

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentada por:

JESÚS ALER NIZZET RAFAEL TIGLIA

Asesora:

M. Cs. PERLITA ROSMERY ESAINE BARRANTES

Cajamarca, Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
DNI: 71896960
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería Civil
2. Asesor: M.Cs. Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²"
6. Fecha de evaluación: **23/01/2025**
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **14%**
9. Código Documento: **3117: 422894417**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **23/01/2025**

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 M.Cs. Perlita Rosmery Esaine Barrantes DNI: 26730942

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRAIGTH © 2024 by
JESÚS ALER NIZZET RAFAEL TIGLIA
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *11:00* horas, del día 19 de Diciembre de dos mil veinticuatro, reunidos en el Aula 1Q - 206 de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO**, **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**, **M. CS. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO**, y en calidad de Asesora el **M. CS. PERLITA ROSMERY ESAINE BARRANTES**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada "**CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 -280 kg/cm²**", presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **JESÚS ALER NIZZET RAFAEL TIGLIA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *... APROBAR ...* con la calificación de *... DIECISIETE (17)* la mencionada Tesis; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **JESÚS ALER NIZZET RAFAEL TIGLIA**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **Ingeniería**, con Mención en **Ingeniería Civil**.

Siendo las *11:50* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
M. Cs. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
Asesor

.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Jurado Evaluador

.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador

.....
M. Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador

A todos aquellos quienes aún confían en la investigación universitaria y se esfuerzan por ser mejores ingenieros cada día.

AGRADECIMIENTO

“Si he logrado ver más lejos ha sido porque he subido a hombros de gigantes” Isaac Newton. Al creador por permitirme mejorar cada día, a mis padres y hermanos, a Cesy, a mi asesora, Ing. Perlita y finalmente al laboratorio de suelos y concreto Guersan SRL en especial a Leiner, Nicson, Osmer, Balta, Jojhan y demás amigos que apoyaron la ejecución de este proyecto.

“Una nueva teoría se hace necesaria, en primer lugar, cuando tropezamos con nuevos fenómenos que las teorías ya existentes no logran explicar. Pero esta motivación resulta, por decirlo de algún modo, trivial, impuesta desde fuera. Existe otro motivo de no menor importancia. Consiste en un afán por la simplicidad y la unificación de las premisas de la teoría en su conjunto”

Albert Einstein

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación e importancia	2
1.3. Delimitaciones de la investigación.	3
1.4. Limitaciones de la investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Marco Conceptual.....	5
2.3. Definición de términos básicos	13
CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	14
3.1. Hipótesis	14
3.2. Definición de variables	14
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO.....	15
4.1. Ubicación geográfica	15
4.2. Diseño de investigación	15
4.3. Métodos de la investigación.....	17
4.4. Población de estudio	21

4.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		24
5.1.	Resultados.....	24
5.1.1.	Resultados de las propiedades del agregado grueso	24
5.1.2.	Resultados de las propiedades del agregado fino	24
5.1.3.	Diseños de mezcla.....	27
5.1.4.	Resultado de la resistencia a compresión.....	28
5.2.	Análisis, interpretación y discusión	33
5.2.1.	Agregado grueso	33
5.2.2.	Agregado fino	33
5.2.3.	Resistencia a compresión del concreto	33
5.3.	Contrastación de la hipótesis	35
5.3.1.	Contrastación de la hipótesis auxiliar	35
5.3.2.	Contrastación de la hipótesis general.....	36
5.3.3.	Discusión de resultados contrastados con las hipótesis	38
5.3.4.	Discusión de resultados contrastados con antecedentes teóricos.....	38
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		39
6.1.	Conclusiones.....	39
6.2.	Recomendaciones.	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		41
ANEXOS		43
A.	Formatos para propiedades de agregados	43
B.	Formato de resultados del concreto	48
C.	Propiedades físicas de agregados.....	49
D.	Agregado fino con 0% de material menor a 75 micrómetros	52
E.	Agregado fino con 2% de material menor a 75 micrómetros	56

F.	Agregado fino con 4% de material menor a 75 micrómetros	60
G.	Agregado fino con 6% de material menor a 75 micrómetros	64
I.	Agregado fino con 8% de material menor a 75 micrómetros	68
K.	Agregado fino con 10% de material menor a 75 micrómetros	72
L.	Diseños de mezcla $f'c$ 175 kg/cm ²	76
M.	Diseños de mezcla $f'c$ 280 kg/cm ²	94
N.	Resistencia a compresión del concreto 175 kg/cm ²	112
O.	Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm ²	130
P.	Matrices de marco metodológico	148
Q.	Ficha técnica del cemento	151
S.	Evidencias fotográficas	152
T.	Constancia de laboratorio	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Secuencia de pasos a realizar en un diseño de mezclas.....	10
Figura 02	Ubicación geográfica del laboratorio	15
Figura 03	Método de investigación.....	17
Figura 04	Módulo de finura vs. % FINOS	25
Figura 05	Peso unitario seco suelto vs. % FINOS	25
Figura 06	Peso unitario seco compactado vs. % FINOS	26
Figura 07	Peso específico vs. % FINOS	26
Figura 08	Resistencia a compresión del concreto 175 kg/cm ² vs. FINOS	29
Figura 09	Variaciones porcentuales respecto al diseño con 0% de finos	29
Figura 10	Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.....	30
Figura 11	Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm ² vs. FINOS	31
Figura 12	32Variaciones porcentuales respecto al diseño con 0% de finos	32
Figura 13	Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01	Distribución de probetas por porcentaje y edad.	22
Tabla 02	Propiedades del agregado grueso.	24
Tabla 03	Propiedades del agregado fino para cada porcentaje de FINOS.	24
Tabla 04	Resumen de diseños de mezcla por porcentaje FINOS.	27
Tabla 05	Resumen de diseños de mezcla por porcentaje de FINOS.	27
Tabla 06	Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla N°1 para concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	28
Tabla 07	Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes porcentajes de fino.	28
Tabla 08	Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla N°1 para concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	30
Tabla 09	Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes porcentajes de fino.	31
Tabla 10	Pruebas de normalidad para propiedades del agregado fino	35
Tabla 11	Correlación de Pearson entre FINOS y propiedades del agregado fino.	36
Tabla 12	Pruebas de normalidad para propiedades del agregado fino	36
Tabla 13	Correlación de Pearson entre FINOS y propiedades del agregado fino.	37
Tabla 14	Matriz de operacionalización de variables	148
Tabla 15	Matriz de Consistencia Metodológica	149

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar las ecuaciones de las curvas que mejor representen la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm del agregado fino y las diferentes resistencias a compresión del concreto; es de enfoque experimental cuantitativo, de tipo aplicada, nivel correlacional y diseño experimental, para el cual se trabajó con una muestra de 144 probetas de concreto, 72 para concreto de resistencia 175 kg/cm^2 y 72 para 280 kg/cm^2 determinado por un muestreo aleatorio simple. Los datos de los ensayos se recogieron en formatos y se sintetizaron en tablas para su análisis y procesamiento estadístico con los programas Microsoft Excel y SPSS. Se determinó ecuaciones para las curvas de correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm del agregado fino y la resistencia a compresión del concreto, de las cuales, la que mejor define la correlación para el concreto de 175 kg/cm^2 es: $F'c = -101386 (\%_f)^3 + 18632 (\%_f)^2 - 1482.9 (\%_f) + 211.34$ con un $R^2 = 0.993$, mientras que la que mejor define la correlación para el concreto de 280 kg/cm^2 tiene la siguiente ecuación: $F'c = -281884 (\%_f)^3 + 53326 (\%_f)^2 - 3579.6 (\%_f) + 366.94$ con un $R^2 = 0.989$; ambas ecuaciones polinómicas de tercer grado; de manera similar, la variación de la resistencia entre el diseño con 0% y 10% de material más fino que 75 μm es de 30.13% y 28.94% para los concreto de 175 y 280 kg/cm^2 respectivamente.

Palabras clave: curva de correlación, resistencia a compresión del concreto, material más fino a 75 μm , diseño de mezclas.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the equations of the curves that best represent the compensation between the percentage of material finer than 75 μm of the fine aggregate and the different compressive strengths of the concrete; It is a quantitative experimental approach, applied type, correlational level and experimental design, for which we worked with a sample of 144 concrete specimens, 72 for concrete with a resistance of 175 kg/cm^2 and 72 for 280 kg/cm^2 determined by sampling. simple random; The data from the trials were recognized in formats and synthesized in tables for analysis and statistical processing with the Excel and SPSS programs. Equations are determined for the measurement curves between the percentage of material finer than 75 μm of the fine aggregate and the compressive strength of the concrete, of which the one that best defines the classification for the 175 kg/cm^2 concrete is: $F'c = -101386 (\%_f)^3 + 18632 (\%_f)^2 - 1482.9 (\%_f) + 211.34$ with a $R^2 = 0.993$, while the one that best defines the evaluation for 280 kg/cm^2 concrete has the following equation: $F'c = -281884 (\%_f)^3 + 53326 (\%_f)^2 - 3579.6 (\%_f) + 366.94$ with a $R^2 = 0.989$; both polynomial equations of the third degree; Similarly, the variation in resistance between the design with 0% and 10% of material finer than 75 μm is 30.13% and 28.94% for the concretes of 175 and 280 kg/cm^2 respectively.

Keywords: correlation curve, concrete compressive strength, finer material at 75 μm , concrete design.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

Los ingenieros del mundo llevamos más de doscientos años usando concreto, sin embargo, el único registro normativo que hace referencia al porcentaje de material más fino que setenta y cinco micrómetros del agregado fino, pasante a la malla estándar N°200, en adelante FINOS; es en la norma del American Society for Testing and Materials (ASTM) en el capítulo de concreto C33 (ASTM C33), la misma que delimita a los FINOS como sustancia deletérea para el concreto y solo establece límites máximos para estos en concretos simples al 5% mientras que para concretos expuestos a la abrasión del 3%.

El concreto se ha convertido paulatinamente en el insumo por excelencia de las construcciones; puesto que, viene a ser la mezcla uniforme de Cemento Portland Hidráulico, agua, material de relleno (agregados o áridos) y de ser necesario aditivos, que al fraguar forman una roca artificial y con el tiempo es capaz de soportar determinado esfuerzo a compresión para el que fue diseñado; mencionados insumos son de fácil adquisición; es decir, cualquier persona con mínimo conocimiento de diseño de mezclas puede realizar un concreto aparentemente aceptable.

De lo anterior se colige que la demanda de concreto va en aumento; por tanto, también aumentará la extracción de agregados, y en su mayoría de casos, sin conocer las propiedades físico mecánicas que intervienen directamente para diseñar convencionalmente concreto; menos aún, el porcentaje de FINOS, característica que no es tomada en consideración para el diseño, por lo que le brindaremos principal atención en esta investigación.

Por otra parte, Burga (2022), en su estudio realizado a áridos en la ciudad de Cajamarca afirma que las canteras Huayobamba y El Gavilán cumplen los parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas excepto el porcentaje de FINOS; sin embargo, por la demanda, se continúa con la explotación de estas canteras y otras similares sin considerar el perjuicio que están causando a la resistencia del concreto.

1.1.2. Descripción del problema

El problema principal a abordar en la presente, reside en el diseño de mezclas de concreto, pues no se considera la presencia de FINOS existentes en los agregados, esto se debe posiblemente al desconocimiento de su influencia en el concreto o a que la normativa vigente solo establece valores máximos, a pesar de que Tejada (2013) y Pacsi (2018) en sus investigaciones concluyen que los FINOS afectan considerablemente a la resistencia a compresión del concreto, inclusive por debajo de los límites establecidos; sin embargo, a la fecha no se ha propuesto una nueva metodología de diseño, ni una correlación, relación gráfica o función que establezca la dependencia entre ambos parámetros a estudiar.

Sintetizando, para el diseño de mezclas convencional de concreto no se consideran todas las propiedades intrínsecas de los materiales, una de las marginadas es el porcentaje de FINOS en el agregado fino. Por ende, es trascendental estudiar este problema y preguntarse: ¿Cuáles curvas definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 – 280 kg/cm^2 ?

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuáles curvas definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 175 – 280 kg/cm^2 ?

1.2. Justificación e importancia

La presente se justifica porque contribuye al conocimiento teórico-científico aportando ecuaciones de correlación, a través de las cuales, será posible conocer y cuantificar el efecto causado por los FINOS a la resistencia a compresión del concreto; la importancia radica en que se están estableciendo bases experimentales para una futura propuesta de diseño en la que el porcentaje de FINOS sea uno de los criterios considerados para elegir el factor cemento, cantidad de cemento por metro cúbico.

1.3. Delimitaciones de la investigación.

1.3.1. Delimitación geográfica

El estudio se realizó en la ciudad de Cajamarca, las muestras de concreto fueron elaboradas en el laboratorio GUERSAN INGENIEROS SRL y los agregados se obtuvieron de la procesadora de agregados Aguilar – Tartar Chico.

1.3.2. Delimitación técnica

La presente investigación solo se desarrolló para probetas cilíndricas de concreto con resistencias a compresión de 175 y 280 Kg/cm² con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de FINOS, bajo indicaciones de la norma ASTM C31 con cemento tipo I de marca Pacasmayo, referido a la ASTM C125.

1.4. Limitaciones de la investigación

La investigación no discriminó el origen de los FINOS, puesto que pueden provenir de la trituración de roca o pueden ser FINOS de arcillas o limos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar las ecuaciones de las curvas que mejor representen la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μ m del agregado fino y las diferentes resistencias a compresión del concreto.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar la variación de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto diseñadas para $f'c = 175$ y 280kg/cm^2 , con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de FINOS.

Proponer una función a la que más se ajuste a la correlación entre el módulo de finura, peso unitario suelto, peso unitario compactado y peso específico del agregado fino con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de finos según la línea de tendencia en su gráfica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

La norma ASTM c33 (2018), indica en la tabla de sustancias deletéreas para el concreto que el material más fino al tamiz de 75 μm (N° 200) tenga un porcentaje máximo de 5% en concretos normales y 3% en concretos expuestos a la abrasión.

Katz y Baum (2016) en su artículo “Effect of High Levels of Fines Content on Concrete Properties” analizaron cómo el contenido FINOS en los agregados influye en las propiedades del concreto; concluyendo que un mayor contenido de FINOS disminuye la resistencia a compresión del concreto debido a la mayor demanda de agua, por consiguiente, menor eficiencia en la hidratación del cemento.

Neville (2016) en, “Tecnología del concreto”, aborda la relación entre los agregados y las propiedades del concreto. Discute cómo la cantidad de FINOS afecta tanto la trabajabilidad como la resistencia a compresión del concreto, menciona que un exceso de finos puede causar una mayor demanda de agua y afectar la calidad de la mezcla.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Pacsi (2018) estudió la “Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante al tamiz n°200, elaborados en la ciudad de Puno” para ello, disminuyó el porcentaje de finos por lavado de los agregados, resultando que el lavado altera las propiedades físicas del agregado fino, mas no en el agregado grueso. Consiguió mayor resistencia del concreto usando agregados lavados, con una diferencia estadística de 152.1%, en comparación con los agregados sin alterar sus propiedades.

Blas & Torres (2021) en su investigación “Influencia del contenido de finos en la resistencia a la compresión del concreto con agregados de las canteras de Huambutio y Vicho Cusco, 2017”, han estudiado el impacto que la excesiva cantidad de FINOS provoca en las propiedades mecánicas del concreto; concluyendo que los agregados con exceso de FINOS disminuyen la resistencia a compresión del concreto.

2.1.3. Antecedentes locales

Rafael (2023) en su investigación “Curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm^2 y el porcentaje de material menor a $75 \mu\text{m}$ del agregado fino” determinó la existencia de una influencia entre el porcentaje de fino y la resistencia, mas no se determinó en cuanto influye.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Concreto

Acorde con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), específicamente en la Norma Técnica de Edificación E.060 "Concreto Armado" (2020), el concreto es un material compuesto que se obtiene mediante la mezcla homogénea de cemento, agua, agregados y aditivos, los cuales endurecen con el tiempo y adquieren características de resistencia y durabilidad adecuadas para su uso en construcciones. Según el American Concrete Institute (2019), el concreto es un material compuesto por un medio aglutinante, pasta de cemento o fase continua que aporta la resistencia, dentro del cual se encuentran incrustados partículas o fragmentos, agregados o fase discontinua encargados de aportar volumen al concreto.

2.2.2. Pasta de cemento

Mehta & Monteiro (2014) definen a la pasta de como la mezcla homogénea de cemento portland y agua, que endurece mediante reacciones químicas como la hidratación. La pasta de cemento también actúa como aglutinante puesto que se caracteriza por su capacidad para llenar los vacíos entre los agregados y formar una matriz densa y continua que confiere al concreto sus propiedades esenciales, como resistencia a la compresión y durabilidad.

2.2.3. Cemento portland

El American Concrete Institute (2019) define el cemento portland como un material hidráulico que consiste principalmente en silicatos de calcio, que reaccionan con el agua para formar una pasta endurecida que une agregados y otros componentes en una masa sólida y durable. Este tipo de cemento es el componente fundamental en la producción de concreto y mortero, proporcionando la resistencia mecánica y durabilidad necesarias para diversas aplicaciones en la construcción.

2.2.4. Agua para concreto

El agua es esencial en la elaboración de concreto, tiene una importancia significativa en estado fresco y endurecido. En estado fresco sirve cuantitativamente para asegurar que la relación agua/material cementante cumpla con la trabajabilidad y resistencia requeridas. En cuanto a la adición en estado endurecido, para el curado del concreto, también se tiene que considerar sus propiedades físico-químicas. (NTP - 339.088:19, 2019)

La fluidez de la mezcla depende directamente de la cantidad de agua añadida; el agua que se utilice para preparar y curar el concreto debe cumplir con los requisitos de la NTP 339.088 y de preferencia ser potable.

2.2.5. Agregados para el concreto

Para Sanchez (2016) los agregados, conocidos como áridos, son conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, el ancho de sus granos está comprendido en los límites establecidos en la Norma ASTM c33. Los agregados son la fase discontinua del concreto y están embebidos en la pasta ocupando entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto.

2.2.6. Propiedades de los agregados

En el diseño convencional de concreto se toman en cuenta principalmente las propiedades mecánicas, las que dependen principalmente de su origen, sus límites están establecidos en la norma ASTM c33 y sus valores se obtienen de pruebas de laboratorio.

2.2.6.1. Granulometría

Se conoce como granulometría a la distribución de las partículas de diferentes tamaños y se establece mediante un análisis granulométrico. Para el análisis granulométrico se hacen pasar los agregados través de una serie de cribas de aberturas cuadradas y parámetros establecidos en la ASTM C33 / C33M – 18 (2018)

Al respecto Niño (2014) afirma que un buen concreto, debe tener una mezcla de agregados con una granulometría adecuada que provea masa unitaria máxima, entonces el volumen vacíos entre agregados es mínimo y minimiza la cantidad de pasta para llenar los espacios, mejorando las condiciones técnicas y económicas del concreto.

2.2.6.2.Módulo de fineza

Es un indicador del grosor para un conjunto de partículas de agregado. Rafael (2023) resuelve como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en los tamices estándares de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, divididas entre 100.

2.2.6.3.Peso específico y absorción

Según el Sistema Internacional de Unidades "Densidad" es la expresión correcta, sin embargo, se toma "Peso específico" por la NTP 400.022:18 (2018) que define: "La relación a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario de material, a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas."

La norma indicada también define:

2.2.6.3.1. Peso específico aparente:

La ASTM C128-22 (2023), como la NTP 400.022:18 (2018) definen al peso específico aparente en: "la relación a una temperatura estable, de la masa en el aire, de un volumen unitario de material, a la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas; si el material es un sólido, el volumen es igual a la porción impermeable."

2.2.6.3.2. Peso específico de masa:

La ASTM C128-22 (2023) y NTP 400.022:18 (2018) definen al peso específico de masa como: "la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material (incluyendo los poros); a la masa en de un volumen igual de agua destilada."

2.2.6.3.3. Peso específico de masa saturado superficialmente seco:

Al igual que el peso específico de masa, exceptuando que la masa incluye el agua en los poros permeables; es decir, en condición de saturado, pero con la superficie seca. (ASTM C128-22, 2023)

2.2.6.3.4. Absorción

Representa en porcentaje de agua en volumen que puede absorber un determinado material. (ASTM C128-22, 2023).

2.2.6.4.Peso unitario volumétrico

Sanchez (2016) el peso unitario del agregado, en estado suelto o compactado, es el peso de un determinado material en un volumen unitario. Los agregados bien gradados, en su mayoría tienen un peso unitario mayor a aquellos en los que predomina un tamaño dado.

2.2.6.5.Contenido de humedad

Debido a la porosidad y permeabilidad de los agregados estos suelen tener un porcentaje de agua atrapada en sus poros, el cálculo de este contenido de humedad es importante para calcular la cantidad de agua que los agregados aportan o absorben al concreto.

2.2.6.6.Partículas deletéreas para el concreto

Son partículas que por lo general se encuentran contaminando a los agregados, su presencia puede aumentar el requerimiento de agua, inhibir la adherencia cemento -agregado, o hasta reaccionar químicamente con el cemento (ASTM C33 / C33M – 18, 2018).

En el agregado grueso se consideran a las partículas recubiertas, las partículas laminadas, partículas blandas, delgadas o desmenuzables, los esquistos, calizas arcillosas, el carbón o el lignito (ASTM C33 / C33M – 18, 2018), mientras que el agregado fino se contamina por la presencia de limo, arcilla y otras materias orgánicas.

Los FINOS, material que pasa el Tamiz N° 200, son usualmente considerados como «limo» o «arcilla» y acuerde a las recomendaciones de la Norma ASTM C 33 no deben ser admitidas en el concreto con un límite del 5%, puesto que su presencia tiende a incrementar los requisitos de agua, en consecuencia, reducir la durabilidad y resistencia del concreto.

2.2.6.7.Material pasante a la malla N° 200

Rafael (2023) resume que los FINOS, material menor a 75 μm , están compuestos principalmente por material orgánico, limos, arcillas y/o polvo de roca; generalmente se encuentran recubriendo el agregado o entremezclado entre sus partículas; esto afecta la adherencia del agregado a la pasta e incrementa el agua requerida. Aparentemente, un moderado porcentaje FINOS favorece la trabajabilidad, sin embargo, su incremento afecta negativamente a la resistencia.

La ASTM C 33 (2018) recomienda límites máximos para FINOS, siendo 3% del agregado fino en concretos sujetos a abrasión y un 5% en otros. Para el agregado grueso el porcentaje máximo admitido es del 1%, exceptuando para agregados producto de trituración, en los que, si es polvo de roca se admite hasta 1.5%.

Para encontrar el porcentaje de material que pasa el tamiz N°200 seguimos los lineamientos prescritos en la norma NTP 400.018 o ASTM C117.

2.2.7. Diseño de concreto

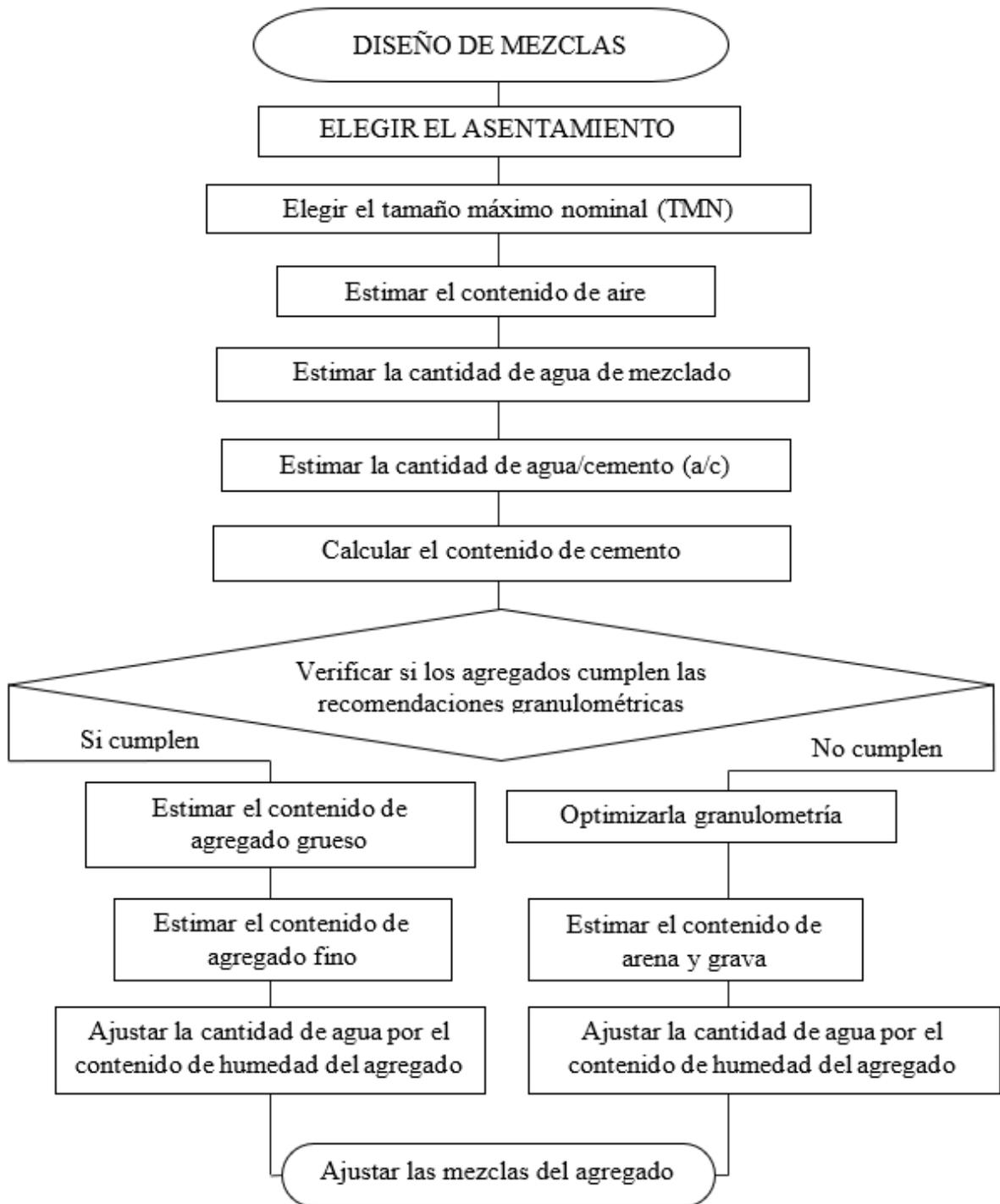
Se considera diseño de concreto al cálculo de las proporciones de los componentes de una unidad cúbica de concreto, puede definirse como la selección y combinación más conveniente de los materiales, para obtener un concreto que tenga trabajabilidad y consistencia solicitadas en estado no endurecido y principalmente en estado endurecido cumpla los requisitos de resistencia y durabilidad; esta dosificación, sin discrepar el métodos usado, serán sometidos a revisión y ajuste. (Sanchez de Guzman, 2016). El diseño de concreto deberá permitir que, a la edad de diseño, por lo general 28 días, alcance la resistencia elegida. La certificación para la resistencia de diseño, consta en ensayar probetas cilíndricas de concreto, elaboradas y ensayadas acuerde a las normas ASTM C 31 y ASTM C39 (2020) respectivamente.

Existen diferentes métodos para diseñar concreto, la principal diferencia radica en calcular los porcentajes adecuados de agregados; se colige que el objetivo del diseño, sin importar el método, es optimizar la dosificación de la mezcla cumpliendo las consideraciones de diseño.

A continuación, se ilustrará un diagrama basado en el estudio de Rafael (2023). para el diseño convencional de mezclas de concreto y una breve explicación de cada paso a seguir.

Figura 01

Secuencia de pasos a realizar en un diseño de mezclas.



Nota. En el diagrama, se puede ver la secuencia de pasos para realizar un diseño de mezclas. Rafael (2023).

2.2.7.1. Elección del asentamiento

El asentamiento se elige acorde a las necesidades o el fin del concreto a diseñar y va directamente involucrado con la consistencia y trabajabilidad de la mezcla (Neville, 2016).

2.2.7.2. Elección del tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal depende directamente del uso del concreto a diseñar, si es un concreto estructural se considera un TMN menor al recubrimiento, en armaduras con considerable acero se considera un TMN menor al espaciamiento entre las barras para evitar atascamientos del agregado y formar un concreto uniforme evitando la posible aparición de cangrejeras en el elemento estructural (ASTM C33 / C33M – 18, 2018).

2.2.7.3. Estimación del contenido de aire

El contenido de aire atrapado o aire natural depende directamente del agregado empero si se necesita un porcentaje de aire mayor se recomienda el uso de aditivos para citado fin.

2.2.7.4. Estimación del contenido de agua

El volumen de agua de diseño depende de la consistencia final que queremos darle a nuestra mezcla y los agregados a utilizar.

2.2.7.5. Estimación de la relación agua/cemento

La relación agua/cemento de diseño indica la cantidad agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco (Neville, 2016). Se usa la resistencia final necesaria como base para la estimación de la relación agua cemento, sin embargo, algunos diseños más conservadores toman en cuenta la durabilidad del concreto o su grado de exposición, mas no se ha encontrado antecedentes para estimar la relación agua/cemento con relación al material pasante a la malla N°200

2.2.7.6. Estimación del contenido de cemento o factor cemento.

Ya conocida la cantidad de agua estimada y la relación agua cemento en los pasos previos, para encontrar el contenido de cemento se divide el volumen de agua estimado entre la relación agua cemento, obteniendo los kilogramos de cemento por metro cubico de mezcla. Se suele expresar este valor indicado en bolsas por metro cubico, para ello se divide al valor

obtenido entre 42.5 que es el peso unitario de la bolsa de cemento en Perú. Para obtener el volumen de cemento a utilizar se usa su peso específico indicado en las especificaciones acorde al cemento a utilizar.

Conocidos el volumen de cemento, cantidad estimada de agua y aire atrapado, la suma de estos valores es el de la pasta por metro cúbico, lo que implica que, el volumen faltante es destinado para los agregados.

2.2.7.7.Cálculo del porcentaje de los agregados.

Después de cerciorar los agregados con las restricciones en la normativa vigente, el diseñador procede a encontrar el porcentaje de cada agregado, para lo cual existen varios métodos, entre los más usados tenemos al método de combinación de agregados, método Walker, método ACI. De no cumplir las recomendaciones queda a criterio del diseñador realizar procedimientos técnicos para mejorar las propiedades de los agregados. (Rivva, 2015)

2.2.7.8.Ajuste por contenido de humedad.

No siempre los agregados están en óptimas condiciones de humedad, es decir, saturado superficie seca, por lo que es necesario rectificar la dosificación en peso de los materiales para evitar que estos al absorber o liberar agua afecten a la relación agua/cemento de diseño.

2.2.8. Propiedades del concreto en estado fresco

El concreto al ser mezclado o en estado fresco tiene la apariencia de masa; se puede moldear en la forma deseada y se debe conservar así para verter y compactar. En estado fresco el principal parámetro a tomar en consideración es la trabajabilidad.

2.2.8.1.Trabajabilidad - SLUMP

Trabajabilidad es la propiedad del concreto fresco que establece la capacidad para mezclar, trasladar, verter y compactar con menor esfuerzo y un mejor de homogeneidad.

Aunque no mide directamente la trabajabilidad, la ASTM C 143/143M - 15a:16 (2016) indica el ensayo de cono Abrams un método para medir la consistencia; es usado como una prueba de control ya que indica la uniformidad de la mezcla.

2.2.9. Propiedades del concreto en estado endurecido

2.2.9.1. Resistencia a compresión

La resistencia del concreto se define como el máximo esfuerzo que puede soportar sin fallar. El concreto se diseña principalmente para cargar esfuerzos a compresión, y se utiliza esta característica como índice de calidad. El ensayo para medir la resistencia a compresión está en la ASTM C39M (2020) :**Prueba estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto**; la cual define el ensayo como: “Aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla” (ASTM C39 / C39M – 20, 2020).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Concreto

Producto artificial compuesto de la combinación química de material aglomerante, cemento y agua, con agregados; al fraguar desarrolla la resistencia de diseño (NTP - 339.047:23, 2023).

2.3.2. Material pasante a la malla N°200

La ASTM C33 / C33M:18 (2018) lo define como material muy fino, de grano menor a 0.075 mm que se presenta recubriendo a los agregados, por lo general son limos o arcillas y en ocasiones polvo de roca producto de la trituración, su presencia impide la correcta adhesión agregado-pasta.

2.3.3. Resistencia a compresión del concreto

Esfuerzo máximo que soporta una probeta de concreto sin fallar ni romperse por cada centímetro cuadrado de superficie (ASTM C39 / C39M – 20, 2020).

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Las curvas que definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto se pueden representar mediante la gráfica de funciones logarítmicas.

3.1.2. Hipótesis auxiliares

La resistencia a compresión del concreto cambia por cada variación del porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino

Las curvas de correlación entre las principales propiedades del agregado fino y el porcentaje de material menor que 75 μm del agregado fino se pueden representar mediante la gráfica de funciones lineales.

3.2. Definición de variables

3.2.1. Variable Independiente:

El porcentaje de material más fino que 75 μm del agregado fino

3.2.2. Variable dependiente:

Resistencia a compresión del concreto

3.2.3. Variable interviniente:

Peso específico, módulo de finura, peso unitario, absorción, contenido de humedad.

CAPÍTULO IV

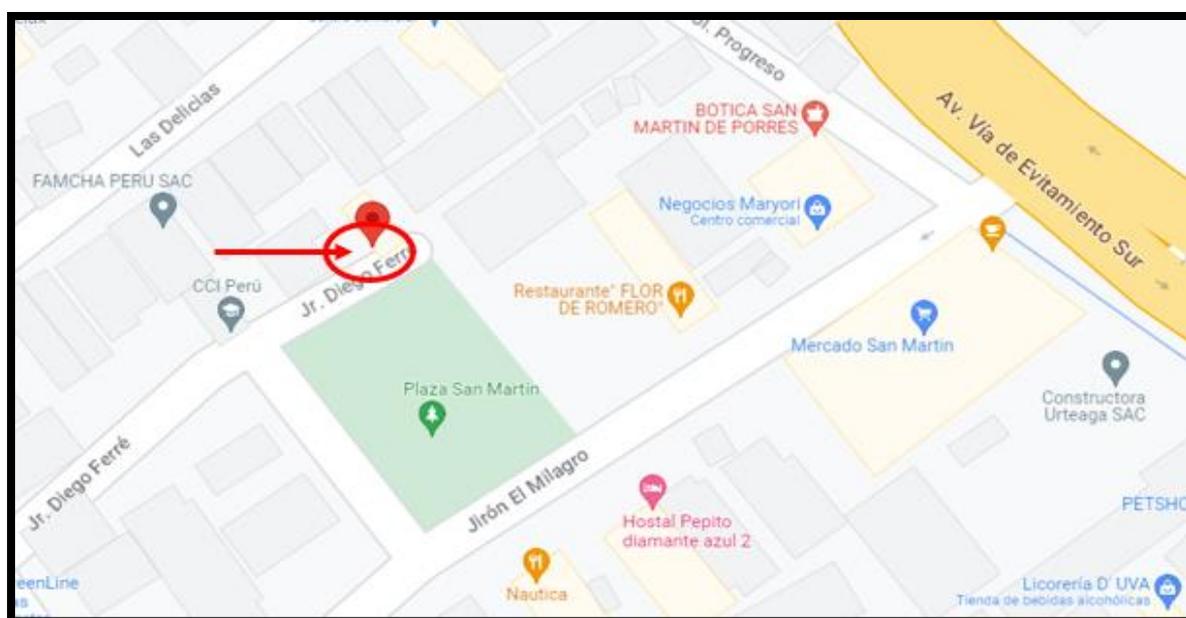
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

La investigación se realizó en Cajamarca, las probetas y propiedades se ensayaron en el laboratorio Guersan Ingenieros SRL, ubicado en el Psj. Diego Ferre N° 295.

Figura 02

Ubicación geográfica del laboratorio



Nota: Fuente: Google Maps.

4.2. Diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló en cuatro etapas, primero se recopiló y analizó información, segundo se realizaron trámites administrativos para el desarrollo experimental de la investigación finalmente se ejecutó el trabajo de laboratorio y gabinete.

4.2.1. Recopilación de la información

Se recopiló y analizó diferentes tipos de investigaciones acordes al tema en cuestión para profundizar conocimientos previos, se revisó artículos publicados y datos de diferentes metodologías para el diseño de mezclas de concreto.

4.2.2. Trámites administrativos

Previo al inicio de los ensayos se coordinó con la Universidad Nacional de Cajamarca para el uso de su laboratorio a fin de desarrollar la parte experimental de la investigación, por la desfavorable coyuntura de pandemia no estuvieron operativos los laboratorios de la universidad se gestionó para desarrollarse en un laboratorio de materiales externo a la Universidad.

4.2.3. Trabajo de campo-laboratorio

Para el trabajo de campo o parte experimental de la presente investigación se consideró cuatro fases:

Fase 01: Elección de cantera

Se investigó canteras cercanas a la ciudad de Cajamarca y escogió a criterio del investigador la cantera que presentó el agregado más óptimo para la investigación, es decir, la que presenta menor cantidad de FINOS, eligiendo procesadora Aguilar de Tartar Chico, puesto que su agregado presenta un 3.5% de FINOS; adicionalmente también se verificó que el material cumpla con lo establecido en la norma ASTM c 33, a fin de que la única variable que afecte a la resistencia a compresión del concreto sea la que queremos estudiar, el porcentaje de material menor a 75 μm en el agregado fino.

Fase 02: Propiedades de agregados

Se determinó las propiedades que intervienen en el diseño convencional del concreto para el agregado lavado, es decir, 0% de FINOS; después procedió a agregar y mezclar el agregado fino con los FINOS obtenidos por tamizaje y obtener agregados con presencia de 2% , 4% , 6% , 8% y 10% de FINOS, posteriormente se determinó las propiedades antes calculadas para cada porcentaje.

Fase 03: Diseño de mezclas de concreto

En esta fase, el investigador elaboró diferentes diseños de mezcla de concreto con el método de combinación para $f'c$ de 175 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 con cada variación de agregados a diferentes porcentajes FINOS manteniendo la relación agua/cemento en los diseños con la misma resistencia, se encontró la consistencia del concreto por tanda preparada.

Fase 04: Curado y ruptura de probetas cilíndricas de concreto

Se cumplió escrupulosamente los lineamientos establecidos en la normativa vigente para el curado y ensayos destructivos de probetas para encontrar la resistencia a compresión a una edad de 7, 14 y 28 días, probando 3, 3 y 6 probetas respectivamente.

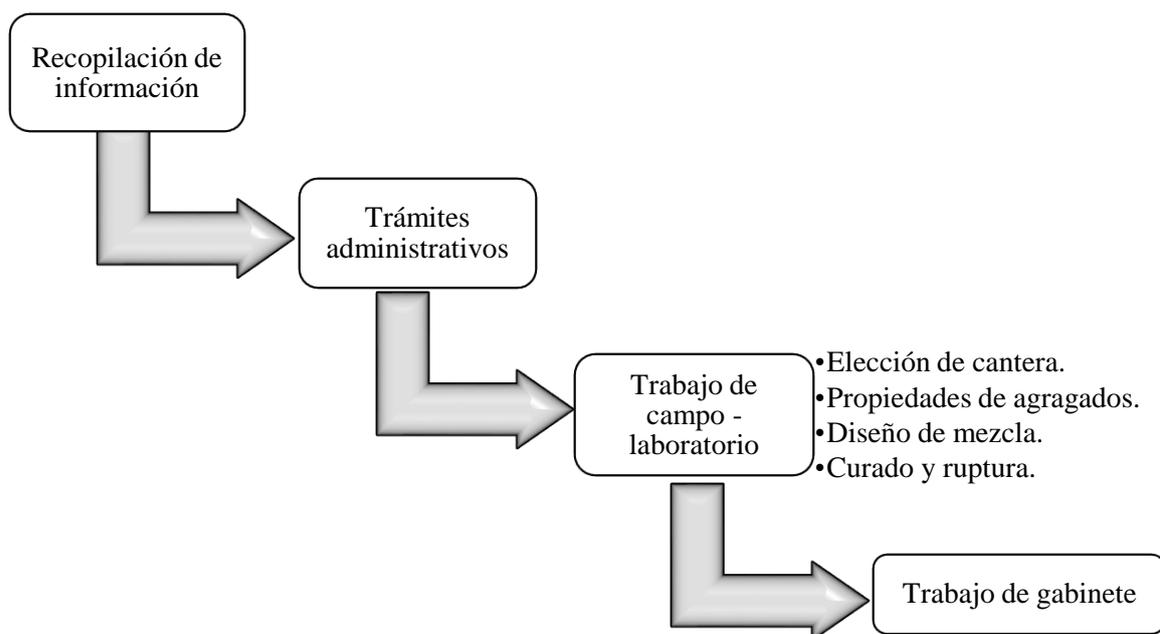
4.2.4. Trabajo de gabinete

Una vez que recopilada toda la información tanto en campo como en el laboratorio se procesaron los datos y se encontraron las curvas de correlación entre la resistencia a compresión del concreto y el material menor a setenta y cinco micrómetros del agregado fino.

4.3. Métodos de la investigación

Figura 03

Método de investigación



Nota: paso a paso para el proceso de la investigación

4.3.1. Elección de agregados

Los agregados fueron conseguidos en la procesadora “Aguilar”

4.3.2. Agregado grueso lavado.

Según la ASTM C33 / C33M:18 (2018) agregado grueso son las partículas que se retienen en el tamiz N° 04. Para la presente, se lavó todo el material para eliminar la presencia de FINOS.

4.3.3. Agregado fino lavado.

Según la ASTM C33 / C33M:18 (2018) agregado fino es aquel material que tiene un diámetro menor a 9.51 mm. Para la presente, se lavó el material para eliminar la presencia de FINOS en la muestra inicial, añadiendo FINOS acorde al porcentaje en peso a utilizar .

4.3.4. Material menor a 75 µm

Se obtuvo el material menor a 75µm tamizando por la malla N°200 el agregado fino.

4.3.5. Agregado fino con presencia de 0, 2, 4, 6, 8 y 10 % de finos.

Para conseguir el agregado fino con el porcentaje requerido de FINOS se mezcló el agregado fino lavado FINOS siguiendo las siguientes ecuaciones, sintetizadas en el formato N° 01 cito en el anexo N°01:

$$Mr = M_L + F \quad (01)$$

$$M_L = \frac{(100 - \%R) * Mu}{100} \quad (02)$$

$$F = (\%R) * Mu \quad (03)$$

Donde:

Mr : Peso total de muestra requerida (g).

M_L : Peso de muestra lavada (g).

F : FINOS a adicionar (g).

$\%R$: Porcentaje requerido de FINOS (%).

4.3.6. Módulo de finura

Realizado el ensayo de análisis granulométrico, se calculó el módulo de finura sumando los porcentajes retenidos acumulados en la malla 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N° 50, N° 100 divididos entre 100.

$$\text{Módulo de finura: } m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3", 1\frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} \quad (04)$$

4.3.7. Peso específico y absorción

Agregado fino: (método de reemplazo por agua en fiola)

$$\text{Peso específico de masa: } P_{em} = \frac{w}{V-V_a} \quad (05)$$

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seca: } P_{sss} = \frac{500}{V-V_a} \quad (06)$$

$$\text{Peso específico aparente: } P_{ea} = \frac{w}{(V-V_a) - (V-V_a)} \quad (07)$$

$$\text{Absorción: } A_{bs}(\%) = \frac{500-w}{w} \quad (08)$$

Donde:

w: Peso de la muestra seca al horno.

V: Volumen de fiola (cm³) .

V_a: Volumen de agua añadida (cm³).

Agregado grueso: (método de reemplazo por agua en canastilla sumergida)

$$\text{Peso específico de masa: } P_{em} = \frac{A}{B-C} * 100 \quad (09)$$

$$\text{Peso específico de masa saturado superficialmente seca: } P_{sss} = \frac{B}{B-C} * 100 \quad (10)$$

$$\text{Peso específico aparente: } P_{ea} = \frac{A}{A-C} * 100 \quad (11)$$

$$\text{Absorción: } A_{bs}(\%) = \frac{B-A}{A} * 100 \quad (12)$$

Donde:

A: Peso de muestra seca al horno (g).

B: Peso de muestra saturada superficie seca (g) .

C: Peso en agua de muestra saturada (cm³).

4.3.8. Peso unitario suelto y compactado:

$$\text{Peso específico del agua: } P_e = \frac{A-B}{V_a} \quad (14)$$

$$\text{Factor del recipiente: } f = \frac{P_e}{W-M} \quad (15)$$

$$\text{Peso unitario: } PU = (G - M) * f \quad (16)$$

Donde:

A: Peso de fiola más agua (g).

B: Peso de fiola vacía (g) .

V_a: Volumen de fiola (cm³).

W: Peso de molde con agua (g).

M: Peso de molde vacío (g).

G: Peso de molde con agregado (g)

4.4.Población de estudio

4.4.1. Población

La población de estudio para la presente es el concreto diseñado para resistencias a compresión de 175 y 280 kg/cm²

4.4.2. Muestra

El tamaño de muestra se obtiene mediante un muestreo aleatorio simple, empleando la ecuación de población infinita: $n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$, asumiendo el nivel de confianza en $\alpha = 95\% \rightarrow Z_{\alpha} = 1.95996$, probabilidad a favor de $p = 95\%$, en contra $q = 5\%$, y un error para el presente estimado de $e = 5\%$; se obtiene 72 probetas de concreto para cada resistencia, distribuidas como se indican en la tabla 01.

4.4.3. Unidad de análisis y observación z

Cada una de las probetas elaboradas para la investigación

4.4.4. Unidad de observación

Especímenes de concreto de 6” de diámetro por 12” de altura, fabricados siguiendo estrictamente la norma ASTM C31, haciendo un total de 144 probetas distribuidas como muestra tabla 01.

Tabla 01*Distribución de probetas por porcentaje y edad.*

PROCENTAJE DE FINOS DEL AGRAGADO FINO	EDAD	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO		
		175 Kg/m ²	280 Kg/m ²	TOTAL:
0%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
2%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
4%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
6%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
8%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
10%	07 días	3	3	
	14 días	3	3	24
	28 días	6	6	
TOTAL		72	72	144

Nota: Número de muestras por diseño para cada edad.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Técnicas

Con una Laptop i7 se procesó y analizó la información de campo y laboratorio utilizando programas de Excel 2013 y Word 2013.

Para obtener los datos de este trabajo de investigación se ha teniendo en cuenta:

Acceso a la información: Mediante conocimiento de las normas referidas a los ensayos a realizar y observación del investigador.

Recolección de la información: De manera manual y sistematizándolas en formatos de hojas de cálculo Excel.

Registro de la información: En hojas de Excel y SPSS, para su procesamiento respectivo.

Almacenamiento de información: En una laptop, para ser procesado posteriormente.

Elaboración y curado: Se realizó el curado de los especímenes de concreto según norma.

4.5.2. Instrumentos de recopilación de información

El principal instrumento para la presente investigación serán hojas de cálculo en el programa Excel 2013.

Se considera para realizar este trabajo lo siguiente:

Selección: El investigador mediante una selección estadística decide que especímenes no intervienen en el análisis de datos, utilizando el programa estadístico del Excel.

Manipulación: Se harán un sondeo las características físicas de los agregados y de los especímenes de concreto antes de ensayarlos.

4.5.3. Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos

Los datos resultantes de la investigación serán presentados mediante el uso de funciones matemáticas, tablas, cuadros y figuras; a los cuales, se los analizarán estadísticamente las cuales se muestran a continuación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

5.1.1. Resultados de las propiedades del agregado grueso

En la tabla 02 se resume las propiedades del agregado grueso lavado.

Tabla 02

Propiedades del agregado grueso.

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal	3/4"
Peso específico masa	2621.42 kg/m ³
Peso unitario suelto	1363.284 kg/m ³
Peso unitario compactado	1504.064 kg/m ³
Contenido de humedad (%)	0.43%
Absorción (%)	1.10%
Módulo de finura	6.851
Porcentaje que pasa malla N.º 200	0.00%

Nota: Resumen de las propiedades del agregado grueso; el detalle operacional por propiedad en anexo N°02.

5.1.2. Resultados de las propiedades del agregado fino

En la tabla 03 se resume las propiedades intervinientes en el diseño convencional de mezcla del agregado fino para cada porcentaje de FINOS.

Tabla 03

Propiedades del agregado fino para cada porcentaje de FINOS.

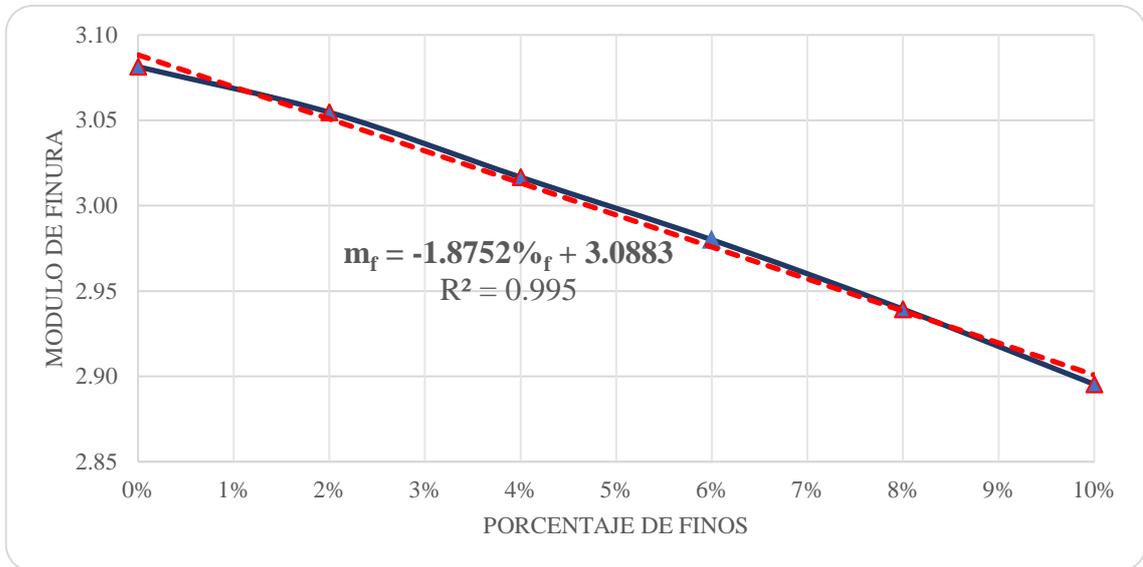
% DE FINOS	M _F	P.U.S.S.	P.U.S.C.	P _E
%	-	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
0%	3.08	1578.49	1685.54	2501.70
2%	3.05	1610.68	1720.06	2520.22
4%	3.02	1639.33	1754.24	2540.19
6%	2.98	1665.31	1778.13	2561.19
8%	2.94	1695.14	1808.42	2585.95
10%	2.90	1721.79	1837.23	2606.67

Nota: El detalle operacional por propiedad en anexo N°02.

En adelante se muestran gráficas y ecuaciones de las diferentes características del agregado fino por cada porcentaje de FINOS.

Figura 04

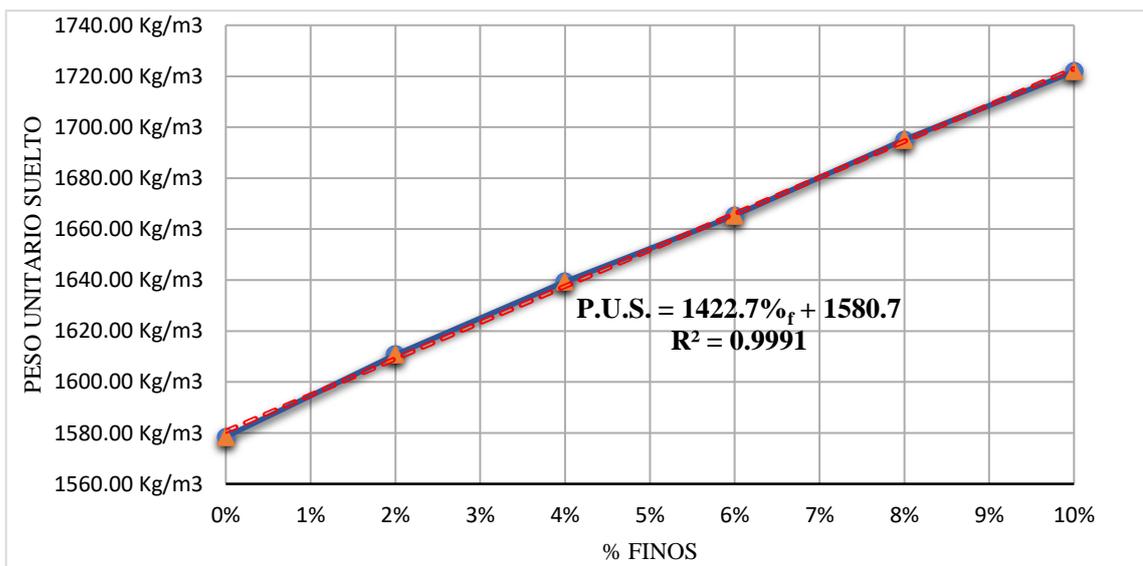
Módulo de finura vs. % FINOS



Nota: Ecuación y gráfica de la función que correlaciona el m_f y FINOS al 99.5% de confianza.

Figura 05

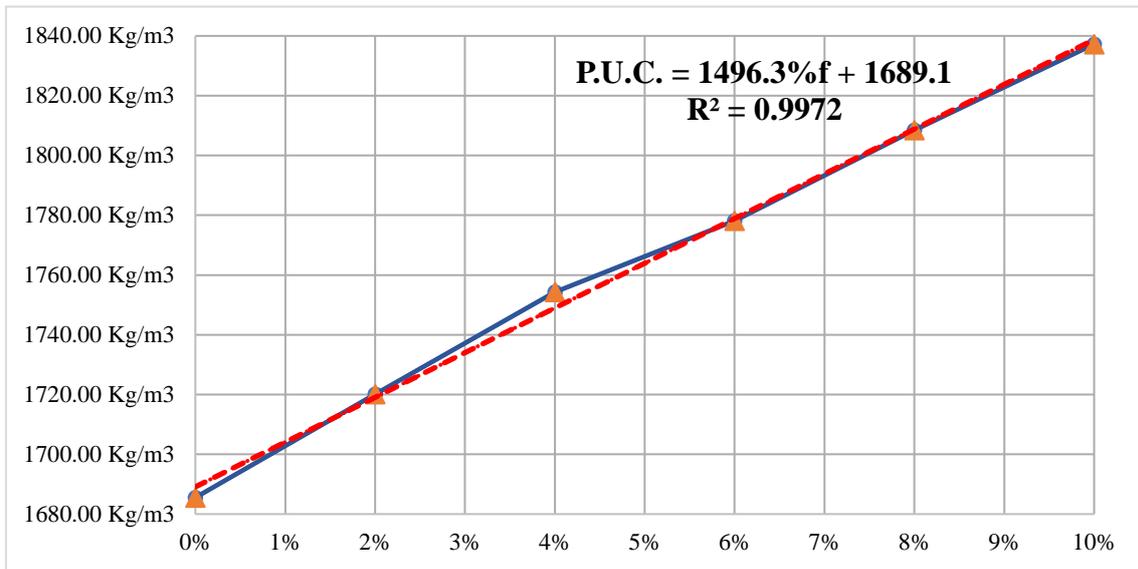
Peso unitario seco suelto vs. % FINOS



Nota: Ecuación y gráfica de la función que correlaciona el PUSS y FINOS al 99.9% de confianza.

Figura 06

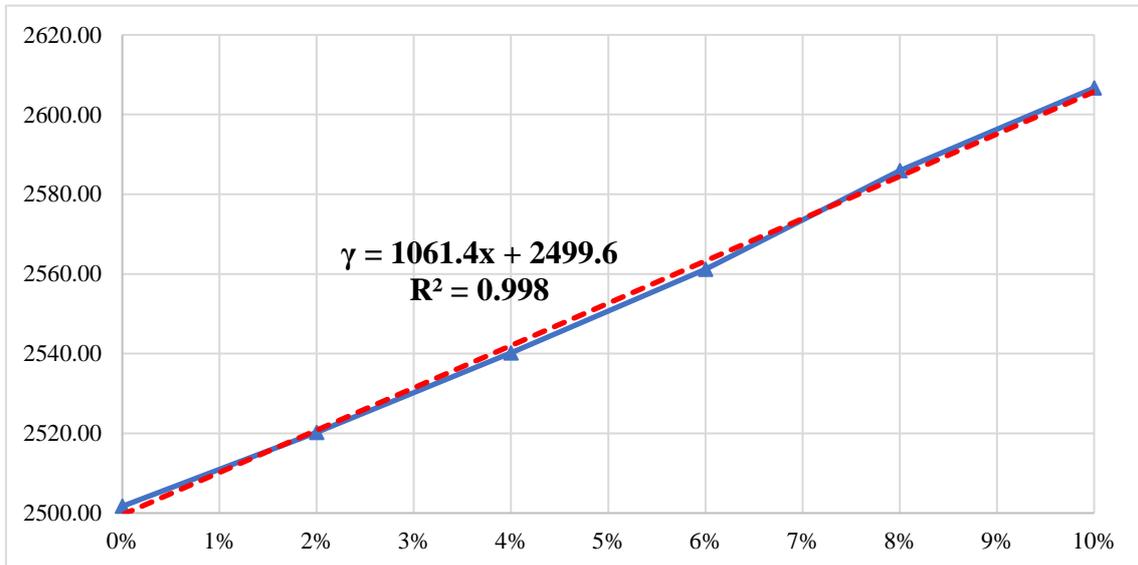
Peso unitario seco compactado vs. % FINOS



Nota. Ecuación y gráfica de la función que correlaciona P.U.S.C. y FINOS al 99.9% de confianza.

Figura 07

Peso específico vs. % FINOS



Nota. Ecuación y gráfica de la función que correlaciona el peso específico y FINOS a un 99.8% de confianza.

5.1.3. Diseños de mezcla

Se realizó diseños de mezclas para ambas resistencias a analizar y por cada resistencia se sendas variaciones de diseño por cada porcentaje de FINOS en el agregado fino.

5.1.3.1. Diseños de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

La tabla siguiente muestra las cantidades de los componentes secos en kilogramos por metro cubico de concreto para una resistencia a compresión de 175 kg/cm^2 .

Tabla 04

Resumen de diseños de mezcla por porcentaje FINOS.

DISEÑO	CANTIDADES POR METRO CÚBICO - MUESTRAS SECAS				
	CEMENTO	AGUA	AG. FINO	AG. GRUESO	SLUMP
00% FINOS	277 Kg	205 Kg	1163 Kg	625.5 Kg	3"
02% FINOS	277 Kg	205 Kg	1160 Kg	637.7 Kg	3.25"
04% FINOS	277 Kg	205 Kg	1158 Kg	649.9 Kg	3.5"
06% FINOS	277 Kg	205 Kg	1152 Kg	665.5 Kg	3.5"
08% FINOS	277 Kg	205 Kg	1148 Kg	680.4 Kg	3.75"
10% FINOS	277 Kg	205 Kg	1142 Kg	695.1 Kg	4"

Resumen de diseños de mezcla en kilogramos por m^3 , para cada porcentaje finos - anexo N°03.

1.5.1. Diseños de mezcla de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

La tabla siguiente muestra las cantidades de los componentes secos en kilogramos por metro cubico de concreto para una resistencia a compresión de 280 kg/cm^2 .

Tabla 05

Resumen de diseños de mezcla por porcentaje de FINOS.

DISEÑO	CANTIDADES POR METRO CÚBICO - MUESTRAS SECAS				
	CEMENTO	AGUA	AG. FINO	AG. GRUESO	SLUMP
00% FINOS	240 Kg	205 Kg	1130 Kg	607.5 Kg	3"
02% FINOS	240 Kg	205 Kg	1127 Kg	619.3 Kg	3.25"
04% FINOS	240 Kg	205 Kg	1122 Kg	630.9 Kg	3.5"
06% FINOS	240 Kg	205 Kg	1119 Kg	646.0 Kg	3.5"
08% FINOS	240 Kg	205 Kg	1115 Kg	660.7 Kg	3.75"
10% FINOS	240 Kg	205 Kg	1110 Kg	675.1 Kg	4"

Resumen de diseños de mezcla en kilogramos por m^3 , para cada porcentaje finos - anexo N°03.

5.1.4. Resultado de la resistencia a compresión

5.1.4.1. Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla siguiente se resumen las resistencias promedio a las edades de 7, 14 y 28 días con sus respectivos porcentajes respecto a la resistencia de diseño de 175 kg/cm^2 .

Tabla 06

Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla 01 para concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

FINOS (%f)	F'c 7 DÍAS	% 7 DÍAS	F'c 14 DÍAS	% 14 DÍAS	F'c 28 DÍAS	% 28 DÍAS
0%	191.72 kg/cm^2	91.29%	223.39 kg/cm^2	106.38%	223.39 kg/cm^2	131.92%
2%	164.71 kg/cm^2	78.44%	195.84 kg/cm^2	93.26%	195.84 kg/cm^2	110.71%
4%	163.02 kg/cm^2	77.63%	189.06 kg/cm^2	90.03%	189.06 kg/cm^2	107.81%
6%	161.27 kg/cm^2	76.80%	182.20 kg/cm^2	86.76%	182.20 kg/cm^2	104.87%
8%	155.64 kg/cm^2	74.11%	175.71 kg/cm^2	83.67%	175.71 kg/cm^2	99.71%
10%	149.78 kg/cm^2	71.32%	167.08 kg/cm^2	79.56%	167.08 kg/cm^2	93.26%

Nota: Edades y resistencia promedio de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

En la tabla siguiente se resume el promedio de la resistencia a compresión del concreto de diseño de 175 kg/cm^2 para cada variación de FINOS con su respectivo porcentaje respecto al diseño con 0% de finos.

Tabla 07

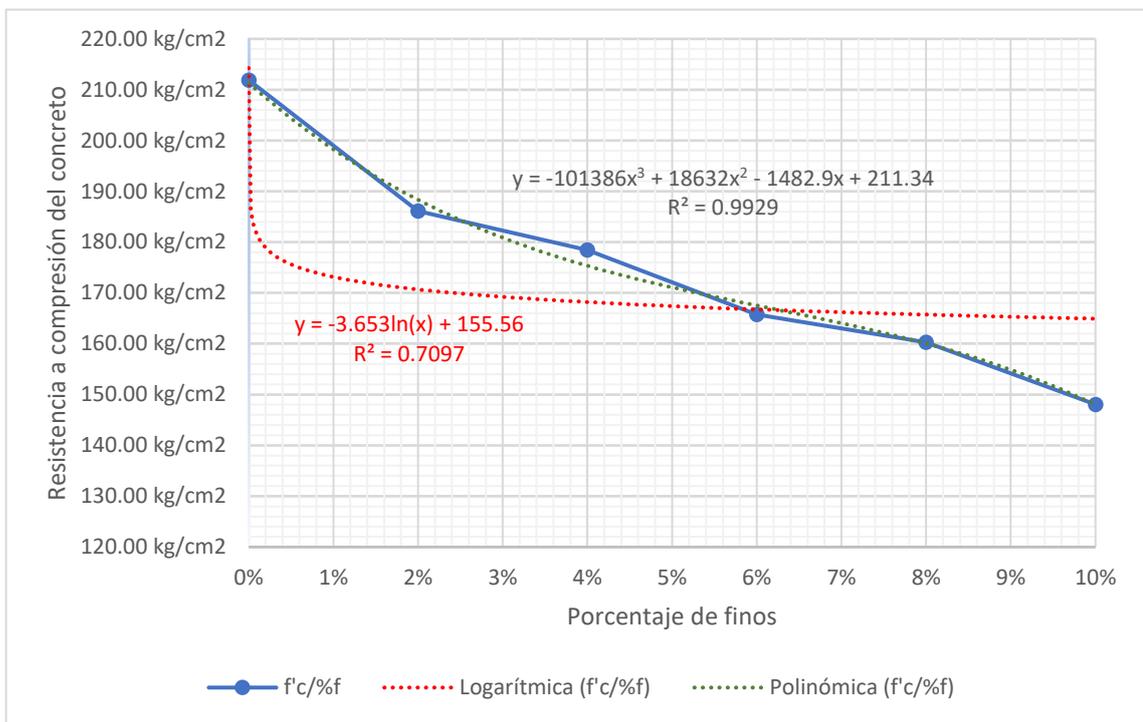
Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes porcentajes de fino.

PORCENTAJE DE FINOS (%f)	Resistencia promedio a los 28 días	%
0%	211.90 kg/cm^2	100.00%
2%	186.13 kg/cm^2	87.84%
4%	178.43 kg/cm^2	84.20%
6%	165.74 kg/cm^2	78.21%
8%	160.29 kg/cm^2	75.65%
10%	148.05 kg/cm^2	69.87%

Nota: Resistencia promedio de concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y su variación porcentual.

Figura 08

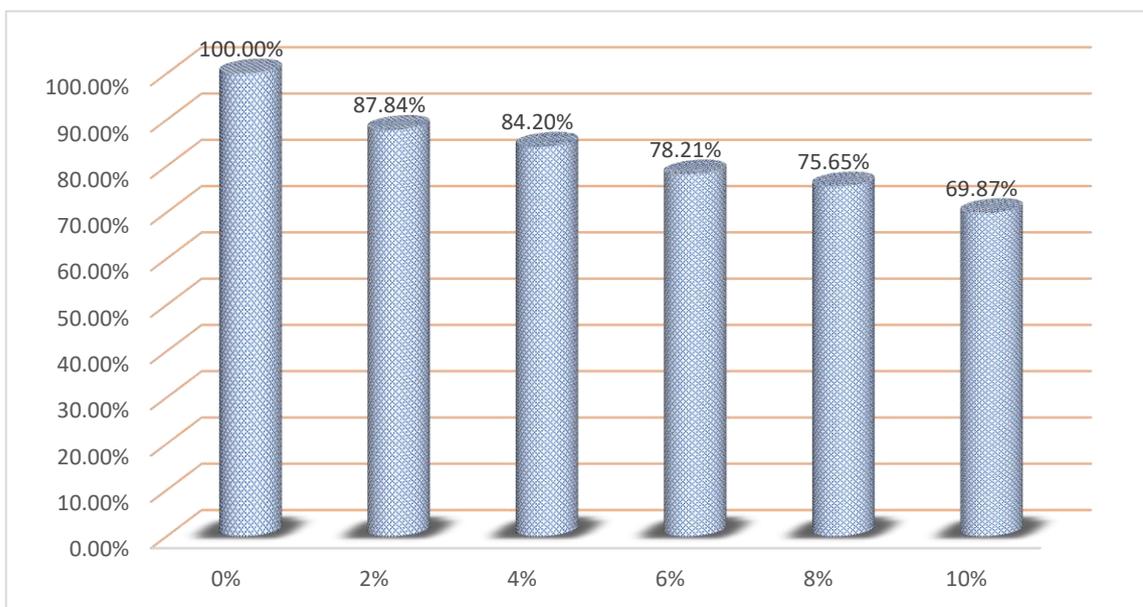
Resistencia a compresión del concreto 175 kg/cm² vs. FINOS



Nota. Ecuaciones y gráfica de funciones que correlacionan la resistencia a compresión y FINOS.

Figura 09

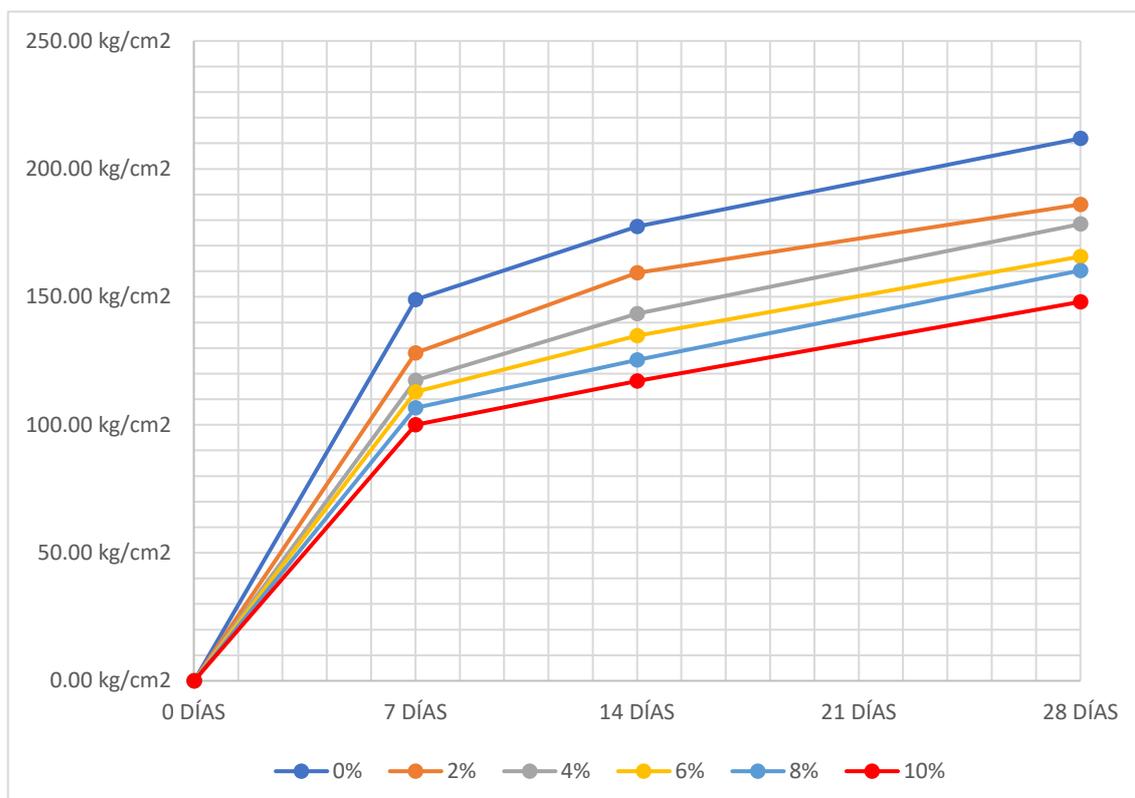
Variaciones porcentuales respecto al diseño con 0% de finos



Nota: Variación porcentual de la resistencia a compresión del concreto promedio por cada porcentaje de FINOS.

Figura 10

Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.



Nota: Resistencia promedio de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y su variación porcentual

1.5.2. Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla siguiente se resumen las resistencias promedio a las edades de 7, 14 y 28 días con sus respectivos porcentajes respecto a la resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 .

Tabla 08

Resistencia a compresión del concreto promedio según tipo de diseño para diferentes edades, según tabla 01 para concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

FINOS (%f)	F'c 7 DÍAS	% 7 DÍAS	F'c 14 DÍAS	% 14 DÍAS	F'c 28 DÍAS	% 28 DÍAS
0%	260.69 kg/cm ²	93.10%	300.04 kg/cm ²	107.16%	368.67 kg/cm ²	131.67%
2%	228.23 kg/cm ²	81.51%	268.80 kg/cm ²	96.00%	309.14 kg/cm ²	110.41%
4%	219.55 kg/cm ²	78.41%	255.95 kg/cm ²	91.41%	294.92 kg/cm ²	105.33%
6%	215.98 kg/cm ²	77.13%	248.09 kg/cm ²	88.60%	286.08 kg/cm ²	102.17%
8%	209.28 kg/cm ²	74.74%	239.90 kg/cm ²	85.68%	272.78 kg/cm ²	97.42%
10%	202.79 kg/cm ²	72.43%	227.01 kg/cm ²	81.07%	261.99 kg/cm ²	93.57%

Nota: Edades y resistencia promedio de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$.

En la tabla siguiente se resume el promedio de la resistencia a compresión del concreto de 280 kg/cm² para cada variación de FINOS con su respectivo porcentaje respecto al diseño con 0% de finos.

Tabla 09

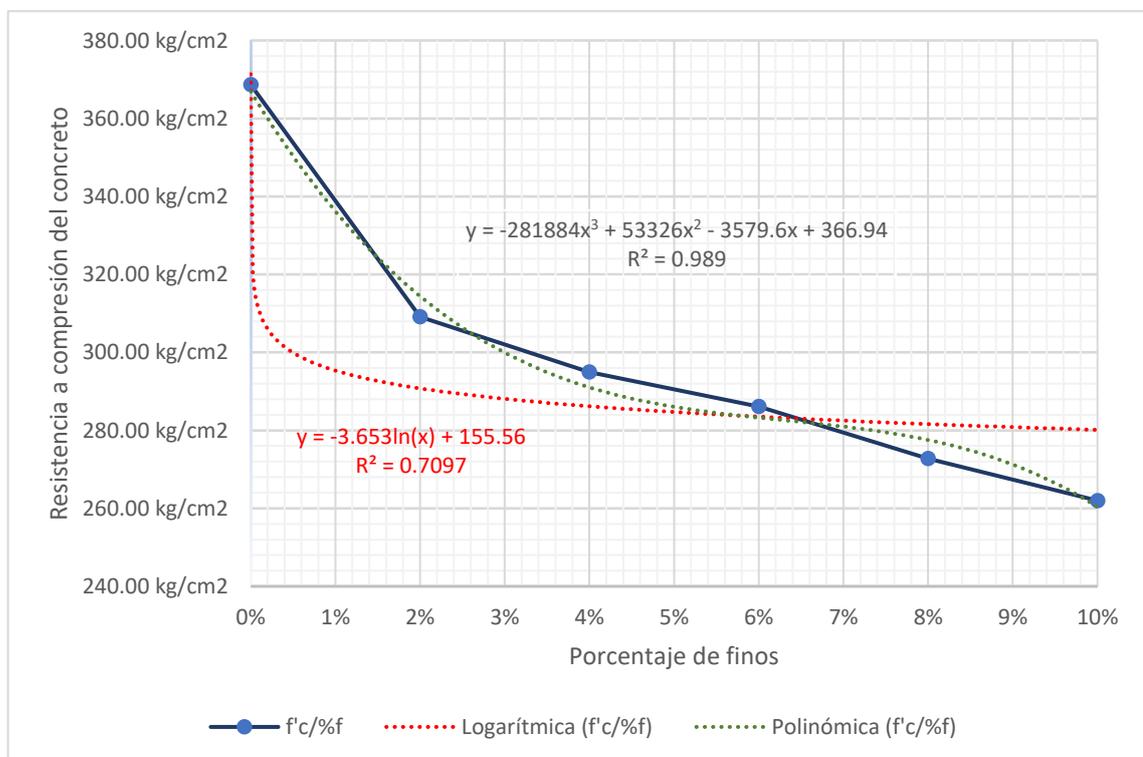
Resistencia a compresión promedio del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para diferentes porcentajes de fino.

PORCENTAJE DE FINOS (%f)	Resistencia promedio a los 28 días	%
0%	368.67 kg/cm ²	100.00%
2%	309.14 kg/cm ²	83.85%
4%	294.92 kg/cm ²	80.00%
6%	286.08 kg/cm ²	77.60%
8%	272.78 kg/cm ²	73.99%
10%	261.99 kg/cm ²	71.06%

Nota: Resistencia promedio de concreto $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ y su variación porcentual.

Figura 11

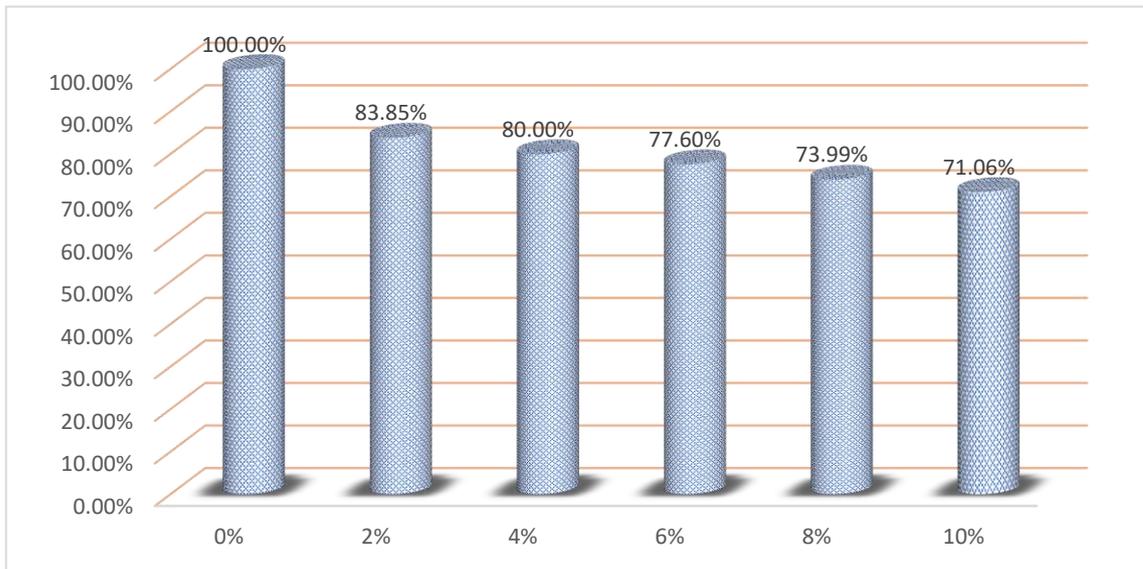
Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm² vs. FINOS



Nota. Ecuaciones y gráfica de funciones que correlacionan la resistencia a compresión y FINOS.

Figura 12

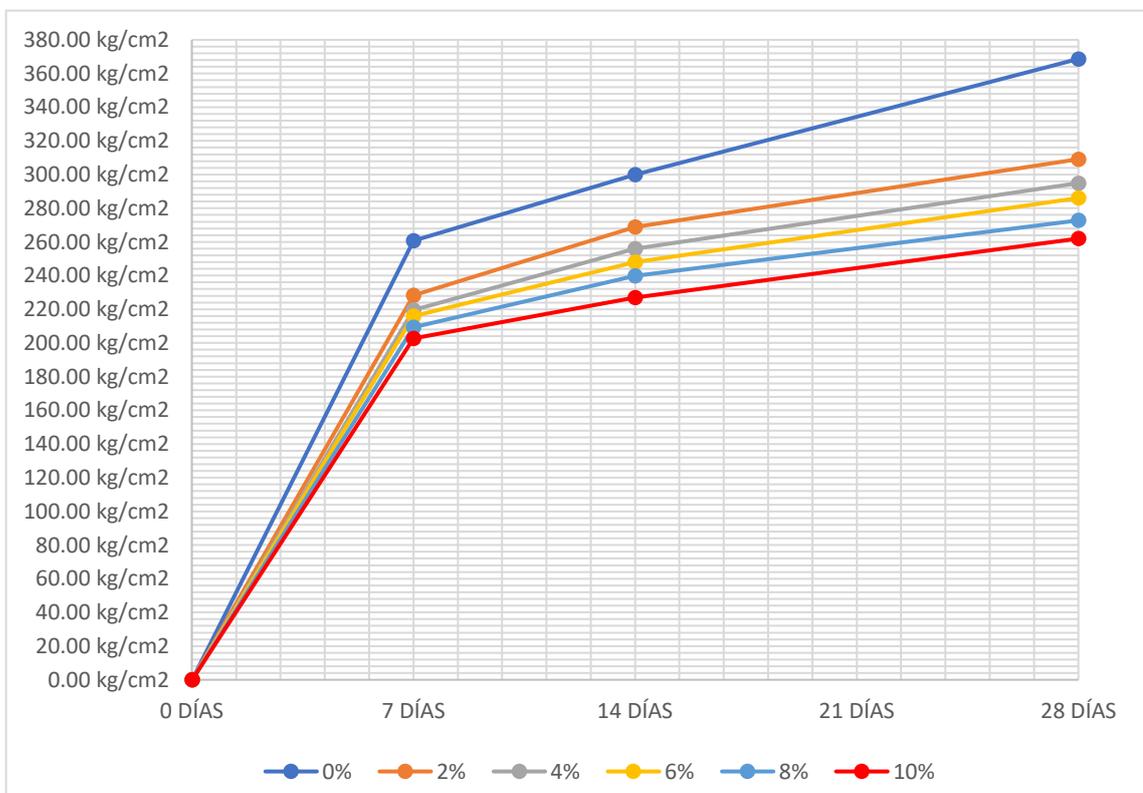
Variaciones porcentuales respecto al diseño con 0% de finos



Nota: Variación porcentual de la resistencia a compresión del concreto por cada porcentaje de FINOS.

Figura 13

Variación de resistencia a compresión vs. edad del concreto.



Nota: Resistencia promedio de concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y su variación porcentual

5.2. Análisis, interpretación y discusión

5.2.1. Agregado grueso

En la tabla 02, se resumen los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso previamente lavado, estas cumplen los lineamientos señalados en la (ASTM C33 / C33M – 18, 2018); tiene una gradación dentro de lo establecido en el uso granulométrico N°67 de la A.S.T.M. C 33M-18; al ser agregado lavado, el porcentaje de finos menor a malla N°200 es 0%, menor al máximo admisible por la norma de 1%.

5.2.2. Agregado fino

En la tabla 03 se resumen las características del agregado fino con diferentes porcentajes de FINOS, se evidencia que el agregado fino con 0% de FINOS, cumple los lineamientos indicados en la (ASTM C33 / C33M – 18, 2018); tales como módulo de finura que es de 3.08 y está entre 2.3 y 3.1, y el porcentaje de material pasante a la malla N°200 que por ser agregado lavado es de 0% menor al admisible máximo de 5%. De las figuras N° 06, N°07 y N° 08 se evidencian que los valores del peso unitario seco suelto, peso unitario seco compactado y peso específico van aumentando por cada aumento de FINOS en el agregado; mientras que el módulo de finura, como se identifica en la figura 05, disminuye por cada aumento del porcentaje de FINOS que incorporamos.

5.2.3. Resistencia a compresión del concreto

De las tablas 06 y 08 se corrobora que los FINOS aportan trabajabilidad y consistencia al concreto fresco para ambas resistencias, aumentando el slump desde 3” con 0% de FINOS hasta las 4” cuando presenta 10% de finos, cumpliendo la característica de diseño con consistencia plástica.

La Tabla 06 muestra la resistencia a compresión promedio de las probetas a los 7, 14 y 28 días; y su porcentaje de resistencia respectivo obtenido respecto a la resistencia de diseño $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Se calcula que, a los 7 días se tiene una disminución de 48.84 kg/cm^2 entre la resistencia con presencia de 0% de FINOS y 10% de FINOS máximo y mínimo respectivamente. A la edad de 14 días, el diseño con 0% de FINOS llega a la resistencia de diseño, sin embargo, los diseños con presencia de FINOS fluctúan entre 79.56% y 93.26% reduciendo su resistencia cada que aumenta la presencia de FINOS. A la edad de 28 días, las

muestras sin presencia de FINOS en promedio superan la resistencia de diseño 211.90 kg/cm^2 (121.09%), sin embargo, para el diseño con 2% se evidencia una disminución considerable de resistencia 186.13 kg/cm^2 (106.36%); los resultados a compresión de las muestras con 0%, 2% y 4% FINOS superan la resistencia de diseño, sin embargo, los que tienen 6%, 8% y 10% de FINOS no satisfacen a la resistencia de diseño. De la Tabla 07 y Figura 10 se puede calcular que el concreto diseñado para una resistencia a compresión uniaxial de 175 kg/cm^2 con presencia del 10% de finos en el agregado fino disminuye hasta un 30.13% su resistencia a compresión en comparación con el concreto elaborado con agregados lavados, es decir, con 0% de FINOS.

La tabla 08 muestra la resistencia a compresión promedio de las probetas a los 7, 14 y 28 días; y su porcentaje respecto a la resistencia de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Se calcula que, a los 7 días se tiene una disminución de 57.89 kg/cm^2 entre la resistencia con presencia de 0% de FINOS y 10% de FINOS máximo y mínimo respectivamente. A la edad de 14 días, el diseño sin presencia de FINOS resiste 300.04 kg/cm^2 (107.16%) supera a la resistencia de diseño, sin embargo, los diseños con FINOS fluctúan entre 81.07% y 96.00% reduciendo su resistencia cada que aumenta la presencia de FINOS. A la edad de 28 días, las muestras con 0% de FINOS en promedio superan la resistencia de diseño 368.67 kg/cm^2 (131.67%), sin embargo, para el diseño con 2% se evidencia una disminución considerable de resistencia 309.14 kg/cm^2 (110.41%); los resultados a compresión de las muestras con 0%, 2%, 4% y 6% de FINOS superan la resistencia de diseño, sin embargo, los que tienen 8% y 10% de FINOS no satisfacen a la resistencia de diseño. De la Tabla 09 y Figura 12 se puede calcular que el concreto diseñado para una resistencia a compresión uniaxial de 280 kg/cm^2 con presencia del 10% de finos en el agregado fino disminuye hasta un 28.94% su resistencia a compresión en comparación con el concreto elaborado con agregados lavados, es decir, con 0% de FINOS.

5.3. Contrastación de la hipótesis

5.3.1. Contrastación de la hipótesis auxiliar

a) **Formulación de la hipótesis**

$H_0: \rho = 0$ No existe correlación entre Variables

$H_1: \rho \neq 1$ Existe correlación entre variables

b) **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ $\gamma = 0.95$

c) **Estadístico de prueba**

Normalidad: Shapiro-Wilk

Correlación: Spearman

d) **Pruebas de normalidad**

Tabla 10

Pruebas de normalidad para propiedades del agregado fino

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Mf	0.974	6	0.917
P.U.S.S.	0.984	6	0.971
P.U.S.C.	0.985	6	0.975
Peso Especifico	0.975	6	0.926

Se identifican 6 datos y un nivel de significancia mucho mayor 0.05; obtenida en programa SPSS

Como la significancia de la prueba de normalidad en todas las propiedades es mayor al nivel de significancia asumido para las pruebas de hipótesis ($\alpha = 0.05$), concluimos que nuestra muestra tiende a una distribución normal.

e) **Pruebas de correlación**

Tabla 11

Correlación de Pearson entre FINOS y propiedades del agregado fino.

		Mf	P.U.S.S.	P.U.S.C.	Peso Especifico
% DE FINOS	Correlación de Pearson (ρ):	-,998*	1,000*	,999*	,999*
	Sig. (bilateral)	0.000	0.000	0.000	0.000
	N	6	6	6	6

*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

5.3.2. Contrastación de la hipótesis general

a) **Formulación de la hipótesis**

$H_0: \rho = 0$ No existe correlación entre Variables

$H_1: \rho \neq 1$ Existe correlación entre variables

b) **Nivel de significancia**

$\alpha = 0.05$ $\gamma = 0.95$

c) **Estadístico de prueba**

Normalidad: Shapiro-Wilk

Correlación: Spearman

d) **Pruebas de normalidad**

Tabla 12

Pruebas de normalidad para propiedades del agregado fino

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
$F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$	0.967	6	0.874
$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	0.880	6	0.268

Se identifican 6 datos y un nivel de significancia mucho mayor 0.05; obtenida en programa SPSS

Como la significancia de la prueba de normalidad para ambas variables es mayor al nivel de significancia asumido para las pruebas de hipótesis ($\alpha = 0.05$), concluimos que nuestra muestra tiende a una distribución normal.

e) **Pruebas de correlación**

Tabla 13

Correlación de Pearson entre FINOS y propiedades del agregado fino.

		F'c = 175 kg/cm ²	F'c = 280 kg/cm ²
% DE FINOS	Correlación de Pearson (ρ):	-,974*	-,918*
	Sig. (bilateral)	0.001	0.010
	N	6	6

*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Prueba de correlación, obtenida en programa SPSS

De la tabla 13 se observa que el coeficiente de correlación de Pearson para las probetas diseñadas para 175 kg/cm² y el porcentaje de FINOS es de $\rho = -0.974$ lo que indica una correlación negativa fuerte entre ambas variables; de igual forma, para las probetas diseñadas para 280 kg/cm² y el porcentaje de FINOS es de $\rho = -0.918$ lo que indica una correlación negativa fuerte entre las variables.

Adicionalmente se observa que para ambas las resistencias el sig.(bilateral) es menor al nivel de significancia ($\alpha=0.05$), por lo tanto, se rechaza H_0 ; es decir, existe suficiente evidencia para afirmar que la variable porcentaje de FINOS del agregado fino y la resistencia a compresión del concreto se relacionan significativamente; además SPSS en su nota después del análisis indica que la correlación entre las variables tiene un nivel de significancia de 0.01 en consecuencia es correcto afirmar con un intervalo de confianza del 99.9% la existencia de las correlaciones entre el porcentaje de FINOS y la resistencia a compresión del concreto.

5.3.3. Discusión de resultados contrastados con las hipótesis

En las tablas 06 y 08 así como las figuras 10 y 13 se observa que la resistencia a compresión del concreto disminuye gradualmente por cada aumento de FINOS en el agregado fino, adicionalmente las figuras 11 y 14 denotan los comportamientos de la resistencia a compresión a diferentes edades para cada diseño de mezcla planteado lo que verifica y valida lo planteado en la primera hipótesis auxiliar.

De los datos expuestos en la tabla 10 se corrobora la existencia de una correlación entre el porcentaje de finos del agregado fino y las principales propiedades intervinientes en el diseño de mezcla convencional del agregado fino. En las figuras 05, 06, 07 y 08 se grafica dichas correlaciones y se expresan mediante funciones lineales lo que valida parcialmente la segunda hipótesis auxiliar.

En las Tabla 13 se corrobora la existencia de una correlación negativa fuerte entre el porcentaje de FINOS y la resistencia a compresión del concreto, en las figura 09 y 12 se plantean 2 ecuaciones para representar gráficamente la correlación entre FINOS y concreto de resistencia 175 kg/cm^2 y dos entre FINOS y concreto de resistencia 280 kg/cm^2 ; siendo una función logarítmica y una función polinómicas de grado 3 por cada resistencia. Lo que valida la hipótesis general.

5.3.4. Discusión de resultados contrastados con antecedentes teóricos.

Los resultados sintetizados en las tablas 06 y 08 corroboran lo expuesto por Rafael (2023), se evidencia que al disminuir el porcentaje de material muy fino (menor a $75 \mu\text{m}$), mejoró la resistencia a compresión de los otros diseños de concreto, manteniendo la relación agua cemento.

Revisando los datos de las tablas 07 y 09 se corroboran los resultados de Pacsi (2018) quien concluye que los finos menores a $75 \mu\text{m}$ (malla 200) tienen un efecto significativo en la resistencia a compresión del concreto.

En las figuras 9 y 12 se corrobora lo descrito por Katz y Baum (2016) quienes indican que una mayor cantidad de finos disminuye la resistencia a compresión del concreto.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Por resistencia estudiada se determinaron dos ecuaciones para las curvas de correlación entre el porcentaje de material más fino que $75 \mu\text{m}$ del agregado fino y las resistencias a compresión del concreto, una logarítmica y una polinómica, de las cuales, la que mejor define la correlación para el concreto de 175 kg/cm^2 es: $F'c = -101386 (\%_{of})^3 + 18632 (\%_{of})^2 - 1482.9 (\%_{of}) + 211.34$, una ecuación polinómica de tercer grado que tiene mayor precisión matemática respecto a lo logarítmica ya que, cuenta con un $R^2 = 0.993$. De igual forma, la que mejor define la correlación para el concreto de 280 kg/cm^2 tiene la siguiente ecuación: $F'c = -281884 (\%_{of})^3 + 53326 (\%_{of})^2 - 3579.6 (\%_{of}) + 366.94$ también una ecuación polinómica de tercer grado que tiene mayor precisión matemática respecto a la logarítmica puesto que, cuenta con un $R^2 = 0.989$.

En el diseño de concreto de 175 kg/cm^2 , se determinó una disminución progresiva en su resistencia a compresión; siendo que el concreto con 10% de FINOS varió negativamente en 30.13 puntos porcentuales respecto al diseño con 0% de FINOS. Mientras que para el diseño de 280 kg/cm^2 , la resistencia a compresión del concreto diseñado con agregado al 10% de FINOS representa el 71.06% de la resistencia del concreto con agregados sin presencia de material menor a $75 \mu\text{m}$, variando su resistencia en 28.94% debido a la alta presencia de material fino en los agregado.

Se graficó los resultados de las propiedades del agregado fino intervinientes en el diseño para cada variación de FINOS formulando las siguientes ecuaciones, módulo de finura al 99.5% de precisión: $mf = -1.8752\%_f + 3.0883$, peso unitario seco suelto al 99.8% de precisión: $P.U.S.S. = 1422.7\%_f + 1580.7$, peso unitario seco compactado al 99.7% de precisión: $P.U.S.C. = 1496.3\%_f + 1689.1$ y peso específico al 99.8% de precisión: $\gamma = 1061.4\%_f + 2499.6$.

6.2.Recomendaciones.

- Discernir entre los finos producto de la trituración de rocas y los finos de limos y arcillas para realizar un mejor análisis de las variables estudiadas en la presente investigación.

- Ampliar la presente para agregados con presencia de FINOS mayores al 10%, puesto que, hay canteras con estas condiciones y la ecuación planteada no es extrapolable por tener tres puntos de inflexión.

- Poner en práctica los resultados de la investigación; ya que muy pocos agregados en la región cumplen lo establecido con la normativa respecto a las sustancias deletéreas puesto que tienen más de 5% FINOS en el agregado fino

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. (2019). *ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete*. Obtenido de https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=31819&Language=English&Units=US_Units
- ASTM C 143/143M - 15a:16. (2016). *Método de ensayo estándar para revenimiento del concreto de cemento hidráulico*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM Internacional.
- ASTM C128-22. (2023). *Método de prueba estándar para densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C33 / C33M – 18. (2018). *Especificación estándar para agregados de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- ASTM C39 / C39M – 20. (2020). *Prueba estándar para la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto*. Pensilvania, Estados Unidos: ASTM International.
- Blas, A., & Torres, Y. (2021). *“INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE FINOS EN LA RESISTENCIA A*. Cusco: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.
- Burga Arango, W. M. (2022). *Influencia de la superficie específica de los agregados; de río y de cerro, en la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en Cajamarca*. Cajamarca.
- Katz, A., & Baum, H. (2016). Effect of High Levels of Fines Content on Concrete Properties. *ACI Materials Journal*, 474-482. Obtenido de <https://cee.technion.ac.il/wp-content/uploads/2021/02/Katz-publications-08.pdf>
- Mehta. P. K. & M. Monteiro. P. J. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma Técnica de Edificación E.060 "Concreto Armado"*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/362309-080-2020-vivienda>
- Neville, A. (2016). *Tecnología del Concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- Niño Hernández, J. R. (2014). *Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*. (3.ª ed.). Bogotá, Colombia: Asocreto.
- NTP - 339.047:23. (2023). *CONCRETO. Definiciones y terminología relativa al concreto y agregados*. 5º Edición. Lima.
- NTP - 339.088:19. (2019). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. Lima, Perú.
- NTP 400.022:18. (2018). *Método de ensayo normalizado para la densidad y densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú.

- Pacsi Catacora, R. A. (2018). Influencia en el diseño de mezcla y resistencia en concretos con la disminución del material fino pasante del tamiz N° 200(ASTM), elaborados en la ciudad de Puno. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rafael Tiglia, J. A. (2023). "*Curva de correlación entre la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm² y el porcentaje de material menor a 75 μm del agregado fino*". Cajamarca: UNC.
- Rivva, E. (2015). *Diseño de Mezclas* (3.^a ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Sanchez de Guzman, D. (2016). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO* (5° ed.). Santa Fe de Bogota, Colombia: Bhandar Editores LTDA.
- Tejada Arias, L. M. (2013). Estudio de la influencia de materiales muy finos de los agregados en la resistencia a compresión del concreto. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/404>

ANEXOS

A. Formatos para propiedades de agregados

1. Material pasante a la malla N° 200

MATERIAL PASANTE A LA MALLA N° 200 - FORMATO N°01 A.S.T.M.c-117
--

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON (m%) DE FINOS
--

DESCRIPCIÓN	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
PESO DE MUESTRA DESEADA (a)	a1	a2	a3	a4
PESO DE MUESTRA LAVADA (b = (100-m)*a/100)	$(100-m)*a1/100$	$(100-m)*a2/100$	$(100-m)*a3/100$	$(100-m)*a4/100$
PESO DE MATERIAL PASANTE A MALLA 200 (c=a-b)	$m*a1/100$	$m*a2/100$	$m*a3/100$	$m*a4/100$

2. Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO – FORMATO 2
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

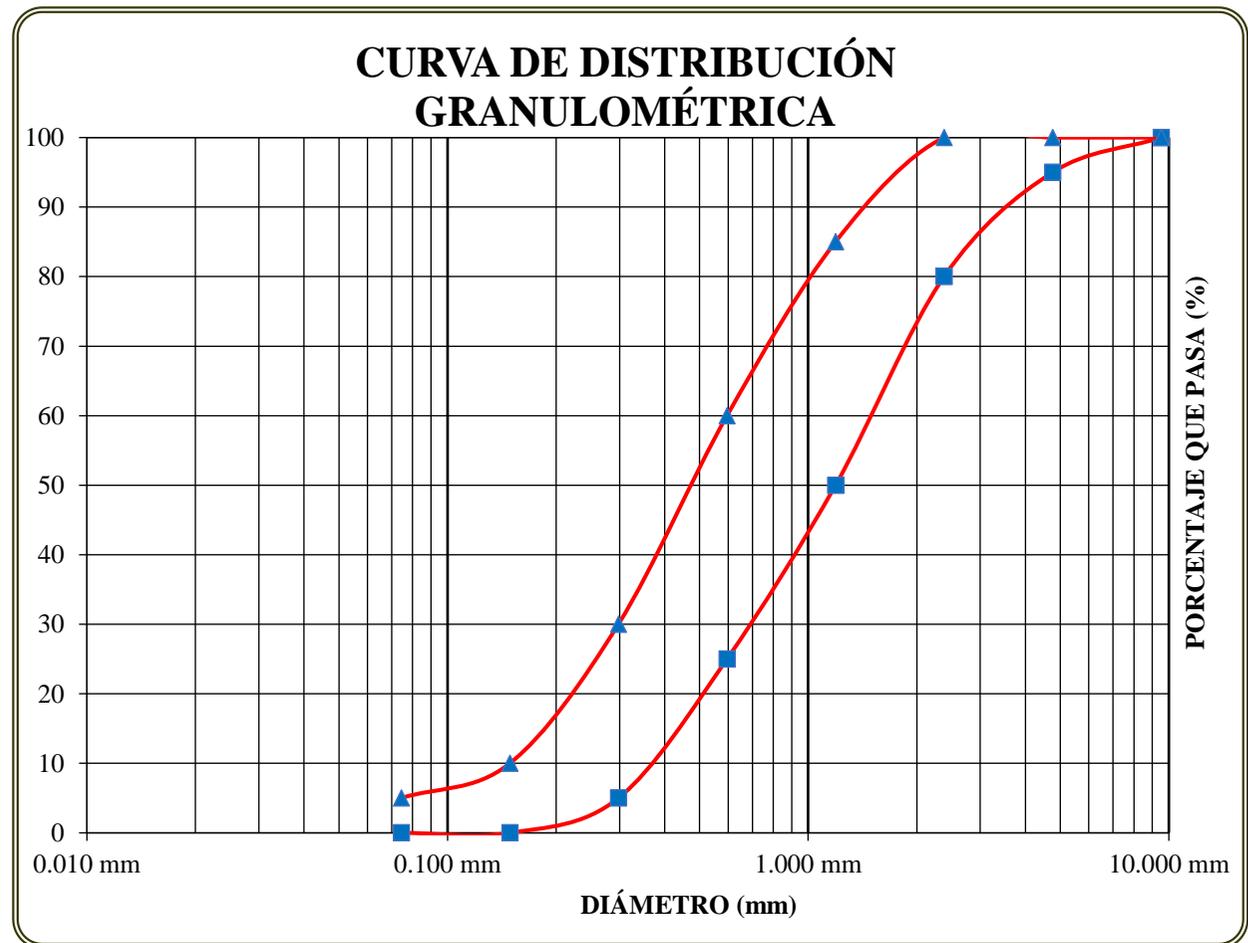
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON __% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	0%	PESO MUESTRA TOTAL :	1500 g
PESO DE FINOS :	0 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100.00	100.00
N° 4	4.763 mm	95.00	100.00
N° 8	2.381 mm	80.00	100.00
N° 16	1.191 mm	50.00	85.00
N° 30	0.595 mm	25.00	60.00
N° 50	0.298 mm	5.00	30.00
N° 100	0.149 mm	0.00	10.00
N° 200	0.074 mm	0.00	5.00

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET. (a)	% RET. PARCIAL (b)=100*(a)/1500 %	% RET. ACUM. (c)	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	(a1)	(b1)	(c1) = (b1)	100% - (c1)
N° 4	4.763 mm	(a2)	(b2)	(c2) = (b2)+(b1)	100% - (c2)
N° 8	2.381 mm	(a3)	(b3)	(c3) = (b2)+(b1)	100% - (c3)
N° 16	1.191 mm	(a4)	(b4)	(c4) = (b2)+(b1)	100% - (c4)
N° 30	0.595 mm	(a5)	(b5)	(c5) = (b2)+(b1)	100% - (c5)
N° 50	0.298 mm	(a6)	(b6)	(c6) = (b2)+(b1)	100% - (c6)
N° 100	0.149 mm	(a7)	(b7)	(c7) = (b2)+(b1)	100% - (c7)
N° 200	0.074 mm	(a8)	(b8)	(c8) = (b2)+(b1)	100% - (c8)
CAZOLETA		(a9)	(b9)	(c9) = (b2)+(b1)	100% - (c9)

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100} = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} c_i}{100}$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



3. Peso específico y absorción.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – FORMATO 3

NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 0% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	(a) %	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	(a) * 5 g		

DESCRIPCIÓN

Peso de la fiola: (b)

Volumen de la fiola: (500 ml)

Peso del fiola + agua hasta el menisco: (c)

Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra: (d)

Peso de muestra superficialmente seca: (500 g)

Peso de muestra seca al horno: (e)

Volumen de agua añadida: (f) = (d) - (b) - (500 g)

PESO ESPECÍFICO DE MASA(kg/m³):

(g) = 1000*(e)/(500-(f))

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO

SUPERFICIE SECA(kg/m³): (h) = 1000*(500)/(500-(f))

PESO ESPECÍFICO APARENTE(kg/m³):

(i) = 1000*(e)/[(500-(f))-(500-(e))]

ABSORCIÓN:

(j) = (500-(e))/(e)

M-1	M-2	M-3	M-4
(b1)	(b1)	(b1)	(b1)
500 ml	500 ml	500 ml	500 ml
(c1)	(c1)	(c1)	(c1)
(d1)	(d2)	(d3)	(d4)
500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
(e1)	(e2)	(e3)	(e4)
(f1)	(f2)	(f3)	(f4)
(g1)	(g1)	(g3)	(g4)
Promedio[(g1);(g2);(g3);(g4)]			
(h1)	(h2)	(h3)	(h4)
Promedio[(h1);(h2);(h3);(h4)]			
(i1)	(i2)	(i3)	(i4)
Promedio [(i1) ;(i2) ;(i3) ;(i4)]			
(j1)	(j2)	(j3)	(j4)
Promedio[(j1);(j2);(j3);(j4)]			

4. Peso unitario suelto y peso unitario compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO – FORMATO 4
NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA

Peso de la fiola seca:	(a)
Peso de fiola más agua:	(b)
Volumen de fiola:	500.00
Peso específico del agua:	$1000*((b)-(a))/500$

B. CALCULO DEL: factor f

Peso del molde seco:	(d)
Peso del molde más agua:	(e)
Volumen del molde:	$(f) = ((e)-(d))/(c)$
Factor f:	$(g) = (f)/(c)$

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	(h)	(h)	(h)	(h)
Peso del recipiente más muestra suelta:	(i1)	(i2)	(i3)	(i4)
Peso de muestra suelta	$(j1) = (i1) - (h)$	$(j2) = (i2) - (h)$	$(j3) = (i3) - (h)$	$(j4) = (i4) - (h)$
Factor f	(g)	(g)	(g)	(g)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	$(k1)=(j1)*(g)/1000$	$(k2)=(j2)*(g)/1000$	$(k3)=(j3)*(g)/1000$	$(k4)=(j4)*(g)/1000$
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	promedio(h1,h2,h3,h4)			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	(h)	(h)	(h)	(h)
Peso del recipiente más muestra compactada:	(l1)	(l2)	(l3)	(l4)
Peso de muestra compactada:	$(m1) = (l1) - (h)$	$(m2) = (l2) - (h)$	$(m3) = (l3) - (h)$	$(m4) = (l4) - (h)$
Factor f	(g)	(g)	(g)	(g)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	$(n1)=(m1)*(g)/1000$	$(n2)=(m2)*(g)/1000$	$(n3)=(m3)*(g)/1000$	$(n4)=(m4)*(g)/1000$
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	promedio(n1,n2,n3,n4)			

B. Formato de resultados del concreto

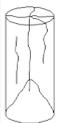
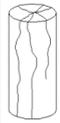
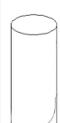
1. Resultados de resistencia de concreto a compresión.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

DATOS DE LA MUESTRA			
N° DE MUESTRA	37	38	39
CÓDIGO	0% 28 días - 175 Muestra 07	0% 28 días - 175 Muestra 08	0% 28 días - 175 Muestra 09
FECHA DE VACIADO	(a) 24/10/2022	24/10/2022	24/10/2022
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm ²)	175	175	175

DATOS DEL ENSAYO				
FECHA DE ENSAYO	(b)	(b1)	(b2)	(b3)
PESO (g)	(c)	(c1)	(c2)	(c3)
DIÁMETRO (cm)	(d)	(d1)	(d2)	(d3)
ALTURA (cm)	(e)	(e1)	(e2)	(e3)
TIPO DE FRACTURA	(f)	(f1)	(f2)	(f3)

RESULTADOS				
EDAD DEL TESTIGO (días)	(g) = (b) - (a)	(g1)	(g2)	(g3)
SECCIÓN TRANSVERSAL (cm ²)	(h) = $\pi * (d)^2 / 4$	(h1)	(h2)	(h3)
VOLUMEN (cm ³)	(i) = (h) * (e)	(i1)	(i2)	(i3)
ESBELTEZ	(j) = (e) / (d)	(j1)	(j2)	(j3)
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	(k) = (c) / (i)	(k1)	(k2)	(k3)
CARGA MÁXIMA (kN)	(l)	(l1)	(l2)	(l3)
CARGA MÁXIMA (kg)	(m) = 101.9716 * (l)	(m1)	(m2)	(m3)
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	(n) = (l) / (m)	(n1)	(n2)	(n3)
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	(o) = (n) / (210) %	(o1)	(o2)	(o3)

PATRONES DE TIPOS DE FRACTURA	
	Tipo 1: Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas en las capas.
	Tipo 2: No bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, pero no bien definido en las otras partes.
	Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, pero no bien formadas.
	Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpeada con martillo para diferenciar del tipo 1.
	Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de enfonado.
	Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[\frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

- a = 0.40
- b = 0.85
- t = Edad (días)

C. Propiedades físicas de agregados

1. Agregado grueso

a) Peso específico

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29
--

TESIS: ““CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²””

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL
--

Descripción	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	2742.70 g	2743.20 g	2742.50 g	2742.80 g
Peso de canastilla sumergida	875.00 g	875.00 g	875.00 g	875.00 g
Peso de la muestra superficialmente Seca	3000.00 g	3000.00 g	3000.00 g	3000.00 g
Peso de la muestra secada al horno	2966.80 g	2966.30 g	2966.70 g	2966.60 g
Peso de la muestra sumergida en el agua	1867.70 g	1868.20 g	1867.50 g	1867.80 g
Peso Específico de Masa	2.620 g/cm³	2.621 g/cm³	2.620 g/cm³	2.620 g/cm³
	2.620 g/cm³			
Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	2.649 g/cm³	2.651 g/cm³	2.649 g/cm³	2.650 g/cm³
	2.650 g/cm³			
Peso Específico de Aparente	2.699 g/cm³	2.701 g/cm³	2.699 g/cm³	2.700 g/cm³
	2.700 g/cm³			

b) Peso unitario suelto y peso unitario compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO
NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA	
Peso de la fiola seca:	0.192 kg
Peso de fiola más agua:	0.691 kg
Volumen de fiola:	0.001 m ³
Peso específico del agua:	997.0 kg/m³

B. CALCULO DEL: factor f	
Peso del molde seco:	4.230 kg
Peso del molde más agua:	13.630 kg
Volumen del molde:	0.009 m ³
Factor f:	106.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg
Peso del recipiente más muestra suelta:	17.980 kg	17.900 kg	17.920 kg	17.960 kg
Peso de muestra suelta	13.750 kg	13.670 kg	13.690 kg	13.730 kg
Factor f	106.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1458.4 kg/m³	1449.9 kg/m³	1452.0 kg/m³	1456.3 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1454.1 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg	4.230 kg
Peso del recipiente más muestra compactada:	19.020 kg	19.040 kg	19.030 kg	19.040 kg
Peso de muestra compactada:	14.790 kg	14.810 kg	14.800 kg	14.810 kg
Factor f	106.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1568.7 kg/m³	1570.8 kg/m³	1569.7 kg/m³	1570.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1570.0 kg/m³			

c) Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

USO GRANULIMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.			
TAMIZ		AGREGADO GRUESO ÓPTIMO	
N°	Abertura	Porcentaje que pasa	
3"	76.200 mm	100.00 %	100.00 %
2 ½"	63.500 mm	100.00 %	100.00 %
2"	50.800 mm	100.00 %	100.00 %
1 ½"	38.100 mm	100.00 %	100.00 %
1"	25.400 mm	100.00 %	100.00 %
¾"	19.050 mm	90.00 %	100.00 %
½"	12.700 mm	45.00 %	70.00 %
3/8"	9.525 mm	20.00 %	55.00 %
N° 4	4.763 mm	0.00 %	10.00 %
N° 8	2.381 mm	0.00 %	5.00 %
N° 16	1.191 mm	0.00 %	0.00 %
N° 30	0.595 mm	0.00 %	0.00 %
N° 50	0.298 mm	0.00 %	0.00 %
N° 100	0.149 mm	0.00 %	0.00 %
N° 200	0.074 mm	0.00 %	0.00 %
N° 200	0.037 mm	0.00 %	0.00 %
Cazoleta	--	0.00 %	0.00 %

Peso Seco Inicial =				8000.00 g	
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00 g	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00 g	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00 g	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00 g	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00 g	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	742.00 g	9.28	9.28	90.73
½"	12.70	2713.00 g	33.91	43.19	56.81
3/8"	9.53	2643.00 g	33.04	76.23	23.78
N°4	4.75	1902.00 g	23.78	100.00	0.00
N°8	3.36	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 16	1.18	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 30	0.60	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 50	0.30	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 100	0.15	0.00 g	0.00	100.00	0.00
N 200	0.075	0.00 g	0.00	100.00	0.00
Cazoleta	--	0.00 g	0.00	100.00	0.00
TOTAL		8000.00 g			
MÓDULO DE FINURA =				6.855	

D. Agregado fino con 0% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

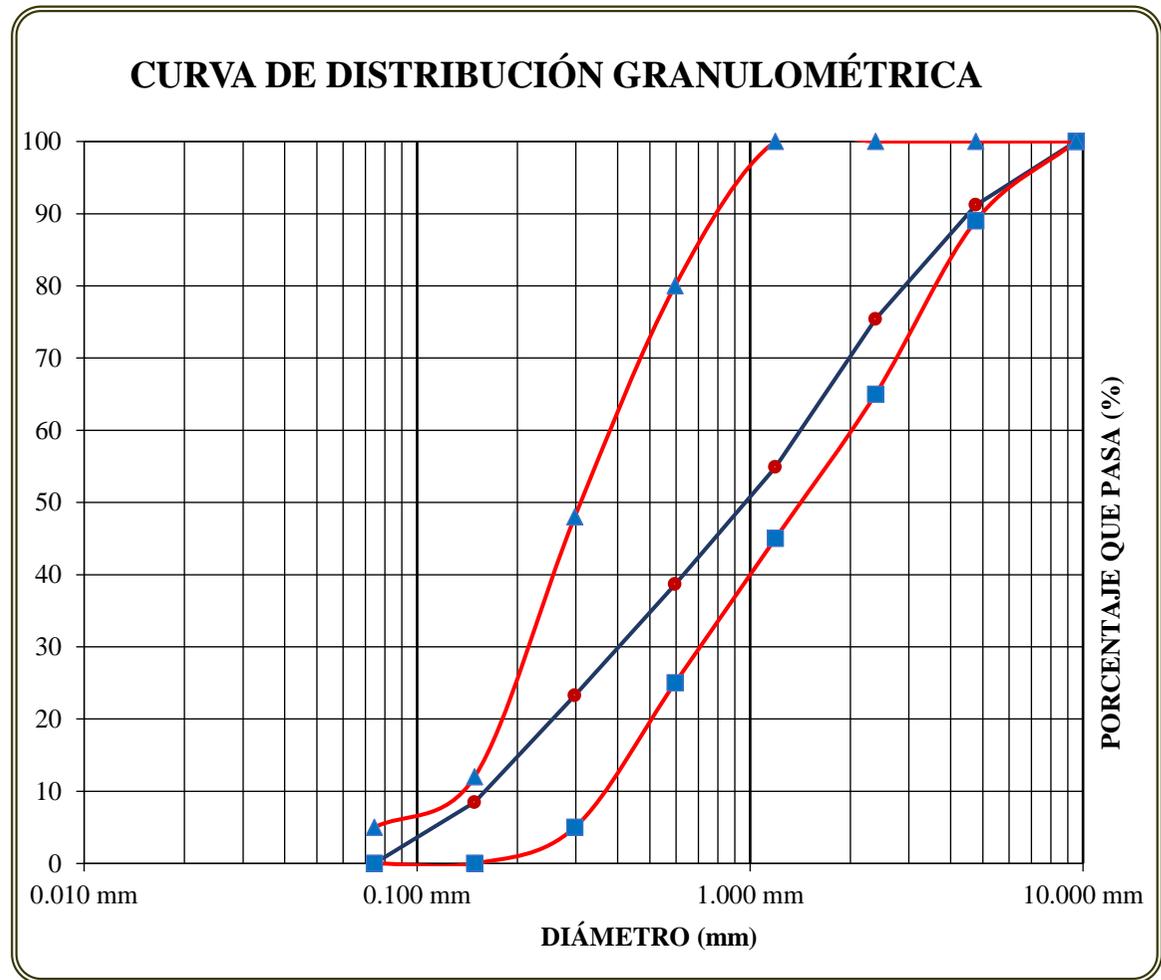
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 0% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	0%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	0 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	132.00	8.80	8.80	91.20
N° 8	2.381 mm	237.00	15.80	24.60	75.40
N° 16	1.191 mm	308.00	20.53	45.13	54.87
N° 30	0.595 mm	243.00	16.20	61.33	38.67
N° 50	0.298 mm	231.00	15.40	76.73	23.27
N° 100	0.149 mm	222.00	14.80	91.53	8.47
N° 200	0.074 mm	127.00	8.47	100.00	0.00
CAZOLETA		0.00 g	0.00	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(\frac{3}{8}, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100} = 3.08$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f			
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g		
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g		
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg		
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)		
C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4	
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g	
Peso del recipiente más muestra suelta:	6557 g	6559 g	6555 g	6558 g	
Peso de muestra suelta	4560 g	4562 g	4558 g	4561 g	
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1578.4 kg/m³	1579.1 kg/m³	1577.7 kg/m³	1578.8 kg/m³	
PESO UNITARIO SUELTO SECO:		1578.5 kg/m³			
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.					
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4	
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g	
Peso del recipiente más muestra compactada:	6865 g	6895 g	6849 g	6857 g	
Peso de muestra compactada:	4868 g	4898 g	4852 g	4860 g	
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1685.0 kg/m³	1695.4 kg/m³	1679.5 kg/m³	1682.2 kg/m³	
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:		1685.5 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 0% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	0%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	0 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	996.38 g	996.33 g	996.31 g	996.39 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	490.25 g	489.78 g	490.16 g	490.02 g
Volumen de agua añadida:	304.14 g	304.09 g	304.07 g	304.15 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2503.06 kg/m ³	2500.03 kg/m ³	2501.71 kg/m ³	2502.02 kg/m ³
	2501.70 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2552.84 kg/m ³	2552.19 kg/m ³	2551.93 kg/m ³	2552.97 kg/m ³
	2552.49 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2634.19 kg/m ³	2637.62 kg/m ³	2633.99 kg/m ³	2636.36 kg/m ³
	2635.54 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.99%	2.09%	2.01%	2.04%
	2.03%			

E. Agregado fino con 2% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

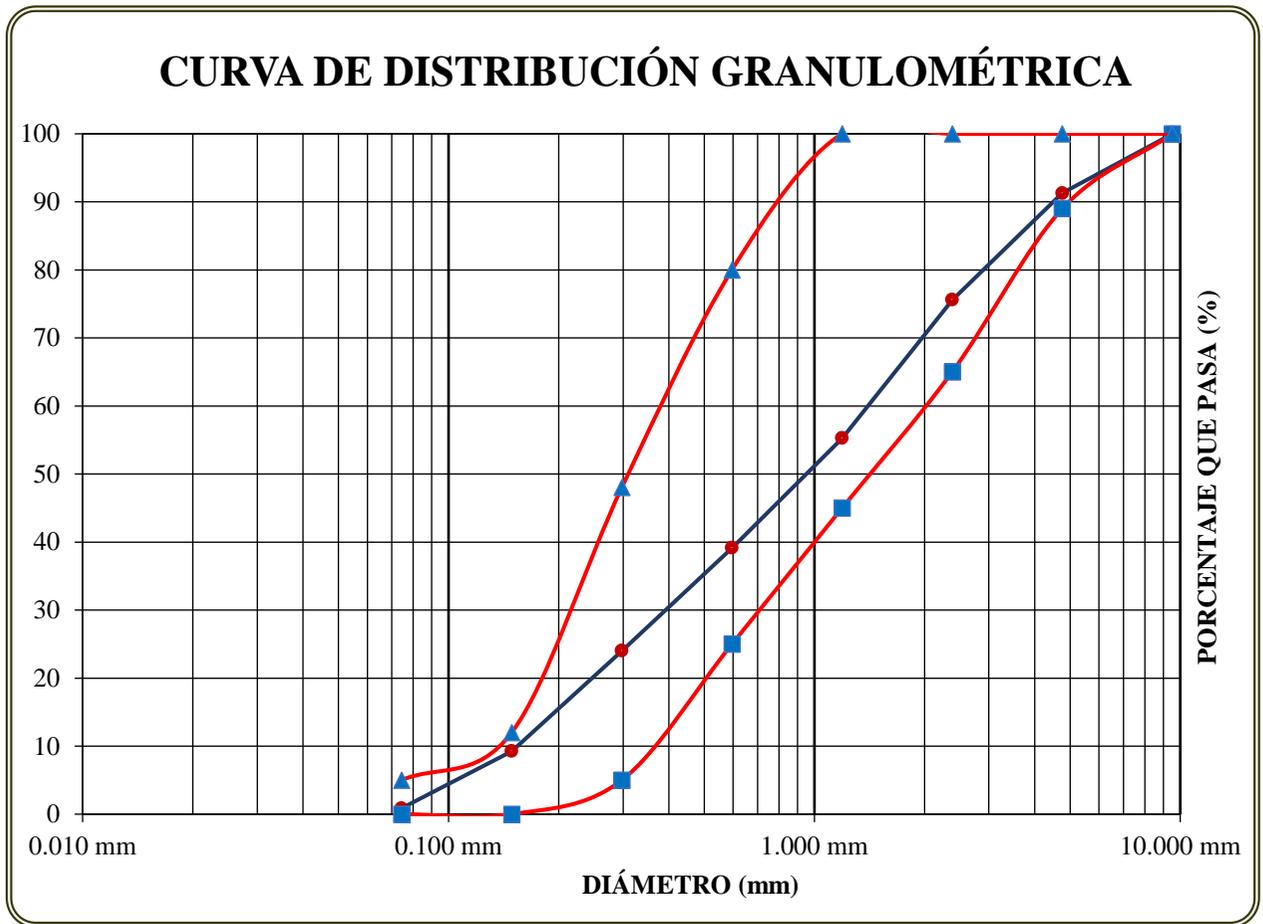
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	2%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	30.61 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	131.00	8.73	8.73	91.27
N° 8	2.381 mm	235.00	15.67	24.40	75.60
N° 16	1.191 mm	305.00	20.33	44.73	55.27
N° 30	0.595 mm	242.00	16.13	60.87	39.13
N° 50	0.298 mm	227.00	15.13	76.00	24.00
N° 100	0.149 mm	221.00	14.73	90.73	9.27
N° 200	0.074 mm	126.00	8.40	99.13	0.87
CAZOLETA		13.00 g	0.87	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(\frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100} = 3.05$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Fineza



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6650 g	6652 g	6648 g	6651 g
Peso de muestra suelta	4653 g	4655 g	4651 g	4654 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1610.6 kg/m³	1611.3 kg/m³	1609.9 kg/m³	1610.9 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1610.7 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	6965 g	6995 g	6948 g	6957 g
Peso de muestra compactada:	4968 g	4998 g	4951 g	4960 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1719.6 kg/m³	1730.0 kg/m³	1713.7 kg/m³	1716.9 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1720.1 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128
--

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	2%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	10 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	997.39 g	997.42 g	997.41 g	997.38 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	491.09 g	491.03 g	491.07 g	490.97 g
Volumen de agua añadida:	305.15 g	305.18 g	305.17 g	305.14 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2520.35 kg/m ³	2520.43 kg/m ³	2520.51 kg/m ³	2519.60 kg/m ³
	2520.22 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2566.08 kg/m ³	2566.47 kg/m ³	2566.34 kg/m ³	2565.94 kg/m ³
	2566.21 kg/m³			
PESO ESPECIFÍCO APARENTE:	2641.12 kg/m ³	2642.08 kg/m ³	2641.58 kg/m ³	2642.04 kg/m ³
	2641.70 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.81%	1.83%	1.82%	1.84%
	1.82%			

F. Agregado fino con 4% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

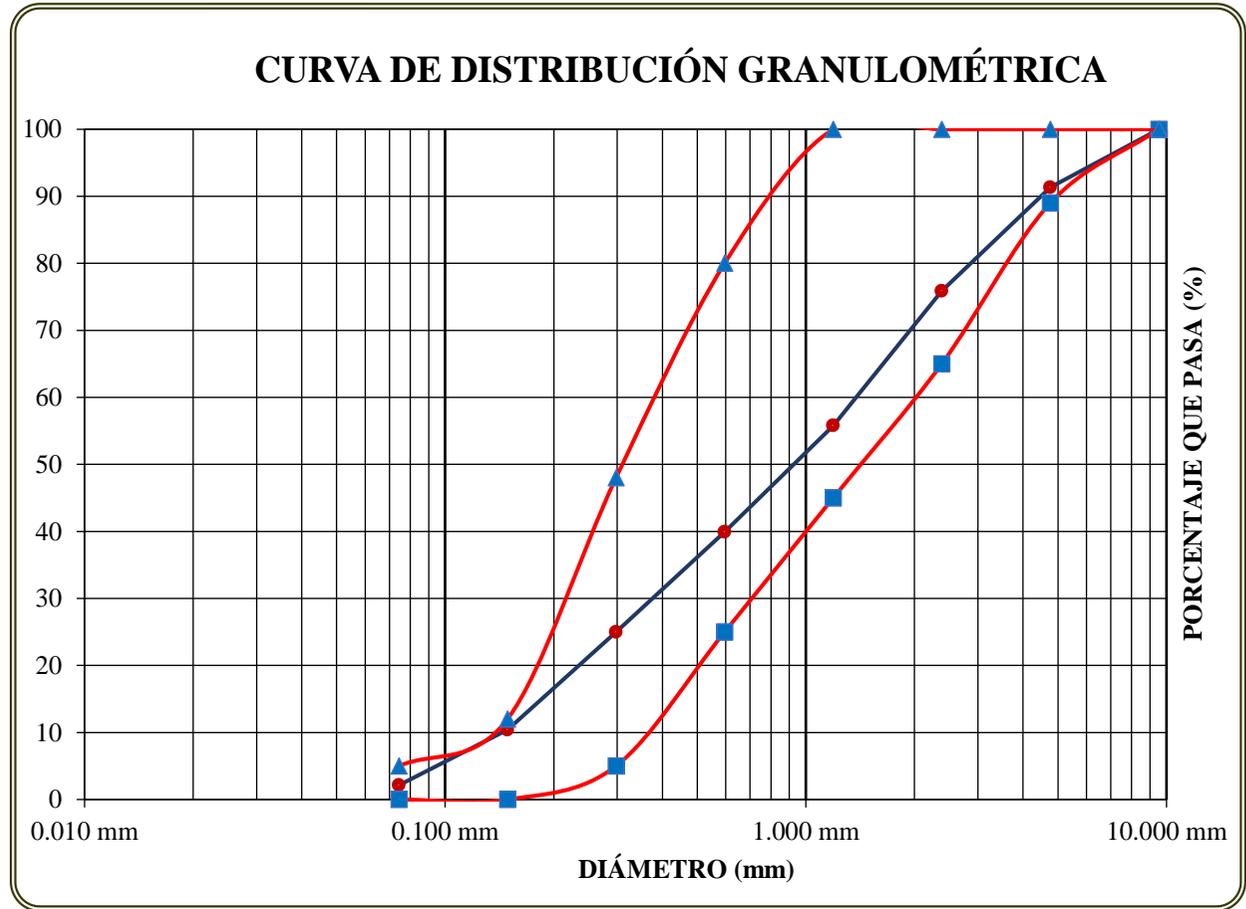
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 4% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	4%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	62.50 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	130.00	8.67	8.67	91.33
N° 8	2.381 mm	232.00	15.47	24.13	75.87
N° 16	1.191 mm	301.00	20.07	44.20	55.80
N° 30	0.595 mm	238.00	15.87	60.07	39.93
N° 50	0.298 mm	224.00	14.93	75.00	25.00
N° 100	0.149 mm	219.00	14.60	89.60	10.40
N° 200	0.074 mm	124.00	8.27	97.87	2.13
CAZOLETA		32.00 g	2.13	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} = 3.02$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO				
GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29				
A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA				
Peso de la fiola seca:	192.01 g			
Peso de fiola más agua:	690.19 g			
Volumen de fiola:	500 cm ³			
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³			
		B. CALCULO DEL: factor f		
		Peso del molde seco:	1997 g	
		Peso del molde más agua:	4865 g	
		Volumen del molde:	2.878 kg	
		Factor f:	346.1 (1/m³)	
C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6735 g	6738 g	6730 g	6729 g
Peso de muestra suelta	4738 g	4741 g	4733 g	4732 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1640.0 kg/m³	1641.1 kg/m³	1638.3 kg/m³	1637.9 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:		1639.3 kg/m³		
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7064 g	7094 g	7047 g	7055 g
Peso de muestra compactada:	5067 g	5097 g	5050 g	5058 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1753.9 kg/m³	1764.3 kg/m³	1748.0 kg/m³	1750.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:		1754.2 kg/m³		

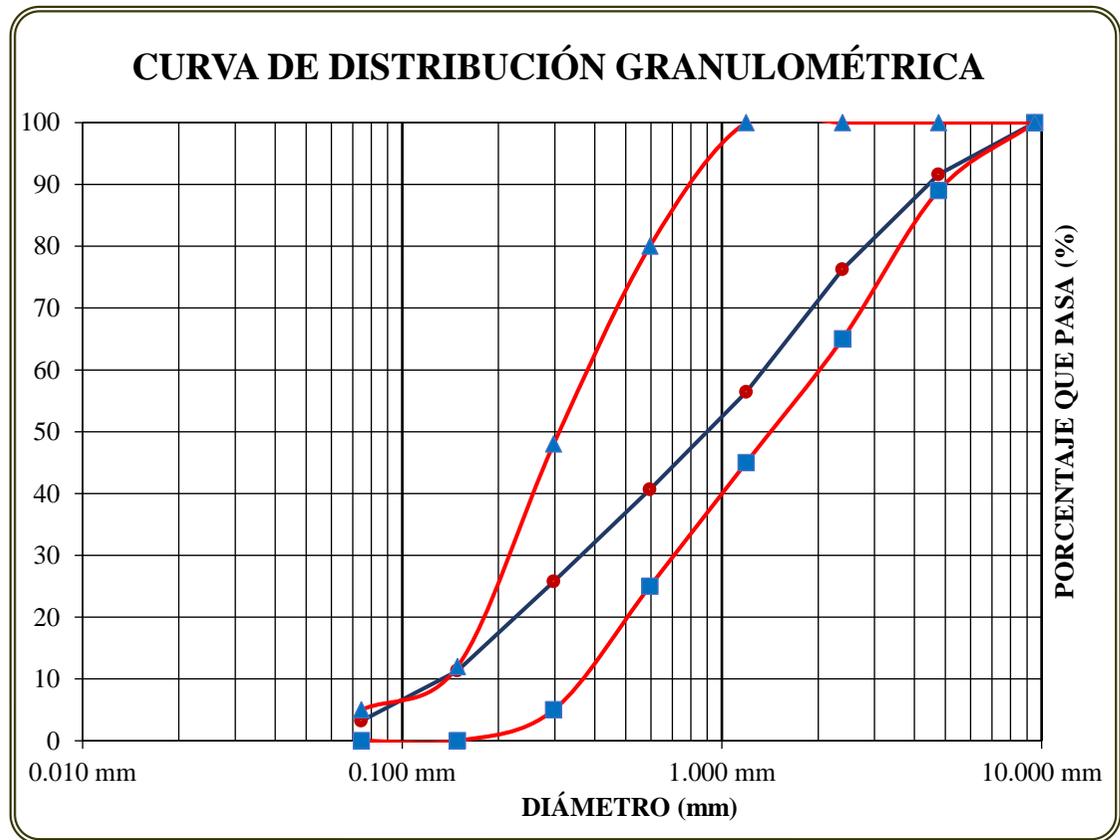
3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128
--

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	4%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	20 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	998.31 g	998.38 g	998.33 g	998.34 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	492.59 g	492.52 g	492.55 g	492.51 g
Volumen de agua añadida:	306.07 g	306.14 g	306.09 g	306.10 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2540.04 kg/m ³	2540.60 kg/m ³	2540.10 kg/m ³	2540.02 kg/m ³
	2540.19 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2578.25 kg/m ³	2579.18 kg/m ³	2578.52 kg/m ³	2578.65 kg/m ³
	2578.65 kg/m³			
PESO ESPECIFÍCO APARENTE:	2640.95 kg/m ³	2642.56 kg/m ³	2641.59 kg/m ³	2642.08 kg/m ³
	2641.79 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.50%	1.52%	1.51%	1.52%
	1.51%			

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

**PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO
GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29**

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6808 g	6810 g	6806 g	6809 g
Peso de muestra suelta	4811 g	4813 g	4809 g	4812 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1665.2 kg/m³	1665.9 kg/m³	1664.5 kg/m³	1665.6 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1665.3 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7133 g	7164 g	7115 g	7124 g
Peso de muestra compactada:	5136 g	5167 g	5118 g	5127 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1777.8 kg/m³	1788.5 kg/m³	1771.6 kg/m³	1774.7 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1778.1 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 2% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	6%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	30 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	999.56 g	999.61 g	999.63 g	999.58 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	493.41 g	493.37 g	493.43 g	493.39 g
Volumen de agua añadida:	307.32 g	307.37 g	307.39 g	307.34 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2560.774 kg/m ³	2561.231 kg/m ³	2561.809 kg/m ³	2560.936 kg/m ³
	2561.188 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2594.976 kg/m ³	2595.650 kg/m ³	2595.919 kg/m ³	2595.246 kg/m ³
	2595.448 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2651.459 kg/m ³	2652.527 kg/m ³	2652.279 kg/m ³	2651.922 kg/m ³
	2652.047 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.34%	1.34%	1.33%	1.34%
	1.34%			

I. Agregado fino con 8% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29

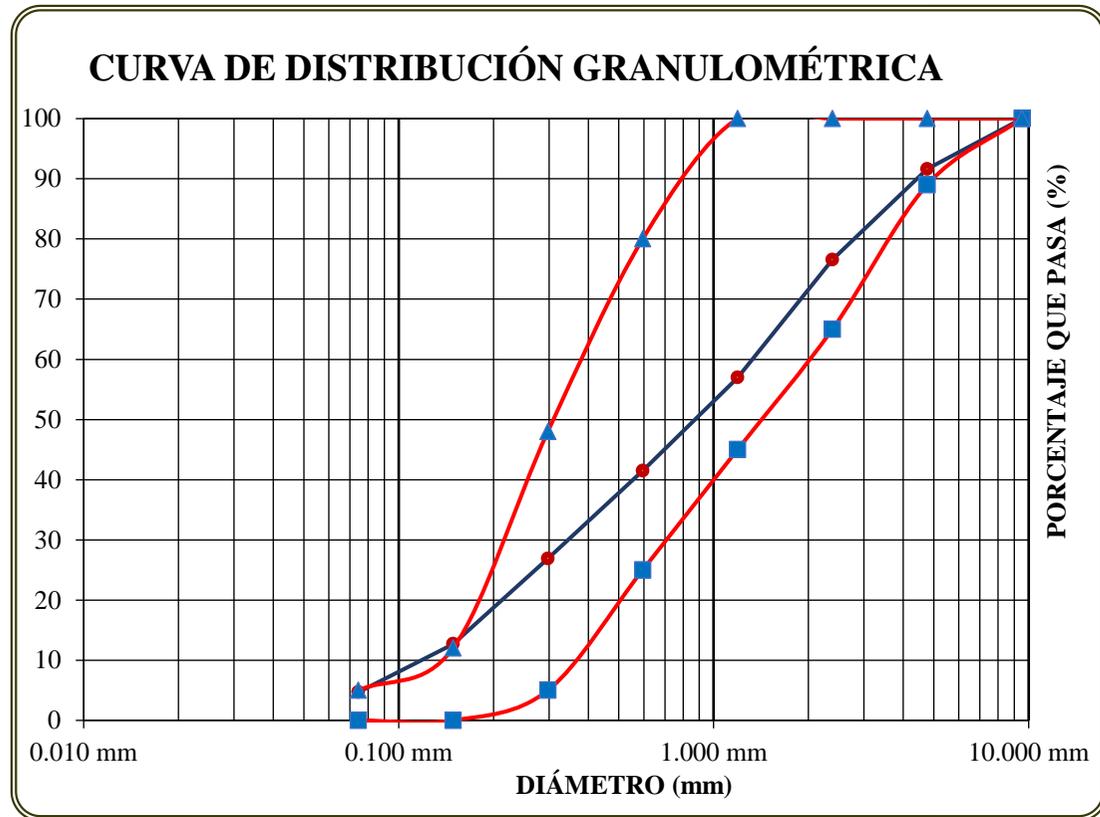
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 8% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	8%	PESO MUESTRA TOTAL :	1500 g
PESO DE FINOS :	130.43 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	126.00	8.40	8.40	91.60
N° 8	2.381 mm	226.00	15.07	23.47	76.53
N° 16	1.191 mm	294.00	19.60	43.07	56.93
N° 30	0.595 mm	232.00	15.47	58.53	41.47
N° 50	0.298 mm	219.00	14.60	73.13	26.87
N° 100	0.149 mm	213.00	14.20	87.33	12.67
N° 200	0.074 mm	120.00	8.00	95.33	4.67
CAZOLETA		70.00 g	4.67	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} = 2.94$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

**PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO
GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29**

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f		
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g	
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g	
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg	
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)	
	192.01 g			
C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6894 g	6896 g	6892 g	6895 g
Peso de muestra suelta	4897 g	4899 g	4895 g	4898 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1695.1 kg/m³	1695.7 kg/m³	1694.4 kg/m³	1695.4 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1695.1 kg/m³			
D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7220 g	7252 g	7203 g	7211 g
Peso de muestra compactada:	5223 g	5255 g	5206 g	5214 g
Factor f	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)	346.1 (1/m ³)
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1807.9 kg/m³	1819.0 kg/m³	1802.0 kg/m³	1804.8 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1808.4 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN NTP 400.022 A.S.T.M.c-128
--

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 8% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	8%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	40 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	1000.96 g	1000.99 g	1000.94 g	1000.95 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	494.61 g	494.63 g	494.67 g	494.65 g
Volumen de agua añadida:	308.72 g	308.75 g	308.70 g	308.71 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2585.79 kg/m ³	2586.30 kg/m ³	2585.83 kg/m ³	2585.86 kg/m ³
	2585.95 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2613.97 kg/m ³	2614.38 kg/m ³	2613.70 kg/m ³	2613.83 kg/m ³
	2613.97 kg/m³			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2660.77 kg/m ³	2661.02 kg/m ³	2659.95 kg/m ³	2660.27 kg/m ³
	2660.50 kg/m³			
ABSORCIÓN:	1.09%	1.09%	1.08%	1.08%
	1.08%			

K. Agregado fino con 10% de material menor a 75 micrómetros

1. Análisis granulométrico

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
NTP 400.37 NTP 400.017 A.S.T.M.c-29**

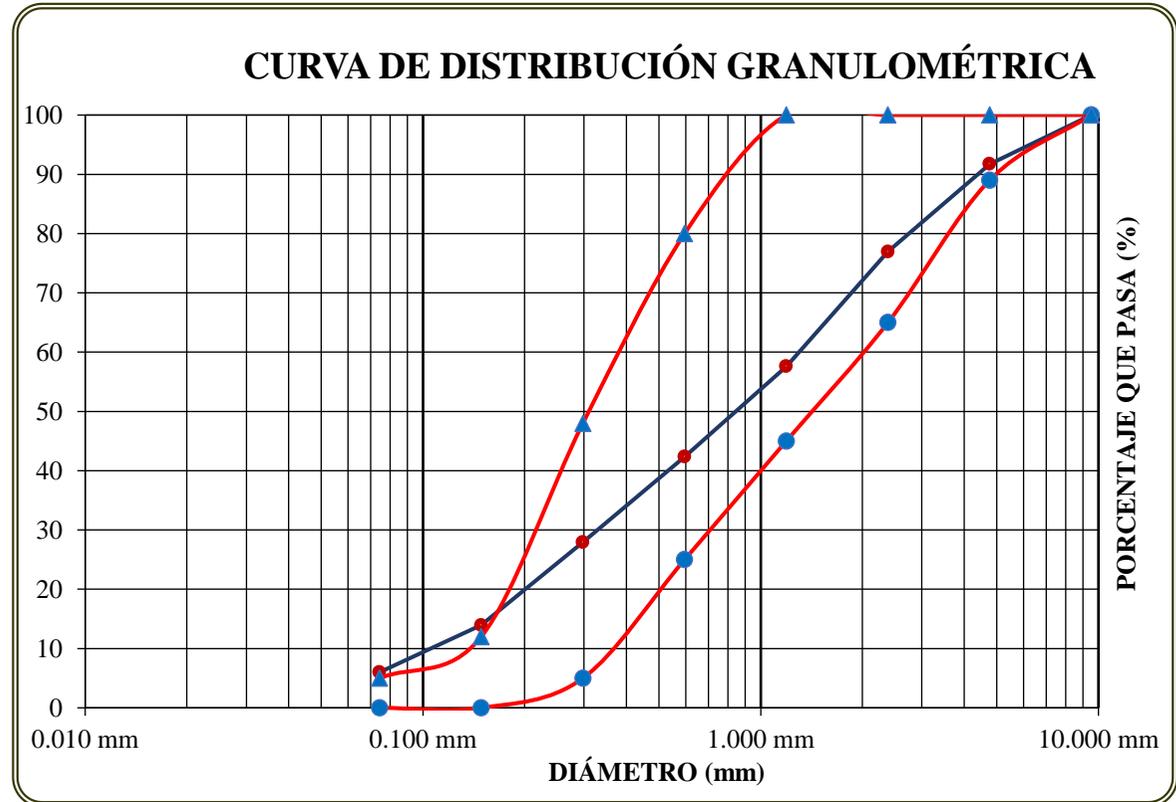
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 10% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	10%	PESO MUESTRA TOTAL : 1500 g	
PESO DE FINOS :	166.67 g		
PESO MUESTRA BASE :	1500 g		

USO GRANULIMETRICO NORMA NTP 400.037			
TAMIZ		AGREGADO FINO OPTIMO	
N	Abertura	Porcentaje que pasa	
3/8	9.525 mm	100	100
N° 4	4.763 mm	89	100
N° 8	2.381 mm	65	100
N° 16	1.191 mm	45	100
N° 30	0.595 mm	25	80
N° 50	0.298 mm	5	48
N° 100	0.149 mm	0	12
N° 200	0.074 mm	0	0

ENSAYO N° 01					
TAMIZ		AGREGADO FINO CON 0% DE FINOS			
N	Abertura	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3/8	9.525 mm	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.763 mm	124.00	8.27	8.27	91.73
N° 8	2.381 mm	222.00	14.80	23.07	76.93
N° 16	1.191 mm	290.00	19.33	42.40	57.60
N° 30	0.595 mm	229.00	15.27	57.67	42.33
N° 50	0.298 mm	216.00	14.40	72.07	27.93
N° 100	0.149 mm	210.00	14.00	86.07	13.93
N° 200	0.074 mm	119.00	7.93	94.00	6.00
CAZOLETA		90.00 g	6.00	100.0000	0.00

$$m_f = \frac{\sum \%ret. acum(3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50, N^\circ 100)}{100} = 2.90$$

UNIDADES Y ABREVIACIONES:	
μm	Micrómetros
g	Gramos
mm	Milímetros
PESO RET.	Peso Retenido
% RET. PARCIAL	Porcentaje Retenido Parcial
% RET. ACUM.	Porcentaje Retenido Acumulado
% QUE PASA	Porcentaje que Pasa
mf	Módulo de Finura



2. Peso unitario suelto y compactado

PESO UNITARIO SECO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO NTP 400.017 NTP 400.37 A.S.T.M.c-29

A. CALCULO DE PESO ESPECIFICO DEL AGUA		B. CALCULO DEL: factor f	
Peso de la fiola seca:	192.01 g	Peso del molde seco:	1997 g
Peso de fiola más agua:	690.19 g	Peso del molde más agua:	4865 g
Volumen de fiola:	500 cm ³	Volumen del molde:	2.878 kg
Peso específico del agua:	996.36 kg/m³	Factor f:	346.1 (1/m³)

C. PESO UNITARIO SUELTO SECO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra suelta:	6976 g	6969 g	6972 g	6968 g
Peso de muestra suelta	4979 g	4972 g	4975 g	4971 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1723.4 kg/m³	1721.0 kg/m³	1722.1 kg/m³	1720.7 kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1721.8 kg/m³			

D. PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso del recipiente:	1997 g	1997 g	1997 g	1997 g
Peso del recipiente más muestra compactada:	7303 g	7336 g	7285 g	7295 g
Peso de muestra compactada:	5306 g	5339 g	5288 g	5298 g
Factor f	346.1 (1/m ³)			
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1836.6 kg/m³	1848.0 kg/m³	1830.4 kg/m³	1833.9 kg/m³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO:	1837.2 kg/m³			

3. Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN
NTP 400.022 A.S.T.M.c-128

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL CON 10% DE FINOS			
PORCENTAJE DE FINOS :	10%	PESO MUESTRA TOTAL :	500 g
PESO DE FINOS :	50 g		

DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	M-4
Peso de la fiola:	192.24 g	192.24 g	192.24 g	192.24 g
Volumen de la fiola:	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml	500.00 ml
Peso del fiola + agua hasta el menisco:	690.20 g	690.20 g	690.20 g	690.20 g
Peso del fiola + agua hasta el menisco + muestra:	1002.16 g	1002.15 g	1002.22 g	1002.28 g
Peso de muestra superficialmente seca:	500.00 g	500.00 g	500.00 g	500.00 g
Peso de muestra seca al horno:	495.31 g	495.43 g	495.37 g	495.35 g
Volumen de agua añadida:	309.92 g	309.91 g	309.98 g	310.04 g
PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2605.80 g	2606.29 g	2606.94 g	2607.65 g
	2606.67 g			
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECA:	2630.47 g	2630.33 g	2631.30 g	2632.13 g
	2631.06 g			
PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2671.72 g	2670.49 g	2672.04 g	2673.09 g
	2671.84 g			
ABSORCIÓN:	0.95%	0.92%	0.93%	0.94%
	0.94%			

L. Diseños de mezcla $f'c$ 175 kg/cm²

1. Diseño de mezcla con 0% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 00% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.08
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2501.70
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2552.49
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2635.54
Absorción	%	1.10	2.03
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1578.49
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1685.54
Contenido de Humedad	(%)	0.32	4.51
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	0
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	66.09
% agregado grueso:	%	33.91

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.46502091
Agregado grueso:	m ³	0.23861553

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1163.34
Agregado grueso seco:	kg/m ³	625.51
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	181.03
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1215.81
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	627.51
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.40
Agregado grueso:	2.25
Agua (l/bolsa):	27.78

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.00
Agregado grueso:	2.45
Agua (l/bolsa):	27.78

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	4986 gr	9973 gr
Agregado fino:	4.40	21885 gr	43769 gr
Agregado grueso:	2.25	11295 gr	22590 gr
Agua:	27.78	3259 ml	6517 ml

2. Diseño de mezcla con 02% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 02% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.05
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2520.22
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2566.21
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.70
Absorción	%	1.1	1.82
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1610.68
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1720.06
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.5
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	2
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	65.43
% agregado grueso:	%	34.57

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.46037225
Agregado grueso:	m ³	0.24326419

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1160.24
Agregado grueso seco:	kg/m ³	637.70
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	173.08
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1218.25
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	639.74
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.15
Agregado grueso:	3.00
Agua (l/bolsa):	29.43

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.40
Agregado grueso:	2.30
Agua (l/bolsa):	26.55

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	4986 gr	9973 gr
Agregado fino:	4.40	21929 gr	43857 gr
Agregado grueso:	2.30	11515 gr	23031 gr
Agua:	26.55	3115 ml	6231 ml

3. Diseño de mezcla con 4% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 04% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.02
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2540.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2578.65
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.79
Absorción	%	1.1	1.51
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1639.33
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1754.24
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	4
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	64.78
% agregado grueso:	%	35.22

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.45581561
Agregado grueso:	m ³	0.24782083

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1157.86
Agregado grueso seco:	kg/m ³	649.64
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	169.66
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1215.75
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	651.72
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.40
Agregado grueso:	2.35
Agua (l/bolsa):	26.03

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.85
Agregado grueso:	2.60
Agua (l/bolsa):	26.03

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	4986 gr	9973 gr
Agregado fino:	4.40	21884 gr	43767 gr
Agregado grueso:	2.35	11731 gr	23462 gr
Agua:	26.03	3054 ml	6108 ml

4. Diseño de mezcla con 6% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 06% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.851	2.98
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2561.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2595.45
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2652.05
Absorción	%	1.1	1.34
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1665.31
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1778.13
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	6
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	63.94
% agregado grueso:	%	36.06

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.44987858
Agregado grueso:	m ³	0.25375786

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1152.22
Agregado grueso seco:	kg/m ³	665.21
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	168.02
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1209.84
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	667.33
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.35
Agregado grueso:	2.40
Agua (l/bolsa):	25.78

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.75
Agregado grueso:	2.65
Agua (l/bolsa):	25.78

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	4986 gr	9973 gr
Agregado fino:	4.35	21777 gr	43554 gr
Agregado grueso:	2.40	12012 gr	24024 gr
Agua:	25.78	3024 ml	6049 ml

5. Diseño de mezcla con 08% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.94
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2585.94
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2613.97
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2613.97
Absorción	%	1.1	1.08
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1695.14
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1808.42
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	8
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	63.11
% agregado grueso:	%	36.89

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.44409422
Agregado grueso:	m ³	0.25954222

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1148.40
Agregado grueso seco:	kg/m ³	680.37
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	165.29
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1205.82
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	682.55
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.35
Agregado grueso:	2.45
Agua (l/bolsa):	25.35

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.65
Agregado grueso:	2.70
Agua (l/bolsa):	25.35

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	5348 gr	10696 gr
Agregado fino:	3.10	16691 gr	33383 gr
Agregado grueso:	3.05	16426 gr	32852 gr
Agua:	29.23	3586 ml	7173 ml

6. Diseño de mezcla con 10% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.90
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2606.67
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2631.06
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2671.84
Absorción	%	1.1	0.94
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1721.79
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1837.23
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	10
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	175
Relación Agua/Cemento		0.74
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Cemento:	Bolsas:	6.52
Cemento por m ³ :	m ³	0.08936356

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	62.31
% agregado grueso:	%	37.69

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.29636356
Cemento:	m ³	0.08936356
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.70363644
Agregado fino:	m ³	0.43845672
Agregado grueso:	m ³	0.26517972

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1142.91
Agregado grueso seco:	kg/m ³	695.15
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	277.03
Agua efectiva:	l/m ³	164.02
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1200.06
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	697.37
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	4.35
Agregado grueso:	2.50
Agua (l/bolsa):	25.18

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.60
Agregado grueso:	2.75
Agua (l/bolsa):	25.18

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	4986 gr	9973 gr
Agregado fino:	4.35	21601 gr	43202 gr
Agregado grueso:	2.50	12553 gr	25105 gr
Agua:	25.18	2952 ml	5905 ml

M. Diseños de mezcla $f'c$ 280 kg/cm²

1. Diseño de mezcla con 0% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 00% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.08
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2501.70
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2552.49
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2635.54
Absorción	%	1.10	2.03
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1578.49
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1685.54
Contenido de Humedad	(%)	0.32	4.51
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	0
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	66.09
% agregado grueso:	%	33.91

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.45160291
Agregado grueso:	m ³	0.23173037

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1129.77
Agregado grueso seco:	kg/m ³	607.46
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	181.72
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1180.73
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	609.41
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.45
Agregado grueso:	1.80
Agua (l/bolsa):	22.73

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.15
Agregado grueso:	2.00
Agua (l/bolsa):	22.73

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.45	21253 gr	42506 gr
Agregado grueso:	1.80	10969 gr	21939 gr
Agua:	22.73	3271 ml	6542 ml

2. Diseño de mezcla con 02% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 02% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.05
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2520.22
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2566.21
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.70
Absorción	%	1.1	1.82
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1610.68
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1720.06
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.5
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	2
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	65.43
% agregado grueso:	%	34.57

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.44708838
Agregado grueso:	m ³	0.23624490

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1126.76
Agregado grueso seco:	kg/m ³	619.30
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	174.00
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1183.10
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	621.28
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.50
Agregado grueso:	1.85
Agua (l/bolsa):	21.75

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.10
Agregado grueso:	2.05
Agua (l/bolsa):	21.75

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.50	21296 gr	42592 gr
Agregado grueso:	1.85	11183 gr	22366 gr
Agua:	21.75	3132 ml	6264 ml

3. Diseño de mezcla con 4% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 04% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	3.02
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2540.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2578.65
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2641.79
Absorción	%	1.1	1.51
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1639.33
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1754.24
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	4
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	64.78
% agregado grueso:	%	35.22

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.44266323
Agregado grueso:	m ³	0.24067005

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1124.45
Agregado grueso seco:	kg/m ³	630.90
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	170.68
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1180.67
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	632.92
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.45
Agregado grueso:	1.85
Agua (l/bolsa):	21.33

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.00
Agregado grueso:	2.05
Agua (l/bolsa):	21.33

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.45	21252 gr	42504 gr
Agregado grueso:	1.85	11392 gr	22785 gr
Agua:	21.33	3072 ml	6144 ml

4. Diseño de mezcla con 6% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 06% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.851	2.98
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2561.19
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2595.45
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2652.05
Absorción	%	1.1	1.34
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1665.31
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1778.13
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	6
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	63.94
% agregado grueso:	%	36.06

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.43689751
Agregado grueso:	m ³	0.24643577

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1118.98
Agregado grueso seco:	kg/m ³	646.01
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	169.08
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1174.93
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	648.08
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.45
Agregado grueso:	1.90
Agua (l/bolsa):	21.15

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.95
Agregado grueso:	2.10
Agua (l/bolsa):	21.15

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.45	21149 gr	42297 gr
Agregado grueso:	1.90	11665 gr	23331 gr
Agua:	21.15	3044 ml	6087 ml

5. Diseño de mezcla con 08% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.94
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2585.94
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2613.97
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2613.97
Absorción	%	1.1	1.08
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1695.14
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1808.42
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	8
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	63.11
% agregado grueso:	%	36.89

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.43128005
Agregado grueso:	m ³	0.25205323

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1115.26
Agregado grueso seco:	kg/m ³	660.74
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	166.44
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1171.03
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	662.85
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.45
Agregado grueso:	1.95
Agua (l/bolsa):	20.80

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.90
Agregado grueso:	2.15
Agua (l/bolsa):	20.80

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.45	21078 gr	42157 gr
Agregado grueso:	1.95	11931 gr	23863 gr
Agua:	20.80	2996 ml	5992 ml

6. Diseño de mezcla con 10% de finos.

1° Cemento

CEMENTO: Portland Pacasmayo Tipo I - A.S.T.M.C-150

PESO ESPECÍFICO: 3.09 g/cm³

2° Propiedades Físicas y Mecánicas de los agregados con 08% de finos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADO	AGREGADO
		GRUESO	FINO
Tamaño Máximo Nominal	Pulg.	3/4"	-
Módulo de Finura		6.85	2.90
Peso Específico de Masa	g/cm ³	2621.42	2606.67
Peso Específico SSS	g/cm ³	0	2631.06
Peso Específico Aparente	g/cm ³	0	2671.84
Absorción	%	1.1	0.94
Peso Unitario Suelto Seco	kg/m ³	1363.28	1721.79
Peso Unitario Compactado Seco	kg/m ³	1504.06	1837.23
Contenido de Humedad	(%)	0.32	2.50
Partículas menor tamiz N°200	(%)	0.2	10
Abrasión	(%)	27	-
Vacíos	%	42.62	0

3° Elección de resistencia promedio, A/C, asentamiento, agua y vacío:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
F'cr	kg/cm ²	280
Relación Agua/Cemento		0.60
Asentamiento		3"-4"
Cantidad de agua:	l/m ³	205
Vacíos	(%)	2.0

4° Calculo de cantidad de cemento:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Cemento:	Bolsas:	8.00
Cemento por m ³ :	m ³	0.10966672

5° Porcentaje de agregados:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Método de Combinación de Agregados:		
AGREGADOS:	%	100.00
Vacíos por corregir:	%	7.62
mc (sin corregir por vacíos):	-	5.04
Módulo de combinación:	-	4.89
% agregado fino:	%	62.31
% agregado grueso:	%	37.69

6° Método de volúmenes absolutos:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
PASTA:	m³	0.31666672
Cemento:	m ³	0.10966672
Agua:	m ³	0.20500000
Aire:	m ³	0.00200000
AGREGADOS:	m³	0.68333328
Agregado fino:	m ³	0.42580522
Agregado grueso:	m ³	0.25752806

7° Materiales de diseño muestras secas:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua de diseño:	l/m ³	205.00
Agregado fino seco:	kg/m ³	1109.93
Agregado grueso seco:	kg/m ³	675.09
Aire total:	%	2.00

8° Materiales corregidos por humedad:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Cemento:	kg/m ³	339.97
Agua efectiva:	l/m ³	165.20
Agregado fino húmedo:	kg/m ³	1165.43
Agregado grueso húmedo:	kg/m ³	677.25
Aire total:	%	2.00

9° Proporción en peso:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	3.45
Agregado grueso:	2.00
Agua (l/bolsa):	20.65

10° Proporción en volumen:

DESCRIPCIÓN	DISEÑO
Cemento:	1.00
Agregado fino:	2.85
Agregado grueso:	2.20
Agua (l/bolsa):	20.65

11° Pesos por tanda

DESCRIPCIÓN	P.P	03 Muestras	06 Muestras
Cemento:	1.00	6119 gr	12239 gr
Agregado fino:	3.45	20978 gr	41955 gr
Agregado grueso:	2.00	12190 gr	24381 gr
Agua:	20.65	2974 ml	5947 ml

N. Resistencia a compresión del concreto 175 kg/cm²

1. Resistencia a compresión del concreto con 00% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 00% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'c 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
1	0% Muestra 01	15.05 cm	177.89 cm ²	26031.32 kg	146.33 kg/cm ²	83.62%
2	0% Muestra 02	15.05 cm	177.89 cm ²	26711.47 kg	150.15 kg/cm ²	85.80%
3	0% Muestra 03	15.03 cm	177.42 cm ²	26651.30 kg	150.21 kg/cm ²	85.84%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm²	34075.52 kg	148.90 kg/cm²	85.09%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'c 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
19	0% Muestra 04	15.02 cm	177.19 cm ²	31575.51 kg	178.21 kg/cm ²	101.83%
20	0% Muestra 05	15.04 cm	177.66 cm ²	31783.53 kg	178.90 kg/cm ²	102.23%
21	0% Muestra 06	15.07 cm	178.37 cm ²	31281.83 kg	175.38 kg/cm ²	100.22%
PROMEDIO		15.04 cm	177.74 cm²	31546.96 cm²	177.50 kg/cm²	101.43%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
37	0% Muestra 07	15.00 cm	176.71 cm ²	37679.53 kg	213.22 kg/cm ²	122%
38	0% Muestra 08	15.01 cm	176.95 cm ²	38232.22 kg	216.06 kg/cm ²	123%
39	0% Muestra 09	15.02 cm	177.19 cm ²	37174.77 kg	209.81 kg/cm ²	120%
40	0% Muestra 10	15.17 cm	180.74 cm ²	37495.98 kg	207.45 kg/cm ²	119%
41	0% Muestra 11	15.03 cm	177.42 cm ²	37931.40 kg	213.79 kg/cm ²	122%
42	0% Muestra 12	15.02 cm	177.19 cm ²	37398.09 kg	211.07 kg/cm ²	121%
PROMEDIO		15.04 cm	177.70 cm²	37652.00 kg	211.90 kg/cm²	121%

2. Resistencia a compresión del concreto con 02% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
4	2% Muestra 01	15.15 cm	180.27 cm ²	22810.03 kg	126.54 kg/cm ²	72.31%
5	2% Muestra 02	15.16 cm	180.50 cm ²	23194.46 kg	128.50 kg/cm ²	73.43%
6	2% Muestra 03	15.19 cm	181.22 cm ²	23394.33 kg	129.09 kg/cm ²	73.77%
PROMEDIO		15.04 cm	15.17 cm²	23132.94 kg	128.04 kg/cm²	73.17%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
22	2% Muestra 04	15.12 cm	179.55 cm ²	28057.49 kg	156.26 kg/cm ²	89.29%
23	2% Muestra 05	15.13 cm	179.79 cm ²	28520.44 kg	158.63 kg/cm ²	90.65%
24	2% Muestra 06	15.15 cm	180.27 cm ²	29419.83 kg	163.20 kg/cm ²	93.26%
PROMEDIO		15.13 cm	179.87 cm²	28665.92 kg	159.37 kg/cm²	91.07%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
43	2% Muestra 07	15.13 cm	179.79 cm ²	32785.92 kg	182.36 kg/cm ²	104%
44	2% Muestra 08	15.08 cm	178.60 cm ²	33997.34 kg	190.35 kg/cm ²	109%
45	2% Muestra 09	14.99 cm	176.48 cm ²	32397.40 kg	183.58 kg/cm ²	105%
46	2% Muestra 10	15.03 cm	177.42 cm ²	32785.92 kg	184.79 kg/cm ²	106%
47	2% Muestra 11	15.11 cm	179.32 cm ²	33997.34 kg	189.59 kg/cm ²	108%
48	2% Muestra 12	15.07 cm	178.37 cm ²	33417.12 kg	187.35 kg/cm ²	107%
PROMEDIO		15.07 cm	178.32 cm²	33192.78 kg	186.13 kg/cm²	106%

3. Resistencia a compresión del concreto con 04% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 04% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
7	4% Muestra 01	15.10 cm	179.08 cm ²	20927.64 kg	116.86 kg/cm ²	66.78%
8	4% Muestra 02	15.05 cm	177.89 cm ²	20747.15 kg	116.63 kg/cm ²	66.64%
9	4% Muestra 03	15.08 cm	178.60 cm ²	21163.19 kg	118.49 kg/cm ²	67.71%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.53 cm ²	20945.99 kg	117.33 kg/cm ²	67.04%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
25	4% Muestra 04	15.07 cm	178.37 cm ²	25842.67 kg	144.88 kg/cm ²	82.79%
26	4% Muestra 05	15.05 cm	177.89 cm ²	25558.17 kg	143.67 kg/cm ²	82.10%
27	4% Muestra 06	15.09 cm	178.84 cm ²	25373.60 kg	141.88 kg/cm ²	81.07%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.37 cm ²	25591.48 cm ²	143.48 kg/cm ²	81.99%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
49	4% Muestra 07	15.08 cm	178.60 cm ²	31904.88 kg	178.63 kg/cm ²	102%
50	4% Muestra 08	15.09 cm	178.84 cm ²	31616.30 kg	176.78 kg/cm ²	101%
51	4% Muestra 09	14.99 cm	176.48 cm ²	32127.18 kg	182.05 kg/cm ²	104%
52	4% Muestra 10	14.98 cm	176.24 cm ²	31496.99 kg	178.71 kg/cm ²	102%
53	4% Muestra 11	15.11 cm	179.32 cm ²	31616.30 kg	176.32 kg/cm ²	101%
54	4% Muestra 12	15.06 cm	178.13 cm ²	31719.29 kg	178.07 kg/cm ²	102%
	PROMEDIO	15.05 cm	177.94 cm ²	31746.82 kg	178.43 kg/cm²	102%

4. Resistencia a compresión del concreto con 06% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 06% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
10	6% Muestra 01	15.02 cm	177.19 cm ²	20372.91 kg	114.98 kg/cm ²	65.70%
11	6% Muestra 02	15.03 cm	177.42 cm ²	19928.31 kg	112.32 kg/cm ²	64.18%
12	6% Muestra 03	15.01 cm	176.95 cm ²	19726.41 kg	111.48 kg/cm ²	63.70%
	PROMEDIO	15.02 cm	177.19 cm ²	20009.21 cm ²	112.93 kg/cm ²	64.53%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
28	6% Muestra 04	15.05 cm	177.89 cm ²	24297.80 kg	136.59 kg/cm ²	78.05%
29	6% Muestra 05	15.08 cm	178.60 cm ²	23915.40 kg	133.90 kg/cm ²	76.52%
30	6% Muestra 06	15.06 cm	178.13 cm ²	23848.10 kg	133.88 kg/cm ²	76.50%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.21 cm ²	24020.43 kg	134.79 kg/cm ²	77.02%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
55	6% Muestra 07	15.07 cm	178.37 cm ²	29486.11 kg	165.31 kg/cm ²	94%
56	6% Muestra 08	15.11 cm	179.32 cm ²	29357.63 kg	163.72 kg/cm ²	94%
57	6% Muestra 09	15.14 cm	180.03 cm ²	29588.09 kg	164.35 kg/cm ²	94%
58	6% Muestra 10	14.98 cm	176.24 cm ²	29792.03 kg	169.04 kg/cm ²	97%
59	6% Muestra 11	15.12 cm	179.55 cm ²	29867.49 kg	166.34 kg/cm ²	95%
60	6% Muestra 12	15.08 cm	178.60 cm ²	29588.09 kg	165.66 kg/cm ²	95%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.69 cm ²	29613.24 kg	165.74 kg/cm²	95%

5. Resistencia a compresión del concreto con 08% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
13	8% Muestra 01	15.05 cm	177.89 cm ²	19341.98 kg	108.73 kg/cm ²	62.13%
14	8% Muestra 02	15.08 cm	178.60 cm ²	18622.06 kg	104.26 kg/cm ²	59.58%
15	8% Muestra 03	15.03 cm	177.42 cm ²	18962.64 kg	106.88 kg/cm ²	61.07%
	PROMEDIO	15.05 cm	177.97 cm ²	18975.56 kg	106.62 kg/cm ²	60.93%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
31	8% Muestra 04	15.06 cm	178.13 cm ²	22493.92 kg	126.28 kg/cm ²	72.16%
32	8% Muestra 05	15.07 cm	178.37 cm ²	22362.38 kg	125.37 kg/cm ²	71.64%
33	8% Muestra 06	15.05 cm	177.89 cm ²	22102.35 kg	124.24 kg/cm ²	71.00%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.13 cm²	22319.55 cm²	125.30 kg/cm²	71.60%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'c 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
61	8% Muestra 07	14.99 cm	176.48 cm ²	28344.03 kg	160.61 kg/cm ²	92%
62	8% Muestra 08	15.01 cm	176.95 cm ²	27904.53 kg	157.70 kg/cm ²	90%
63	8% Muestra 09	15.07 cm	178.37 cm ²	28751.92 kg	161.19 kg/cm ²	92%
64	8% Muestra 10	15.21 cm	181.70 cm ²	28924.25 kg	159.19 kg/cm ²	91%
65	8% Muestra 11	15.04 cm	177.66 cm ²	28955.86 kg	162.99 kg/cm ²	93%
66	8% Muestra 12	15.06 cm	178.13 cm ²	28516.36 kg	160.09 kg/cm ²	91%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.21 cm²	28566.16 kg	160.29 kg/cm²	92%

6. Resistencia a compresión del concreto con 10% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'c 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
16	10% Muestra 01	15.04 cm	177.66 cm ²	17521.78 kg	98.63 kg/cm ²	56.36%
17	10% Muestra 02	15.03 cm	177.42 cm ²	17840.95 kg	100.56 kg/cm ²	57.46%
18	10% Muestra 03	15.06 cm	178.13 cm ²	17988.81 kg	100.99 kg/cm ²	57.71%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm ²	17783.85 cm ²	100.06 kg/cm ²	57.18%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
34	10% Muestra 04	15.07 cm	178.37 cm ²	21017.37 kg	117.83 kg/cm ²	67.33%
35	10% Muestra 05	15.09 cm	178.84 cm ²	20743.07 kg	115.99 kg/cm ²	66.28%
36	10% Muestra 06	15.07 cm	178.37 cm ²	20970.46 kg	117.57 kg/cm ²	67.18%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.53 cm ²	20910.30 cm ²	117.13 kg/cm ²	66.93%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 175 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
67	10% Muestra 07	15.18 cm	180.98 cm ²	26656.40 kg	147.29 kg/cm ²	84%
68	10% Muestra 08	15.20 cm	181.46 cm ²	27103.04 kg	149.36 kg/cm ²	85%
69	10% Muestra 09	15.11 cm	179.32 cm ²	26791.00 kg	149.41 kg/cm ²	85%
70	10% Muestra 10	15.17 cm	180.74 cm ²	26805.28 kg	148.31 kg/cm ²	85%
71	10% Muestra 11	15.17 cm	180.74 cm ²	26488.15 kg	146.55 kg/cm ²	84%
72	10% Muestra 12	15.15 cm	180.27 cm ²	26573.80 kg	147.41 kg/cm ²	84%
	PROMEDIO	15.16 cm	180.58 cm ²	26736.28 kg	148.05 kg/cm²	85%

O. Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm²

1. Resistencia a compresión del concreto con 00% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 00% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F’C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F’c DISEÑO 280 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f’c OBTENIDO	% del f’c
1	0% Muestra 01	15.04 cm	177.66 cm ²	47028.29 kg	264.71 kg/cm ²	94.54%
2	0% Muestra 02	15.06 cm	178.13 cm ²	46720.34 kg	262.28 kg/cm ²	93.67%
3	0% Muestra 03	15.03 cm	177.42 cm ²	45253.99 kg	255.06 kg/cm ²	91.09%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.74 cm²	46334.20 cm²	260.69 kg/cm²	93.10%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 00% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F’C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F’c DISEÑO 280 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f’c OBTENIDO	% del f’c
19	0% Muestra 04	15.12 cm	179.55 cm ²	53887.92 kg	300.12 kg/cm ²	107.19%
20	0% Muestra 05	15.14 cm	180.03 cm ²	54170.38 kg	300.90 kg/cm ²	107.46%
21	0% Muestra 06	15.09 cm	178.84 cm ²	53490.23 kg	299.09 kg/cm ²	106.82%
PROMEDIO		15.12 cm	179.47 cm²	53849.51 kg	300.04 kg/cm²	107.16%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 00% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 00% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 00% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
37	0% Muestra 07	15.00 cm	176.71 cm ²	37679.53 kg	213.22 kg/cm ²	122%
38	0% Muestra 08	15.01 cm	176.95 cm ²	38232.22 kg	216.06 kg/cm ²	123%
39	0% Muestra 09	15.02 cm	177.19 cm ²	37174.77 kg	209.81 kg/cm ²	120%
40	0% Muestra 10	15.17 cm	180.74 cm ²	37495.98 kg	207.45 kg/cm ²	119%
41	0% Muestra 11	15.03 cm	177.42 cm ²	37931.40 kg	213.79 kg/cm ²	122%
42	0% Muestra 12	15.02 cm	177.19 cm ²	37398.09 kg	211.07 kg/cm ²	121%
PROMEDIO		15.04 cm	177.70 cm²	37652.00 kg	211.90 kg/cm²	121%

2. Resistencia a compresión del concreto con 02% de finos.

d) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
4	2% Muestra 01	15.12 cm	179.55 cm ²	41174.10 kg	229.31 kg/cm ²	81.90%
5	2% Muestra 02	15.03 cm	177.42 cm ²	40468.46 kg	228.09 kg/cm ²	81.46%
6	2% Muestra 03	15.07 cm	178.37 cm ²	40540.86 kg	227.29 kg/cm ²	81.17%
	PROMEDIO	15.07 cm	178.45 cm²	40727.80 kg	228.23 kg/cm²	81.51%

e) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
22	2% Muestra 04	15.05 cm	177.89 cm ²	47318.91 kg	265.99 kg/cm ²	95.00%
23	2% Muestra 05	15.03 cm	177.42 cm ²	47808.37 kg	269.46 kg/cm ²	96.24%
24	2% Muestra 06	15.05 cm	177.89 cm ²	48198.93 kg	270.94 kg/cm ²	96.76%
PROMEDIO		15.04 cm	177.74 cm²	47775.40 cm²	268.80 kg/cm²	96.00%

f) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 02% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 02% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 02% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
43	2% Muestra 07	15.01 cm	176.95 cm ²	54271.34 kg	306.70 kg/cm ²	110%
44	2% Muestra 08	14.97 cm	176.01 cm ²	53750.26 kg	305.38 kg/cm ²	109%
45	2% Muestra 09	15.10 cm	179.08 cm ²	56105.81 kg	313.30 kg/cm ²	112%
46	2% Muestra 10	15.11 cm	179.32 cm ²	54575.21 kg	304.35 kg/cm ²	109%
47	2% Muestra 11	14.95 cm	175.54 cm ²	55458.29 kg	315.93 kg/cm ²	113%
48	2% Muestra 12	15.18 cm	180.98 cm ²	55291.05 kg	305.51 kg/cm ²	109%
PROMEDIO		15.03 cm	177.38 cm ²	54832.18 kg	309.14 kg/cm²	110%

3. Resistencia a compresión del concreto con 04% de finos.

d) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
7	4% Muestra 01	15.10 cm	179.08 cm ²	39142.83 kg	218.58 kg/cm ²	78.06%
8	4% Muestra 02	15.15 cm	180.27 cm ²	39817.88 kg	220.88 kg/cm ²	78.89%
9	4% Muestra 03	15.12 cm	179.55 cm ²	39357.99 kg	219.20 kg/cm ²	78.29%
	PROMEDIO	15.12 cm	179.63 cm ²	39439.56 kg	219.55 kg/cm ²	78.41%

e) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
25	4% Muestra 04	15.07 cm	178.37 cm ²	45559.90 kg	255.43 kg/cm ²	91.22%
26	4% Muestra 05	15.07 cm	178.37 cm ²	46003.48 kg	257.91 kg/cm ²	92.11%
27	4% Muestra 06	15.11 cm	179.32 cm ²	45638.42 kg	254.51 kg/cm ²	90.90%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.68 cm ²	45733.93 kg	255.95 kg/cm ²	91.41%

f) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 04% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75µm DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 04% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 04% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
49	4% Muestra 07	15.05 cm	177.89 cm ²	52403.22 kg	294.57 kg/cm ²	105%
50	4% Muestra 08	15.13 cm	179.79 cm ²	53864.47 kg	299.60 kg/cm ²	107%
51	4% Muestra 09	15.14 cm	180.03 cm ²	52186.02 kg	289.88 kg/cm ²	104%
52	4% Muestra 10	15.11 cm	179.32 cm ²	53723.75 kg	299.60 kg/cm ²	107%
53	4% Muestra 11	15.11 cm	179.32 cm ²	52507.23 kg	292.82 kg/cm ²	105%
54	4% Muestra 12	15.19 cm	181.22 cm ²	53105.80 kg	293.05 kg/cm ²	105%
PROMEDIO		15.12 cm	179.59 cm²	52965.08 kg	294.92 kg/cm²	105%

4. Resistencia a compresión del concreto con 06% de finos.

a) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 06% de finos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ASTM C 39
--

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²
--

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
10	6% Muestra 01	15.10 cm	179.08 cm ²	39142.83 kg	218.58 kg/cm ²	78.06%
11	6% Muestra 02	15.15 cm	180.27 cm ²	39817.88 kg	220.88 kg/cm ²	78.89%
12	6% Muestra 03	15.12 cm	179.55 cm ²	39357.99 kg	219.20 kg/cm ²	78.29%
	PROMEDIO	15.12 cm	179.63 cm²	39439.56 cm²	219.55 kg/cm²	78.41%

b) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
28	6% Muestra 04	15.08 cm	178.60 cm ²	44433.11 kg	248.78 kg/cm ²	88.85%
29	6% Muestra 05	15.03 cm	177.42 cm ²	43914.08 kg	247.51 kg/cm ²	88.40%
30	6% Muestra 06	15.00 cm	176.71 cm ²	43822.30 kg	247.98 kg/cm ²	88.57%
PROMEDIO		15.04 cm	177.58 cm²	44056.50 kg	248.09 kg/cm²	88.60%

c) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 06% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 06% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 06% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
55	6% Muestra 07	15.02 cm	177.19 cm ²	49922.25 kg	281.75 kg/cm ²	101%
56	6% Muestra 08	15.08 cm	178.60 cm ²	50803.28 kg	284.45 kg/cm ²	102%
57	6% Muestra 09	14.98 cm	176.24 cm ²	50288.32 kg	285.33 kg/cm ²	102%
58	6% Muestra 10	15.20 cm	181.46 cm ²	52188.06 kg	287.60 kg/cm ²	103%
59	6% Muestra 11	14.95 cm	175.54 cm ²	51010.28 kg	290.59 kg/cm ²	104%
60	6% Muestra 12	15.01 cm	176.95 cm ²	50743.12 kg	286.76 kg/cm ²	102%
	PROMEDIO	15.04 cm	177.66 cm ²	50825.88 kg	286.08 kg/cm²	102%

5. Resistencia a compresión del concreto con 08% de finos.

d) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
13	8% Muestra 01	15.03 cm	177.42 cm ²	37252.27 kg	209.96 kg/cm ²	74.99%
14	8% Muestra 02	15.08 cm	178.60 cm ²	37612.23 kg	210.59 kg/cm ²	75.21%
15	8% Muestra 03	15.07 cm	178.37 cm ²	36972.87 kg	207.28 kg/cm ²	74.03%
	PROMEDIO	15.06 cm	178.13 cm²	37279.12 kg	209.28 kg/cm²	74.74%

e) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
31	8% Muestra 04	14.98 cm	176.24 cm ²	42263.16 kg	239.80 kg/cm ²	85.64%
32	8% Muestra 05	15.02 cm	177.19 cm ²	42776.07 kg	241.42 kg/cm ²	86.22%
33	8% Muestra 06	15.05 cm	177.89 cm ²	42423.25 kg	238.47 kg/cm ²	85.17%
PROMEDIO		15.02 cm	177.11 cm²	42487.50 cm²	239.90 kg/cm²	85.68%

f) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 08% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 08% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% del f'c
61	8% Muestra 07	15.11 cm	179.32 cm ²	47786.96 kg	266.50 kg/cm ²	95%
62	8% Muestra 08	14.99 cm	176.48 cm ²	47575.88 kg	269.58 kg/cm ²	96%
63	8% Muestra 09	15.18 cm	180.98 cm ²	49980.37 kg	276.16 kg/cm ²	99%
64	8% Muestra 10	14.99 cm	176.48 cm ²	48825.03 kg	276.66 kg/cm ²	99%
65	8% Muestra 11	15.03 cm	177.42 cm ²	48389.61 kg	272.74 kg/cm ²	97%
66	8% Muestra 12	15.18 cm	180.98 cm ²	49771.33 kg	275.01 kg/cm ²	98%
PROMEDIO		15.08 cm	178.61 cm²	48721.53 kg	272.78 kg/cm²	97%

6. Resistencia a compresión del concreto con 10% de finos.

d) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 7 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'c 175 - 280 kg/cm²”
TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia
ASESOR MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes
MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 7 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 08% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
16	10% Muestra 01	15.09 cm	178.84 cm ²	36441.60 kg	203.76 kg/cm ²	72.77%
17	10% Muestra 02	15.07 cm	178.37 cm ²	35749.21 kg	200.42 kg/cm ²	71.58%
18	10% Muestra 03	15.11 cm	179.32 cm ²	36614.95 kg	204.19 kg/cm ²	72.93%
	PROMEDIO	15.09 cm	178.84 cm²	36268.59 kg	202.79 kg/cm²	72.43%

e) **Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 14 días del diseño con presencia 10% de finos.**

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 14 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
34	10% Muestra 04	15.01 cm	176.95 cm ²	40951.80 kg	231.43 kg/cm ²	82.65%
35	10% Muestra 05	15.05 cm	177.89 cm ²	40579.61 kg	228.11 kg/cm ²	81.47%
36	10% Muestra 06	15.07 cm	178.37 cm ²	39504.83 kg	221.48 kg/cm ²	79.10%
PROMEDIO		15.04 cm	177.74 cm ²	40345.41 cm ²	227.01 kg/cm ²	81.07%

f) Resultados de resistencia a compresión del concreto a los 28 días del diseño con presencia 10% de finos.

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ASTM C 39**

TESIS: “CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²”

TESISTA: Ing. Jesús Aler Nizzet Rafael Tiglia

ASESOR: MSc Ing. Perlita Rosmery Esaine Barrantes

MUESTRA: Especímenes de Concreto con 10% de finos ensayadas a los 28 días.

CONDICIONES DE DISEÑO CON 10% DE FINOS F'c DISEÑO 280 kg/cm²

N° DE MUESTRA	CÓDIGO	DIAMETRO	AREA	CARGA DE ROTURA	f'c OBTENIDO	% DEL f'c
67	10% Muestra 07	15.17 cm	180.74 cm ²	47455.55 kg	262.56 kg/cm ²	94%
68	10% Muestra 08	15.02 cm	177.19 cm ²	46053.44 kg	259.92 kg/cm ²	93%
69	10% Muestra 09	15.11 cm	179.32 cm ²	45853.58 kg	255.71 kg/cm ²	91%
70	10% Muestra 10	15.12 cm	179.55 cm ²	47096.61 kg	262.30 kg/cm ²	94%
71	10% Muestra 11	15.00 cm	176.71 cm ²	47101.71 kg	266.54 kg/cm ²	95%
72	10% Muestra 12	15.06 cm	178.13 cm ²	47186.35 kg	264.90 kg/cm ²	95%
	PROMEDIO	15.08 cm	178.61 cm ²	46791.21 kg	261.99 kg/cm²	94%

P. Matrices de marco metodológico

Tabla 14

Matriz de operacionalización de variables

HIPÓTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL				
		Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuentes de recolección	Rango
<p>Hipótesis Principal</p> <p>Las curvas que definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto se pueden representar mediante la gráfica de funciones logarítmicas</p>	<p>Resistencia a la compresión de concreto, consiste en aplicar una carga axial a probetas cilíndricas hasta que ocurre la falla</p>	<p>Resistencia a compresión del concreto</p>	<p>Esfuerzo por unidad de área</p>	<p>Esfuerzo</p>	<p>Probetas cilíndricas de concreto.</p>	<p>175, 280 \pm 20 kg/cm²</p>
			<p>SLUMP</p>	<p>Trabajabilidad</p>	<p>Concreto fresco</p>	<p>3” – 5”</p>
<p>H. 1.</p> <p>La resistencia a compresión del concreto cambia por cada variación del porcentaje de material más fino que 75 μm en el agregado fino.</p>	<p>Material más fino que 75 μm en granulometría de suelos según ASTM c125.</p>	<p>El porcentaje de material más fino que 75 μm del agregado fino</p>	<p>Porcentaje del material que pase la malla N°200</p>	<p>Cantidad de finos.</p>	<p>Agregado fino</p>	<p>0, 2, 4, 6, 8, 10 %</p>
<p>H. 2.</p> <p>Las curvas de correlación entre las principales propiedades del agregado fino y el porcentaje de material menor que 75 μm del agregado fino se pueden representar mediante la gráfica de funciones lineales.</p>	<p>Propiedades del agregado fino.</p>	<p>Granulometría</p> <p>Peso específico</p> <p>Peso unitario</p> <p>Absorción</p> <p>Humedad</p>	<p>%/diámetro</p> <p>Kg/m³</p> <p>Kg/m³</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>Módulo de finura</p> <p>Relación peso/ volumen, acomodo de material por unidad de volumen, porcentaje de vacíos.</p>	<p>Agregado fino</p>	<p>0, 2, 4, 6, 8, 10 %</p>

Nota: Fuente Protocolo de la escuela de Posgrado General de Investigación (2014) (Estrada, 2014)

Tabla 15

Matriz de Consistencia Metodológica

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento	Población
¿Cuáles curvas definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 µm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto f'c 175 – 280 kg/cm ² ?	Objetivo general: Determinar las ecuaciones de las curvas que mejor representen la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 µm del agregado fino y las diferentes resistencias a compresión del concreto	Las curvas que definen mejor la correlación entre el porcentaje de material más fino que 75 µm en el agregado fino y la resistencia a compresión del concreto se pueden representar mediante la gráfica de funciones logarítmicas	El porcentaje de material más fino que 75 µm del agregado fino	Porcentaje del material que pase la malla N°200	Cantidad de finos.	Observación y análisis de ASTM c125	Formato 01	Mediante un muestreo aleatorio simple, con 95% de nivel de confianza, 95% a favor y un error del 5%; obtenemos 72
	Objetivos específicos: Determinar la variación de la resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto diseñadas para f'c = 175 y 280kg/cm ² , con presencia de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de FINOS.	H.1. La resistencia a compresión del concreto cambia por cada variación del porcentaje de material más fino que 75 µm en el agregado fino	Resistencia a compresión del concreto	Esfuerzo por unidad de área	Esfuerzo	Observación y análisis de ASTM c39	Formato 02	de nivel de confianza, 95% a favor y un error del 5%; obtenemos 72
	Proponer una función a la que más se ajuste a la correlación entre el módulo	H.2. Las curvas de correlación entre las	Granulometría	%/diámetro	Módulo de finura	Observación y análisis de ASTM c125	Formato 03	de probetas de

<p>de finura, peso unitario principales suelto, peso unitario propiedades del compactado y peso específico agregado fino y el del agregado fino con porcentaje de material presencia de 0%, 2%, 4%, menor que 75 μm del 6%, 8% y 10% de finos según agregado fino se la línea de tendencia en su pueden representar gráfica. mediante la gráfica de funciones lineales.</p>	Peso especifico	Kg/m ³	Densidad	Observación y análisis de ASTM c128	Formato 04	concreto para cada resistenci a,
	Absorción	%	Cantidad de agua en los poros de los agregados	Observación y análisis de ASTM c128	Formato 04	haciendo un total de 144 especíme nes de concreto
	Peso unitario	Kg/m ³	Acomodo de material por unidad de volumen	Observación y análisis de ASTM c29	Formato 05	
	Humedad	%	Cantidad de agua presente en el agregado	Observación y análisis de ASTM c128	Speedy	

Nota: Fuente Protocolo de la escuela de Posgrado General de Investigación (2014) (Estrada, 2014)

Q. Ficha técnica del cemento



Pacasmayo

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 04

Planta: Pacasmayo

Cemento Portland Tipo I

11 de octubre de 2022

Periodo de despacho 01 de septiembre de 2022 - 30 de septiembre de 2022

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.1
SO3 (%)	3.0 máx.	2.8
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	2.9
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	9
Superficie específica (cm ² /g)	2600 mín.	4120
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Densidad (g/cm ³)	A	3.09
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	15.2
3 días	12.0 mín.	27.2
7 días	19.0 mín.	33.6
28 días *	28.0 mín.	42.2
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	132
Final	375 máx.	240

A No específica

* Requisito opcional

El (la) RC 28 días corresponde al mes de agosto del 2022

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2020.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

S. Evidencias fotográficas.

Fotografía 01. Tesista secando muestras de agregado grueso lavado



Fotografía 02. Tesista midiendo el asentamiento del concreto



Fotografía 03. Tesista realizando el ensayo de asentamiento del concreto.



Fotografía 04. Tesista y asesora con la máquina de compresión uniaxial ensayando probetas cilíndricas de concreto .



Fotografía 05. Evidencia de ruptura de probetas en el laboratorio Guersan Ingenieros SRL



Fotografía 06. Tesista ensayando resistencia a compresión de concreto.



T. Constancia de laboratorio



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

CONSTANCIA

EL QUE SUSCRIBE: LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES GUERSAN
INGENIEROS S.R.L.

HACE CONSTAR:

Que el ingeniero **RAFAEL TIGLIA JESÚS ALER NIZZET**, identificado con DNI N° 71896960, alumno de la escuela de posgrado de la universidad nacional de Cajamarca, con autorización de su unidad ha realizado y registrado los ensayos para el desarrollo de su tesis titulada “**CURVAS DE CORRELACIÓN ENTRE EL MATERIAL MENOR A 75 μ m DEL AGREGADO FINO Y CONCRETO DE F'C 175 - 280 kg/cm²**” en el periodo comprendido entre junio y diciembre del año 2022; todos los ensayos han quedado registrados en este laboratorio.

Se expide la presente constancia a petición del interesado para los fines que estime pertinentes.

Cajamarca, 30 de enero de 2023

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZÁLES
GERENTE GENERAL
DNI N° 41667545