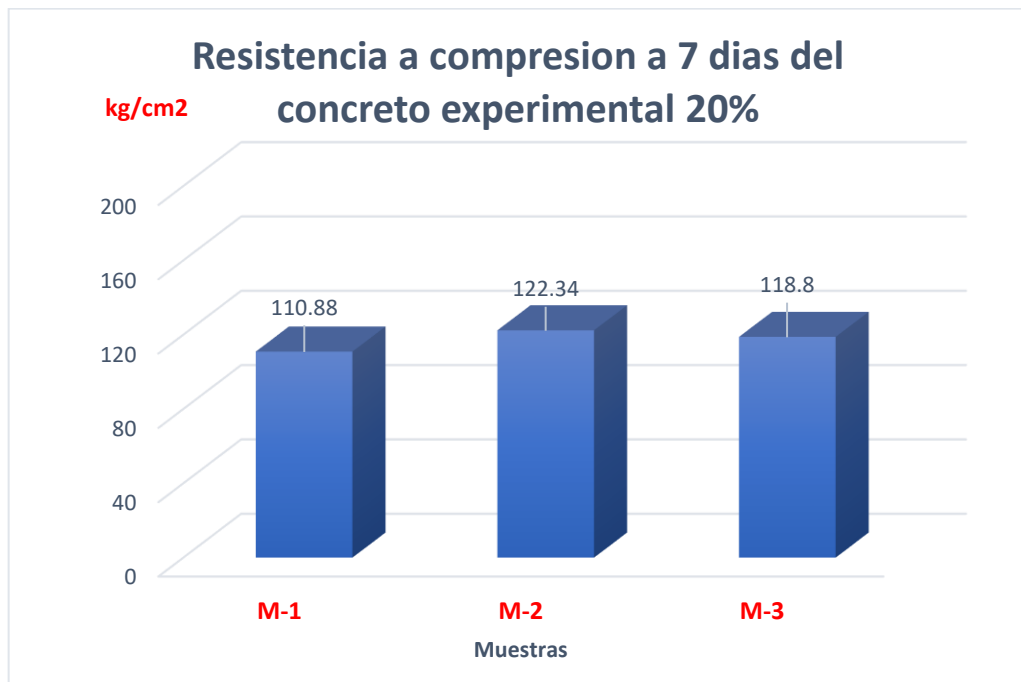


Figura N°15: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 7 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

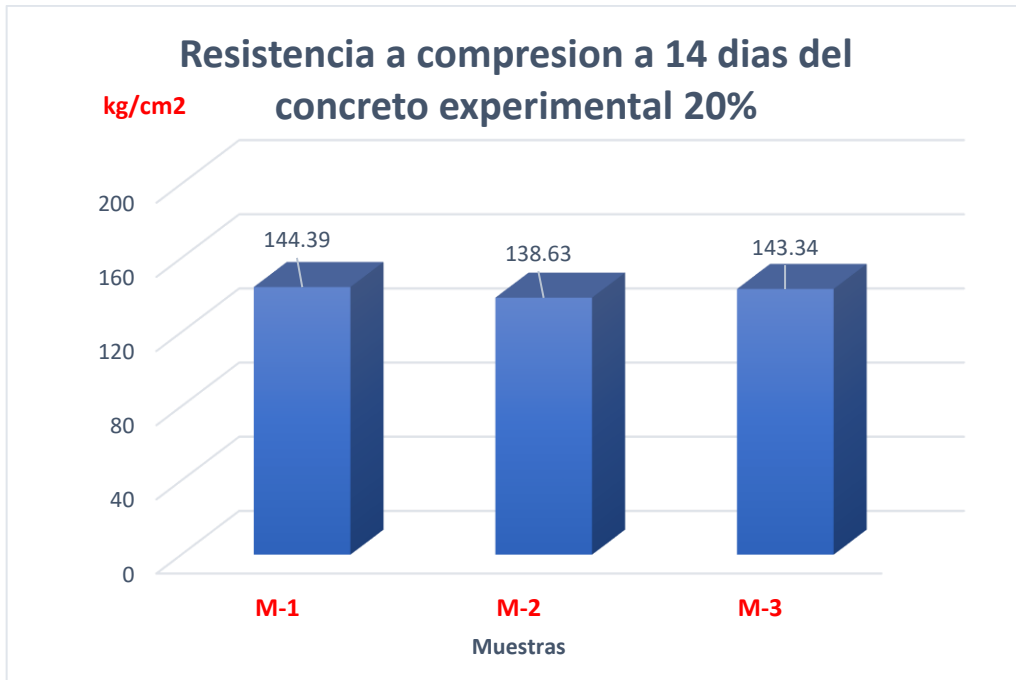


Figura N°16: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 14 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

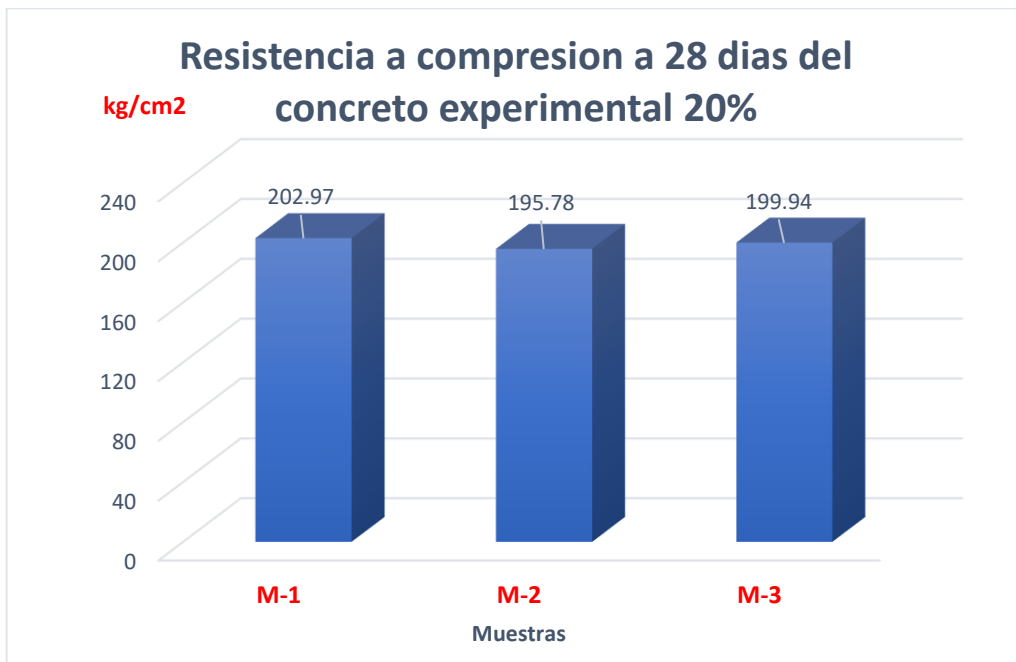


Figura N°17: Resistencia a la compresión del concreto experimental con 20% de arcilla de Escalón–Huaraz a un tiempo de curado de 28 días. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023.

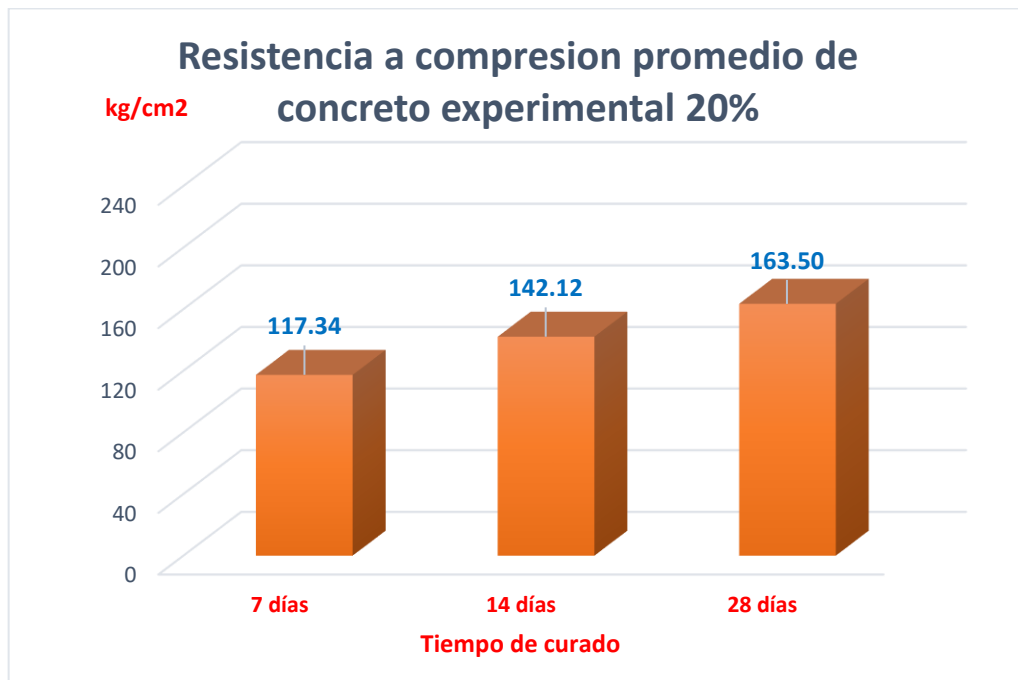


Figura N°18: Resistencia a la compresión PROMEDIO del concreto experimental con 20% DE SUSTITUCION DE ARCILLA según días de curado. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

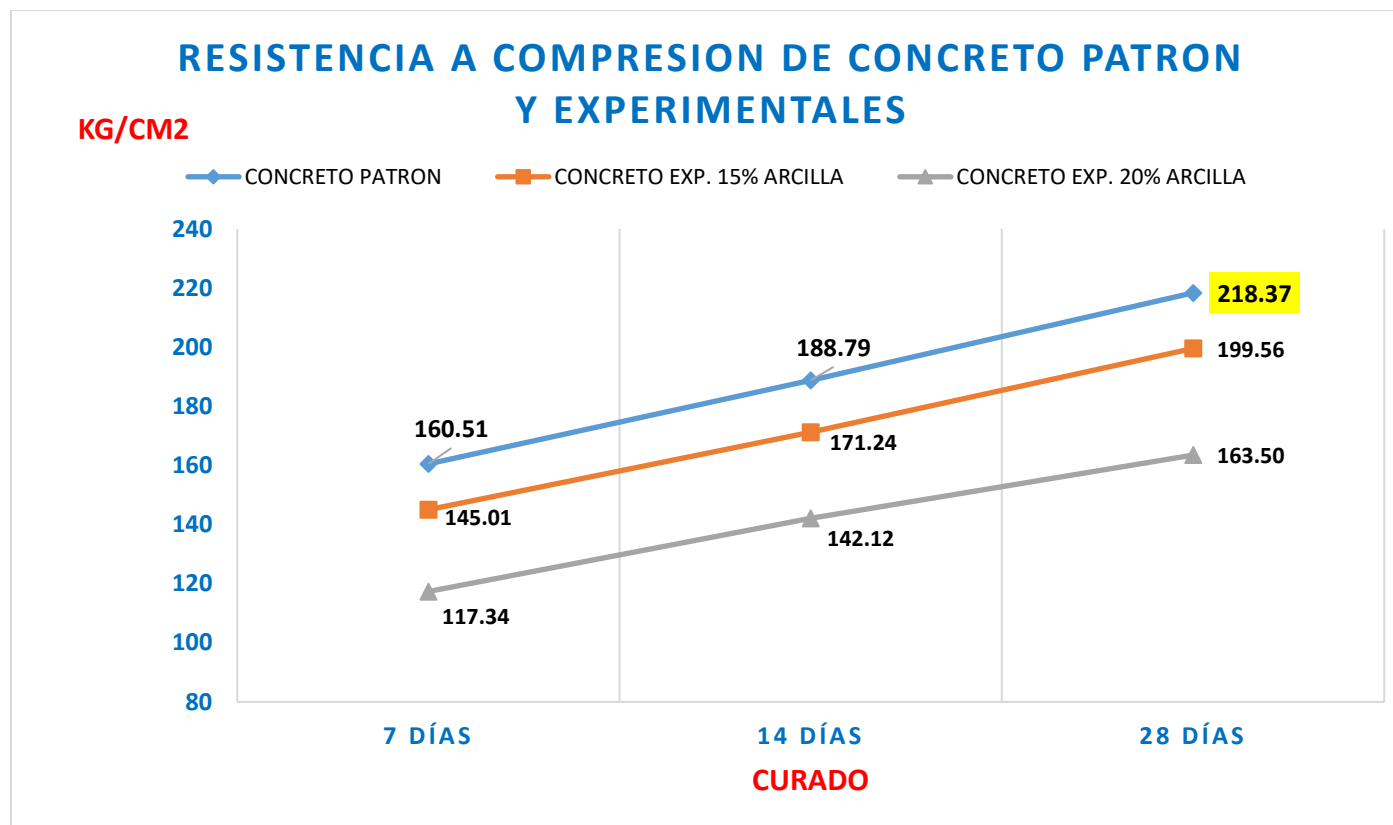


Figura N°19: Comportamiento de las resistencia a la compresión de los concretos: PATRÓN Y EXPERIMENTALES, según días de curado.
 Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

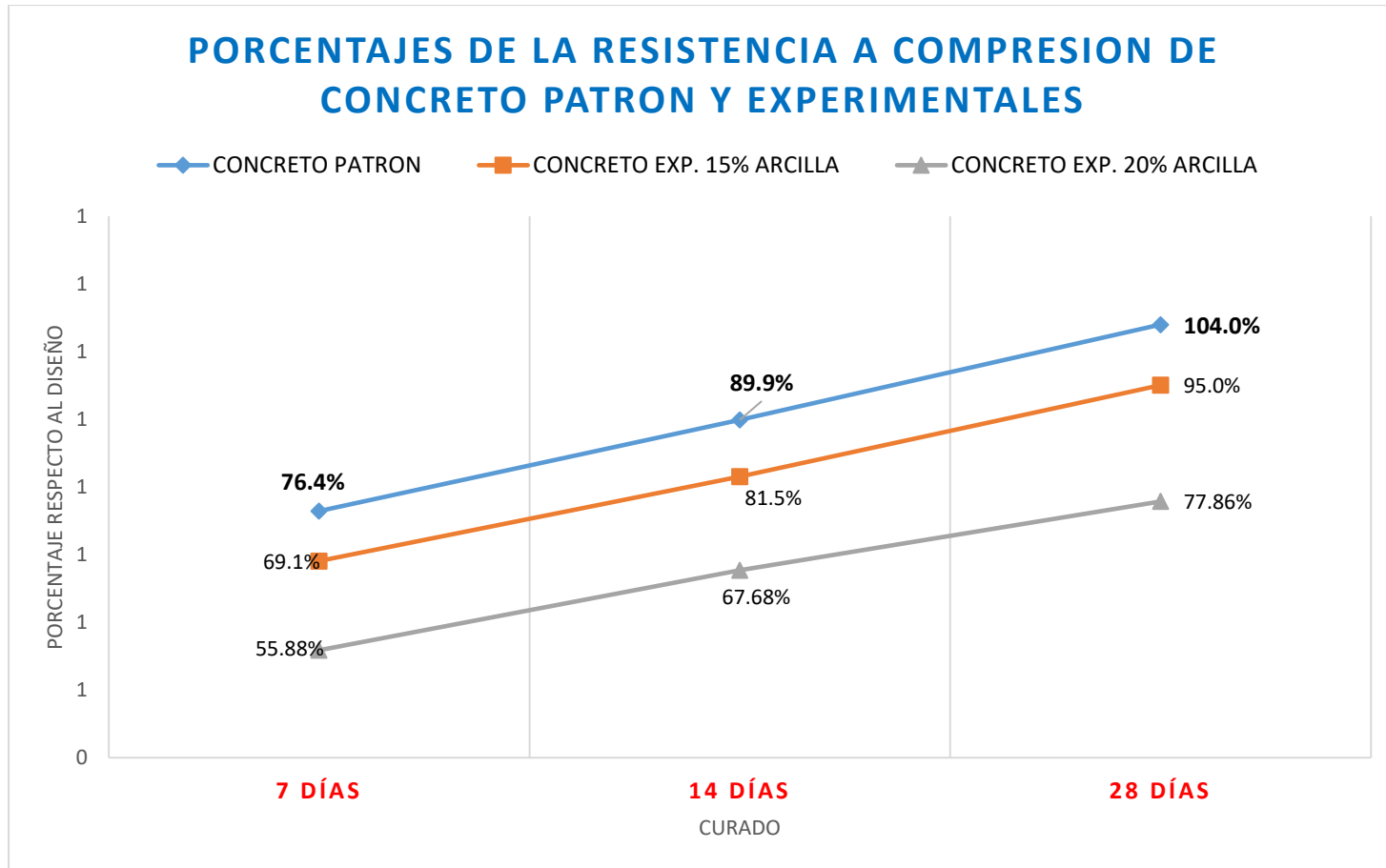


Figura N°20: Porcentajes de la resistencia a la compresión de los concretos: PATRÓN Y EXPERIMENTALES, según días de curado. Fuente: Alex Jamanca Rosales – Ensayos de Materiales en laboratorio Universidad San Pedro – 2023

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para el uso del material procedente del Escalón: la arcilla como material suplementario del cemento portland en una mezcla de concreto con una resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 es posible su utilización en la industria de la construcción con porcentajes diferentes a los evaluados de 15% y 20% respecto al peso de las masas del cemento, esto se debe que los resultados encontrados están por debajo del concreto patrón, y su resistencia disminuye en porcentajes de 5% y 12.14% respecto a la resistencia de diseño $F'c \ 210 \text{ kg/cm}^2$, solamente el concreto llegó a superar dicho valor. El concreto experimental con sustitución del 15% del cemento por arcilla llega a conseguir una resistencia a la compresión de apenas 199.56 kg/cm^2 y el que peor resultado presentó fue el concreto experimental con sustitución del 20% del cemento por arcilla que llega a conseguir una resistencia a la compresión de apenas 163.50 kg/cm^2 .

En ese sentido existe una diferencia marcada respecto a la investigación de Muñoz, K (2020) porque ninguno de los porcentajes evaluados supera al concreto de diseño, ni mucho menos al concreto patrón por lo que no es posible se pueda desarrollar su aplicación de este material experimental para ser usado en las mezclas de concreto estructural como material suplementario cementicio. La investigación si coincide con Muñoz, en la metodología científica utilizada para evaluar las arcillas desde su obtención, caracterización, lavado, secado y posteriormente su activación térmica mediante un proceso de calcinación con temperatura que es controlada (en mufla) El proceso de activación de la arcilla de Escalón se realizó en los laboratorios de la Universidad San Pedro haciendo uso de la mufla con temperatura controlada, esta temperatura fue de 550 grados centígrados, similares a otras investigaciones anteriores como la de los autores: Vásquez, Arévalo y Hernández, quienes realizaron al igual que el autor, un análisis térmico diferencial (ATD). Al promediar dichos valores anteriores y actual se determinó que la temperatura de calcinación sea de 550°C . En cuanto al tiempo de calcinación análisis térmico diferencial no proporciona ese valor, por lo que se debe de utilizar las referencias como las de Muñoz (2020), Arévalo(2018), Quenhua(2020), quienes utilizaron un tiempo de 2 horas de calcinación.

Respecto a la determinación del grado de alcalinidad de la arcilla calcinada de Escalón se hace necesario que se identifique que los autores Vasquez y Gonzales tienen valores de alcalinidad adecuados similares a los que posee el cemento portland, estos valores aceptables y adecuados pueden variar entre un rango de entre 11 a 12, muy alcalinos. Las combinaciones de arcilla con cemento en porcentajes de 15% y 20% nos proporcionan valores también alcalinos, recomendados por lo que no es un factor que influya en las consideraciones mecánicas del concreto experimental 1 y 2. Para el presente estudio el valor del potencial hidrogeno de la arcilla es de 12.4 , la combinación de cemento (85%)y arcilla en (15%) tiene un pH de 10.8, mientras que la combinación de cemento (80%)y arcilla en (20%) tiene un pH de 11.4.

Estos resultados muestran que la combinación con 15% del experimental 1, tiene un pH menor al valor que se desea según el rango recomendado.

Las probetas de concreto **patrón** llegan a obtener resistencia a la compresión promedio de 218.37 kg/cm², un valor por encima de la resistencia de diseño y con un proceso de fraguado normal: 7, 14 y 28 días su resistencia fue mayor a 70%, 90% y 100% respectivamente respecto al concreto de diseño.

Las probetas de concreto experimental con sustitución del cemento por **15%** de arcilla calcinada de Escalón-Pira- Huaraz, llegan a obtener los mejores resultados de los experimentales, aunque por debajo del concreto patrón ya que se obtiene resistencia a la compresión promedio de 199.56 kg/cm², disminuyendo en 5.0% respecto al concreto de diseño y 9% respecto al patrón; el proceso de fraguado es normal ya que a los 7, 14 y 28 días su resistencia fue de mayor a 70%, 90% y 100% respectivamente respecto al concreto de diseño.

Las probetas de concreto experimental con sustitución del cemento por 20% de arcilla calcinada de Escalón-Pira- Huaraz, llegan a obtener los más desfavorables resultados de los experimentales porque tienen resultados muy por debajo del concreto patrón, la resistencia a compresión a los 28 días de curado llego solo a 163.50 kg/cm², disminuyendo en 22.14% y 26.14% respecto al patrón; una resistencia que no es aceptable para uso de este concreto ni en estructuras no estructurales.

Por tanto, en la investigación se llega a comprobar que el uso de la arcilla como material cementicio suplementario es posible solamente cuando esta sustitución representa el 15% respecto al peso del cemento.

Gonzales (2020) uso arcilla como material cementicio suplementario también en 2 porcentajes de 5% y 10% y respecto a sus resultados del concreto experimental con el 10% de sustitución del cemento por arcilla obtuvo una resistencia más baja del patrón a diferencia que nuestra investigación. Las condiciones de calcinación de la muestra y el tipo de arcilla caolinita, de baja plasticidad vienen a ser las características que condicionan sus resultados de la resistencia

Vásquez (2019) también consiguió valores por encima del concreto patrón con los dos porcentajes, el mejor resultado fue de una resistencia a compresión de 240.24 Kg/cm² de concreto cuando se sustituyó con 7% por arcilla, siendo nuestro mejor resultado una resistencia a compresión de 199.56 Kg/cm² cuando se sustituyó con 15% por arcilla se infiere que los porcentajes menores a 10 podrían arrojar valores mayores de resistencia, como se verifica con el 7% estudiado por Vásquez.

Las diferencias en las resistencias a la compresión de los especímenes del concreto patrón frente a los especímenes del concreto experimental con 15% y 20% de sustitución del cemento por arcilla de Escalon, Pira- huaraz, significa existe la posibilidad de uso de la sustitución del 15% y que el concreto experimental con sustitución del 20% del cemento por arcilla, no debe usarse en la construcción de elementos de concreto alguno.

V. CONCLUSIONES

Según el análisis térmico diferencial cambia de estado a los 550 °C según su curva, y activan térmicamente sus componentes químicos, óxidos con características de puzolanidad que son los componentes del cemento, como se puede observar en la evaluación de la arcilla.

De los análisis de espectrometría de fluorescencia de Rayos X realizados a la combinación de la investigación de mezcla del cemento tipo I y a la arcilla de Escalón, distrito de Pira, registran los componentes químicos con un carácter de **puzolanidad** ya que contiene Oxido de silicio(S) 65.7%, Oxido de Calcio (Ca) 5.8%,; los que suman 70.3% que supera el 70% que indica la norma ASTM C-618 para considerar al material como cementante.

La arcilla de Escalón no se puede considerar material cementicio suplementario cuando se considera el 15% y el 20% respecto al peso de cemento, debido a que sus resultados no superaron al patrón.

El PH de la mezcla del cemento tipo I con sustitución del 15% por arcilla obtenido es 10.8, no cumpliendo por poco margen al rango de 11 – 12 establecido por el reglamento para las mezclas de concreto.

Las resistencias obtenidas en los ensayos a la compresión arrojaron los siguientes resultados, para el diseño patrón a la edad de 7 días se obtuvo un promedio de 76.4.0% con la resistencia de la resistencia equivalente a 160.51 kg/cm², a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de 89.9 % con la resistencia de 188.79 kg/cm² llegando a los 28 días de curado a una resistencia promedio de 104.0 % equivalente a 218.37 kg/cm², en cuanto al concreto experimental con 15% de arcilla de Escalón, a los 7 días se obtiene una resistencia promedio de 69.10 % equivalente a 145.01 kg/cm², a los 14 días se obtiene una resistencia promedio de 81.5 % equivalente a 171.24 kg/cm² y a los 28 días se obtiene una resistencia promedio de 95.0% equivalente a 199.56 kg/cm²., estos resultados nos indican que la propiedad mecánica ha ido decreciendo respecto al concreto patrón durante los tres periodos de curado reduciendo a los 28 días un 9% respecto al concreto convencional patrón.

y de 5.0% cuando se referencia con la resistencia de diseño de mezcla.

La resistencia del concreto experimental con 20% de sustitución del cemento por arcilla de Escalón presento resultados mas reducidos aun que el experimental con 15% de sustitución llegando a alcanzar solo las $\frac{3}{4}$ partes de la resistencia del concreto patrón.

VII. RECOMENDACIONES

Continuar estudiando la arcilla de Escalón del distrito de Pira, Huaraz, con diferentes porcentajes o temperaturas de calcinación que permitan obtener valores cercanos o superiores al patrón.

Activar térmicamente la arcilla a diferentes temperaturas de calcinación y tamaños de grano más pequeños a los reportados en este trabajo,

Es posible acompañar otros materiales con presencia de óxido de calcio en su composición y a la muestra realizarle un nuevo análisis de espectrometría de fluorescencia de Rayos X para comprobar la composición química que resulto de nuestro trabajo de investigación.

Se recomienda que se continúe en la investigación con porcentajes menores de arcilla como material sustitutorio del cemento y determinar las condiciones del potencial hidrógeno o PH del material experimental y de las combinaciones con el cemento, luego compararlos con los resultados de esta investigación

En próximos estudios evaluar el comportamiento a tiempos mayores de curado como 56 o 90 días y comprobar si continua la ganancia de resistencia a largo del tiempo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2003). Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos.
- Alujas, A. (2016). Empleo de Arcillas Caoliníticas de Bajo Grado Activadas Térmicamente como una Alternativa para el Reemplazo Parcial de Cemento Portland. Revista CENIC Ciencias Químicas, vol. 41, pp. 1-10.
- ASTM C-127. (2004). Gravedad Específica y Absorción Agregado Fino. Recuperado de <https://es.slideshare.net/Jayagupta286/astm-c127>
- ASTM C 136-06. (2005). Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/276047132/ASTM-C-136-06-pdf>
- ASTM C 150. (2015). Especificación Normalizada para Cemento Portland. Recuperado de <https://es.slideshare.net/LuisCM3/astm-c150>
- Céspedes, M. (2003). Resistencia a la Compresión del Concreto A partir de la Velocidad de Pulsos de Ultrasonido, Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de Piura, Perú.
- Choi,(2015). Definición de cáscara de huevo.
- Gonzales (1962). “Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas
- Harzen (2002). “Diseño de Estructuras de Concreto Armado” (Tercera Edición) Jiménez (2008). "Tecnología del concreto".
- Mejía, V. (2017). Resistencia del concreto de $f'c=210$ kg/cm² con la sustitución del cemento en un 3 y 6% por arcilla de paria – Huaraz.
- Neville, (1999) México: Tecnología del concreto, Instituto Mexicano de Cemento y Concreto A.C.
- Osorio, J. (2013,26 de junio). “Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión”
- Pasquel (1992). tópicos de tecnología del concreto en el Perú.
- Pinto y Hover (2001). Dosificación de una Mezcla de Concreto

Sánchez, D.,(2001). Diseño de concreto

Press, (2015). Caracterización de la cascara de huevo.

Powers, S. (1932) y Scanlon, M. (1994). American Concrete Institute (ACI).

Rivva, E. (1999). Diseño de Mezclas. Perú: Editorial Hozlo S.C.R.L.

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a dios por su cuidado y protección a lo largo de todo mi camino, por darme fuerza, salud y sabiduría, además de entendimiento para llegar a cumplir mi meta académica.

Gracias a mi familia y amigos quienes de forma constante me han motivado y apoyado, lo que permitió perseverar con mis responsabilidades en este nivel superior de estudios.

Gracias a mi asesor el Gumercindo Flores Reyes quien, con su apoyo constante, experiencia y conocimientos compartidos fue el mentor de la elaboración de esta tesis

Alex Jamanca

IX. ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Figura N°21: Transporte de arcilla.



Figura N°22: recolección de arcilla



Figura N°23: Localidad de Escalón, distrito de Pira



Figura N°24: Selección de arcilla de Escalón, distrito de Pira

Ensayos de laboratorios



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 04/09/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	901.4	901.4
TARA + SUELO SECO (gr)	898.2	898.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.2	3.0
PESO DE LA TARA (gr)	201.4	201.4
PESO DEL SUELO SECO (gr)	696.8	697
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.46	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.44	


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



CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 04/09/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1109.7	1026.2
TARA + SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
PESO DEL AGUA (gr)	5.8	6.1
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.53	0.60
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.56	

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 : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 04/09/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.00	669.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	969.00	969.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	857.20	857.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	111.80	111.80
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.30	297.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))	109.10	109.10
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.659	2.659
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.683	2.683
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.725	2.725
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.91	0.91

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.659
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.683
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.725
Absorción (%) : 0.91

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 : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE -- PROVINCIA DEL SANTA -- ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 04/09/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1443.90	1389.70
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	939.90	905.40
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	504.00	484.30
D	Peso de material seco en estufa	1435.40	1381.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	495.50	476.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.848	2.853
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.865	2.870
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.900
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.59	0.56

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.851
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.867
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.898
Absorción (%) : 0.58

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



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 04/09/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7610	7580	7640
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4250	4220	4280
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1524	1514	1535
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1524		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1518		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8350	8350	8330
Peso de molde	3360	3360	3360
Peso de muestra	4990	4990	4970
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1790	1790	1783
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1787		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1780		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 04/09/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18300	18500	18550
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	13200	13400	13450
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1411	1433	1438
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1427	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1419	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19900	20000	19900
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14800	14900	14800
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m3)	1582	1593	1582
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1586	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1577	

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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

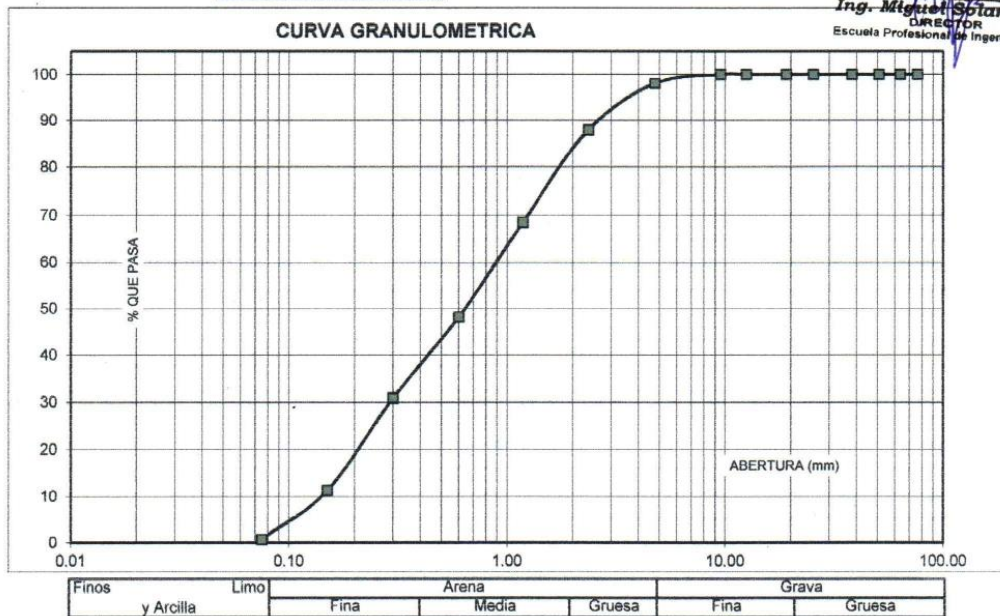
SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
 TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
 EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/09/2023

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	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
Nº 4	4.76	19.6	1.9	98.1
Nº 8	2.36	103.2	10.1	87.9
Nº 16	1.18	197.9	19.4	68.5
Nº 30	0.60	207.7	20.4	51.9
Nº 50	0.30	175.7	17.2	30.9
Nº 100	0.15	199.6	19.6	11.3
Nº 200	0.08	107.8	10.6	99.3
PLATO	ASTM C-117-04	7.5	0.7	100.0
TOTAL		1019.0	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.55

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

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





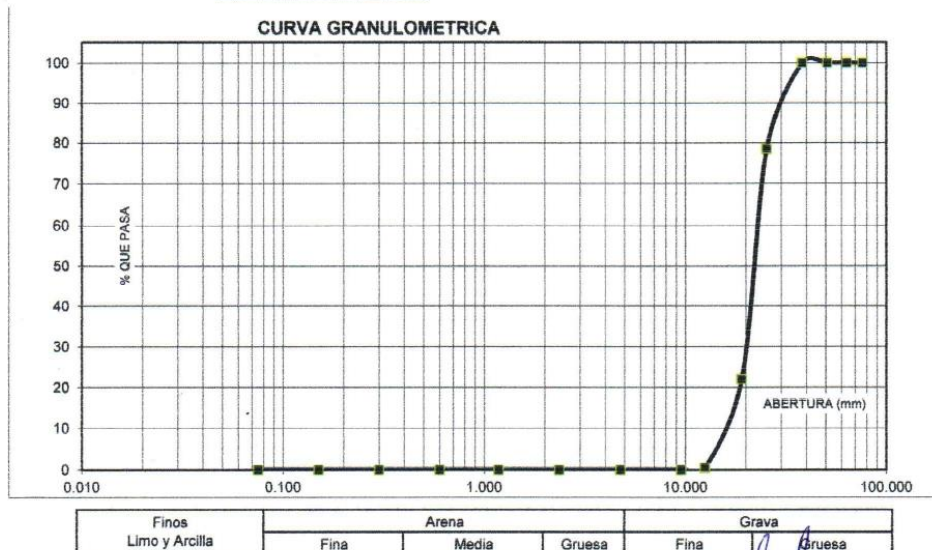
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-08)

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
 TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
 EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 04/09/2023

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	250.9	21.6	78.4
¾"	19.100	655.8	56.4	22.1
½"	12.500	250.5	21.5	99.5
⅜"	9.520	6.2	0.5	100.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	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		1163.4	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
 TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO EN 15% Y 20% DE ARCILLA-2023
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 04/09/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.66
- Peso unitario suelto 1518 kg/m³
- Peso unitario compactado 1780 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 0.91 %
- Módulo de fineza 2.55

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1419 kg/m³
- Peso unitario compactado 1577 kg/m³
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.58 %

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" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 193 / 0.684 = 282.164 kg/m³ = 6.64 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164	kg/m ³
Agua efectiva.....	197.057	lts/m ³
Agregado fino.....	839.776	kg/m ³
Agregado grueso.....	1109.993	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{282.16}{282.16} : \frac{839.776}{282.16} : \frac{1109.99}{282.16}$$

$$1 : 2.98 : 3.93 : 29.68 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.93 : 4.14 : 29.68 \text{ lts / bolsa}$$

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
EN 15% Y 20% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 04/09/2023

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
01	PATRON	-	02/05/2023	09/05/2023	7	158.66	75.55
02	PATRON	-	02/05/2023	09/05/2023	7	165.33	78.73
03	PATRON	-	02/05/2023	09/05/2023	7	157.53	75.01
04	PATRON	-	02/05/2023	16/05/2023	14	171.72	81.77
05	PATRON	-	02/05/2023	16/05/2023	14	191.23	91.06
06	PATRON	-	02/05/2023	16/05/2023	14	203.41	96.86
07	PATRON	-	02/05/2023	30/05/2023	28	219.44	104.50
08	PATRON	-	02/05/2023	30/05/2023	28	214.76	102.27
09	PATRON	-	02/05/2023	30/05/2023	28	220.91	105.19

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-EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
CON 15% Y 20% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 04/09/2023

F' C : 210 Kg/cm2

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	MOLDEO FECHA	ROTURA FECHA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
01	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	10/05/2023	7	145.65	69.36
02	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	10/05/2023	7	139.54	66.45
03	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	10/05/2023	7	149.85	71.36
04	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	17/05/2023	14	170.39	81.14
05	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	17/05/2023	14	173.48	82.61
06	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	17/05/2023	14	169.85	80.88
07	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	31/05/2023	28	202.97	96.65
08	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	31/05/2023	28	194.78	93.23
09	EXPERIMENTAL	-	03/05/2023	31/05/2023	28	199.94	95.21

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 Solari Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 20%

SOLICITA : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
TESIS : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICA DEL CONCRETO F' C 210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO
CON 15% Y 20% DE ARCILLA
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 04/09/2023

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	09/05/2023	7	110.88	52.80
02	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	09/05/2023	7	122.34	58.26
03	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	09/05/2023	7	118.80	56.57
04	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	16/05/2023	14	144.39	68.75
05	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	16/05/2023	14	138.63	66.02
06	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	16/05/2023	14	143.34	68.26
07	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	30/05/2023	28	166.16	79.12
08	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	30/05/2023	28	161.37	76.85
09	EXPERIMENTAL	-	02/05/2023	30/05/2023	28	162.96	77.60

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



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N°2023110-087

SOLICITADO POR : JAMANCA ROSALES ALEX VLADIMIR
DIRECCION : HUARAZ
NOMBRE DEL CONTACTO : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
METODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 MUESTRA
PRESENTACION DE LA MUESTRA : EN BOLSA DE POLIETILENO CERRADA
CONDICION DE LA MUESTRA : EN BUEN ESTADO
FECHA DE RECEPCION : 2023-10-30
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2023-10-30
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 2023-10-30
LUGAR REALIZADO LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico
CODIGO COLECBI : SS 231030-12

RESULTADOS

**PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 CON CEMENTO
SUSTITUIDO EN 15% Y 20% DE ARCILLA – 2023**

MUESTRA	ENSAYO
	pH
Arcilla	11.55

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciometro

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionado por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s
- Estos resultados de ensayos no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, noviembre 2 del 2023
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE

Rev 06

Fecha 2023-10-30

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL
LABORATORIO EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Apellidos y Nombres	DNI	Correo Electrónico	
Jamanca Rosales Alex Vladimir	430-74776	A1F123_4@hotmail.com	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Propiedades físicas y mecánicas del concreto f'c 210 kg/cm ² con cemento sustituido en 15% y 20% de arcilla - 2023			
5. Programa Académico			
Ingeniería Civil			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ² (info.eu-repo/semantics/openAccess)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido ⁴ (info.eu-repo/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

Huella Digital





 Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	03	11	23

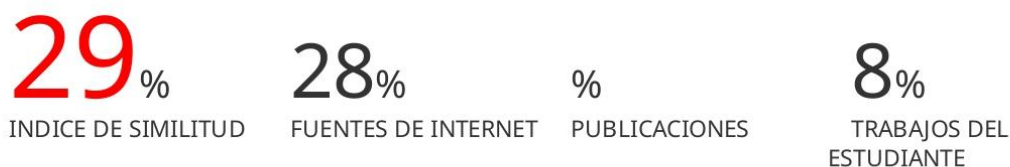
Importante

- 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 6.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Institucional 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 la directiva N° 004-2016-COONCYTEC-DEGC (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Institucional 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 otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2, del artículo 12º 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 metadatos en sus repositorios institucionales precisando 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 (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3).

Propiedades físicas y mecánicas del concreto f_c 210 kg/cm² con cemento sustituido en 15% y 20% de arcilla – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
8	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
9	repositorio.usanpedro.pe Fuente de Internet	

		1 %
10	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	1 %
12	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
13	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
14	1library.co Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
18	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	

		<1 %
21	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Peruana Los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
26	repository.ugc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
28	comprasostenible.unlugarmejusto.com Fuente de Internet	<1 %
29	www.construyendoseguro.com Fuente de Internet	<1 %
30	www.planetseed.com Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio-digital.cide.edu Fuente de Internet	<1 %

32	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
34	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
35	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
38	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
39	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
41	tesis.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.gpa.unep.org Fuente de Internet	<1 %
43	www.spmn.uji.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo