

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. DÍAZ TAPIA ROXANA

ASESOR:

Dr.Ing. MOSQUEIRA MORENO MIGUEL ANGEL

JAÉN – CAJAMARCA – PERÚ

2023

AGRADECIMIENTO

Agradecer primero a Dios por darme las fuerzas e iluminar mi camino para cumplir mis metas y sueños anhelados, venciendo cada obstáculo que se nos presenta en la vida.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por darnos una formación académica para ser profesionales. Quiero agradecer a mi asesor el Dr. Ing. Miguel Mosqueira Moreno por sus recomendaciones para el desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

A mi madre Ruth por ser mi motivación, a la memoria de Pastor Tapia R. y María Caballero T. mis abuelos, quienes desde el cielo guían mi camino, pilares fundamentales en mi vida, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que puede culminar mi carrera universitaria además de la confianza que depositaron en mí, merecedores de esto y mucho más.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO	i
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general	4
1.3 Hipótesis de investigación.....	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Alcances de la investigación	4
1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación	5
1.6.1. Delimitaciones de la investigación	5
1.6.2. Limitaciones de la investigación	5
1.7 Objetivos de la investigación.....	5
1.7.1. Objetivo General:.....	5
1.7.2. Objetivo Específico:	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes teóricos	7
2.1.1. A nivel internacional.....	7
2.1.2. A nivel Nacional	8
2.1.3. A nivel Local	9
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1. Definición del concreto.....	10
2.2.2. Características del concreto	10

2.2.3.	Propiedades del concreto	11
2.2.3.1.	Trabajabilidad y Consistencia	11
2.2.3.2.	Segregación.....	12
2.2.3.3.	Resistencia	13
2.2.3.4.	Exudación	13
2.2.4.	Materiales y componentes del concreto.....	14
2.2.4.1.	Agua	14
2.2.4.2.	Agregados	15
2.2.4.3.	Cemento	21
2.2.5.	Propiedades de los agregados	25
2.2.5.1.	Peso Específico (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)...	25
2.2.5.2.	Peso Específico Aparente (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)	26
2.2.5.3.	Peso Específico de Masa (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)	26
2.2.5.4.	Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)	26
2.2.5.5.	Absorción (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128).....	26
2.2.5.6.	Peso Unitario (NTP 400.017, ASTM C29)	27
2.2.5.7.	Contenido de Humedad (NTP 339.185, ASTM C566)	27
2.2.6.	Diseño de mezclas	27
2.2.7.	Métodos de diseño	28
2.2.7.1.	Método ACI.....	28
2.2.7.2.	Método Walker.....	29
2.2.7.3.	Método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.....	30
2.2.8.	Secuencia en el diseño de mezcla:	31
2.2.8.1.	Selección de la Resistencia Promedio.....	31
2.2.8.2.	Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.....	33
2.2.8.3.	Selección del asentamiento	33
2.2.8.4.	Estimación del Volumen Unitario de Agua y contenido de aire.....	34
2.2.8.5.	Selección de la relación agua/cemento	38
2.2.8.6.	Cálculo del Contenido de Cemento	40
2.2.8.7.	Cálculo del volumen absoluto de los agregados.....	41
2.2.8.8.	Selección del Agregado grueso	41

2.2.8.9. Selección del Agregado fino	42
2.2.8.10. Ajustes por Humedad y Absorción del Agregado	47
2.2.8.11. Cálculo de las proporciones en peso	48
2.2.8.12. Cálculo de las proporciones en volumen	48
2.2.8.13. Proporciones en volumen	49
2.2.9. Resistencia a la Compresión en el Laboratorio	49
2.2.10. Curado del Concreto	50
2.2.11. Ruptura de los Especímenes de Concreto	51
2.2.12. Módulo de Elasticidad	52
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	54
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	57
3.1. MATERIAL	57
3.1.1. Ubicación Geográfica de la cantera (La Victoria)	57
3.1.2. Descripción de la extracción de agregados	59
3.1.3. Campo experimental y laboratorio	59
3.1.4. Insumos	59
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	60
3.2.1. Tipo de investigación	60
3.2.2. Diseño de investigación	60
3.2.3. Variables	60
3.2.4. Población	60
3.2.5. Muestras	60
3.2.6. Unidad de análisis	62
3.3. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	62
3.3.1. Obtención de la muestra de agregados	62
3.3.2. Obtención de las propiedades físicas	62
3.3.2.1. Granulometría (NTP 400.012, ASTM C136)	62
3.3.2.2. Método de ensayo para calcular pesos volumétricos secos, sueltos y compactados (NTP 400.017, ASTM C29)	62
3.3.2.3. Método de ensayo para calcular peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022, ASTM C128)	63

3.3.2.4. Método de ensayo para calcular peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso (NTP 400.021, ASTM C127).....	64
3.3.2.5. Método de ensayo para calcular contenido de humedad (NTP 339.185, AST M C566)	65
3.3.2.6. Abrasión por la Maquina de los Ángeles (NTP 400.019, AST M C131)	66
3.3.2.7. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (NTP 400.018, AST M C117-95).....	67
3.4. ELABORACIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO	68
3.3.1. Práctica normalizada para la elaboración y curado de probetas de concreto en el laboratorio (NTP 339.183, AST M C92).....	68
3.3.2. Método de ensayo para calcular el slump del concreto fresco (NTP 339.035, AST M C143)	70
3.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	70
3.4.1. Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (NTP 339.034, AST M C39)	70
3.5. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	71
3.5.1. Análisis de las propiedades de los agregados.....	72
3.5.1.1. Abrasión (NTP 400.019, ASTM C-131).....	72
3.5.1.2. Ensayo Granulométrico (NTP 400.012, ASTM C-136)	72
3.5.1.3. Propiedades físico-mecánicas	74
3.5.2. Diseño de mezclas	74
3.5.2.1. Datos para la dosificación de la mezcla de concreto para $f'c= 210$ kg/cm ²	74
Tabla N° 24: Datos para preparar la mezcla	74
3.5.2.2. Resultados del diseño de mezcla de concreto para $f'c= 210$ kg/cm ² ..	75
3.5.2.3. Datos para la dosificación de la mezcla de concreto para $f'c= 280$ kg/cm ²	75
3.5.2.4. Resultados del diseño de mezcla de concreto para $f'c= 280$ kg/ cm ² .	76
3.5.2.5. Propiedades del concreto en estado fresco para $f'c= 210$ kg/ cm ²	76
3.5.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco para $f'c= 280$ kg/ cm ²	76
3.5.3. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto	77

3.5.3.1. Resumen de datos obtenidos para resistencia a la compresión $f'c= 210$ kg/ cm ²	77
3.5.3.2. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 210$ kg/cm ² y peso volumétrico con los tres métodos.....	78
3.5.3.3. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 210$ kg/cm ² y cantidad de cemento con los tres métodos	78
3.5.3.4. Resumen de datos obtenidos para resistencia a la compresión $f'c= 280$ kg/cm ²	79
3.5.3.5. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 280$ kg/cm ² y peso volumétrico con los tres métodos.....	80
3.5.3.6. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 280$ kg/cm ² y cantidad de cemento con los tres métodos	80
3.5.4. Módulo de elasticidad teórico	81
4.5.1. Módulo de elasticidad para concreto $f'c= 210$ kg/cm ²	81
4.5.2. Módulo de elasticidad para concreto $f'c= 280$ kg/cm ²	82
CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
4.1. DISCUSIÓN A LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	84
4.2. DISCUSIÓN AL DISEÑO DE MEZCLAS Y A LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	85
4.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO y PESOS VOLUMÉTRICOS	86
4.4. DISCUSIÓN AL MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO	88
4.5. CONTRASTE DE LA HIPOTESIS	88
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1. CONCLUSIONES	89
5.2. RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01 valores permisibles del agua con relación al cemento	14
Tabla N° 02 Límites de granulometría según el A.S.T.M.	16
Tabla N° 03 Requerimientos de granulometría para agregados gruesos.	20
Tabla N° 04 Ejemplo para demostración de TM Y TMN.	21
Tabla N° 05 Constituyentes típicos de Portland clinker más yeso	23
Tabla N° 06 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra	32
Tabla N° 07 Resistencia promedio requerida a la compresión cuando no hay datos estadísticos que permitan determinar la desviación estándar.....	32
Tabla N° 08 Valores de coeficiente de modificación para la desviación estándar cuando hay disponibles menos de 30 resultados.....	32
Tabla N° 09 Consistencia y asentamientos.....	33
Tabla N° 10 Asentamientos (revenimientos) recomendados para diversos tipos de obras	34
Tabla N° 11 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados... ..	36
Tabla N° 12 Contenido de agua de mezcla.....	38
Tabla N° 13 Relación agua/cemento y resistencia a compresión del concreto	39
Tabla N° 14 Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.....	40
Tabla N° 15 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (1m ³).....	41
Tabla N° 16 Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco	43
Tabla N° 17 Porcentaje de agregado fino	45
Tabla N° 18 Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco	46
Tabla N° 19 Carga Abrasiva.....	66

Tabla N° 20 Gradación de las muestras de ensayo	66
Tabla N° 21: Resultados del Ensayo a la Abrasión.....	72
Tabla N° 22: Resultados del Ensayo Granulométrico	72
Tabla N° 23: Resultados de las propiedades de los agregados.....	74
Tabla N° 24: Datos para preparar la mezcla	74
Tabla N° 25: Resultados del diseño de mezclas corregidos por humedad	75
Tabla N° 26: Datos para preparar la mezcla	75
Tabla N° 27: Resultados del diseño de mezclas corregidos por humedad	76
Tabla N° 28: Resultados promedio para el concreto fresco $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	76
Tabla N° 29: Resultados promedio para el concreto fresco $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	76
Tabla N° 30: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto.....	77
Tabla N° 31: Comparación de métodos Vs resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico.....	78
Tabla N° 32: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto.....	79
Tabla N° 33: Comparación de métodos Vs resistencia $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico.....	80
Tabla N° 36: Valores para el cálculo del módulo de elasticidad para un concreto 210 kg/cm^2	81
Tabla N° 37: Resultados del módulo de elasticidad a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	82
Tabla N° 38: Valores para el cálculo del módulo de elasticidad para un concreto 280 kg/cm^2	82
Tabla N° 39: Resultados del módulo de elasticidad a la compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	83

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01 Huso granulométrico del agregado fino	17
Figura N° 02 Factores que afectan los resultados del cilindro	52
Figura N° 03 Módulo de elasticidad del concreto	54
Figura N° 04 cuadro de coordenadas cantera La Victoria.....	57
Figura N° 05 Localización de la cantera La Victoria de la provincia de Chiclayo	58
Figura N° 06 Ubicación de la cantera La Victoria de la provincia de Chiclayo	58
Figura N° 07 Curva Granulométrica del Agregado Fino	73
Figura N° 08 Curva Granulométrica del Agregado Grueso	73
Figura N° 09 Comparación de la Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm ² a los 7,14 y 28 días	77
Figura N° 10 Relación cemento vs resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ kg/cm ²	78
Figura N° 11 Comparación de la Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm ² a los 7,14 y 28 días	79
Figura N° 12 Relación cemento vs resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm ²	80

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	96
ANEXO 2: DISEÑO DE MEZCLAS.....	105
ANEXO 3: PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	125
ANEXO 4 : FICHA TECNICA DEL CEMENTO	131
ANEXO 5 : CERTIFICADO ACREDITACIÓN DE LABORATORIO	132
ANEXO 6 : CERFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA PRENSA	133
ANEXO 7: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECIMENES	136
ANEXO 8 : INFORME DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO FERMATI.....	145
ANEXO 9 : PANEL FOTOGRÁFICO	157

RESUMEN

Esta tesis se realizó en la ciudad de Chiclayo, tuvo por objetivo comparar tres métodos de diseño, con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo, con la finalidad de determinar cuál método de diseño es el más adecuado que nos permita seleccionar un concreto con resistencias a la compresión de 210 y 280 kg/cm² con la menor cantidad de cemento; cumpliendo con los requisitos para una implementación eficiente y económica en la ejecución de obras. Los métodos empleados fueron: ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados. Para la dosificación se empleó cemento portland antisalitre Ms Pacasmayo - Mochica con agregados de la cantera La Victoria que es la más representativa de la región y sin el uso de aditivos. Se realizaron ensayos en el laboratorio de ensayo de materiales bajo parámetros o indicadores de diseño como: prueba de revenimiento en el cono de abrams, especímenes de concreto de 15 x 30 cm, los ensayos de resistencia a la compresión del concreto se hicieron a las edades de 7, 14 y 28 días para un total de 180 especímenes (90 especímenes para 210 kg/cm² y 90 especímenes para 280 kg/cm²). Al realizar la comparación entre los tres métodos de diseño se obtuvo como resultado a los 28 días, que el método ACI es el que genera mayores resistencias especificadas en 210 y 280 kg/cm² con la menor cantidad de cemento alcanzando resistencias promedias de 224.56 y 304.78 kg/cm² respectivamente.

Palabras clave: Agregados, Concreto, Resistencia a compresión, ACI, Walker, Módulo de fineza.

ABSTRACT

This thesis was carried out in the city of Chiclayo, the objective was to compare three methods of design, with aggregates from the La Victoria quarry in the city of Chiclayo, in order to determine which design method is the most appropriate that allows us to select a concrete with compressive strengths of 210 and 280 kg/cm² with the least amount of cement; complying with the requirements for an efficient and economic implementation in the execution of works. The methods used were: ACI, Walker and Fineness Modulus of the combination of aggregates. For the dosaje, Ms Pacasmayo - Mochica anti-salt portland cement was used with aggregates from the La Victoria quarry, which is the most representative in the region and without the use of additives. Tests were carried out in the materials testing laboratory under design parameters or indicators such as: slump test in the Abrams cone, 15 x 30 cm concrete specimens, concrete compressive strength tests were made at ages of 7, 14 and 28 days for a total of 180 specimens (90 specimens for 210 kg/cm² and 90 specimens for 280 kg/cm²). When making the comparison between the three design methods, it was obtained as a result at 28 days that the ACI method is the one that generates the highest specified resistances at 210 and 280 kg/cm² with the least amount of cement, reaching average resistances of 224.56 and 304.78 kg/cm² respectively.

Keywords: Aggregates, Concrete, Compressive strength, ACI, Walker, Modulus of fineness.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados de la historia. Su uso mundial, es el doble que el acero, la madera, los plásticos y el aluminio combinados. A nivel global, se prevé que la industria del concreto premezclado, el segmento más grande del mercado del concreto, exceda los \$ 600 mil millones en ingresos para el 2025 (Singh, 2018).

Una mezcla de concreto es una combinación de elementos principales en varias proporciones: cemento, agua, agregados gruesos, agregados finos y aire, es un importante material de construcción utilizado ampliamente en edificios, puentes, carreteras y presas. Sus usos van desde aplicaciones estructurales, hasta pavimentos, bordillos, tuberías y desagües (Person, 2019).

Para determinar las proporciones exactas de cada material se realiza un diseño de mezclas de concreto, el cual es una práctica bien establecida en todo el mundo. La mayoría de los países han estandarizado sus métodos de diseño de mezcla de concreto. El diseño de la mezcla de concreto implica un proceso de preparación en el que una mezcla de ingredientes crea la resistencia y durabilidad requeridas para la estructura del concreto. Debido a que cada ingrediente de la mezcla tiene diferentes propiedades, no es una tarea fácil crear una gran mezcla de concreto.

Finalmente, debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado. (Huanca, 2016).

Por esta razón, es importante conocer los diferentes métodos de diseño de mezcla existentes. La metodología que se aplicó en esta tesis consistió en comparar 03 métodos convencionales los cuales son: ACI, Walker y Módulo de fineza de la combinación de agregados, a fin de determinar cuál es el método más adecuado, para ello se realizaron 30 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura para cada combinación de método, sumando un total de 180 probetas ensayadas en el laboratorio FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC de la ciudad de Chiclayo cumpliendo además con las normas establecidas. Las resistencias de diseño fueron de $f'c=210$ kg/cm² y 280 Kg/cm², por ser valores más usados para el cálculo estructural en

edificaciones, en relación a los materiales, el cemento empleado fue Portland tipo MS de la cementera Pacasmayo y el agregado de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo, sin el uso de aditivos.

Esta tesis validó que, al comparar los tres métodos convencionales, se pudo concluir que el método de diseño ACI para concretos en 210 y 280 Kg/cm² obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento; debido a ello, en función a los resultados obtener una visión amplia de los métodos y variables que los autores consideren esenciales en el proceso de mezcla del concreto.

1.1 Planteamiento del problema

Según (CAPECO, 2018) “En el Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90%”.

En la ciudad de Chiclayo los principales problemas están relacionado con las construcciones empíricas sin ningún tipo de consideraciones ni métodos de ingeniería entre ellos, el diseño de mezcla, el que es uno de los pilares fundamentales para la construcción con el uso de concreto, en la mayoría de obras se encuentran procesos que se realizan de forma mecanizada, sin seguir ningún proceso ni diseño y tampoco la asesoría de un ingeniero. Al mencionar proceso mecanizado se hace referencia a que los constructores usan generalmente la misma cantidad de materiales para una resistencia requerida, sin tener en cuenta las propiedades de los materiales, y mucho menos el tratamiento que debe tener cada concreto al finalizar la elaboración de la mezcla, esto ocasiona que el concreto no alcance los estándares óptimos ni en resistencia ni en durabilidad.

Un concreto debe cumplir con las especificaciones técnicas; para que la estructura tenga una adecuada funcionalidad y cumpla con el tiempo de vida para la cual fue diseñada.

Existen varios métodos de diseños de mezcla, donde existen diferencias significativas en la cantidad de material requerido para diseñar cada mezcla, y más específicamente, nos referimos a la cantidad de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua que se requieren para un metro cubico de concreto, que

muchas veces tiene que ver con el costo y la resistencia con la que se quiere diseñar lo cual debe ser adecuado para satisfacer las necesidades de la sociedad.

Según la (Norma E 0.60) en el capítulo 21 los concretos en elementos resistentes a fuerzas utilizados en zonas sísmicas deben ser los que tengan una resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 210 kg/cm^2 por lo que en esta investigación se estudió concretos $f'_c=210$ y 280 Kg/cm^2 .

Esta tesis tuvo como propósito hacer una evaluación comparativa en cuanto a resistencia con los tres métodos de diseño de mezcla los cuales son; ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados, para así determinar cuál de los métodos es el más adecuado a tener en cuenta al diseñar concretos $f'_c=210$ y 280 Kg/cm^2 .

Para ello se utilizó agregado de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo para determinar no solo las diferencias que existen en los métodos de diseño de mezclas, sino también determinar qué grado de resistencia alcanzó con cada uno de los métodos y con cual trabaja mejor.

Por las razones anteriores, los ingenieros de la construcción deben tener una visión más amplia de la elección del diseño de mezcla y sus variables, teniendo en cuenta las propiedades del material y las condiciones de operación, para determinar el más óptimo y garantizar los resultados esperados y así no depender de un único método. Y del mismo modo ayudar a quienes construyen de forma empírica y mejorar sus procesos de construcción con un concreto diseñado acorde a las características de los agregados y condiciones ambientales del lugar de construcción.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál de los métodos de diseño ACI, Walker y Módulo de fineza genera mayor resistencia con menor cantidad de cemento al diseñar concretos $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo?

1.3 Hipótesis de investigación

El método de diseño de mezcla Módulo de Fineza genera una resistencia a la compresión mayor al 5% con la menor cantidad de cemento con respecto a los métodos ACI y Walker al diseñar concretos 210 y 280 Kg/cm^2 .

1.4 Justificación de la investigación

El diseño de mezclas es de gran importancia para obtener concreto, pues estos se realizan sin ningún tipo de criterio, lo hacen de manera empírica, aun sin tener una dosificación adecuada, por consiguiente este proyecto de tesis se realizó basándose en el Diseño de mezclas con métodos convencionales, con la finalidad de evaluar los resultados que permitirán diferenciar entre los métodos de mezcla ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para determinar el método más adecuado para obtener resistencias a la compresión en concretos de 210 y 280 Kg/cm^2 con agregados de la cantera La Victoria.

Esta investigación se justifica porque surge de la necesidad de comparar métodos de diseños, basados en parámetros normados; además de brindar información a la población chiclayana y empresas que operan en la industria de la construcción sobre los diferentes métodos de diseños de mezclas que existen pudiendo elegir el más conveniente.

1.5 Alcances de la investigación

La trascendencia de esta investigación radica en brindar el conocimiento tanto para profesionales como para aquellas personas implicadas en el rubro de la construcción y una contribución para los estudiantes que deseen complementar o seguir con futuras investigaciones relacionadas.

Esta tesis se realizó con los agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo empleando cemento Pacasmayo tipo MS para la elaboración de los especímenes de concreto para resistencias a la compresión de 210 y 280

Kg/cm². Asimismo, los resultados obtenidos y recomendaciones establecidas darán al lector un mejor conocimiento sobre los diseños de mezcla determinando el más adecuado diseño para la construcción, considerando los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para una mejor calidad de concreto.

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

1.6.1. Delimitaciones de la investigación

Este proyecto de tesis se realizó con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo, utilizando los métodos de diseño ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para determinar el método de diseño más adecuado para obtener resistencias de compresión promedio del concreto para $f'c=210$ y 280 Kg/cm².

1.6.2. Limitaciones de la investigación

Estos resultados solo servirán para la cantera en mención, no pudiéndose generalizar los resultados para otras canteras. Por otra parte, no se realizó ensayos a flexión, módulo de elasticidad, durabilidad, permeabilidad y costos.

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1. Objetivo General:

Comparar la resistencia de concretos $f'c=210$ y 280 kg/cm² con los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados para determinar el más adecuado con la menor cantidad de cemento mediante ensayos de laboratorio.

1.7.2. Objetivo Específico:

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo para diseñar concretos $f'c =210$ y 280 kg/cm² con los tres métodos de diseño de mezcla.
- Efectuar y comparar la dosificación para concretos $f'c =210$ y 280 kg/cm² por los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo.

- Determinar el método de diseño de mezclas con el que se obtiene mayor resistencia a la compresión con la menor cantidad de cemento al diseñar concretos $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .
- Determinar la resistencia a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días para concretos $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo empleando los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza de la combinación de agregados.
- Determinar los pesos volumétricos por cada método de diseño para concretos $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos

2.1.1. A nivel internacional

A nivel internacional no se ha comparado los tres métodos, sin embargo, como antecedentes internacionales utilizan otros métodos de diseño que no son muy conocidos en el Perú, pudiéndose mostrar dentro de las investigaciones internacionales las siguientes:

Prakash (2014) en su investigación titulada “Comparación de los métodos de IS, BS Y ACI concreto mezcla de diseño y propuesta de función Diseño basado en ecuaciones” para el instituto de Tecnología de Bhilai – India. En este documento, se comparan los procedimientos de diseño de mezcla del método IS - Pautas de dosificación de la mezcla de concreto (Bureau of Indian Standards-IS10262-2009), el método BS (BS EN 206-1 y sus estándares complementarios BS 8500 partes 1 y 2) y, ACI Se presenta el método (ACI 211, 211.1-91, reprobado -2002) y combinando los resultados de las pruebas de estos métodos, se propone "diseño basado en ecuaciones de función de mezclas de concreto normales". Se observó que la relación agua-cemento es más alta en el método BS, mientras que la más baja en el método IS. El contenido total de agregados y la relación de agregados de cemento en el método BS es muy alto en comparación con los otros dos métodos. Las mezclas diseñadas por el método BS no lograron alcanzar la resistencia media objetiva. La principal razón de la falla parece deberse al uso de una alta relación agua-cemento, menos cantidad de contenido de agua, menos cantidad de cemento y mayor cantidad de contenido de agregados.

El método propuesto: “diseño basado en ecuaciones de función de mezclas de concreto normales” utiliza ecuaciones de función simples que dan una relación entre la resistencia a la compresión del concreto durante 28 días y varios parámetros que influyen en el diseño de la mezcla. No hay necesidad de gráficos, tablas, etc. Este método proporciona menos cantidad de cemento que los otros dos métodos, por lo que parece ser más económico. El método propuesto se valida experimentalmente en el laboratorio para los grados de

concreto -15MPa, 20MPa, 25MPa, 30MPa y 35MPa, y se logró la resistencia deseada. El método propuesto puede usarse para el diseño de mezclas de concreto normales de grados de resistencia media y también por los ingenieros de campo para una rápida detección de mezclas de concreto que se producen en los sitios de construcción.

Singh & Sood, (2015) en su tesis titulada “**Evaluación de los grados de concreto M35 y M40 por los métodos de diseño de mezcla ACI, DOE, USBR y BIS**” para la **Revista Internacional de Investigación de Ingeniería y Tecnología (IRJET)** – India. El programa experimental se llevó a cabo para comparar el método de diseño de mezcla ACI, BIS, DOE y USBR. Los grados de hormigón M35 y M40 se utilizaron para llevar a cabo la comparación basada en las propiedades mecánicas del hormigón. Se observó que todos los métodos alcanzaron la resistencia media, en el caso de M40 o M35, excepto el método ACI en el caso de M40, para el cual se debe aumentar el contenido de cemento para cumplir con los requisitos mínimos de resistencia. La comparación general muestra que el método USBR ofrece los mejores resultados entre los cuatro métodos de diseño de mezcla comparados en términos de resistencia, resistencia y durabilidad, pero el método es un poco más caro que el método DOE. El método DOE ha sido reconocido por ofrecer un rendimiento óptimo en un presupuesto económico relativo, excepto cuando la tenacidad del concreto no es una preocupación obligatoria. Por lo tanto, en la práctica diaria de concreto donde solo se requiere resistencia y durabilidad en un presupuesto comparativamente bajo, el método de diseño de concreto DOE debe practicarse con la estipulación de que la tenacidad del concreto no es un requisito primordial, y donde las condiciones del sitio requieren resistencia, tenacidad y durabilidad lado a lado, independientemente del presupuesto, se puede practicar el método USBR para obtener resultados óptimos.

2.1.2. A nivel Nacional

Vasquez, (2013) en su tesis titulada “**Obtención del mejor método para elaborar el diseño de mezclas de concreto, al comparar los métodos Ací Fuller, Walker y módulo de fineza de la combinación de los agregados, para una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (a los 28 días)**” en

la Universidad Nacional De Cajamarca. Tuvo por objetivo determinar cuál método de diseño, con agregados de río de la cantera Huayrapongo, el cual permita obtener un concreto que más se aproxime a una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 ; con la finalidad de dar a conocer que método se debería utilizar para facilitar la obtención de un concreto de esta resistencia para que cumpla las especificaciones técnicas de las obras civiles. Los métodos de diseño con los que se trabajó para obtener el concreto que más se aproximó a la resistencia exacta a la compresión de 210 kg/cm^2 fueron: ACI, Füller, Walker y Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados. Se diseñó con la resistencia mencionada debido a que es sencilla de lograr sin el uso de aditivos. Experimentalmente el método ACI fue el que más se aproximó a la resistencia de 210 kg/cm^2 con una resistencia última promedio de 282.95 kg/cm^2 y la resistencia con el diseño del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados fue la que se distanciaba con 326.81 kg/cm^2 . Ajustando los diseños de acuerdo a las resistencias últimas obtenidas con la Ley de Powers se pudo obtener que el método más económico es el Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.

Morales, (2019) en su investigación titulada “Estudio comparativo de 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia de compresión del concreto” para la Universidad Nacional de Trujillo. Cuyo objetivo fue comparar 3 métodos de diseño de mezclas en la resistencia de compresión del concreto de 210 y 175 kg/cm^2 . Los métodos usados fueron ACI 211, Walker y Módulo de Finura. Se elaboraron 03 especímenes para cada combinación de resistencia, edad y método para 7,14,21 y 28 días de curado. Concluyendo estadísticamente que el método de diseño Walker con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 obtuvo mejores resultados que el ACI Y Módulo de Finura, alcanzando una resistencia de 301 kg/cm^2 a los 28 días de curado.

2.1.3. A nivel Local

No existe un estudio comparativo acerca de los diferentes métodos de diseño de mezclas en la ciudad de Chiclayo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Definición del concreto

Belyaev (2017) define que “el concreto es un material de piedra artificial, obtenido como resultado del endurecimiento de una mezcla adecuadamente seleccionada, completamente mezclada y compactada de un aglomerante, agua, agregados y, si es necesario, aditivos especiales”.

2.2.2. Características del concreto

Sánchez (2021) Indica que: “Las principales características del concreto son importantes para determinar las proporciones adecuadas para cada tipo de estructura en el que se requiera su uso”. Así que antes de que empieces con la preparación del concreto, es necesario conocer algunas de las características que tiene este importante material:

- Resistencia y durabilidad, el concreto se utiliza en la mayoría de los edificios, puentes, túneles y presas por su gran fuerza y resistencia. Esta fuerza se incrementa además con el tiempo. Se ha comprobado que las estructuras de concreto pueden soportar desastres naturales tales como huracanes o terremotos, prueba de ello son edificios tan antiguos como el Coliseo romano, que a día de hoy siguen en pie.

El Concreto ofrece una gran durabilidad ya que no es debilitado por la humedad, el moho o las plagas.

- Versatilidad, gracias a su versatilidad, el concreto puede encontrarse en construcciones como edificios, túneles, presas, pistas de aterrizaje, pavimentos, sistemas de alcantarillado e incluso en nuestras carreteras.
- Asequibilidad, el concreto es uno de los materiales de construcción más asequibles, si lo comparamos con otros como el acero, que acarrea unos costes más altos de producción.
- Densidad, este indicador es la relación entre la masa de concreto y su volumen (kg / m^3). La densidad tiene una gran influencia en la calidad del material en general, y en su resistencia en particular. Es decir, a mayor densidad, más duradero es el concreto. Este indicador se ve afectado por

la presencia de poros en el material. Se forman, por regla general, en el proceso de concretar. Por ejemplo, durante la evaporación del exceso de agua, que no reaccionó con el cemento en el momento en que comenzó a endurecerse, como resultado de una mezcla pobre de la mezcla de concreto.

- Las características de resistencia a las heladas son un parámetro importante al comprar mezclas de concreto que estarán en contacto con el ambiente exterior. Antes de que el fabricante marque la solución para la resistencia a las heladas, el concreto se somete a una serie de pruebas de laboratorio en muestras estándar. Los experimentos continúan hasta que los valores de fuerza comienzan a disminuir.
- Resistente al fuego, una de las características intrínsecas del concreto, lo que convierten a este material en una de las mejores opciones a la hora de reforzar la protección antiincendios de un edificio.

2.2.3. Propiedades del concreto

2.2.3.1. Trabajabilidad y Consistencia

“La trabajabilidad del concreto es la propiedad del concreto recién mezclado, que determina la facilidad y la homogeneidad con que se puede mezclar, colocar, consolidar y acabar, según lo define la norma ACI 116R-90” (ACI, 1999).

ASTM lo define como “esa propiedad que determina el esfuerzo necesario para manipular una cantidad recién mezclada de concreto con una pérdida mínima de homogeneidad”.

Factores que afectan la trabajabilidad del concreto:

- Relación agua-cemento
- Cantidad y tipo de Agregado
- Cantidad y tipo de cemento
- Condiciones climáticas
- Aditivos químicos
- Distancia de transporte

La consistencia es la movilidad relativa o la capacidad del flujo de concreto recién mezclado. Incluye toda la gama de fluidez desde las mezclas más secas hasta las más húmedas posibles. “Slump es un término más específico para un tipo de medición de la consistencia del concreto”. (ACI, 2007)

2.2.3.2. Segregación

De acuerdo con Chouhan (2020), la segregación se puede definir como la separación de los materiales constituyentes del concreto. Un buen concreto es aquel en el que todos los ingredientes se distribuyen correctamente para hacer una mezcla homogénea. La causa principal de la segregación en el concreto son las diferencias considerables en el tamaño y la gravedad específica de los ingredientes, debido a estas diferencias, el agregado se separe de la matriz y provoca la segregación en el concreto.

La segregación puede ser de tres tipos:

- Agregado grueso que se separa o se asienta del resto de la matriz.
- Separación de la pasta de cemento del concreto durante su etapa plástica.
- El agua que se separa del resto del material es un material de gravedad específica más baja.

Condiciones causantes de la segregación:

- Mezcla mal proporcionada donde no hay suficiente matriz para unir y contener los agregados.
- Concreto insuficientemente mezclado con exceso de contenido de agua.
- Caída de concreto desde alturas como en el caso de colocación de concreto en columnas.
- Cuando el concreto se descarga de un mezclador mal diseñado, o de un mezclador con cuchillas desgastadas.

- El transporte de concreto mediante cintas transportadoras, carretillas, largas distancias en dumpers, elevaciones largas por saltos y grúas son las otras situaciones que promueven la segregación del concreto.

Efectos nocivos que produce la segregación del concreto:

- Alta permeabilidad del concreto.
- Baja resistencia a la compresión.
- Mal acabado de las superficies.

2.2.3.3. Resistencia

“La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión”. (Avanto C. F., 1952, pág. 47)

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

2.2.3.4. Exudación

InterNACHI (2016) Señala que “la exudación es un material líquido o viscoso, similar a un gel que se descarga a través de un poro, una grieta o una abertura en la superficie del concreto. La presencia de exudación es una fuerte indicación de que el agrietamiento ha sido causado por reacción de sílice alcalina (ASR)”.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma de la utilización de aditivos y de la temperatura en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

2.2.4. Materiales y componentes del concreto

2.2.4.1. Agua

Álvarez (2021) el agua es el ingrediente clave, que cuando se mezcla con cemento, forma una pasta que une al agregado. El agua provoca el endurecimiento del concreto mediante un proceso llamado hidratación. La hidratación es una reacción química en la que los principales compuestos del cemento forman enlaces químicos con moléculas de agua y se convierten en hidratos o productos de hidratación. Los detalles del proceso de hidratación se exploran en la siguiente sección. El agua debe ser pura para evitar que se produzcan reacciones secundarias que puedan debilitar el concreto o interferir en el proceso de hidratación. El papel del agua es importante porque la proporción de agua y cemento es el factor más crítico en la producción de concreto "perfecto". Demasiada agua reduce la resistencia del concreto, mientras que muy poco hará que el concreto no funcione. El concreto necesita ser moldeable para que pueda ser consolidado y configurado en diferentes formas (es decir, paredes, cúpulas, etc.). Debido a que el concreto debe ser fuerte y viable, se requiere un cuidadoso equilibrio de la relación de cemento y agua al hacer concreto.

La baja relación agua a cemento conduce a una alta resistencia, pero baja trabajabilidad. La alta relación agua a cemento conduce a una resistencia baja, pero buena trabajabilidad. A continuación, mostramos los valores admisibles:

Tabla N° 01 valores permisibles del agua con relación al cemento

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Abanto (1992, pág. 21)

2.2.4.2. Agregados

a. Definición

Gambhir (2014) argumenta que “los agregados son materiales granulares inertes como arena, grava o piedra triturada que, junto con el agua y el cemento Portland, son un ingrediente esencial en el concreto”.

Para obtener una buena mezcla de concreto, los agregados deben ser limpios, duros, partículas fuertes libres de productos químicos absorbidos o recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que podrían causar el deterioro del concreto. Los agregados, que representan de 60 a 75 por ciento del volumen total de concreto, se dividen en dos categorías distintas: fina y gruesa. Los agregados finos generalmente consisten de arena natural o piedra triturada, y la mayoría de las partículas pasan a través de un tamiz de 3/8 pulgadas. Los agregados gruesos son cualquier partícula mayor que 0.19 pulgadas, pero generalmente varían entre 3/8 y 1.5 pulgadas de diámetro.

b. Clasificación:

La calificación se refiere a la determinación de la distribución del tamaño de partícula para el agregado. Los límites de clasificación y el tamaño máximo del agregado se especifican porque estas propiedades afectan la cantidad de agregado utilizado, así como los requisitos de cemento y agua, la capacidad de trabajo, la capacidad de bombeo y la durabilidad del concreto. Los agregados se clasifican en:

- Agregados finos: Arena fina, Arena gruesa.
- Agregados gruesos: Grava, Piedra.

c. Agregados finos.

“Los agregados finos son esencialmente cualquier partícula de arena natural obtenida de la tierra a través del proceso de extracción. Los agregados finos consisten en arena natural o cualquier partícula de piedra triturada de 1/4” o más pequeña”. Este producto a menudo se denomina

1/4" menos, ya que se refiere al tamaño o clasificación de este agregado en particular.

La distribución del tamaño de las partículas de arena tiene una influencia directa en la resistencia a la tensión y al esfuerzo de los productos de concreto. Si la arena contiene una mayoría de partículas de tamaño idéntico, la unión natural no puede ocurrir. Una arena "bien graduada" contiene una amplia gama de tamaños de partículas.

Según el Reglamento Nacional de edificaciones (2018) especifica la granulometría de la arena en concordancia con las Normas del ASTM C33. Los requerimientos se dan en la siguiente tabla:

Tabla N° 02 límites de granulometría según el A.S.T.M.

Malla		Porcentaje que pasa (acumulativo)		
3/8"	9.5 mm			100
N° 4	4.75 mm	95	a	100
N° 8	2.36 mm	80	a	100
N° 16	1.18 mm	50	a	85
N° 30	600 pm	25	a	60
N° 50	300 pm	10	a	30
N° 100	150 pm	2	a	10

Fuente: Abanto (1992, pág. 24)

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante un gráfico, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa la malla y las abscisas, las aberturas correspondientes. La Figura N° 01 representa las curvas envolventes de la norma.

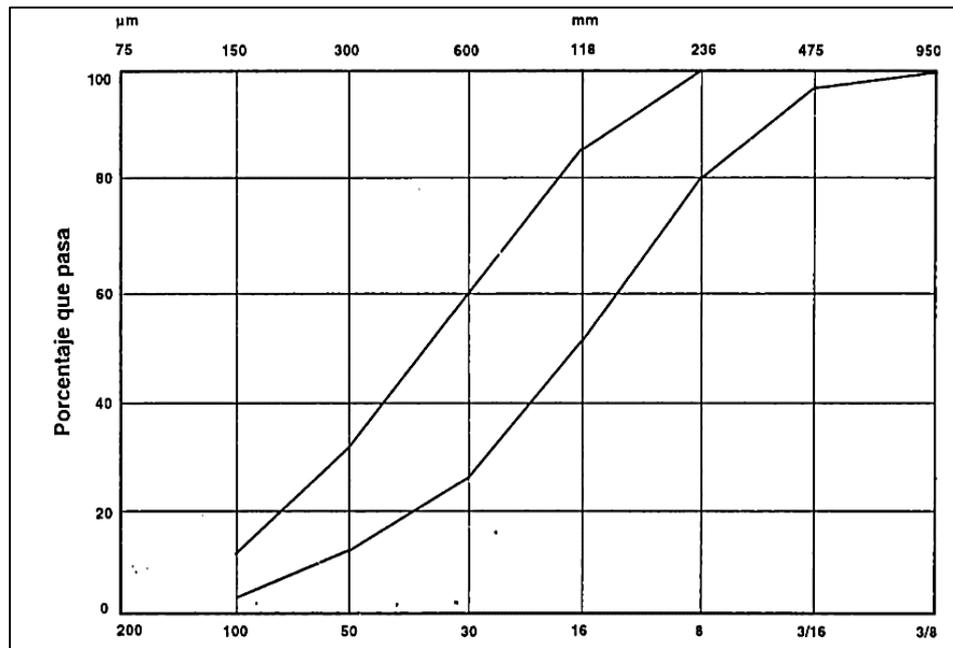


Figura N° 01 Huso granulométrico del agregado fino

Fuente: Abanto (1992, pág. 25)

En su informe tecnológico Brys (2002) sostiene que se requieren diferentes tamaños de grano para una unión apropiada, entre otras cosas por las siguientes razones:

- Una diversidad de tamaños de partículas reduce la prevalencia de vacíos;
- Un alto número de puntos de contacto en el agregado permite que el cemento se adhiera a las partículas.
- La ausencia de huecos (densidad) previene el encogimiento excesivo (desarrollo de micro-grietas) durante el fraguado.
- Partículas finas y medianas llenan los huecos e impiden que la leche de cemento se filtre durante la fase de vibración.
- Una proporción excesiva de "finos" requerirá agua adicional para obtener una buena trabajabilidad; esto reduce la resistencia general del mortero.

El análisis del tamaño de partícula (granulometría) garantiza la adecuación de una arena dada a la tecnología. Una muestra de arena seca se tamiza a través de pantallas de malla cuadrada o redonda. En muchos países, los laboratorios de obras públicas tienen el equipo de prueba y pueden ofrecer este servicio.

d. Agregados gruesos

Según indica Meyer (2012):

El agregado de construcción, o simplemente "agregado", es una categoría amplia de material particulado de grano grueso a medio utilizado en la construcción, que incluye arena, grava, piedra triturada, escoria, concreto reciclado y agregados geosintéticos. Los agregados son los materiales más extraídos en el mundo. Los agregados son un componente de los materiales compuestos, como el concreto y el asfalto; el agregado sirve como refuerzo para agregar resistencia al material compuesto general. Aquellas partículas que se retienen predominantemente en el tamiz de 4.75 mm (Nº. 4) y que pasarán a través de la pantalla de 3 pulgadas, son los límites establecidos según NTP 400.012.

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales publica una lista exhaustiva de especificaciones que incluyen ASTM D 692 y ASTM D 1073 para varios productos agregados de construcción que, por su diseño individual, son adecuados para fines de construcción específicos.

De acuerdo con Willett (2017) "la piedra triturada generalmente puede sustituir la arena y la grava, y viceversa". Hay solo unos pocos materiales naturales que tienen las propiedades necesarias para hacer un reemplazo en especie para el agregado. Los tipos más comunes de roca procesada en piedra triturada incluyen piedra caliza, dolomita, granito y traprock. Cantidades más pequeñas de mármol, pizarra, arenisca, cuarcita y ceniza volcánica también se utilizan como agregados de construcción.

La piedra triturada se usa principalmente como agregado para la construcción y mantenimiento de carreteras. También se utiliza para hacer cemento y cal y otras aplicaciones químicas, y en la agricultura.

Granulometría: El agregado grueso deberá estar gradado dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.012 o en la Norma A.S.T.M. C33, los cuales están indicados en la siguiente tabla:

Tabla N° 03 Requerimientos de granulometría para agregados gruesos.

N° A.S.T.M.	tamaño nominal	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (5")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)
1	90 a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 250 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	325 a 19.0 mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	375 a 4.75 mm (1 1/2" a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25.0 a 12.5 mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	25.0 a 4.75 mm (1" a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5 mm (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19.0 a 4.75 mm (3/4" a N° 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (3/8" a N° 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N° 6)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: Abanto (1992, pág. 27)

Tamaño máximo:

Khand (2014) Hace las siguientes definiciones:

La abertura de tamiz más pequeña a través de la cual se requiere que pase la cantidad total de agregado se llama tamaño máximo.

La abertura de tamiz más pequeña a través de la cual se permite que pase la cantidad total de agregado se denomina tamaño máximo nominal.

Por ejemplo, para el agregado que cumpla con los límites de especificación que se muestran a continuación, tendría un tamaño máximo de 37.5 mm (1-1 / 2 pulg.) Y un tamaño máximo nominal de 25.0 mm (1 pulg.).

Tabla N° 04 Ejemplo para demostración de TM Y TMN.

Tamaño del tamiz	Límites de especificación: porcentaje que pasa
37.5 mm	100
25 mm	95-100
12.5 mm	25-60
4,75 mm	0-10
2,36 mm	0-5

Fuente: Khand (2014)

2.2.4.3. Cemento

a. Cemento Portland

Blezar (2014) Menciona que: el cemento Portland es el tipo más común de cemento de uso general en todo el mundo como ingrediente básico del concreto , el mortero, el estuco y la lechada no especializada. Fue desarrollado a partir de otros tipos de cal hidráulica en Inglaterra a mediados del siglo XIX y generalmente se origina en piedra caliza . Es un polvo fino , producido al calentar minerales calizos y arcillosos en un horno para formar clinker , moler el clinker y agregar de 2 a 3 por ciento de yeso. Hay varios tipos de cemento Portland disponibles. El más común, llamado cemento Portland ordinario (OPC), es el gris, pero también está disponible el cemento Portland blanco.

Tiene la propiedad desarrollado por la reacción de sus constituyentes con agua, llamado aglutinante hidráulico. La contribución de cemento en las propiedades de mortero se dirige principalmente a la resistencia mecánica. Además, el hecho de estar compuesto de partículas finas contribuye a la retención de la mezcla de agua y plasticidad.

b. Composición

La Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.) (2015) Define el cemento Portland como cemento hidráulico (cemento que no solo se endurece al reaccionar con agua, sino que también forma un producto resistente al agua) producido al pulverizar que consisten esencialmente en silicatos de calcio hidráulicos, que generalmente contienen uno o más de formas de sulfato de calcio como una adición entre el suelo. La norma europea EN 197-1 utiliza la siguiente definición:

Clinker de cemento Portland es un hidráulico material que estará compuesto de al menos dos tercios en masa de silicatos de calcio, ($3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$, y $2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), estando constituido el resto aluminio y fases del clinker que contienen hierro y Otros compuestos. La relación de CaO a SiO_2 no será inferior a 2.0. El contenido de óxido de magnesio (MgO) no debe superar el 5,0% en masa. Los clinkers constituyen más del 90% del cemento, junto con una cantidad limitada de sulfato de calcio (CaSO_4 , que controla el tiempo establecido), y hasta un 5% de constituyentes menores (rellenos) según lo permitido por varias normas. Los clinkers son nódulos (diámetros, 0.2–1.0 pulgada [5.1–25.4 milímetros]) de un material sinterizado que se produce cuando una mezcla cruda de composición predeterminada se calienta a alta temperatura. La reacción química clave que define al cemento Portland de otras cales hidráulicas ocurre a estas altas temperaturas ($> 1,300^\circ \text{C}$ ($2,370^\circ \text{F}$) cuando la belita (Ca_2SiO_4) se combina con el óxido de calcio (CaO) para formar alita (Ca_3SiO_5).

c. Materia prima

Según Meade (2014) argumenta que:

Para lograr las cualidades de fraguado deseadas en el producto terminado, se agrega una cantidad (2–8%, pero típicamente 5%) de sulfato de calcio (generalmente yeso o anhidrita) al clinker, y la mezcla se tritura finamente para formar el cemento terminado. polvo. Esto se logra en un molino de cemento. El proceso de trituración se controla para obtener un polvo con un amplio rango de tamaño de partícula, en el que típicamente el 15% en masa consiste en partículas de menos de 5 μm de diámetro y 5% de partículas de más de 45 μm . La medida de la finura que se usa habitualmente es el "área de superficie específica" que es el área de superficie total de partículas de una unidad de masa de cemento. (pág. 4)

Tabla N° 05 Constituyentes típicos de Portland clinker más yeso

Escoria de huella	masa	Masa (%)
Silicato tricálcico $(\text{CaO})_3 \cdot \text{SiO}_2$	C 3 S	45–75%
Silicato dicálcico $(\text{CaO})_2 \cdot \text{SiO}_2$	C 2 S	7–32%
Aluminato tricálcico $(\text{CaO})_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C 3 A	0–13%
Tetracalcium aluminoferrite $(\text{CaO})_4 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C 4 AF	0–18%
Yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}\bar{\text{S}}\text{H}_2$	2–10%

Fuente: (Meade, 2014, pág. 4)

d. Ajuste y endurecimiento.

Los conjuntos de cemento cuando se mezclan con agua por medio de una serie de reacciones químicas complejas solo se comprenden en parte. Los diferentes componentes cristalizan lentamente, y el entrelazado de sus cristales le da fuerza al cemento. El dióxido de carbono se absorbe lentamente para convertir la portlandita $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ en carbonato de calcio insoluble. Después de la configuración inicial, la inmersión en agua tibia

acelerará la configuración. El yeso se agrega como un inhibidor para evitar la configuración del flash y la configuración rápida.

e. Tipos de cemento portland.

El cemento Portland, se fabrica en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado en base a las especificaciones de la norma **NTP 334.009** y ASTM C-150 (2015).

TIPO I: Se conoce como cemento común o de uso general. Generalmente se asume a menos que se especifique otro tipo. Se usa comúnmente para la construcción en general, especialmente cuando se fabrica prefabricados y prefabricados de concreto que no deben estar en contacto con los suelos o el agua subterránea.

TIPO II: Proporciona una resistencia moderada a los sulfatos y emite menos calor durante la hidratación. Este tipo de cemento cuesta aproximadamente lo mismo que el tipo I. Este tipo es para la construcción general expuesta a un ataque moderado de sulfato, y está diseñado para usarse cuando el concreto está en contacto con los suelos y las aguas subterráneas.

TIPO III: Tiene una resistencia temprana relativamente alta. Este tipo de cemento tiene una resistencia a la compresión de tres días igual a la resistencia a la compresión de siete días de los tipos I y II. Su resistencia a la compresión de siete días es casi igual a la resistencia a la compresión de 28 días de los tipos I y II. Por lo general, se utiliza para la fabricación de concreto prefabricado, donde una alta resistencia de un día permite una rápida rotación de moldes.

TIPO IV: Es generalmente conocido por su bajo calor de hidratación. Este cemento se usa para estructuras de concreto muy grandes, como las presas, que tienen una baja relación superficie-volumen. Este tipo de cemento generalmente no es abastecido por los fabricantes, pero algunos pueden considerar un pedido especial grande.

TIPO V: Se usa donde la resistencia al sulfato es importante. Este tipo se usa en estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

De acuerdo a la **NTP 334.082** (2020), Cemento hidráulico por desempeño: cemento hidráulico que no tiene restricciones en la composición del cemento o de sus constituyentes y que están clasificados por sus requisitos específicos de desempeño para uso general, alta resistencia inicial, resistencia al ataque por sulfatos y calor de hidratación. Los cementos que conforman esta especificación se designaran como “Cemento Portland” con características especiales indicadas por tipo como se nombra a continuación:

Cemento Tipo GU o Cemento hidráulico de uso general: para construcciones generales, cuando no se requieran propiedades especiales.

Cemento Tipo HE o Cemento hidráulico de alta resistencia inicial: Cemento con propiedades especiales de alta resistencia inicial.

Cemento Tipo MS o Cemento hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos: Cemento con propiedades.

Cemento Tipo HS o Cemento hidráulico de alta resistencia al sulfato: Cemento con propiedades especiales de alta resistencia a los sulfatos.

Cemento Tipo MH o Cemento hidráulico de moderado calor de hidratación: Cemento con propiedades especiales de moderado calor de hidratación.

Cemento Tipo LH o Cemento hidráulico de bajo calor de hidratación: Cemento con propiedades especiales de bajo calor de hidratación.

2.2.5. Propiedades de los agregados

2.2.5.1. Peso Específico (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)

“La relación de la masa de una unidad de volumen de un material a una temperatura determinada a la masa del mismo volumen de agua destilada sin gas a una temperatura determinada” (Roberts & Kandha, 1996, pág. 85)

El peso específico del cemento corresponde al material en estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos pórtland normales, entre 3,0 y 3,2.

2.2.5.2. Peso Específico Aparente (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)

Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de la porción impermeable del agregado, a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas. (334.082, 2020, pág. 3)

2.2.5.3. Peso Específico de Masa (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)

Según especifica la norma NTP (2020) es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario del agregado (incluyendo los poros permeables e impermeables en las partículas, pero no incluyendo los poros entre partículas); a la masa en el aire de igual volumen de agua destilada libre de gas.

2.2.5.4. Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)

Según lo estipulado en la norma NTP (2002) Es la relación, a una temperatura estable, de masa del aire en un volumen unitario de agregado incluyendo la masa del agua de los poros llenos hasta colmarse por sumersión en agua por 24 horas aproximadamente (pero no incluyendo los poros entre partículas), comparada con la masa en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas.

2.2.5.5. Absorción (NTP 400.021 y NTP 400.022/ ASTM C127-C128)

La norma NTP (2013) señala que: La absorción de los agregados se obtiene generalmente después de haber sometido al material a una saturación durante 24 horas. La absorción es el incremento en la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un

porcentaje de la masa seca. El agregado se considera como "seco" cuando se ha mantenido a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por suficiente tiempo para remover toda el agua no combinada.

2.2.5.6. Peso Unitario (NTP 400.017, ASTM C29)

NTP (1999) Indica que el peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m^3 . Aunque puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso; el valor que es empleado en la práctica como parámetro para la dosificación de concretos, es el peso unitario compactado del agregado grueso.

2.2.5.7. Contenido de Humedad (NTP 339.185, ASTM C566)

Según la norma NTP (2013) Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado, cuando dicha cantidad se expresa como porcentaje de la muestra seca en estufa), se le denomina Porcentaje de Humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción.

Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las propiedades de una mezcla.

2.2.6. Diseño de mezclas

Giatic (2018) Argumenta que una mezcla de concreto es una combinación de elementos principales en varias proporciones: cemento, agua, agregados gruesos, agregados finos (es decir, arena) y aire. Elementos adicionales tales como materiales puzolánicos y aditivos químicos también se pueden incorporar a la mezcla para darle ciertas propiedades deseables.

Los productores de mezclas preparadas se esfuerzan por encontrar las proporciones perfectas de estos ingredientes para optimizar sus mezclas de concreto y darles resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otras propiedades deseables. Esto está lejos de ser fácil, ya que cada adición o resta a la mezcla de concreto conlleva ajustes a los otros componentes.

En general, las mezclas de concreto están diseñadas para seguir las pautas proporcionadas por la Práctica estándar del Comité 211 de ACI para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y en masa (ACI 211.1-91). Se puede diseñar una mezcla de concreto utilizando las tablas y los cálculos que se proporcionan en la norma.

Huertas (2018) Menciona que el diseño de la mezcla de concreto es el proceso de encontrar las proporciones de la mezcla de concreto en términos de proporciones de cemento, arena y agregados gruesos. Por ejemplo, una mezcla de concreto de proporciones 1: 2: 4 significa que el cemento, los agregados finos y gruesos están en la proporción 1: 2: 4 o la mezcla contiene una parte de cemento, dos partes de agregado fino y cuatro partes de agregado grueso. Las proporciones del diseño de la mezcla de concreto son por volumen o por masa. La relación agua-cemento suele expresarse en masa.

Requisitos para el diseño de mezcla del concreto:

- La designación de grado que da el requisito de resistencia característica del concreto.
- El tipo de cemento influye en la velocidad de desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto.
- El tamaño nominal máximo de los agregados que se utilizarán en el concreto.
- El contenido de cemento debe limitarse por contracción, agrietamiento y deformación.
- También se requiere el peso unitario, porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados.

2.2.7. Métodos de diseño

2.2.7.1. Método ACI

Wadud & Ahmad (2001) afirman que “el ACI sugiere procesos de diseño de mezcla para concreto con aire incorporado y no incorporado”, basado en lo siguiente:

1. La viabilidad de la mezcla depende del contenido de agua y del tamaño máximo de los agregados.
2. La relación agua-cemento (relación a / c) depende únicamente de la resistencia del diseño con una restricción desde el punto de vista de la durabilidad. La relación a/c es inversamente proporcional al diseño fuerza.
3. El volumen a granel de agregado grueso por unidad de volumen de concreto depende del máximo tamaño del agregado grueso y la calificación del agregado fino.

El diseño comienza con la selección del contenido de agua para un tamaño máximo de agregado grueso y trabajabilidad requerida para el tipo de trabajo. Luego el contenido de cemento se obtiene simplemente a partir de este contenido de agua y la relación a/c , determinada anteriormente sobre la base de la fuerza de diseño. Se basa en el peso estimado del concreto por unidad de volumen. Este método tiene en cuenta los requisitos de consistencia, manejabilidad, resistencia y durabilidad.

2.2.7.2. Método Walker

Dimezco (2010) considera que la relación de agregados fino-grueso varía en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y otro factor que considera es la mayor o menor fineza del agregado fino. En este método primero se calcula el contenido de agregado fino y, por diferencia con la unidad, el contenido de agregado grueso.

Una de las deficiencias de este método, es que la tabla de Walker está limitada hasta de 8 bolsas/m³, más allá de las cuales es necesario efectuar extrapolaciones para determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado. Es decir, no existe suficiente información como para proyectar tablas complementarias para concretos de hasta 12 bolsas/m³.

Principios del método Walker:

1. Determina el porcentaje aprox. de agregado fino en relación al volumen absoluto total del agregado.
2. Depende de: Módulo de Fineza del Agregado Fino, El perfil y TMN del Agregado grueso, contenido de Cemento de la Unidad cúbica de concreto.
3. Garantiza una mejor relación fino grueso
4. Aplicado a concreto sin aire incorporado.

2.2.7.3. Método Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

Huanca (2016) describe que las investigaciones en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando éstos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la Norma ASTM C33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias, si el módulo de fineza de la combinación de agregados se aproxima a los valores indicados en la Tabla N°18.

De la Tabla N°18 obtenemos el módulo de fineza de la combinación de agregados (m_c), al mismo tiempo contamos, previamente, con valores de los módulos de fineza del agregado fino (m_f) y del agregado grueso (m_g), de los cuales haremos uso para obtener el porcentaje de agregado fino respecto al volumen total de agregados mediante la siguiente formula:

$$r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100 \dots\dots\dots \text{(fórmula 01)}$$

Donde:

r_f : Porcentaje del volumen de agregado fino con respecto al volumen total de agregados.

Entonces los volúmenes de agregado fino y agregado grueso por metro cúbico de concreto son:

$$\text{Vol. Total de agregado} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$\text{vol. agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{r_f}{100} * (\text{vol. Total de agregado})$$

$$\text{vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{vol. total de agregado} - \text{vol. Agregado fino}$$

Por lo tanto, los pesos de los agregados en un metro cúbico de concreto son:

$$\text{peso agr. fino } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = (\text{vol. agr. fino}) (\text{peso específico del agr. fino})$$

$$\text{peso agr. grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = (\text{vol. agr. grueso}) (\text{peso específico del agr. grueso})$$

2.2.8. Secuencia en el diseño de mezcla:

2.2.8.1. Selección de la Resistencia Promedio

Cedeño (2018) menciona que “generalmente se especifica en la memoria de cálculos y en los planos una resistencia a la compresión del concreto (f'_c), la cual se utilizó como base para calcular el dimensionamiento y el refuerzo de los diferentes elementos de una obra”.

Cuando se obtiene un valor de resistencia menor que la especificada (f'_c), se disminuye el factor de seguridad de una estructura, para evitar esto la mezcla deberá dosificarse para obtener una resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}) mayor que f'_c .

Para cada resistencia especificada f'_c , se debe establecer la resistencia promedio requerida, f'_{cr} , para asegurarse de que sólo aquella porción permisible de pruebas caerá por debajo de esta resistencia. Para calcular la resistencia promedio requerida existen tres formas que se explican a continuación según la norma ACI (2021):

Tabla N° 06 Resistencia promedio a la compresión requerida cuando hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada $F'c$ kg/cm²	Resistencia promedio requerida, $f'cr$ kg/cm²
Menos de 350	Escoger el mayor valor obtenido de las siguientes ecuaciones: $f'cr=f'c+1.34s$ $f'cr=f'c+2.33s-35$
Mayor de 350	Escoger el mayor valor obtenido de las siguientes ecuaciones: $f'cr=f'c+1.34(s)$ $f'cr=0.90f'c+2.33(s)$

Fuente: RNE (2021), Norma E-060

Tabla N° 07 Resistencia promedio requerida a la compresión cuando no hay datos estadísticos que permitan determinar la desviación estándar

Resistencia nominal a la compresión $f'c$	Resistencia promedio requerida a la compresión $f'cr$
Menos de 210	$F'c+70$
210 a 350	$F'c+84$
>350	$F'c+98$

Fuente: RNE (2021), Norma E-060

Tabla N° 08 Valores de coeficiente de modificación para la desviación estándar cuando hay disponibles menos de 30 resultados

Nivel de control	Resistencia promedio requerida a la compresión $F'cr$
Regular o malo	1.3 $f'c$ a 1.5 $f'c$
bueno	1.2 $f'c$
Excelente	1.1 $f'c$

Fuente: ACI (2009)

2.2.8.2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso

El tamaño máximo del agregado afectará a los parámetros del concreto como la cantidad de pasta de cemento, la trabajabilidad y la resistencia.

En general, ACI (2021) recomienda:

- 1/5 de la menor dimensión entre los costados de los moldes.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas de refuerzo individuales, paquetes de varillas o torones de pretensado.

El agregado más grande que estas dimensiones puede ser difícil de consolidar y compactar, lo que resulta en una estructura alveolar o grandes bolsas de aire.

2.2.8.3. Selección del asentamiento

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla N° 09 Consistencia y asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≤5" (125")

Fuente: Huanca (2016)

Si las especificaciones de obra no indican la consistencia, ni asentamiento requerido para la mezcla a ser diseñada, se puede seleccionar un valor apropiado para el trabajo de la Tabla N°15 .Los valores proporcionados en la tabla solo se pueden usar cuando se usa la vibración para consolidar el concreto.

Tabla N° 10 Asentamientos (revenimientos) recomendados para diversos tipos de obras

Tipo de construcción	Revenimiento, cm	
	Mínimo	Máximo*
Cimientos y cimientos reforzados	2.5	7.5
Zapatas lisas, cajones y muros de subestructura.	2.5	7.5
Vigas y muros reforzados.	2.5	10.0
Columnas de construcción	2.5	10.0
Pavimentos y losas.	2.5	7.5
Concreto en masa	2.5	5.0
* Puede aumentar 25 mm para métodos de consolidación distintos a la vibración.		

Fuente: Huanca (2016)

Como regla general y por razones de economía, el menor asentamiento que permita una adecuada colocación es el que debe ser seleccionado.

2.2.8.4. Estimación del Volumen Unitario de Agua y contenido de aire

En este paso, obtendrá la primera estimación de la cantidad de agua requerida para obtener la trabajabilidad adecuada para su mezcla, según el flujo de asentamientos y el tamaño del agregado.

En la Tabla N°11 se indica que el ACI (2021), proporciona la cantidad de agua (en kg/m³ de concreto) y el porcentaje de aire atrapado en función de las siguientes variables:

a) Tipo de concreto

- Sin aire incluido
- Con aire incluido (dependiendo si el nivel de exposición es bajo, medio o extremo)

b) Revenimiento

- De 1 a 2"
- De 3 a 4"
- De 6 a 7"

- c) Tamaño máximo nominal del agregado
(Para 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 2", 3" y 6")

En la Tabla N°11 observamos que el contenido de aire total se presenta en las siguientes condiciones:

Exposición ligera:

Cuando se desee la inclusión de aire por otros efectos benéficos que no sean la durabilidad, por ejemplo, para mejorar la cohesión o la trabajabilidad, o para incrementar la resistencia del concreto con un bajo factor de cemento, pueden emplearse contenidos de aire inferiores a los necesarios para la durabilidad. Esta exposición incluye servicio interior o exterior en climas en los que el concreto no estará expuesto a agentes de congelación o deshielo.

Exposición moderada:

Implica servicio en climas donde es probable la congelación, pero en los que el concreto no estará expuesto continuamente a la humedad o a agua corriente durante largos periodos antes de la congelación, ni a agentes descongelantes u otros productos químicos agresivos. Como ejemplos pueden señalarse: vigas exteriores, columnas, muros, trabes o losas que no estén en contacto con el terreno húmedo y que estén ubicadas de manera que no reciban aplicaciones directas de sales descongelantes.

Exposición severa:

Cuando el concreto estará expuesto a productos químicos descongelantes u otros agentes agresivos, o bien, cuando el concreto pueda resultar altamente saturado por el contacto continuo con humedad o agua corriente antes de la congelación.

Ejemplos de lo anterior son: pavimentos, pisos de puentes, cunetas, desagües, aceras, revestimiento de canales, tanques exteriores para agua o resumideros.

Nota: Para obtener información sobre las condiciones relativas al contenido de aire, consultar los comités ACI 201, 301 y 302.

El contenido de agua se debe estimar de acuerdo con el asentamiento escogido y el máximo tamaño de los agregados. Se pueden utilizar las siguientes tablas para estimar el agua de mezcla:

Tabla N° 11 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados

asentamiento	agua, en lt/m^3 , para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencias indicados								
	10 mm 3/8"	12.5 mm 1/2"	20 mm 3/4"	25 mm 1"	40 mm 1 1/2"	50 mm 2"	70 mm 3"	150 mm 6"	
concreto sin aire incorporado									
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125	
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140	
6" a 7"	240	230	210	205	185	180	170	
Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
concreto con aire incorporado									
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107	
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	
% Aire incorporado en función al grado de Exposición	exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	exposición moderada	6	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: Huanca (2016)

Los valores del asentamiento para concreto con agregado más grande que 40mm (1½") se basan en las pruebas de Slump hechas después de retirar las partículas mayores de 40mm (1½") por tamizado húmedo.

Estos contenidos de agua de mezclado son valores máximos para agregado grueso angular y bien formado, y cuya granulometría está dentro de las especificaciones aceptadas (ASTM C 33 o ITINTEC 400.037).

* Para concreto que contiene agregado grande será tamizado húmedo por una malla de 40mm (1½") antes de evaluar el contenido de aire, el porcentaje de aire esperado en material más pequeño que 40mm (1½") debe ser el tabulado en la columna de 40mm (1½"). Sin embargo, los cálculos iniciales de las proporciones deben basarse en el contenido de aire como un porcentaje de la mezcla completa.

** Estos valores se basan en el criterio de que se necesita un 9% del contenido de aire en la fase de mortero del concreto.

Como se observa, la Tabla N° 11 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados. Debemos hacer presente que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que, dependiendo del perfil, textura y granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores.

La Tabla N° 11 nos muestra también el **volumen aproximado de aire atrapado**, en porcentaje, a ser esperado en un concreto sin aire incorporado y los promedios recomendados del contenido total de aire, en función del grado de exposición, para concretos con aire incorporado intencionalmente por razones de durabilidad a ciclos de congelamiento y deshielo, agua de mar o sulfatos.

Obtenidos los valores de cantidad de agua y de aire atrapado para un metro cúbico de concreto procedemos a calcular el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen de concreto:

$$\text{volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de agua de mezclado (} \frac{\text{lbs}}{\text{m}^3}\text{)}}{\text{peso específico del agua (} 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\text{)}}$$

Al mismo tiempo, podemos usar la Tabla N° 12 para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en consideración, además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la Tabla N° 12 corresponden a mezclas sin aire incorporado.

Tabla N° 12 Contenido de agua de mezcla

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en lt/m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
		25mm a 50mm (1" a 2")		75mm a 100mm (3" a 4")		150mm a 175mm (6" a 7")	
mm	Pulg.	agregado redondeado	agregado anguloso	agregado redondeado	agregado anguloso	agregado redondeado	agregado anguloso
9.5	3/8"	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2"	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4"	170	189	185	204	208	227
25.4	1"	163	182	178	197	197	216
38.1	1 1/2"	155	170	170	185	185	204
50.8	2"	148	163	163	178	178	197
76.2	3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Huanca (2016)

* Esta tabla ha sido preparada, en su oportunidad, por el Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayos de Materiales de la universidad Nacional de Ingeniería.

Los valores de ambas tablas pueden ser empleadas con seguridad en la estimación preliminar de las proporciones de la mezcla. En aquellos en que el agregado posee características que obligan a un aumento en el volumen de agua, deberá aumentarse el contenido de cemento a fin de mantener invariable la relación agua – cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados con mezcla de prueba preparadas en el Laboratorio indican que tal incremento no es necesario.

2.2.8.5. Selección de la relación agua/cemento

ACI (2021) estipula que se conoce como relación agua/cemento (A/C) a la razón existente entre el peso del agua con respecto al peso de cemento, es decir:

$$A/C = \text{Peso de agua} / \text{Peso de cemento}$$

Si se mantienen constantes las cantidades de agregado seco en una determinada proporción de concreto, se observa que a medida que la

relación agua/cemento (A/C) se incrementa, esto conlleva una disminución en la resistencia del concreto. Por eso es importante tener un adecuado balance de dicha relación, de forma que permita que, para una determinada cantidad de cemento fija en la mezcla, se disponga de la suficiente cantidad de agua que permita una adecuada colocación del concreto y lograr la resistencia especificada ($f'c$).

Existen dos criterios (por resistencia y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

Por resistencia: Para concretos preparados con cemento Portland tipo I o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la Tabla N°13.

Tabla N° 13 Relación agua/cemento y resistencia a compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días ($f'cr$) (kg/cm ²)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Huanca (2016)

*Los valores son resistencia promedio estimada para concreto que no tiene más del porcentaje de aire que se indica en la Tabla N°11. Para una relación agua cemento constante se reduce la resistencia del concreto conforme se incrementa el contenido de aire.

Por durabilidad La Norma Técnica de Edificación E.060 prescribe que, si se desea un concreto de baja permeabilidad, o el concreto ha de estar sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda. Se deberá cumplir con los requisitos indicados en la Tabla N°14.

Tabla N° 14 Máxima relación agua/cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICIÓN	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA
Concreto de baja permeabilidad:	
a) expuesto a agua dulce.	0.50
b) expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda.	
a) sardinales, cunetas, secciones, delgadas.	0.45
b) otros elementos	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.450

Fuente: Huanca (2016)

(*) La resistencia $f'c$ no deberá ser menor de 245 kg/cm² por razones de durabilidad.

2.2.8.6. Cálculo del Contenido de Cemento

Según el ACI (2021) menciona que el cemento requerido es igual al contenido estimado de agua de mezclado dividido entre la relación A/C Si no obstante, la especificación incluye un límite mínimo separado sobre el cemento, además de los requerimiento de resistencia y durabilidad, la mezcla debe basarse en el criterio que conduzca a una cantidad mayor de cemento. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

$$\text{contenido de cemento (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Agua de mezclado (Its/m}^3\text{)}}{\text{relación } \frac{a}{c} \text{ (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de cemento (kg)}}{\text{peso específico del cemento (Kg/m}^3\text{)}}$$

2.2.8.7. Cálculo del volumen absoluto de los agregados

Calculamos la suma de los volúmenes absolutos de todos los componentes sin incluir los agregados:

$$\text{Vol. abs. de los agregado} = 1 - (\text{vol. agua} + \text{vol. aire} + \text{vol. cemento})$$

2.2.8.8. Selección del Agregado grueso

“Los áridos de un mismo tamaño máximo nominal y la clasificación producirán un concreto de trabajabilidad satisfactoria cuando se utilice un volumen dado de agregado grueso, sobre una base secada en horno, por unidad de volumen de concreto”. (Mejía, 2002, pág. 19).

En la Tabla N°15 se muestra el volumen de agregado, en m³, con base al peso volumétrico varillado seco (PVV), para un m³ de concreto. Este volumen se convierte a peso seco del agregado grueso requerido en un m³ de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico varillado en seco por m³ de agregado grueso.

Tabla N° 15 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (1m³)

Tamaño máximo nominal del agregado		volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
		Módulo de fineza del agregado fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75	2"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI (2021)

Los volúmenes están basados en agregados en condiciones de peso volumétrico varillado seco, como de describe en la norma A.S.T.M. C 29 (1996). Estos volúmenes se han seleccionado a partir de relaciones empíricas para producir concreto con un grado de trabajabilidad adecuado a la construcción reforzada común. Para concretos menos trabajables, como los requeridos en la construcción de pavimentos de concreto, pueden incrementar en un 10% aproximadamente.

2.2.8.9. Selección del Agregado fino

Luego de haber estimado todos los componentes del concreto queda pendiente el agregado fino, esta cantidad que necesitamos obtener se determina mediante dos procedimientos que nos proporciona la norma ACI 211-1:

- Por el método del peso
- Por el método de volumen absoluto

a) Por el método del peso

Como señala Mejía (2002): “Si se supone el peso del concreto por unidad de volumen o se puede estimar por experiencia, el peso requerido del agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los demás componentes” (p. 34).

A menudo, el peso unitario del concreto se conoce con exactitud razonable de la experiencia previa con los materiales. En ausencia de dicha información, la Tabla N° 16 se puede utilizar para hacer una primera estimación. Incluso si la estimación del peso de concreto por m^3 no es exacta, las proporciones de la mezcla serán lo suficientemente precisas para permitir un fácil ajuste sobre la base de lotes de ensayo.

Tabla N° 16 Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco

Tamaño máximo nominal del agregado	Primer estimado de peso unitario de concreto (kg/m ³)	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
3/8"	2280	2200
1/2"	2310	2230
3/4"	2345	2275
1"	2380	2290
1 1/2"	2410	2350
2"	2445	2345
3"	2490	2405
6"	2530	2435

Fuente: ACI (2021)

Los valores han sido calculados para concretos de riqueza media (330 kg/m³) y asentamiento que corresponden a consistencias plásticas. Se ha considerado agregados que cumplen con la granulometría de la Norma ASTM C 33 y tiene un peso específico promedio de 2.70.

Los requisitos de la cantidad de agua se han basado en los valores de la Tabla N°11.

Si se desea, la estimación del peso puede ser corregida como sigue: por cada cinco litros de diferencia en el agua en relación con la Tabla N°11. Para valores del asentamiento de 3" a 4", corregir el peso por m³ en 8 kg en la dirección opuesta; por cada 20 kg de diferencia en el contenido de cemento corregir el peso por m³ en 3 kg en la misma dirección; por cada 0.1 de variación en el peso específico del agregado, en relación a 2.7 corregir 70 kg en la misma dirección.

b) Por el método de volumen absoluto

Mejía (2002), Indica que este método es un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregados finos, implica el empleo de volúmenes desplazados por los componentes (determinación de gravedades específicas). En este caso, el volumen total desplazado por los componentes conocidos (el agua, aire, cemento y agregado grueso) se resta del volumen unitario del concreto

para obtener el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado por cualquier componente en el concreto es igual a su peso dividido entre la densidad de ese material (siendo ésta el producto del peso unitario del agua por el peso específico del material).

$$\text{Peso volumétrico} = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}}$$

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso}}{\text{peso volumétrico}}$$

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{peso volumétrico}}{\text{peso volumétrico del agua}}$$

$$\text{peso vol.} = \text{Gravedad específica} * \text{peso vol. del agua} * \left(\frac{1000\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

$$\text{volumen} = \frac{\text{peso}}{(\text{gravedad específica} * \text{peso vol. del agua})}$$

El profesor Walker, conjuntamente con el grupo de investigación del laboratorio de concreto de la Universidad de Maryland, ha formulado un procedimiento de solución de las proporciones de la unidad cubica de concreto en el cual los porcentajes de agregado fino y grueso se modifican en función de sus propios módulos de fineza, medida indirecta de sus granulometrías y superficies específicas, a partir de la determinación del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones planteadas por las especificaciones de obra. En consecuencia, desarrollo una tabla considerando que la relación entre proporciones del agregado fino y grueso deben varias de acuerdo a la cantidad de pasta, el perfil y tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino, de acuerdo a la Tabla N°17.

Tabla N° 17 Porcentaje de agregado fino

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso		Agregado Redondeado				Agregado Angular			
		Factor cemento expresado en sacos por metro cubico				Factor cemento expresado en sacos por metro cubico			
mm	Pulg.	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2.3 a 2.4									
10	3/8	60	57	54	51	69	65	61	58
12.5	1/2	49	46	43	40	57	54	51	48
20	3/4	41	38	35	33	48	45	43	41
25	1	40	37	34	32	47	44	42	40
40	1 1/2	37	34	32	30	44	41	39	37
50	2	36	33	31	29	43	40	38	36
70	3	34	32	30	28	41	38	36	34
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 2.6 a 2.7									
10	3/8	66	62	59	56	75	71	67	64
12.5	1/2	53	50	47	44	61	58	55	53
20	3/4	44	41	38	36	51	48	46	44
25	1	42	39	37	35	49	46	44	42
40	1 1/2	40	37	35	33	47	44	42	40
50	2	37	35	33	32	45	42	40	38
70	3	35	33	31	30	43	40	38	36
Agregado Fino - Módulo de Fineza de 3.0 a 3.1									
10	3/8	74	70	66	62	84	80	76	73
12.5	1/2	59	56	53	50	70	66	62	59
20	3/4	49	46	43	40	57	54	51	48
25	1	47	44	41	38	55	52	49	46
40	1 1/2	44	41	38	36	52	49	46	44
50	2	42	38	36	34	49	46	44	42
70	3	39	36	34	32	46	43	41	39

Fuente: Huanca (2016)

* Los valores de la Tabla corresponden a porcentajes del agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

** Los valores corresponden a agregado grueso angular en concretos de peso normal sin aire incorporado.

De la tabla obtenemos el valor de α (porcentaje de agregado fino), con el cual procedemos de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Total de Agregado} = 1 - (\text{Vol. agua} + \text{Vol. aire} + \text{Vol. cemento})$$

$$\text{vol. agregado fino (m}^3\text{)} = \frac{\alpha}{100} * (\text{vol. total de agregado})$$

$$\text{vol. agregado grueso (m}^3\text{)} = \text{vol. total de agregado} - \text{vol. agregado fino}$$

Por lo tanto, los pesos de los agregados en un metro cubico de concreto son:

$$\text{peso agr. fino } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = (\text{vol. agr. fino})(\text{peso específico del agr. fino})$$

$$\text{peso agr. grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = (\text{vol. agr. grueso})(\text{peso específico del agr. grueso})$$

Además de lo dicho en el Módulo de fineza, este método se considera básico, la premisa es que el módulo de finura del agregado, fino o grueso, es un indicador de su superficie particular y a medida que esta aumenta, aumentan las necesidades de requerimientos de adherencia, por lo que si la pasta se mantiene constante y si se aumenta la finura del agregado, su resistencia a la adherencia disminuirá, además deberá producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias, si el módulo de finura de la combinación de agregados se aproxima a los valores indicadas en la Tabla N°18.

Tabla N° 18 Primera Estimación del Peso del Concreto Fresco

Tamaño máximo nominal del agregado		Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para contenidos de cemento en sacos/metros cúbico indicados				
		5	6	7	8	9
9.5	3/8"	3.88	3.96	4.04	4.11	4.19
12.5	1/2"	4.38	4.46	4.54	4.61	4.69
19	3/4"	4.88	4.96	5.04	5.11	5.19
25	1"	5.18	5.26	5.34	5.41	5.49
37.5	1 1/2"	5.48	5.56	5.64	5.71	5.79
50	2"	5.78	5.86	5.94	6.01	6.09
75	3"	6.08	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: Huanca (2016)

* Los valores de la Tabla están referidos a agregado grueso de perfil angular y adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores indicados deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

** Los valores de la Tabla pueden dar mezclas ligeramente sobrearenosas para pavimentos o estructuras ciclópeas. Para condiciones de colocación favorables pueden ser incrementados en 0.2.

2.2.8.10. Ajustes por Humedad y Absorción del Agregado

Como expresa Escobar (2016) debido a que los agregados presentan cierta porosidad, generalmente en la obra no podemos garantizar su dosificación en peso seco como fue calculada. Por lo tanto, es necesario realizar el ajuste por el contenido de humedad de los agregados del agua mezclada calculada. De esta manera evitaremos que el agua disponible en la mezcla aumente respecto a la proporción necesaria. Adicionalmente con este ajuste se garantizará que la cantidad de los agregados efectivamente corresponde a su equivalente seco y no estamos reemplazando el peso de los agregados por el peso del agua incluida como humedad.

En la corrección de las proporciones de la mezcla por condición de humedad del agregado pueden presentarse tres casos:

- a) Que ambos agregados aporten agua a las mezclas.
- b) Que uno de los agregados aporte agua y el otro quite agua a las mezclas. Y
- c) Que ambos agregados disminuyan el agua de la mezcla.

Por lo tanto:

Si: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad}=\%W_g \\ \text{\% absorción}=\%a_g \end{array} \right.$
 Agregado Grueso

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad}=\%W_f \\ \text{\% absorción}=\%a_f \end{array} \right.$
 Agregado fino

Pesos de agregados húmedos:

$$\text{peso A. grueso húmedo(kg)}=(\text{peso A grueso seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$\text{peso A fino húmedo(kg)} = (\text{peso A fino seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

Agua efectiva:

$$\text{agua en agregado grueso} = (\text{peso A grueso seco}) \cdot \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = x$$

$$\text{agua en agregado fino} = (\text{peso A fino seco}) \cdot \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right) = y$$

$$\text{agua efectiva (Lts)} = \text{agua de diseño} - (x + y)$$

2.2.8.11. Cálculo de las proporciones en peso

Cemento: agregado fino: agregado grueso / agua Peso

$$\frac{\text{peso cemento}}{\text{peso cemento}} : \frac{\text{peso A fino húmedo}}{\text{peso cemento}} : \frac{\text{peso A grueso húmedo}}{\text{peso cemento}} / \frac{\text{agua efectiva}}{\text{peso cemento}}$$

2.2.8.12. Cálculo de las proporciones en volumen

Datos necesarios:

- Peso unitario suelto del cemento (1500 kg/ m³).
- Pesos unitarios sueltos de los agregados fino y grueso (en condición de humedad a la que se ha determinado la dosificación en peso).

Volúmenes en estado suelto:

$$\text{➤ Cemento} : \text{vol. cemento(m}^3\text{)} = \frac{\text{peso cemento(kg)}}{\text{P.U. cemento (1500 kg/ m}^3\text{)}}$$

$$\text{➤ Agregado fino} : \text{vol. A fino(m}^3\text{)} = \frac{\text{peso A. fino húmedo(kg)}}{\text{P.U.A.fino húmedo (kg/ m}^3\text{)}}$$

$$\text{➤ Agregado grueso} : \text{vol. A grueso(m}^3\text{)} = \frac{\text{peso A. grueso húmedo(kg)}}{\text{P.U.A. grueso húmedo (kg/ m}^3\text{)}}$$

En el caso del **agua**, este se calculará en litros por bolsa de cemento (Lts/Bls), de la siguiente manera:

$$\text{agua(Lts/Bls)} = \frac{\text{cantidad de agua por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\left(\frac{\text{peso de cemento por m}^3 \text{ de C}^\circ}{\text{peso cemento por bolsa (42.5 kg)}}\right)}$$

2.2.8.13. Proporciones en volumen

Cemento: agregado fino: agregado grueso / agua (Lts Bls)

$$\frac{\text{Vol. cemento}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol.A. grueso}}{\text{Vol. cemento}} : \frac{\text{Vol.A. fino}}{\text{Vol. cemento}} / \text{Agua (Lts/Blts)}$$

C: F: G / A

2.2.9. Resistencia a la Compresión en el Laboratorio

Hunker (2019) menciona que el concreto tiene una enorme resistencia a la compresión, la capacidad de soportar grandes pesos o fuerzas sobre él. También gana fuerza a medida que envejece. El concreto se solidificará en unas pocas horas y se endurecerá en unos pocos días, pero continuará ganando resistencia durante al menos 28 días. Algunas estructuras de concreto muy gruesas, como las presas, continuarán ganando fuerza durante meses o años.

Gonzales (2018) indica que la resistencia a la compresión de la prueba del cubo de concreto brinda una idea acerca de todas las características del concreto. Por esta única prueba, uno juzga si el Concreto se ha hecho correctamente o no. La resistencia a la compresión del concreto para la construcción general varía de 15 MPa (2200 psi o 154 kg/cm²) a 30 MPa (4400 psi o 309 kg/cm²) y más en estructuras comerciales e industriales.

La resistencia a la compresión del concreto depende de muchos factores, como la relación agua-cemento, la resistencia del cemento, la calidad del material de concreto, el control de calidad durante la producción de concreto, etc.

La prueba de resistencia a la compresión se realiza en cubo o cilindro. Varios códigos estándar recomiendan cilindros de concreto o cubos de concreto como espécimen estándar para la prueba. Sociedad Americana para Materiales de Prueba ASTM C39 / C39M proporciona un Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Especímenes de Concreto Cilíndricos. Para la prueba de cubos, se utilizan dos tipos de muestras, ya sea cubos de 15 cm X 30 cm o también puede variar según el tamaño del

agregado. Estas muestras se analizan con una máquina de prueba de compresión después de 7 días de curado o 28 días de curado.

2.2.10. Curado del Concreto

Según menciona Zemajtis (2018):

El curado juega un papel importante en el desarrollo de la resistencia y la durabilidad del concreto. El curado se realiza inmediatamente después de la colocación y el acabado del concreto, e implica el mantenimiento de las condiciones de humedad y temperatura deseadas, tanto en profundidad como cerca de la superficie, durante largos períodos de tiempo. El concreto correctamente curado tiene una cantidad adecuada de humedad para la hidratación continua y el desarrollo de resistencia, estabilidad de volumen, resistencia a la congelación y descongelación, y resistencia a la abrasión y la incrustación.

La duración del tiempo de curado adecuado depende de los siguientes factores:

- Proporciones de la mezcla
- Fuerza especificada
- Tamaño y forma del elemento de concreto
- Condiciones del clima ambiente
- Condiciones de exposición futuras

El Comité 301 del American Concrete Institute (ACI) recomienda un período de curado mínimo correspondiente al concreto que alcanza el 70 por ciento de la resistencia a la compresión especificada. El curado de siete días a menudo especificado generalmente corresponde a aproximadamente el 70 por ciento de las resistencias a la compresión especificadas. El nivel de resistencia del 70 por ciento se puede alcanzar antes cuando el concreto se cura a temperaturas más altas o cuando se usan ciertas combinaciones de cemento / aditivo. De manera similar, puede ser necesario un tiempo mayor para diferentes combinaciones de materiales y / o temperaturas de curado

más bajas. Por esta razón, el Comité 308 de ACI recomienda los siguientes períodos mínimos de curación:

- ASTM C 150 Tipo I cemento siete días
- Cemento ASTM C 150 Tipo II diez días
- Cemento ASTM C 150 Tipo III tres días
- ASTM C 150 Tipo IV o V cemento 14 días
- ASTM C 595, C 845, C 1157 cementos variables

El curado tiene tres funciones principales:

- Mantener la mezcla de agua en el concreto durante el proceso de endurecimiento temprano.
- Reducir la pérdida de agua de mezcla de la superficie del concreto.
- Acelerando la ganancia de fuerza usando calor y humedad adicional.

2.2.11. Ruptura de los Especímenes de Concreto

Según López (2003) afirma que se requieren pruebas de resistencia para uno o ambos de los siguientes propósitos:

- Para verificar la resistencia potencial del concreto en condiciones controladas contra la resistencia deseada; y
- Establecer una relación de fuerza-edad para el concreto bajo las condiciones del trabajo como un control para las operaciones de construcción o la apertura del trabajo.

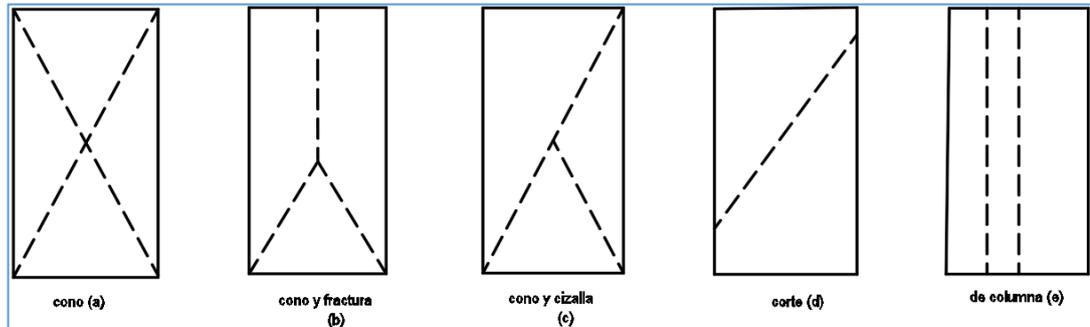
Las pruebas realizadas para el primer propósito se conocen como pruebas estándar y aquellas para el segundo propósito se denominan pruebas de control.

Para obtener resultados uniformes y comparables, sigue un procedimiento estándar y consistente para hacer todas las muestras de prueba, ya sea que se utilicen para pruebas estándar o de control.

Factores que afectan los resultados del cilindro:

La Figura N° 02, de (A.S.T.M.) C 39-03, "Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de muestras de concreto cilíndricas", muestra cinco tipos diferentes de fractura. Esta norma requiere que los informes incluya el tipo de fractura "si no es el cono habitual".

Figura N° 02 Factores que afectan los resultados del cilindro



Fuente: ASTM C 39-03

Neville (1995) indica que se produce una falla de cono cuando la fricción en los platos de la máquina de prueba restringe la expansión lateral del concreto a medida que se aplica la fuerza de compresión vertical. Esta restricción confina el concreto cerca de las placas y da como resultado dos conos relativamente intactos cuando se prueba que el cilindro se fractura. Si se eliminara la fricción, el cilindro se expandiría más lateralmente y exhibiría una falla de división similar a la que se muestra en la Figura N° 02 (e). Dicha división vertical se ha observado en numerosas pruebas en muestras de alta resistencia hechas de mortero o pasta de cemento pura, pero el efecto es menos común en el concreto ordinario cuando está presente un agregado grueso.

2.2.12. Módulo de Elasticidad

Graybeal (2018) Menciona que:

El módulo de elasticidad (también conocido como módulo elástico, el coeficiente de elasticidad) de un material es un número que se define por la relación de la tensión aplicada a la deformación correspondiente dentro del límite elástico. Físicamente, indica la resistencia de un material a deformarse cuando se le aplica una tensión. El módulo de elasticidad también indica la

rigidez de un material. El valor del módulo elástico es mayor para los materiales más rígidos (p. 32).

$$\text{Módulo de elasticidad, } E = \frac{f}{s}$$

Dónde: f = tensión aplicada en un cuerpo

s = tensión para corresponder a la tensión aplicada

El módulo de elasticidad del concreto se puede definir como la pendiente de la línea trazada desde una tensión de cero a una tensión de compresión de $0.45 f'c$. Como concreto es un material heterogéneo. La resistencia del concreto depende de la proporción relativa y el módulo de elasticidad del agregado.

Para conocer el valor exacto del módulo de elasticidad de un lote de concreto, se pueden realizar pruebas de laboratorio. Además, hay algunas fórmulas empíricas proporcionadas por diferentes códigos para obtener el módulo elástico del concreto. Estas fórmulas se basan en la relación entre el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión del concreto. Uno puede obtener fácilmente un valor aproximado del módulo de elasticidad del concreto utilizando una resistencia del concreto de 28 días ($f'c$) con estas fórmulas.

Módulo elástico de concreto del Código ACI:

Diferentes códigos han prescrito algunas relaciones empíricas para determinar el Módulo de Elasticidad del Concreto. Pocos de ellos se dan a continuación.

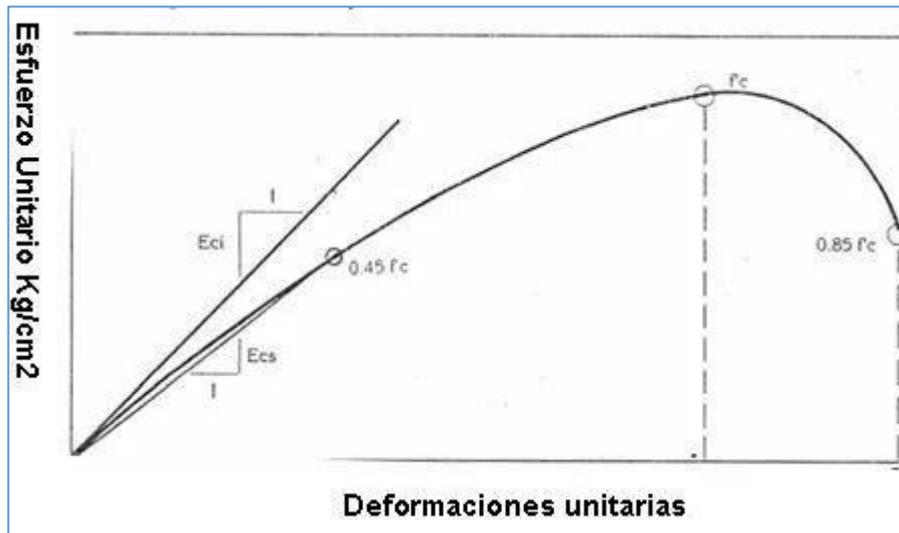
De acuerdo con ACI 318-08 sección 8.5,

$$\text{Módulo de elasticidad para concreto: } E_c = w_c^{1.50} * 0.043\sqrt{f'c} \text{ (en MPA)}$$

Esta fórmula es válida para valores de W_c entre 1440 y 2560 kg/m³.

$$\text{Para concreto de peso normal: } E_c = 4700\sqrt{f'c} \text{ (en MPA)}$$

Figura N° 03 Módulo de elasticidad del concreto



Fuente: Concreto en 360, (2020)

En la Figura N° 03, se observan ciertas propiedades de la relación esfuerzo-deformación. En primer lugar, se puede ver que el término módulo de elasticidad, puede aplicarse estrictamente en la parte recta. En segundo lugar, el incremento en la deformación unitaria, mientras actúa la carga durante el ensayo, se debe en parte a algo de elasticidad y en parte a la fluencia del concreto, en consecuencia, se determina que el concreto no es un material completamente elástico. Las Normas ASTM (C469-94) especifican la manera de calcular el módulo secante a partir de los ensayos de compresión en probetas estándar de concreto.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Agregado**

Material granular, tal como la arena, la grava, la piedra triturada, la cual puede ser utilizada con un medio cementante para formar concreto o mortero de cemento hidráulico. (Norma E.060 / RNE 2021).

- **Agregado Grueso**

Se refiere a las partículas de agregado mayores de 4.75 mm (malla N° 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca. (NTP 400.037).

- **Agregado Fino**

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8) y queda retenido en el tamiz normalizado 75 um (malla N° 200). (NTP 400.037).

- **Peso Específico (NTP 400.012, ASTM C 136)**

El peso específico o densidad es una magnitud o medida referida a la cantidad de masa que se encuentra en una determinada unidad de volumen o volumen específico. (Riva,2010, p.39).

- **Tamaño Máximo (TM)**

Abertura de menor tamaño de tamiz, de la serie utilizada por la que pasa la totalidad del agregado. (NTP 400.037).

- **Tamaño Nominal Máximo (TM)**

Abertura de menor tamaño de tamiz de la serie utilizada, que produce el primer retenido. Cuanto mayor es el tamaño nominal máximo menos pasta se requiere para llenar los espacios entre agregado. (NTP 400.037).

- **NTP-400.021-ASTM C127**

Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso.

- **NTP-400.022-ASTM C128**

La presenta norma tiene por objeto establecer un procedimiento para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino (no incluye los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad especifica) y la absorción agregado fino.

- **NTP 339.033-ASTM C 31**

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de forma cilíndrica y de viga, de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción.

- **Diseño de Mezcla**

Procedimientos que se realizan para conseguir las dosificaciones de los componentes en el concreto, asegurando no solo su resistencia requerida, sino también una trabajabilidad y consistencia adecuada. (Coasaca, 2018).

- **Resistencia a la compresión del concreto**

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo $f'c$. Para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas especímenes de mortero o de concreto. (Chunga & Chilcón, 2016).

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Ubicación Geográfica de la cantera (La Victoria)

Cantera La Victoria, se encuentra ubicada políticamente:

Departamento : Lambayeque

Provincia : Chiclayo

Distrito : Pátapo

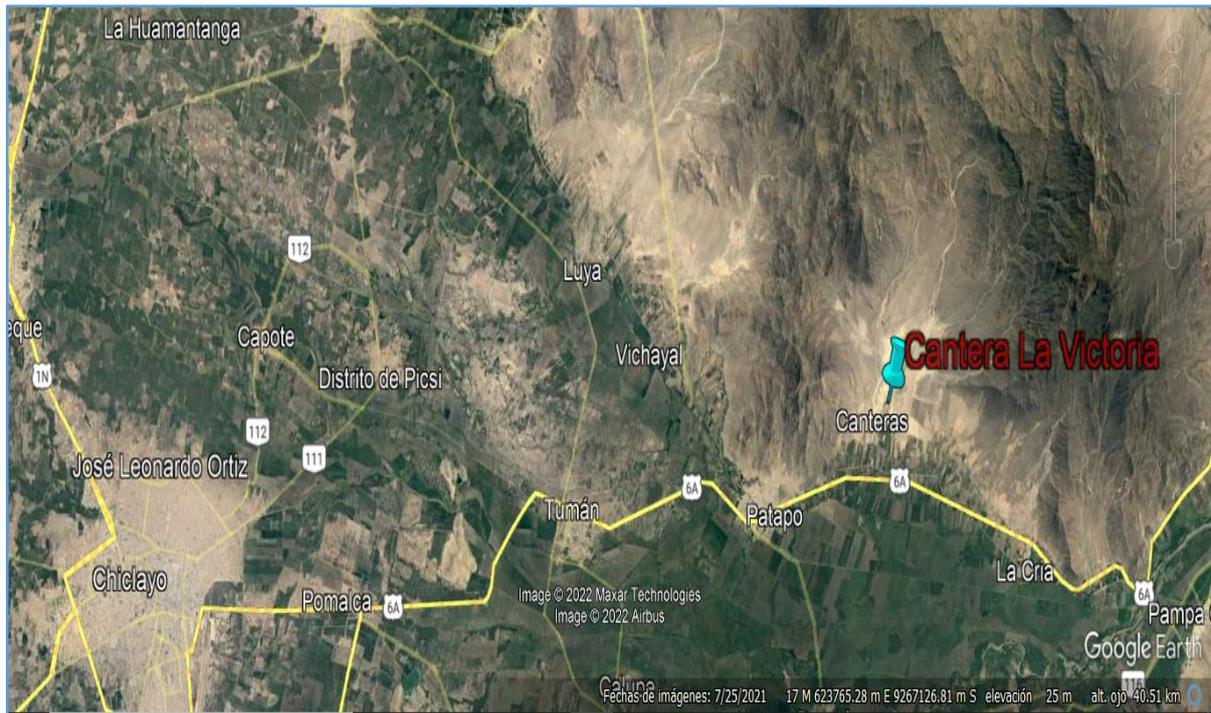
La accesibilidad desde Chiclayo a Pátapo 24.2 km- Pátapo a canal Tayme 1.12 km - canal Tayme a entrada de la cantera 3.62 km entrada de la cantera a zona de explotación 2.22 km teniendo un recorrido total de 31.16 km, tiempo de viaje que oscila entre los 40 y 45 minutos.

Figura N° 04 cuadro de coordenadas cantera La Victoria

AREA CANTERA LA VICTORIA		
VERTICE	E	N
A	655304.29	9258115.96
B	655331.25	9258105.09
C	655336.78	9258095.62
D	655285.67	9258016.77
E	655255.88	9258002.97
F	655214.61	9258048.81
G	655215.47	9258082.14
H	655246.53	9258126.29
I	655283.44	9258147.11
AREA		1.04 HA
PERIMETRO		394 m

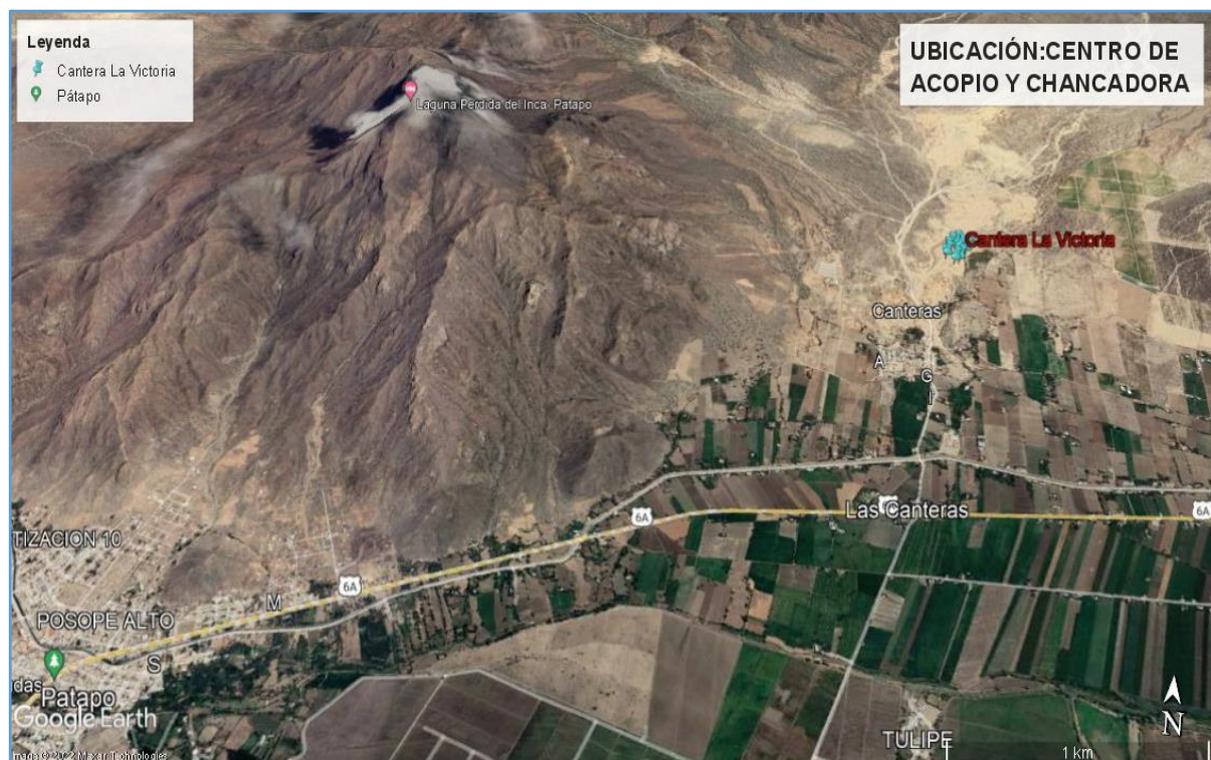
Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Figura N° 05 Localización de la cantera La Victoria de la provincia de Chiclayo



El acceso desde Chiclayo - cantera La Victoria en un recorrido de 31.16 km

Figura N° 06 Ubicación de la cantera La Victoria de la provincia de Chiclayo



El acceso desde Pátapo - cantera La Victoria en un recorrido de 7.00 km

3.1.2. Descripción de la extracción de agregados

En cantera La Victoria puedes encontrar material destinado a la construcción para las diversas obras de la región Lambayeque. Las actividades de extracción de materiales no metálicos es la más completa, cuenta con arena amarilla utilizado en saneamiento básico, tiene afirmado para carreteras y piedra chancada que pasa por un proceso de trituración y la encontramos en diferentes dimensiones siendo la más comercial de 1", 3/4" y 1/2", estos son almacenados en grandes apilamientos utilizando bandas transportadoras, serán cargado por medio de cargadores frontales al lugar de almacenamiento para luego ser distribuidos a los clientes.

3.1.3. Campo experimental y laboratorio

El laboratorio donde se desarrollaron los ensayos granulométricos, diseño de mezclas, elaboración de probetas, pruebas del cono de Abrams y rotura de especímenes se realizaron en el laboratorio FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC de la ciudad de Chiclayo.

3.1.4. Insumos

Los insumos empleados en esta tesis son:

- Cemento: el tipo de cemento empleado en esta tesis es de marca MOCHICA ANTISALITRE Portland tipo Ms; el cual resiste moderadamente la acción a los sulfatos cuando entra en contacto con ambientes y suelos húmedos-salinosos. Se utilizó este tipo de cemento porque es el más comercial dentro de nuestro departamento.
- Agregado fino (Arena Gruesa)
- Agregado grueso
- Agua potable de la ciudad de Chiclayo (Epsel)

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de tipo descriptiva.

3.2.2. Diseño de investigación

El método de investigación tiene un diseño Experimental.

3.2.3. Variables

Variable independiente: métodos de diseño de mezclas ACI, Walker y Módulo de fineza de la combinación de agregados.

Variable dependiente: resistencia de concreto.

3.2.4. Población

El conjunto de cilindros de concreto (probetas)

3.2.5. Muestras

Se ha empleado un muestreo no probabilístico teniendo 10 probetas por cada experimento con el fin de determinar resultados con un promedio más confiable, No obstante, de acuerdo a las normas, considera un ensayo de resistencia promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas 6" x 12" moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días de edad establecida para la determinación de $f'c$.

Se considera un total de 180 probetas de 6" x 12", como muestra para la investigación determinados de la siguiente manera:

Método	Diseño $f'c$ kg/cm ²	Número de probetas por edad			N° total de probetas
		7 días	14 días	28 días	
ACI	210	10	10	10	30
Walker	210	10	10	10	30
Módulo de Fineza	210	10	10	10	30
ACI	280	10	10	10	30
Walker	280	10	10	10	30
Módulo de Fineza	280	10	10	10	30
					$\Sigma=180$

Se justifica el tamaño de las muestras mediante:

Fórmula para hallar el tamaño de muestra

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

Justificaciones

1º probabilidad de éxito del 4%

2º error muestral del 6%

3º Nivel de confianza del 90%

Ojo.: valores propuesto por el investigador

Cálculo del tamaño de muestra

Supuestos	Valores	n=		
p	0.4	$\frac{1.64^2 * 0.4 * 0.6}{0.06^2} =$	180	probetas
q	0.6			
Z	1.6448536			
d	0.06			

Distribución del tamaño de muestra para estratos, (técnica de muestreo estratificado con asignación uniforme)

Paso ° 1: Por tipos de resistencia

Resistencia de 210 Kg/cm2	Entonces n/2 =	180/2 =	90 probetas
Resistencia de 280 kg/cm2	Entonces n/ 2 =	180/2 =	90 probetas

Paso °2: Por Métodos

Sobre la resitencia de 210 Kg/cm2 muestra de 90 probetas			Ojo: Tenemos 3 métodos
ACI	Entonces n1/3 =	90/3 =	30 probetas
Waker	Entonces n1/3 =	90/3 =	30 probetas
Módulo de Fineza	Entonces n1/3 =	90/3 =	30 probetas
Sobre la resitencia de 280 Kg/cm2 muestra de 90 probetas			Ojo: Tenemos 3 métodos
ACI	Entonces n2/3 =	90/3 =	30 probetas
Waker	Entonces n2/3 =	90/3 =	30 probetas
Módulo de Fineza	Entonces n2/3 =	90/3 =	30 probetas

Paso °3: Probetas por edad

Sobre el ACI para cada resistencia 210 y 280 tenemos 30 probetas ojo: Pero tenemos 3 edades			
7 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
14 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
28 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
Sobre Walker para cada resistencia 210 y 280 tenemos 30 probetas ojo: Pero tenemos 3 edades			
7 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
14 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
28 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
Sobre Módulo de Fineza para cada resistencia 210 y 280 tenemos 30 probetas ojo: Pero tenemos 3 edades			
7 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
14 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas
28 días	Entonces ni/3 =	30/3 =	10 probetas

3.2.6. Unidad de análisis

Especímenes de concreto (probetas)

3.3. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

3.3.1. Obtención de la muestra de agregados

Se procede con la compra del material en la cantera La Victoria, de la cual se extrajo piedra chancada de 3/4" y arena gruesa amarilla.

3.3.2. Obtención de las propiedades físicas

3.3.2.1. Granulometría (NTP 400.012, ASTM C136)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Balanzas: Electrónicas con aproximación de 0.1 gramo.
- Tamices:
- Horno: capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de 110°C.

Para el ensayo:

Se determinó la muestra del agregado de acuerdo a la NTP 400.010 y se tomó aproximadamente 12 kg para el agregado grueso y 500 gr para el agregado fino; luego se colocó la muestra al horno a una temperatura de 110°C. Se procede a colocar la muestra en el juego de tamices en un rango decreciente para ser agitados manualmente realizando movimientos de oscilación por el lapso de un minuto en cada tamiz, el ensayo terminó cuando no pasaba más el material retenido. Por último, se retira la muestra para ser pesada.

3.3.2.2. Método de ensayo para calcular pesos volumétricos secos, sueltos y compactados (NTP 400.017, ASTM C29)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Balanzas: con aproximación de 0.1 gramos.

- Varilla de acero con punta semiesférica de 5/8" con longitud aproximada de 600mm.
 - Moldes cilíndricos de volumen conocido
 - Pala de mano para verter el agregado en el molde
- a. Procedimiento para pesos unitarios compactados:
- Con el método del cuarteo se tomaron 3 muestras representativas para el cálculo del peso unitario del agregado fino y grueso por separado. Se determina el peso y volumen del molde, para luego colocar el material en tres capas, cada capa se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes con la varilla lisa de 5/8" distribuida de manera uniforme y procurando que la varilla no golpee el fondo con fuerza. Una vez que esté lleno el molde se enrasa la superficie con la varilla para finalmente pesar el molde más su contenido (agregado grueso y fino).
- b. Procedimiento para pesos unitarios sueltos:
- Se determina el peso y volumen del molde, para luego colocar el material con una pala en el molde sin compactar dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. sobre el borde superior de este. Una vez lleno el recipiente enrasar la superficie con la varilla para finalmente pesar el recipiente más su contenido (agregado grueso y fino).

3.3.2.3. Método de ensayo para calcular peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino (NTP 400.022, ASTM C128)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Balanzas: con aproximación de 0.1 gramos.
- Picnómetro: frasco volumétrico de vidrio con capacidad de 500 cm³ a temperatura normal.
- Molde Metálico: debe ser de forma troncocónica con las medidas siguientes: 40 mm de diámetro en la base superior, 90 mm de diámetro en la inferior y 75 mm de altura.
- Pisón Metálico. Debe tener un peso de 340 g y una sección plana de 25 mm de diámetro

- Horno: capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de 110°C.

Para el ensayo:

Se toma una muestra de 500 gr la cual se sumerge en agua durante 24 horas, luego se expande la muestra sobre la superficie de un recipiente o bandeja dejando secar a temperatura ambiente y removiendo continuamente hasta conseguir un secado uniforme, la operación es terminada cuando los granos del agregado están sueltos. Luego se introduce la muestra en un molde cónico, se apisona unas 25 veces dejando caer el pisón desde una altura aproximada de 1 cm, posteriormente se nivela y si al quitar el molde la muestra se deja caer es porque no existe humedad libre, si es lo contrario se sigue secando y se repite el proceso hasta que cumpla con la condición. Cuando se cae el agregado al quitar el molde cónico es porque se ha alcanzado una condición saturada con superficie seca.

Se toma una muestra de 500 gr del agregado para verter en el picnómetro llenándolo con agua a la altura de la marca de 500 cm³ a una temperatura de 21°C, luego se hace girar el picnómetro para eliminar todas las burbujas de aire posibles. Procedemos a cuantificar el peso del picnómetro en la balanza, registrando su valor. Al término de este paso, se colocó la muestra en un recipiente para llevarla al horno por un espacio de 24 horas. Por último, llevaron las muestras a la balanza y se cuantifico su valor.

3.3.2.4. Método de ensayo para calcular peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso (NTP 400.021, ASTM C127)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Balanzas: con aproximación de 0.1 gr y con un dispositivo en su base para sostener la muestra.
- Cesta con malla de alambre.
- Tanque con agua: para introducir la cesta de alambre con la muestra.
- Trapo absorbente.

- Horno: capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de 110°C.

Para el ensayo:

Se toma una muestra de 3 a 4 kg para lavarla y luego sumergirla en agua durante 24 horas, transcurrido ese tiempo se toma la muestra secándola parcialmente con el trapo hasta eliminar películas visibles de agua en la superficie, cuando las partículas tienen un color mate es porque ya se encuentran en la condición saturada y superficialmente seca. En la balanza se pesa la muestra para cuantificar su masa en esta condición.

A continuación, se introdujo en la canastilla y se cuantifico la masa sumergida en agua a una temperatura ambiente. Luego fue llevada al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas y para concluir se cuantifico su peso.

3.3.2.5. Método de ensayo para calcular contenido de humedad (NTP 339.185, AST M C566)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Balanzas: con aproximación de 0.1 gramos
- Molde adecuado para la toma de muestras
- Horno: capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de 110°C.

Procedimiento:

Se determina el peso del molde, luego se coloca la muestra húmeda en el molde obteniendo así el peso de ambas. Colocamos la muestra en el horno eléctrico a una temperatura de 110°C durante 24 horas, transcurrido el tiempo debemos sacar la muestra seca obtenida del horno para proceder a pesarla.

Los datos obtenidos lo reemplazamos en la siguiente fórmula:

$$W\% = \left(\frac{P_h - P_s}{P_s} \right) \times 100 \dots \dots \dots \text{(Fórmula 02)}$$

Donde:

✓ Ph = peso húmedo

- ✓ Ps = peso seco
- ✓ W% = porcentaje de humedad

3.3.2.6. Abrasión por la Máquina de los Ángeles (NTP 400.019, AST M C131)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Máquina de los Ángeles
- Balanzas: con aproximación de 0.1 gramos.
- Recipiente y brochas.

Procedimiento:

Para este ensayo la cantidad de material y el número de esferas va a depender de la granulometría del agregado grueso. En la Tabla N° 19 y la Tabla N° 20, se muestra el método a emplear así como la cantidad de material, número de esferas, número de revoluciones y tiempo de rotación para cada una de ellos. Las tablas son como se muestran a continuación:

Tabla N° 19 Carga Abrasiva

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga(gr)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTP 400.019(2002)

Tabla N° 20 Gradación de las muestras de ensayo

Medida del tamiz		Masa de tamaño indicado en gr			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5mm(1 ½")	24.5 mm (1")	1250 ± 25			
24.5 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250 ± 25			
19.0 mm (¾")	12.7 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.7 mm (½")	9.54 mm (⅜")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.54 mm (⅜")	6.35 mm (¼")			2500 ± 10	
6.35 mm (¼")	4.76 mm (N°4)			2500 ± 10	
4.76 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)				5000 ± 10
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019(2002)

Se lleva una muestra de 10 kg hasta el laboratorio EMP y de acuerdo a las tablas mencionadas líneas arriba se determinó la Gradación A para nuestro ensayo colocándola junto con la carga abrasiva en la máquina de los ángeles por un tiempo de 15 minutos de acuerdo a lo especificado por la norma. El resultado del ensayo se presenta en porcentaje de desgaste, calculándose como la diferencia entre el peso inicial y final de la muestra de ensayo con respecto al peso inicial:

$$\% \text{ desgaste} = \left(\frac{W_i - W_f}{W_i} \right) \times 100 \dots \dots \dots \text{(Fórmula 03)}$$

Donde:

- ✓ W_i = peso inicial
- ✓ W_f = peso final

3.3.2.7. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200 (NTP 400.018, ASTM C117-95)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Tamices: se emplearán las mallas N°4, 3/8", 1 1/2" y para el lavado de dicha muestra las mallas N° 200 y N° 16.
- Balanzas: con aproximación de 0.1 gramos.
- Horno: capaz de mantener una temperatura uniforme y constante de 110°C.

Procedimiento:

Para este ensayo seca la muestra, a una temperatura de $\pm 5^\circ\text{C}$ hasta que dos pesadas sucesivas, a intervalos de una hora de secado no difieran en más de 0,1%.

Después de secada y pesada, coloque la muestra de ensayo en el envase y agréguele agua en cantidad suficiente para separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz N° 200 y hacer que estas queden en suspensión. Vierta de inmediato el agua que contiene los sólidos suspendidos y disueltos en el juego de tamices (N° 16, N° 200), evitando en lo posible decantación de las partículas más gruesas de la muestra.

Agregue agua nuevamente, a la muestra que se halla en el envase, agite y decante como el caso anterior. Repita esta operación hasta que el agua de lavado sea clara.

Devuelva todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Seque el agregado hasta peso constante a temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y pese con aproximación de 0,1% del peso de la muestra.

3.4. ELABORACIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO

3.3.1. Práctica normalizada para la elaboración y curado de probetas de concreto en el laboratorio (NTP 339.183, AST M C92)

Los equipos, materiales y herramientas empleados en el presente ensayo son:

- Mezcladora: máquina para elaborar el concreto
- Molde cilíndrico: de 6" de diámetro por 12" de altura
- Varilla compactadora
- Martillo de goma
- Bandeja grande
- Herramientas: lampa, badilejo y pala de mano.

a. Procedimiento del mezclado mecánico del concreto:

En primer lugar, se determina el peso de los materiales ya corregidos por humedad para la elaboración de las tandas los mismos que fueron 30 especímenes por cada método y para las diferentes resistencias.

En segunda instancia se procede a iniciar la rotación del tambor, añadimos el agregado grueso y una parte de agua, encendemos la mezcladora y añadimos el agregado fino, el cemento y el resto de agua luego con el cronometro controlamos un tiempo de reposo de 3 minutos (Cubrir el extremo abierto de la mezcladora para prevenir la evaporación durante el periodo de reposo) y seguir con un tiempo de mezclado final de 2 minutos.

Para terminar, vertimos el concreto ya mezclado en una bandeja previamente humedecida medimos la temperatura y realizamos la prueba de revenimiento, si el resultante es el deseado se procede a llenar rápidamente cada uno de los moldes.

b. Procedimiento para el moldeo de especímenes:

Se preparan los moldes untándolos en el interior con aceite quemado para evitar adherencias con el concreto y se procede a llenar en tres capas con 1/3 de volumen, cada capa se compacta con 25 penetraciones con la varilla de manera uniforme en toda la sección, enseguida se golpea con el martillo de goma los lados del molde de 10 a 15 veces por cada capa con el fin de prevenir que se queden atrapadas las burbujas de aire en el interior de las muestras, seguidamente se retira el exceso de concreto en los bordes de los moldes y se enrasa con la plancha de pulir hasta obtener una superficie plana y lisa.

Para concluir pesamos los moldes vacíos y luego determinamos el peso (kg) del molde lleno con concreto y así obtener el peso unitario del concreto aplicando siguiente fórmula:

$$PUCF\left(\frac{kg}{m^3}\right) = \left(\frac{P_{concreto}}{V}\right) \dots\dots\dots \text{(Fórmula 04)}$$

Donde:

- PVCF = peso unitario del concreto fresco
- Pconcreto = peso concreto en estado fresco
- Vmolde = volumen del molde

c. Procedimiento para el curado de especímenes:

Los especímenes fueron retirados de los moldes una vez transcurridas las 24 horas y serán rotuladas con el código de muestra (Por método y resistencia especificada), número de espécimen y la fecha de elaboración para luego trasladarlas al pozo de curado a una temperatura de ambiente

3.3.2. Método de ensayo para calcular el slump del concreto fresco (NTP 339.035, AST M C143)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Cono de Abrams: molde de forma tronco cónica de 20 cm de diámetro en la base inferior, 10 cm en la base superior y con una altura de 30 cm.
- Varilla de acero con punta semiesférica de 5/8" con longitud aproximada de 600mm.
- Wincha: para medir el asentamiento

Para el ensayo:

Se realiza el ensayo dentro de los 5 minutos de obtenida la muestra, humedecemos el molde y la base los mismos que deben estar en una superficie plana, rígida y nivelada, libre de vibración. Pisar el molde firmemente durante todo el ensayo (justo antes de levantarlo).

Llenar el molde en 3 capas de igual volumen (no iguales alturas), compactar cada capa con 25 varilladas en espiral comenzando desde los bordes hacia el centro de la mezcla de concreto, en la 2° y 3° capa penetrar la capa inferior aprox. 1"; en la última capa llenarla en exceso caso contrario llenarla en dos tiempos con 15 y 10 varilladas, se enrasa con la varilla compactadora y se elimina el concreto alrededor para permitir que el concreto fluya. Levantar en dirección vertical en 5 ± 2 segundos; y finalmente medir la distancia entre el borde inferior de la varilla y el centro del concreto deformado.

3.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

3.4.1. Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (NTP 339.034, AST M C39)

Los equipos empleados en el presente ensayo son:

- Prensa hidráulica: equipo mecánico que nos permite obtener la carga de ruptura de los especímenes de concreto.

Para el ensayo:

Se sacara las probetas del pozo de curado y se dejara secar a temperatura ambiente respetando el tiempo permisible que indica la norma, seguido mediremos los diámetros y alturas de cada espécimen, limpiamos los bordes y procedemos a colocar las almohadillas de neopreno en la parte superior e inferior para colocarlas en la parte central de la prensa verificando antes que el indicador se encuentre en cero y así aplicar la carga a una velocidad constante de 0.25 ± 0.05 MPa/s.

Se registra la carga máxima durante el ensayo y se aplica en la siguiente formula:

$$Rc \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \left(\frac{P}{A} \right) = \left(\frac{4P}{\pi d^2} \right) \dots\dots\dots \text{(Fórmula 05)}$$

Donde:

- Rc = resistencia a la compresión
- P (kg) = carga axial total
- d (cm) = diámetro de la probeta cilíndrica

Para esta investigación se realizaron pruebas de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días, para cada método y resistencia requerida de 210 y 280 kg/cm².

3.5. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Con la información cuantitativa obtenida de las pruebas realizadas en el laboratorio, se procesó la información mediante el programa informático Excel para el procesamiento estadístico.

3.5.1. Análisis de las propiedades de los agregados

3.5.1.1. Abrasión (NTP 400.019, ASTM C-131)

Tabla N° 21: Resultados del Ensayo a la Abrasión

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (rev./mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
A	Máquina de los Ángeles	12	30 - 33	500.00	1"	5000.00
N° DE ENSAYOS					1°	
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)					5000	
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)					4340	
% Desg. =((Pi -Pf) / Pi) x 100					13.20	
Abrasión % Desgaste					13.20%	

3.5.1.2. Ensayo Granulométrico (NTP 400.012, ASTM C-136)

Tabla N° 22: Resultados del Ensayo Granulométrico

GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS			
Tamiz		A.FINO	A.GRUESO
N°	Abertura (mm)	Porcentaje Que Pasa	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	100.0	100.0
2 ½"	63.50	100.0	100.0
2"	50.80	100.0	100.0
1 ½"	38.10	100.0	100.0
1"	25.40	100.0	76.50
¾"	19.05	100.0	17.00
½"	12.70	100.0	4.50
⅜"	9.53	99.5	4.30
N°4	4.75	93.2	4.30
N°8	3.36	80.3	4.30
N 16	1.18	60.0	4.30
N 30	0.60	37.9	4.30
N 50	0.30	17.6	4.30
N 100	0.15	9.8	4.30
Fondo	-	0.0	0.00
MÓDULO DE FINURA =		3.01	7.53

Figura N° 07 Curva Granulométrica del Agregado Fino

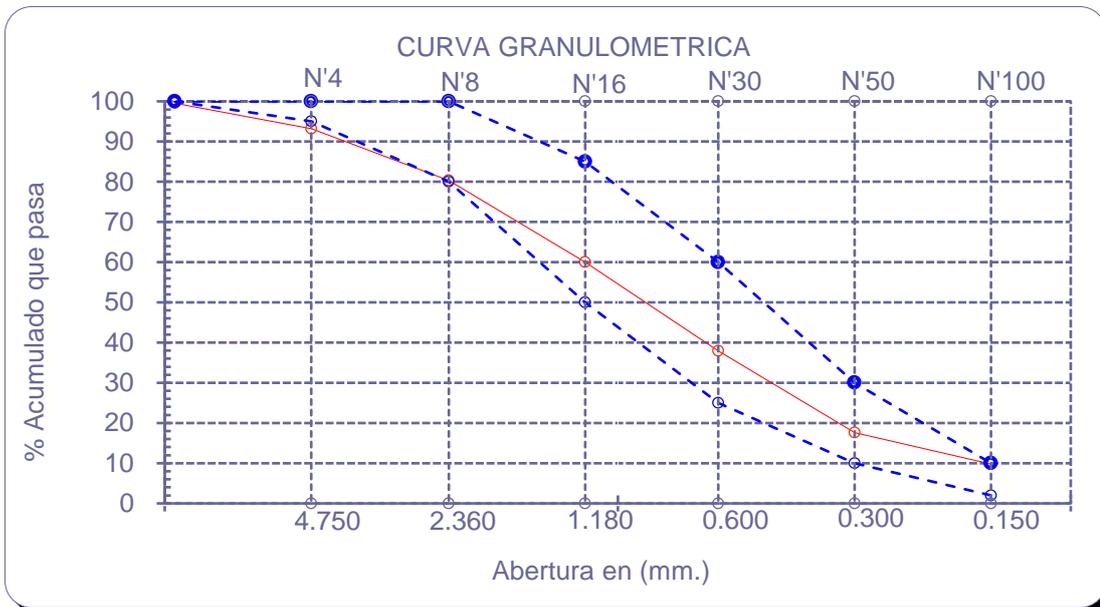
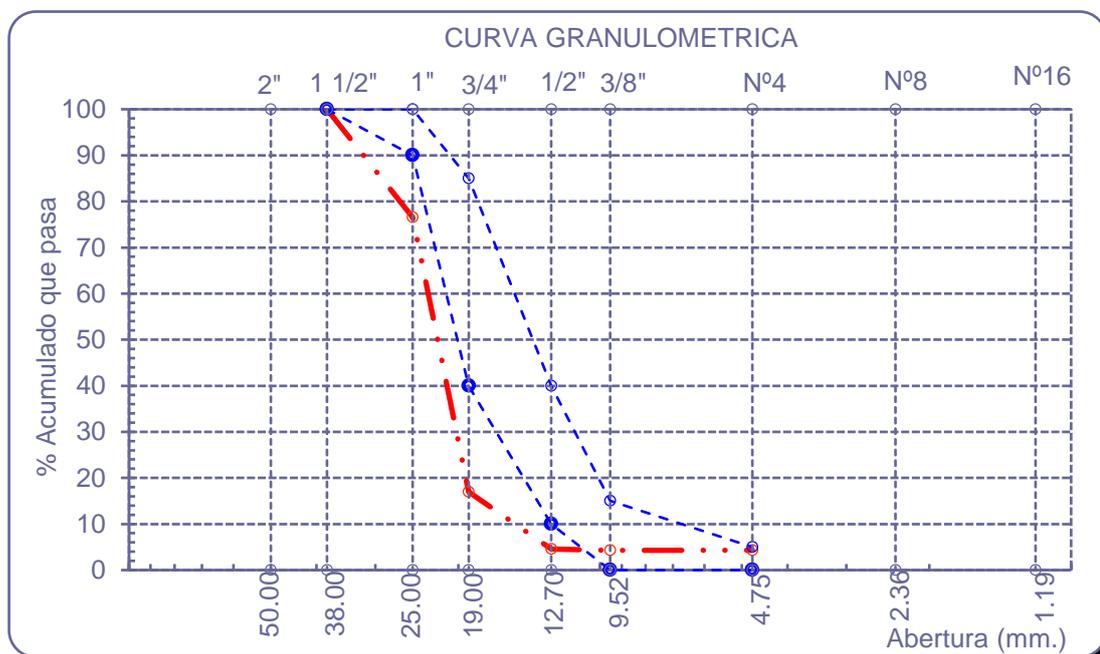


Figura N° 08 Curva Granulométrica del Agregado Grueso



3.5.1.3. Propiedades físico-mecánicas

Tabla N° 23: Resultados de las propiedades de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS		
DESCRIPCIÓN	A. FINO	A. GRUESO
P.U.S.S(Kg/m ³)	1350	1381
P.U.C.S(Kg/m ³)	1582	1533
PESO ESPECÍFICO DE MASA (Kg/m ³)	2571	2678
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05	0.42
ABSORCIÓN (%)	2.40	1.04

3.5.2. Diseño de mezclas

Se realiza el diseño de mezclas con los métodos ACI, Walker y Módulo de fineza de la combinación de agregados para los cuales se detalla la caracterización de los materiales empleados en la preparación de la mezcla para los siguientes concretos:

3.5.2.1. Datos para la dosificación de la mezcla de concreto para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla N° 24: Datos para preparar la mezcla

DESCRIPCIÓN	MÉTODOS		
	ACI	WALKER	MÓDULO DE FINEZA
1. Resistencia	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
2. Tamaño Máximo Nominal	1"	1"	1"
3. Selección Asentamiento	3"-4"	3"-4"	3"-4"
4. Volumen de agua y porcentaje de aire	195 lt	197 lt	195 lt
	1.5%	1.5%	1.5%
5. Relación Agua/ cemento	0.684	0.684	0.684
6. Factor Cemento	285.09	288.00	285.09
6.1. N° bolsas	6.708	6.777	6.708
7. Peso del A. Fino	827.86 kg	882.87 kg	932.80 kg
8. Peso del A. Grueso	996.45 kg	931.83 kg	886.91 kg
9. Contenido de Humedad del A. Fino	2.05%	2.05%	2.05%
10. Contenido de Humedad del A. Grueso	0.42%	0.42%	0.42%
11. Absorción del A. Fino	2.40%	2.40%	2.40%
12. Absorción del A. Grueso	1.04%	1.04%	1.04%
13. Aporte de Agua del A. Fino	-2.96	-3.15	-3.33
14. Aporte de Agua del A. Grueso	-6.20	-5.80	-5.52

3.5.2.2. Resultados del diseño de mezcla de concreto para $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla N° 25: Resultados del diseño de mezclas corregidos por humedad

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES Kg/m ³			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA(LT)
ACI	210	285.09	844.83	1000.64	204.16
WALKER	210	288.01	900.97	935.74	205.95
M.FINEZA	210	285.09	951.92	890.64	203.85

3.5.2.3. Datos para la dosificación de la mezcla de concreto para $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla N° 26: Datos para preparar la mezcla

DESCRIPCIÓN	MÉTODOS	ACI	WALKER	MÓDULO DE FINEZA
1. Resistencia		280 kg/cm ²	280 kg/cm ²	280 kg/cm ²
2. Tamaño Máximo Nominal		1"	1"	1"
3. Selección Asentamiento		3"-4"	3"-4"	3"-4"
4. Volumen de agua y porcentaje de aire (tabla N° 11 y N° 12)		195 lt 1.5%	197 lt 1.5%	195 lt 1.5%
5. Relación Agua/ cemento		0.578	0.578	0.578
6. Factor Cemento		337.37	340.83	337.37
6.1. N° bolsas		7.938	8.02	7.938
7. Peso del A. Fino		784.16 kg	795.65 kg	878.12 kg
8. Peso del A. Grueso		996.45 kg	975.21 kg	898.34 kg
9. Contenido de Humedad del A. Fino		2.05%	2.05%	2.05%
10. Contenido de Humedad del A. Grueso		0.42%	0.42%	0.42%
11. Absorción del A. Fino		2.40%	2.40%	2.40%
12. Absorción del A. Grueso		1.04%	1.04%	1.04%
13. Aporte de Agua del A. Fino		-2.80	-2.84	-3.14
14. Aporte de Agua del A. Grueso		-6.20	-6.07	-5.59

3.5.2.4. Resultados del diseño de mezcla de concreto para $f'c= 280 \text{ kg/ cm}^2$

Tabla N° 27: Resultados del diseño de mezclas corregidos por humedad

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES Kg/m ³			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA(LT)
ACI	280	337.07	800.23	1000.64	204.00
WALKER	280	340.83	811.96	979.31	205.91
M.FINEZA	280	337.07	896.12	902.11	203.73

3.5.2.5. Propiedades del concreto en estado fresco para $f'c= 210 \text{ kg/ cm}^2$

Tabla N° 28: Resultados promedio para el concreto fresco $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCIÓN	MÉTODOS	ACI	WALKER	MÓDULO DE FINEZA
1. Temperatura (Promedio)		23.6 °C	23.3 °C	22.8 °C
2. Slump (promedio)		3.4"	3.1"	3.8"
3. Peso Volumétrico del Concreto Fresco (promedio)		Pv= 2365.52 Kg/m ³	Pv= 2368.01 Kg/m ³	Pv= 2322.72 Kg/m ³

3.5.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco para $f'c= 280 \text{ kg/ cm}^2$

Tabla N° 29: Resultados promedio para el concreto fresco $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCIÓN	MÉTODOS	ACI	WALKER	MÓDULO DE FINEZA
1. Temperatura (Promedio)		24.0 °C	23.8 °C	21.7 °C
2. Slump (promedio)		3.65"	3.3"	3.7"
3. Peso Volumétrico del Concreto Fresco (promedio)		Pv= 2332.86 Kg/m ³	Pv= 2334.44 Kg/m ³	Pv= 2311.67 Kg/m ³

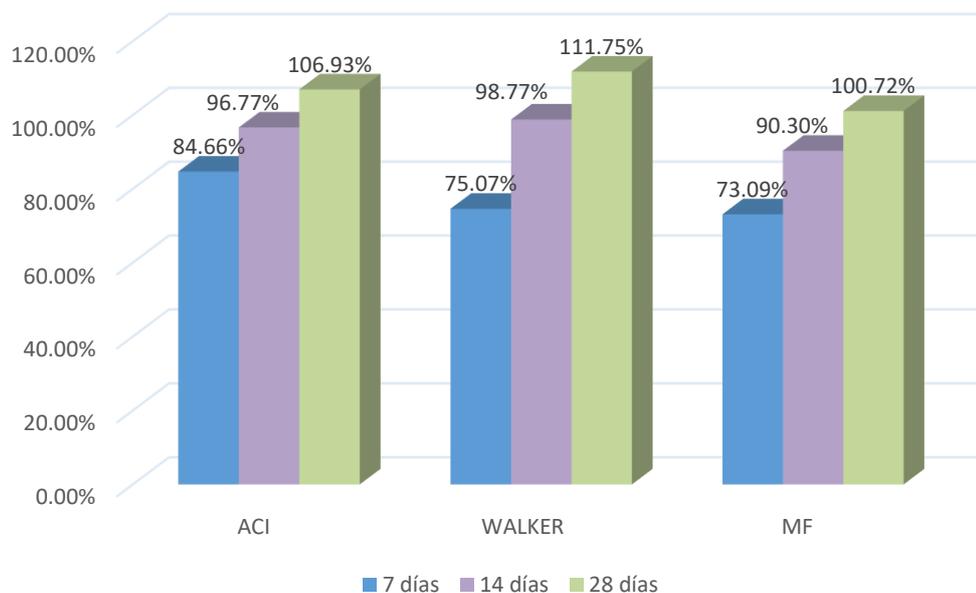
3.5.3. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto

3.5.3.1. Resumen de datos obtenidos para resistencia a la compresión $f'c = 210$ kg/cm²

Tabla N° 30: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto
 $f'c = 210$ kg/cm²

MÉTODOS	DIAS CURADO Y ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
ACI	7	177.79	84.66%
	14	203.22	96.77%
	28	224.56	106.93%
WALKER	7	157.64	75.07%
	14	207.42	98.77%
	28	234.68	111.75%
MF	7	153.49	73.09%
	14	189.62	90.30%
	28	211.51	100.72%

Figura N° 09 Comparación de la Resistencia a la compresión del concreto
 $f'c = 210$ kg/cm² a los 7,14 y 28 días



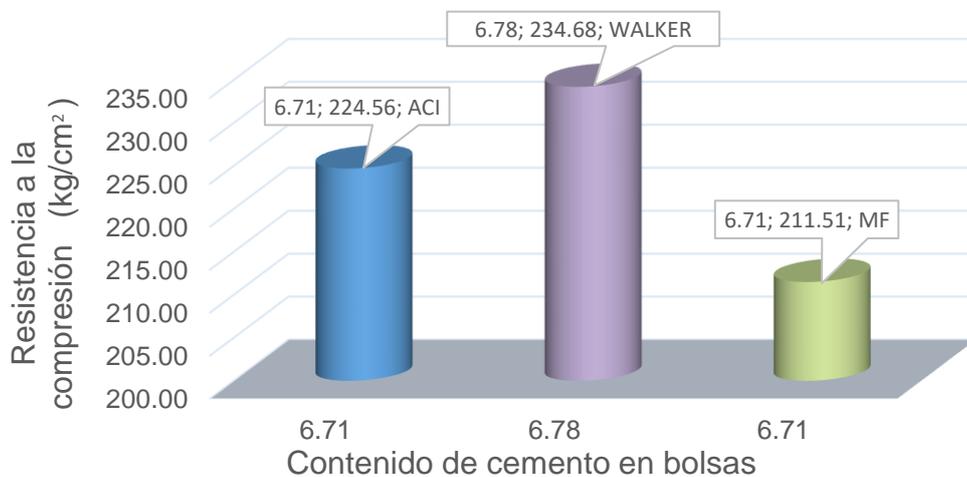
3.5.3.2. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico con los tres métodos

Tabla N° 31: Comparación de métodos Vs resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico

MÉTODOS	MATERIALES Kg/m^3				RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS (Kg/cm^2)	PESO VOLUMÉTRICO CONCRETO FRESCO (Kg/m^3)
	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (LT)		
ACI	285.09	844.83	1000.64	204.16	224.56	2365.52
WALKER	288.01	900.97	935.74	205.95	234.68	2368.01
M.FINEZA	285.09	951.92	890.64	203.85	211.51	2322.72

3.5.3.3. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y cantidad de cemento con los tres métodos

Figura N° 10 Relación cemento vs resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

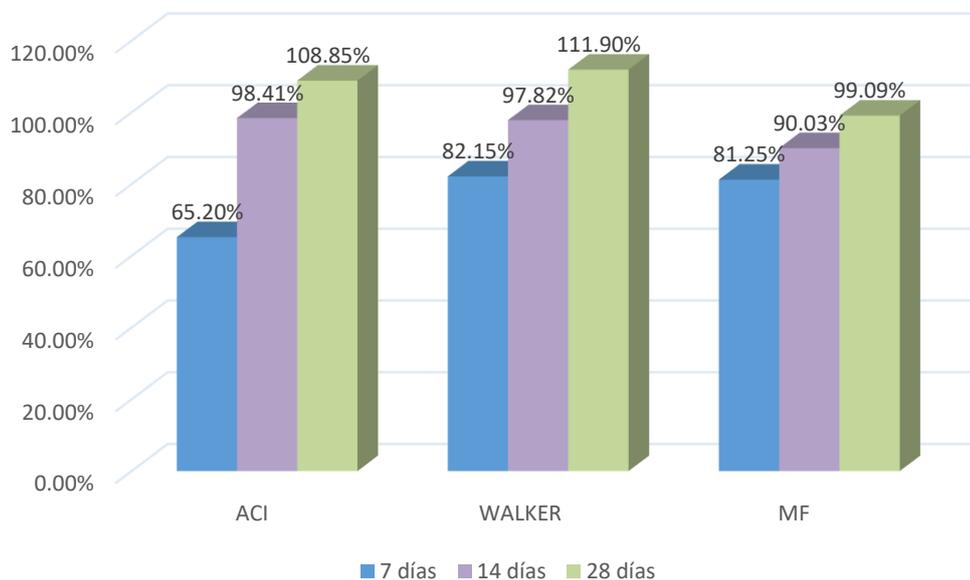


3.5.3.4. Resumen de datos obtenidos para resistencia a la compresión $f'c= 280$ kg/cm²

Tabla N° 32: Resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm²

MÉTODOS	DIAS CURADO Y ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
ACI	7	182.57	65.20%
	14	275.54	98.41%
	28	304.79	108.85%
WALKER	7	230.01	82.15%
	14	273.90	97.82%
	28	313.32	111.90%
MF	7	227.49	81.25%
	14	252.09	90.03%
	28	277.46	99.09%

Figura N° 11 Comparación de la Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280$ kg/cm² a los 7,14 y 28 días



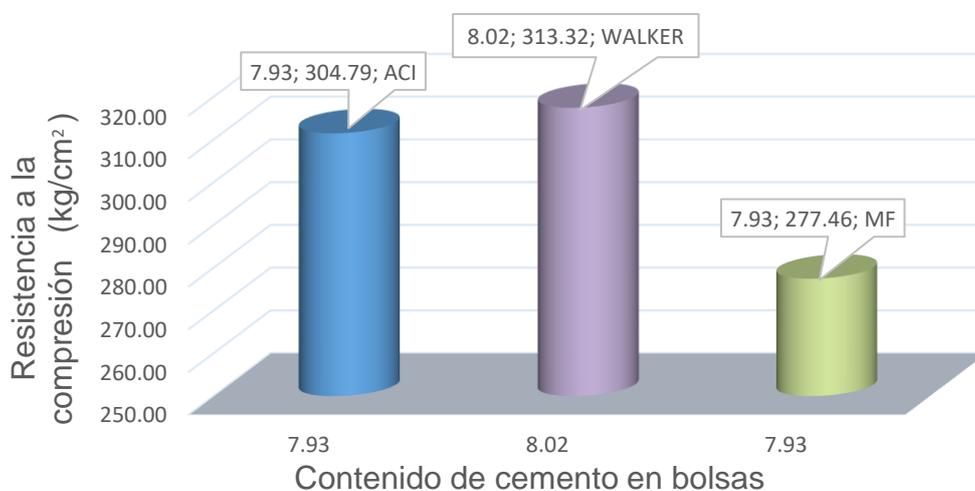
3.5.3.5. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico con los tres métodos

Tabla N° 33: Comparación de métodos Vs resistencia $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y peso volumétrico

MÉTODOS	MATERIALES Kg/m^3				RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS (Kg/cm^2)	PESO VOLUMÉTRICO CONCRETO FRESCO (Kg/m^3)
	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (LT)		
ACI	337.07	800.23	1000.64	204.00	304.79	2332.86
WALKER	340.83	811.96	979.31	205.91	313.32	2334.44
M.FINEZA	337.07	896.12	902.11	203.73	277.46	2311.67

3.5.3.6. Comparación de materiales, resistencia $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y cantidad de cemento con los tres métodos

Figura N° 12 Relación cemento vs resistencia a la compresión del concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$



3.5.4. Módulo de elasticidad teórico

De acuerdo con ACI se puede usar esta fórmula, solo si el peso específico del concreto que estamos empleando tenga valores entre 1440 y 2560 kg/m³

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = W^{1.5} 0.14 \sqrt{f'c} \dots \dots (Fórmula 06)$$

Se toma como referencia para el cálculo del módulo de elasticidad del concreto (con peso específico estándar) para la resistencia de diseño la siguiente fórmula:

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15100 \sqrt{f'c} \dots \dots (Fórmula 07)$$

4.5.1. Módulo de elasticidad para concreto f'c= 210 kg/cm²

Tabla N° 34: Valores para el cálculo del módulo de elasticidad para un concreto 210 kg/cm²

MÉTODOS	DIAS CURADO Y ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	PESO VOLUMÉTRICO CONCRETO FRESCO (Kg/m ³)
ACI	7	177.79	2365.52
	14	203.22	
	28	224.56	
WALKER	7	157.64	2368.01
	14	207.42	
	28	234.68	
MF	7	153.49	2322.72
	14	190.02	
	28	211.51	

En la Tabla N° 34 se muestran los datos del ensayo a la compresión de las probetas y los pesos específicos para ser empleados en la fórmula.

Tabla N° 35: Resultados del módulo de elasticidad a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

DIAS CURADO Y ROTURA	MÉTODOS	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (Kg/cm ²)
7	ACI	177.79	214768.87
	WALKER	156.67	202552.63
	M.F	156.80	194160.80
14	ACI	203.20	229615.22
	WALKER	206.70	232341.41
	M.F	191.40	216031.74
28	ACI	224.70	241367.86
	WALKER	234.20	247141.19
	M.F	211.50	227921.72

➤ Módulo de elasticidad del concreto para una resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 15100\sqrt{210}$$

$$E_c \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 218819.789 \text{ kg/cm}^2$$

4.5.2. Módulo de elasticidad para concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla N° 36: Valores para el cálculo del módulo de elasticidad para un concreto 280 kg/cm^2

MÉTODOS	DIAS CURADO Y ROTURA	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	PESO VOLUMÉTRICO CONCRETO FRESCO (Kg/m ³)
ACI	7	182.57	2332.86
	14	275.54	
	28	304.79	
WALKER	7	230.01	2334.44
	14	273.90	
	28	313.32	
MF	7	227.49	2311.67
	14	252.09	
	28	277.46	

En la Tabla N° 36 se muestran los datos del ensayo a la compresión de las probetas y los pesos específicos para ser empleados en la fórmula.

Tabla N° 37: Resultados del módulo de elasticidad a la compresión del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DIAS CURADO Y ROTURA	MÉTODOS	RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM ²)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (KG/CM ²)
7	ACI	182.57	213142.18
	WALKER	230.01	239483.02
	M.F	227.49	234691.61
14	ACI	275.54	261848.22
	WALKER	273.90	261334.33
	M.F	252.09	247053.20
28	ACI	304.79	275396.06
	WALKER	313.32	279511.51
	M.F	277.46	259190.65

➤ Módulo de elasticidad del concreto para una resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 15100\sqrt{280}$$

$$E_c \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 252671.328 \text{ kg/cm}^2$$

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. DISCUSIÓN A LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

La NTP 400.037 en el apartado (13), menciona que para el agregado grueso empleado en concretos de pavimentos y en estructuras de 280 kg/cm^2 o más deberá cumplir: el ensayo a la Abrasión no debe ser mayor al 50%, por consiguiente, nos encontramos frente a un resultado apto de **13.20%** para la elaboración de diseños de mezcla, además de obtener una buena resistencia.

En la Tabla N° 22 se muestran los resultados del análisis granulométrico de los agregados. Para el agregado fino el módulo de finura es 3.01, considerándose apto para la elaboración de concretos y dentro del rango donde indica que el agregado fino debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor de 3.1, especificado en la norma ASTM C33. Según Romero (2019), menciona que el módulo de finura del agregado grueso se encuentra en un rango de 4.5 a 7.5, con lo que podemos decir que está dentro del rango. En el análisis del agregado grueso nos permitió identificar el TMN dando como resultado 1”.

La Figura N° 07 y N° 08 muestra la curva granulométrica del agregado fino y grueso respectivamente; se observan que las curvas no están completamente desarrolladas dentro de los límites de distribución granulométrica exigidos por la norma. Se concluye que nos encontramos frente a un agregado fino que no está bien graduado. De acuerdo a la NTP 400.037 se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

(Villegas, 2017), manifiesta que los pesos sueltos y compactados deben encontrarse entre los rangos de 1200 kg/m^3 – 1760 kg/m^3 , de acuerdo a la NTP N° 400.017 se encuentra dentro del rango establecido obteniendo como resultado 1350 kg/m^3 y 1582 kg/m^3 para el agregado fino; y para el agregado grueso 1381 kg/m^3 y 1533 kg/m^3 . El peso unitario suelto y compactado se realiza con la finalidad de conocer la cantidad de agregados por metro cubico, además del acomodamiento dentro de la mezcla de concreto evitando dejar muchos vacíos.

El peso específico es un factor importante en el diseño de mezclas porque permitirá determinar la cantidad de agregado utilizado para un volumen unitario de concreto, debido a que los poros interiores de las partículas de agregado van a ocupar un volumen dentro de la masa de concreto y además porque el agua se aloja dentro de los poros saturables. Para el procedimiento de estos ensayos nos acogeremos a las Normas técnicas peruana 400.021 y 400.022; se establece un rango de 2.4-2.8 gr/cm³ en donde los resultados obtenidos para el peso específico del agregado fino es 2.57 gr/cm³ y de 2.68 gr/cm³ para el agregado grueso, encontrándose dentro de los parámetros permitidos.

El porcentaje de absorción del agregado fino es de 2.40% y al compararlo con el porcentaje de humedad se puede determinar qué cantidad de agua se necesitaría para la elaboración del concreto, por lo tanto, haremos una corrección por humedad en el diseño.

El contenido de humedad se determina de acuerdo con la NTP 339.185 con la finalidad de controlar el contenido de agua efectiva en el concreto. De acuerdo a nuestros resultados se obtuvo 2.05% para el agregado fino y 0.42% para el agregado grueso, por lo tanto, nos encontramos en el caso donde el porcentaje de humedad tanto para el agregado fino y grueso es menor que el porcentaje de absorción por ello el agregado tomará agua de la mezcla es decir agua que le falta para llegar a la condición ideal, debiendo aumentarse agua a la mezcla para que no afecta el agua de diseño.

Cumpliendo con los criterios establecidos por las normas para el desarrollo en cada ensayo, se puede concluir que los agregados de la cantera La Victoria son aptos para su uso en la producción de concreto de buena calidad.

4.2. DISCUSIÓN AL DISEÑO DE MEZCLAS Y A LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

El diseño de mezclas se define como la preparación de una mezcla de concreto seleccionando los ingredientes adecuados y que la determinación de sus cantidades produzca un concreto con apropiada trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad al menor costo posible.

Las diferencias en la dosificación entre los métodos de diseño ACI, Walker y Módulo de fineza de la combinación de agregados se relacionan principalmente con la proporción de agregados como se observa en la Tabla N° 25 y Tabla N° 27.

En cuanto al volumen unitario de agua mostrados en las tablas N° 24 y N° 26 para los métodos ACI y Módulo de fineza de la combinación de agregados se aprecia que mantienen el mismo valor de 195 lt; con respecto al método Walker que toma el valor de 197 lt al diseñar concretos $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .

En la Tabla N° 28 se muestran los resultados promedio de las 5 tandas con los tres métodos para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco llegando a la siguiente conclusión: la temperatura se encontraba entre $22.8 \text{ }^\circ\text{C}$ y $23.6 \text{ }^\circ\text{C}$, en relación al asentamiento podemos ver la influencia de los agregados que se tiene un mayor asentamiento con el método del módulo de fineza de la combinación de agregados debido a que presenta una mayor proporción de agregado fino con respecto al agregado grueso, seguidamente de Walker y ACI, en cuanto al peso volumétrico del concreto se encuentra en un peso superior a 2300 Kg/m^3 , con lo cual podemos afirmar que tiene una buena consistencia.

En la Tabla N° 29 se muestran los resultados promedio de las 5 tandas con los tres métodos para las propiedades del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en estado fresco se puede hacer la siguiente conclusión: la temperatura se encontraba entre $21.7 \text{ }^\circ\text{C}$ y $24 \text{ }^\circ\text{C}$, en relación al asentamiento podemos ver la influencia de los agregados que se tiene un mayor asentamiento con el método del módulo de fineza debido a que presenta una mayor proporción de agregado fino con respecto al agregado grueso, seguidamente de Walker y ACI, en cuanto al peso volumétrico del concreto se encuentra en un peso superior a 2300 Kg/m^3 , con lo cual podemos afirmar que tiene una buena consistencia.

4.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO y PESOS VOLUMÉTRICOS

En la Tabla N° 30 y Figura N° 09 se muestran las resistencias promedio alcanzadas por los tres métodos que fueron diseñadas para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en un proceso de curado a los 7, 14 y 28 días. La resistencia del concreto ocurre

muy rápidamente en los primeros días después de la colocación vinculado a esto los resultados a los 7 días de curado varían entre el 73% y 85%, luego aumenta gradualmente con el tiempo es por ello que a los 28 días de curado se encuentran en porcentajes entre el 100% y 112% de la resistencia de cada método e incluso puede aumentar en un pequeño porcentaje indefinidamente. Por otra parte, los métodos que obtuvieron mayores resistencias a los 28 días fueron ACI y Walker alcanzando una resistencia promedio de 224.56 kg/cm² y 234.68 kg/cm² respectivamente; mientras que el método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados fue el que alcanzó una resistencia promedio de 211.51 kg/cm² más cercana a la resistencia de diseño.

En la Tabla N° 32 y Figura N° 10 se muestran las resistencias promedio alcanzadas por los tres métodos que fueron diseñadas para un $f'c = 280$ kg/cm² en un proceso de curado a los 7, 14 y 28 días. La resistencia del concreto ocurre muy rápidamente en los primeros días después de la colocación vinculado a esto los resultados a los 7 días de curado varían entre el 65% y 82%, luego aumenta gradualmente con el tiempo es por ello que a los 28 días de curado se encuentran en porcentajes entre el 99% y 112% de la resistencia de cada método e incluso puede aumentar en un pequeño porcentaje indefinidamente. Por otra parte, los métodos que obtuvieron mayores resistencias a los 28 días fueron ACI y Walker alcanzando una resistencia promedio de 304.79 kg/cm² y 313.90 kg/cm² respectivamente; mientras que el método del Módulo de Fineza de la combinación de agregados fue el que alcanzó una resistencia promedio de 277.46 kg/cm² más cercana a la resistencia de diseño.

En la figura N° 10 se observa que el método de diseño ACI obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento al diseñar un concreto $f'c = 210$ kg/cm².

En la figura N° 12 se observa que el método de diseño ACI obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento al diseñar un concreto $f'c = 280$ kg/cm².

En la Tabla N° 31 y la Tabla N° 33 el método ACI, conserva la misma cantidad de cemento que el del módulo de fineza, no obstante, con respecto a los agregados es el que requiere mayor cantidad de agregado grueso y menor

cantidad de agregado fino y tiene una mayor resistencia a la compresión y el mayor peso volumétrico junto con el método Walker. Por otra parte, el método del Módulo de Fineza es el que requiere mayor cantidad de agregado fino y menor cantidad de agregado grueso en relación con los otros métodos, también se observa que tiene el menor peso volumétrico; empero el más cercano a la resistencia de diseño requerida.

4.4. DISCUSIÓN AL MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO

Para Byron, (2019), define al módulo de elasticidad como un parámetro mecánico muy importante usado para el análisis de la rigidez del material y los desplazamientos en el diseño estructural y es determinado en función de la resistencia a la compresión.

En la Tabla N° 35 se muestran los resultados del módulo de elasticidad para una resistencia de 210 kg/cm² con los tres métodos y para las diferentes edades de curado, que al ser comparado con el módulo de elasticidad del concreto de diseño se puede concluir que: a los 7 días con los tres métodos y con excepción del método del módulo de fineza a los 14 días es ligeramente menor con respecto a los otros días.

En la Tabla N° 37 se muestran los resultados del módulo de elasticidad para una resistencia de 280 kg/cm² con los tres métodos y para las diferentes edades de curado, que al ser comparado con el módulo de elasticidad del concreto de diseño requerido se puede concluir que: a los 7 días con los tres métodos y con excepción del método del módulo de fineza a los 14 días es ligeramente menor en relación a los otros días.

4.5. CONTRASTE DE LA HIPOTESIS

Se determinó que el método de diseño de mezclas ACI genera una resistencia a la compresión mayor en un 7% para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 9% para concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en relación a los otros métodos, con la menor cantidad de cemento con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Este proyecto de tesis concluye que no se valida la hipótesis ya que es el método ACI quien obtuvo una mayor resistencia con la menor cantidad de cemento al diseñar concretos a las resistencias especificadas de en 210 y 280 kg/cm²
- Para el desarrollo esta tesis se puede concluir que el método ACI para concretos en 210 y 280 kg/cm² alcanzaron la mayor resistencia promedio a los 28 días a las de los diseños requeridos, con valores de 224.56 y 304.79 kg/cm² respectivamente.
- Se concluye que el método del módulo de fineza de la combinación de agregados con la misma cantidad de cemento al igual que ACI alcanza resistencias más cercanas a las de diseño para concretos en 210 y 280 kg/cm², con valores de 211.51 y 277.46 kg/cm² respectivamente.
- Este proyecto de investigación concluye que el método de Walker para concretos en 210 y 280 kg/cm² obtuvieron la mayor resistencia empleando mayor cantidad de cemento.
- Al realizar la prueba de slump podemos indicar que con los tres métodos para los concretos 210 y 280 kg/cm² se alcanzaron asentamientos dentro del rango de 3" a 4".
- Para el desarrollo de la presente investigación se deduce que: a mayor peso volumétrico del concreto fresco, es mayor la resistencia a la compresión.
- En cuanto al curado de los especímenes de concreto al ser sumergidas en agua durante los días indicados para este proyecto, el concreto alcanza la resistencia de diseño para el método del módulo de fineza y en otras supera el porcentaje establecido para los métodos ACI y Walker en ambas resistencias.

- De acuerdo a la curva granulométrica del agregado grueso, se concluye que no se encuentra dentro del límite permisible de la normativa, sus partículas son bastante gruesas homogéneas y no se cuenta con gradación del material, por ello su TMN es de 1”.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones empleando otros métodos de diseños de mezclas para comparar su resistencia a la compresión.
- Realizar investigaciones con otras canteras que son utilizadas para la elaboración de concreto en Chiclayo, experimentando con resistencias mayores a las de esta tesis.
- Realizar investigaciones sobre el costo – beneficio con los diferentes métodos de diseño de mezclas existentes.
- Realizar investigaciones para obtener otras propiedades del concreto
- Se recomienda realizar con los 03 métodos de diseño para concretos 210 y 280 kg/cm² incluyendo aditivo para comprobar su resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 334.082, N. (2020). Agregados. Lima: Comisión de Reglamentos Tecnicos y Comerciales.
- A.S.T.M. (1996). Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.
- A.S.T.M. (2015). Especificación Normalizada para Cemento Portland. Pensilvania: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
- A.S.T.M. (2018). Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de especímenes de concreto cilíndricos. Pennsylvania: ASTM International .
- ACI. (1999). Cement and Concrete Terminology. Michigan: ACI AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.
- ACI. (12 de mayo de 2007). american concrete institute. Obtenido de Consistencia, consistencia plástica y trabajabilidad.: <https://www.concrete.org/tools/frequentlyaskedquestions.aspx?faqid=647>
- Alvarez. (2021). Semana 04 Mixing water for cocncrete PCA chapter 5. Universidad peruana de Ciencias aplicadas.
- Amadei, B. (2007). DISEÑO DE PUENTE PEDESTRE SUSPENDIDO POR CABLE PARA CONSTRUCCIÓN RURAL. Iowa: University of Iowa.
- ARCOSA. (15 de julio de 2016). Arcosa Concretos. Obtenido de Concreto Estructural: <http://www.arcosa.mx/productos/concreto-estructural.html>
- ASTM C150 . (2015). "ASTM C185-15a, Método de prueba estándar para el contenido de aire del mortero de Cemento Hidráulico. West Conshohocken: ASTM International.
- Avanto, C. F. (1952). Tecnología del Concreto. lima: San Marcos.
- Avanto, F. (1992). Tecnología del Concreto. Lima: san marcos.
- Belyaev, M. (12 de abril de 2017). domisad. Obtenido de definicion y clasificacion del concreto: <https://domisad.org/chtotakoyebeton/>
- Blezar, R. G. (2014). La historia de los cementos calcáreos. Ámsterdam: Elsevier Butterworth.
- Brys, Q. (23 de agosto de 2002). United Nations Industrial Development Organization. Obtenido de MATERIALES CRUDOS Y MORTERO: <https://bit.ly/2IglZ5d>

- CAPECO. (18 de mayo de 2018). Wonderful. Obtenido de LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL EN EL PERÚ: <https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/>
- Cedeño, A. G. (2018). RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA DEL CONCRETO (fcr). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Chouhan, K. (19 de noviembre de 2020). Quora. Obtenido de segregación de hormigón: <https://www.quora.com/What-is-segregation-of-concrete>
- Coburn, B. (12 de enero de 2019). Science Direct. Obtenido de Impermeabilidad: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/impermeability>
- Cooke, T. H. (1990). Bombeo y pulverización de concreto. london: Telford, Thomas .
- Dimezco. (25 de Junio de 2010). SCRIBD. Obtenido de Manual de Diseño de Mezclas, Método de Walker: <https://es.scribd.com/document/181327593/Manual-de-Diseño-de-Mezclas-Metodo-de-Walker>
- E-060, N. (2009). Reglamento Nacional de Edificaciones. Michigan: Sencico.
- Edificaciones, R. N. (2018). Limites de granulometria. lima: megabyte.
- Elliott, K. S. (2019). Estructuras de hormigón prefabricado. Cleveland: CRC Press .
- Escobar, M. C. (28 de Mayo de 2016). Procedimiento para el diseño de mezclas de concreto. Obtenido de prezi: <https://prezi.com/qjd7y7rqzvii/procedimiento-para-el-diseno-de-mezclas-de-concreto/>
- Gambhir, M. (2014). Concrete Technology. india: Tata McGraw-Hill Education.
- Ghasemi, Y. (2017). Agregados en diseño de mezcla de concreto. Luleå: Luleå University of Technology.
- Ghasemi, Y. (2017). Agregados en diseño de mezcla de concreto. Luleå: Luleå University of Technology.
- Giatec. (22 de mayo de 2018). Giatec Scientific. Obtenido de El diseño de la mezcla de concreto: <https://www.giatecscientific.com/education/concrete-mix-design-just-got-easier/>
- Gillberg, B. F. (1999). Hormigón y medio ambiente. Estocolmo: AB Svensk Byggtjenst.
- Gonzales, R. (12 de Abril de 2018). The Constructor. Obtenido de Resistencia a la compresión del hormigón: <https://theconstructor.org/concrete/compressive-strength-concrete-cube-test/1561/>
- Graybeal, B. (21 de octubre de 2018). Civil Egeineering. Obtenido de Módulo de Elasticidad del Concreto.: <https://civiltoday.com/civil-engineering-materials/concrete/84-modulus-of-elasticity-of-concrete>

- Grupo SIKA. (27 de enero de 2019). grupo sika. Obtenido de Hormigón pesado: https://www.sika.com/content/corp/main/en/solutions_products/construction-markets/sika-concrete-technology/concrete-handbook-2013/concrete-types/heavyweight-concrete.html
- Guzmán, S. D. (28 de junio de 2021). arquitecturacivil.blog. Obtenido de Concreto: características, tipos, historia: <https://arquitecturacivil.blog/arquitectura/concreto-historia-caracteristicas-clasificacion/>
- Harmsen, T. E. (2002). DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ.
- Huanca, S. L. (12 de Marzo de 2016). Researchgate. Obtenido de Diseño de Mezclas de Concreto: https://www.researchgate.net/publication/267216538_Disen%C3%B3_de_Mezclas_de_Concreto
- Huertas, S. (23 de abril de 2018). the constructor. Obtenido de Procedimiento y ejemplo de diseño de mezcla de concreto: <https://theconstructor.org/concrete/concrete-mix-design-procedure-example-is456/6005/>
- Hunker. (24 de enero de 2019). Hunker. Obtenido de Compresión de hormigón: <https://www.hunker.com/12003167/tension-vs-compression-of-concrete>
- InterNACHI. (2016). interNACHI. Obtenido de Inspección visual de hormigón: <https://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm>
- Kerkhoff, B. (2014). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. Illinois: Asociación de Cemento de Portland.
- Khan, A. (26 de marzo de 2017). American's Cement Manufacturers. Obtenido de Durabilidad: <https://www.cement.org/learn/concrete-technology/durability>
- Khand, V. (12 de marzo de 2014). concrete basics. Obtenido de tamaño maximo y tamaño maximo nominal: <http://concretebasics.org/learningcentercb/difference-between-maximum-size-and-nominal-maximum-size-of-aggregates/>
- López, M. (1 de Septiembre de 2003). dot.state. Obtenido de CONCRETE TESTS: <https://www.dot.state.mn.us/materials/manuals/concrete/Chapter5.pdf>
- Meade, R. K. (2014). Cemento Portland: su composición, materias primas, fabricación, ensayos y análisis. Easton: The Chemical Publishing.

- Mejía, A. R. (2002). Diseño de Mezclas de Concreto ACI 211-1. Caldas: Centro de Procesos Industriales y Construcción.
- Meyer, C. (2012). HORMIGON CON VIDRIO DE RESIDUOS COMO AGREGADO. Michigan: International Symposium Concrete Technology.
- Neville, A. (1995). propiedades del concreto. Prentice Hall.
- NTP. (1999). AGREGADOS. Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI .
- NTP. (2002). Agregados. Lima: Comisión de Reglamentos Tecnicos y Comerciales.
- NTP. (2013). Agregados. Lima: NORMA TÉCNICA PERUANA.
- NTP. (2013). Extracción y preparación de las muestras. Lima: NORMA TECNICA PERUANA.
- Oritola, S. (2014). Comparación de diferentes formas de grava como agregado en hormigón. Malasia: Universidad de Tecnología, Malasia UTM.
- Person. (08 de agosto de 2019). Arquitectura Pura. Obtenido de Arquitectura Pura: <https://www.arquitecturapura.com/wp-content/uploads/2019/08/hormigón-1.jpg>
- Prakash, S. M. (2014). Comparación de los métodos de IS, BS Y ACI concreto mezcla de diseño y propuesta de función Diseño basado en ecuaciones. Revista internacional de civil estructural.
- Road, D. (2001). Diseño de hormigonera. Londres: HMSO.
- Roberts, & Kandha. (1996). Mezcla caliente de materiales asfálticos , Diseño de mezclas y construcción. Lanham: Fundación Nacional de Educación de la Asociación de Pavimentación de Asfalto.
- sencico. (29 de julio de 2020). Norma E 0.60. Obtenido de Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- The Constructor. (7 de marzo de 2018). the costructor. Obtenido de tipos de concreto y aplicaciones: <https://theconstructor.org/concrete/types-concrete-applications/19779/>
- Wadud, Z., & Ahmad, S. (2001). MÉTODO ACI DEL DISEÑO DE MEZCLA DE HORMIGÓN. Singapur: Universidad Tecnológica de Nanyang.
- Willett, J. C. (2017). Piedra (triturada). Estados Unidos: Encuesta geológica de Estados Unidos.

Yurendra, Y. (2018). Diferencia entre concreto convencional y normal. Quora, 12-13.

Zemajtis, J. Z. (12 de marzo de 2018). Asociación de cemento de Portland. Obtenido de Papel del curado del concreto: <https://www.cement.org/learn/concrete-technology/concrete-construction/curing-in-construction>

ANEXOS

ANEXO 1: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

a) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO		ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO					
NORMATIVA		N.T.P.400.012					
ENSAYADO POR		Roxana Diaz Tapia					
Malla	Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:		
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	2.3	0.5	0.5	99.5	100	100
Nº 04	4.750	31.7	6.3	6.8	93.2	95	100
Nº 08	2.360	64.3	12.9	19.7	80.3	80	100
Nº 16	1.180	101.5	20.3	40.0	60.0	50	85
Nº 30	0.600	110.5	22.1	62.1	37.9	25	60
Nº 50	0.300	101.5	20.3	82.4	17.6	10	30
Nº 100	0.150	39.3	7.9	90.2	9.8	2	10
Fondo		48.9	9.8	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				3.015			
Total				500.0			

ENSAYO		ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO					
NORMATIVA		N.T.P.400.012					
ENSAYADO POR		Roxana Diaz Tapia					
Malla	Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Huso Granulométrico 56:		
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100-100	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100-100	
1"	25.00	2809.4	23.5	23.5	76.5	90-100	
3/4"	19.00	7123.6	59.5	83.0	17.0	40-85	
1/2"	12.70	1489.7	12.4	95.5	4.5	10-40	
3/8"	9.52	27.9	0.2	95.7	4.3	0-15	
Nº 04	4.75	0.3	0.0	95.7	4.3	0-5	
Nº 08	2.36	0.4	0.0	95.7	4.3	0-0	
Nº 16	1.19	0.4	0.0	100.0	0.0	0-0	
Total				11,966.0			

b) CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185, ASTM C566)

LUGAR: LABORATORIO FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC.

ENSAYO		CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
NORMATIVA:		N.T.P. 339.185				
FECHA DE ENSAYO:		14/04/2022				
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia				
MUESTRAS	PESO DE LA TARA gr	PESO HÚMEDO gr	PESO SECO + TARA gr	PESO SECO gr	CONTENIDO DE HUMEDAD %	
M1	73.7	526.30	589.0	515.3	2.13	
M2	66.8	533.20	590.2	523.4	1.87	
M3	72.5	527.50	589.4	516.9	2.05	
PROMEDIO					2.05	

ENSAYO		CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
NORMATIVA:		N.T.P. 339.185				
FECHA DE ENSAYO:		14/04/2022				
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia				
MUESTRAS	PESO DE LA TARA gr	PESO HÚMEDO gr	PESO SECO + TARA gr	PESO SECO gr	CONTENIDO DE HUMEDAD %	
M1	85.5	733.50	815.9	730.4	0.42	
M2	91.4	708.90	797.5	706.1	0.40	
M3	96.4	704.00	797.4	701	0.43	
PROMEDIO					0.42	

c) PESO VOLUMÉTRICO SUELTO (NTP 400.017, ASTM C29)

LUGAR: LABORATORIO FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC.

ENSAYO		PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
NORMATIVA:		N.T.P. 400.017			
FECHA DE ENSAYO:		13/04/2022			
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia			
Muestra	Peso recipiente (Kg)	Peso recipiente+Arena Gruesa (Kg)	Peso Arena Gruesa (Kg)	volumen del recipiente en cm ³	peso volumétrico de la arena gruesa (kg/cm ³)
M1	6.31	9.204	2.89	2123	0.001361
M2	6.31	9.17	2.86	2123	0.001346
M3	6.31	9.20	2.89	2123	0.001363
Peso Volumétrico de la piedra (kg/cm ³) PROMEDIO					0.001350
Peso Volumétrico suelto seco de la piedra (kg/m ³)					1350.25

ENSAYO		PESO VOLUMETRICO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
NORMATIVA:		N.T.P. 400.017			
FECHA DE ENSAYO:		13/04/2022			
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia			
Muestra	Peso recipiente (Kg)	Peso recipiente+Piedra Chancada (Kg)	Peso Piedra Chancada (Kg)	volumen del recipiente en cm ³	peso volumétrico de la piedra chancada (kg/cm ³)
M1	10.169	17.695	7.526	5444	0.001383
M2	10.169	17.709	7.540	5444	0.001385
M3	10.169	17.731	7.562	5444	0.001389
Peso Volumétrico de la piedra (kg/cm ³) PROMEDIO					0.001381
Peso Volumétrico suelto seco de la piedra (kg/m ³)					1381.28

d) PESO VOLUMÉTRICO COMPACTADO (NTP 400.017, ASTM C29)

LUGAR: LABORATORIO FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC.

ENSAYO		PESO VOLUMETRICO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
NORMATIVA:		N.T.P. 400.017			
FECHA DE ENSAYO:		13/04/2022			
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia			
Muestra	Peso recipiente (Kg)	Peso recipiente+ arena gruesa (Kg)	Peso Arena Gruesa (Kg)	volumen del recipiente en cm ³	peso volumétrico compactado de la arena gruesa (kg/cm ³)
M1	6.31	9.714	3.404	2123	0.001603
M2	6.31	9.629	3.319	2123	0.001563
M3	6.31	9.709	3.399	2123	0.001601
Peso Volumétrico de la piedra (kg/cm ³) Promedio					0.001582
Peso Volumétrico Compactado seco de la Arena Gruesa (kg/m ³)					1581.67

ENSAYO		PESO VOLUMETRICO SUELTO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO			
NORMATIVA:		N.T.P. 400.017			
FECHA DE ENSAYO:		13/04/2022			
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia			
Muestra	Peso recipiente (Kg)	Peso recipiente+Piedra Chancada (Kg)	Peso Piedra Chancada (Kg)	volumen del recipiente en cm ³	peso volumétrico de la piedra chancada (kg/cm ³)
M1	10.17	18.59	8.422	5444	0.001532
M2	10.17	18.45	8.277	5444	0.001536
M3	10.17	18.59	8.418	5444	0.001533
Peso Volumétrico de la piedra (kg/cm ³) Promedio					0.001533
Peso Volumétrico Compactado seco de la piedra (kg/m ³)					1533.15

e) PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022, ASTM C128)

LUGAR: LABORATORIO FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC.

ENSAYO		PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO			
NORMATIVA:		N.T.P. 400.022			
FECHA DE ENSAYO:		16/04/2022			
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia			
		M1	M2	M3	PROM EDIO
1	Peso de la arena s.s.s + peso picnómetro + peso agua (gr)	965.7	976.9	988.2	976.9
2	Peso de la arena s.s.s + peso picnómetro	659.6	659.6	681.3	666.8
3	Peso de agua (W=1-2)	306.1	307.3	306.9	310.1
4	Peso de la arena secada al horno+ peso picnómetro	591.60	579.5	582.6	584.6
5	Peso del picnómetro	96.30	96.30	96.30	96.3
6	Peso de la arena secada al horno (A=4-5)	495.30	483.20	486.30	488.3
7	Volumen del picnómetro (V=500)ml	500.00	500.00	500.00	500.0
RESULTADOS					
PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M. = $A/(V-W)$)		2.55	2.64	2.52	2.57
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (P.E.M. S.S.S. = $500/(V-W)$)		2.58	2.74	2.59	2.63
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = $A/[(V-W)-(500-A)]$]		2.62	2.91	2.71	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]		0.95	3.48	2.82	2.40

f) PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021, ASTM C127)

LUGAR: LABORATORIO FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES SAC.

ENSAYO	PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN AGREGADO GRUESO			
NORMATIVA:	N.T.P. 400.021			
FECHA DE ENSAYO:	16/04/2022			
ENSAYADO POR:	Roxana Diaz Tapia			
	M1	M2	M3	PROM EDIO
Peso de la muestra secada al horno (A) g	2488	2470	2488	2481.83
Peso de la muestra s.s.s (B) g	2508	2500	2515	2507.67
Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	2336	2333	2345	2338.00
Peso de canastilla g	757.00	757.00	757.00	757.00
Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	1579.00	1576.00	1588.00	1581.00
RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M. = $A/(B-C)$)	2.68	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (P.E.M. S.S.S. = $B/(B-C)$)	2.70	2.71	2.71	2.71
PESO ESPECIFICO APARENTE [P.E.A. = $A/(A-C)$]	2.74	2.76	2.76	2.76
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(B-A)/A*100]	0.82	1.21	1.09	1.04

g) DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN POR ABRASIÓN EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES (NTP 400.019, ASTM C131)

LUGAR: LABORATORIO EMP SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

CLIENTE : Roxana Diaz Tapia
PROYECTO : "Comparación de la resistencia al diseñar concretos $f'c=210$ y 280 kg/cm² con los métodos ACI, Walker y Módulo de Fineza con agregados de la cantera La Victoria de la ciudad de Chiclayo"
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
TIPO DE PRODUCTO : Agregados
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/4/22
FECHA DE EMISION : 29/04/2022
ING. ESPECIALISTA : Secundino Burga Fernández
TECNICO LABORATORIO : Segundo A. Carranza Mejia

NOTA :

El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
SEGUNDO A. CARRANZA MEJIA
TECNICO DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
SEGUNDINO BURGA FERNANDEZ
ING. ESPECIALISTA
RUC: 20487357465

Responsable de laboratorio.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Rada Lute 1374 - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20467357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.019 **FECHA DE ENSAYO** : 28/4/22

TIPO DE PRODUCTO : Agregados **RESP. LAB.** : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : S/C **TEC. LAB.** : S.A.C.M.

MATERIAL : Piedra chancada

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Tamiz		A	B	C	D
Pasa	Retiene				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250			
1/2"	3/8"	1250			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº4				
Nº4	Nº8				
Peso total (g)		5000			
Peso retenido tamiz Nº12 (g)		4340			
Perdida después del ensayo (g)		660			
Nº de esferas		12			
Peso de las esferas (g)		4944			
Tiempo de rotación (m)		15			
Porcentaje de desgaste (%)		13.2			

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Segundo A. Carranza Mejía
TÉCNICO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Berra Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 159278

Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- * Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brinda toda la información).



h) CONTAMINACIÓN DE LOS AGREGADOS QUE PASAN POR EL TAMIZ N°200 (NTP 400.018, ASTM C117-95)

ENSAYO MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ N°200 AGREGADO FINO				
NORMATIVA:		N.T.P. 400.018		
FECHA DE ENSAYO:		18/04/2022		
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia		
MUESTRAS	PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL	PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA (G)	PESO SECO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200	MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ %
M1	500	465.40	34.6	6.92
M2	500	466.70	33.30	6.66
M3	500	466.20	33.80	6.66
PROMEDIO				6.75

ENSAYO MATERIALES MAS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ N°200 AGREGADO GRUESO				
NORMATIVA:		N.T.P. 400.018		
FECHA DE ENSAYO:		18/04/2022		
ENSAYADO POR:		Roxana Diaz Tapia		
MUESTRAS	PESO SECO DE LA MUESTRA ORIGINAL	PESO SECO DE LA MUESTRA LAVADA (G)	PESO SECO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200	MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ %
M1	11.983	11.91	0.08	0.63
M2	11.966	11.87	0.10	0.84
M3	11.958	11.84	0.12	1.00
PROMEDIO				0.82

ANEXO 2: DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO - ACI

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $F'c=210$ y 280 Kg/cm^2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 KG/CM²

➤ DATOS:

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1533 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1”
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA

PESO ESPECÍFICO

2.98 gr/cm³

DISEÑO:

1. f'cr = 210 kg/cm²

2. Tamaño máximo nominal = 1"

3. Asentamiento = 3"-4" slump

4. Volumen de agua y Porcentaje de aire

Agua (Tabla N°11) = 195 lt/m³

Aire atrapado (Tabla N°11) = 1.5%

5. Relación a/c (por resistencia)

200 — — — — — 0.70

210 — — — — — X

250 — — — — — 0.62

$$\frac{50}{-0.08} = \frac{40}{0.62-X}$$

$$X = \frac{34.20}{50}$$

$$a/c = 0.684$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{195}{C} = 0.684$$

$$C = 285.09$$

FACTOR C = 6.708 BOLSAS

7. Selección del peso del agregado grueso

MÓDULO DE FINEZA = 3.015

$$\text{PESO A. Grueso} = \frac{b}{b_0} = 0.65$$

Donde:

b=peso del a. Grueso

b₀= peso unitario compactado suelto

$$b = 0.65 \cdot 1533 \text{ kg/m}^3 = 996.45 \text{ kg}$$

8. Cálculo de la suma de los valores de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino:

- Cemento: $285.09 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.096 \text{ m}^3$
 - Agua: $195 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.195 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: $1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$
 - Vol. A. Grueso: $996.45 \text{ kg/m}^3 / 2.678 \text{ gr/cm}^3 = 0.372 \text{ m}^3$
- $\Sigma = 0.678 \text{ m}^3$

9. Cálculo del vol. del agregado fino

$$\text{Vol. Agregado fino} = 1 - 0.678 = 0.322 \text{ m}^3$$

10. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino

$$\text{Peso del Agregado fino} = 0.322 \text{ m}^3 * 2571 \text{ kg/m}^3 = 827.86 \text{ kg}$$

11. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 285.09 kg
- Agregado fino: 827.86 kg
- Agregado grueso: 996.45 kg
- Agua: 195 Lt

12. Corrección por humedad de los agregados

- Agregado fino = $827.86 * (2.05/100 + 1) = 844.83 \text{ kg}$
- Agregado grueso = $996.45 * (0.42/100 + 1) = 1000.64 \text{ kg}$

13. Humedad superficial (w%-%abs)

- Agregado fino = $(2.05 - 2.40) = -0.350$
- Agregado grueso = $(0.42 - 1.04) = -0.620$

14. Aporte de agua a la mezcla (w%-%abs) * A.seco/100

- Agregado fino = $-0.350(844.83/100) = -2.957$
 - Agregado grueso = $-0.620(1000.64/100) = -6.204$
- $\Sigma = -9.161$

15. Agua efectiva

$$D \text{ litros} - (-9.161) = 195 + 9.161 = 204.161 \text{ Lt}$$

16. Proporciónamiento del diseño

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A.GRUESO	AGUA (lt)
ACI	210	285.09	844.83	1000.64	204.16

17. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03 m³

- Cemento: 9.07 kg
- Agregado fino: 26.87 kg
- Agregado grueso: 31.82 kg
- Agua: 6.49 Lt

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO -WALKER

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $F'c=210$ y 280 Kg/cm^2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 KG/CM²

➤ **DATOS:**

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1533 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1”
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA	
PESO ESPECÍFICO	2.98 gr/cm ³

DISEÑO:

1. f'_{cr} = 210 kg/m²
2. Tamaño máximo nominal = 1"
3. Asentamiento = 3"-4" slump
4. Cantidad de agua y Porcentaje de aire
Agua (Tabla N° 12) = 197 lt/m³
Aire atrapado (Tabla N°11) = 1.5%
5. Relación a/c (por resistencia)

200 — — — — — 0.70

210 — — — — — X

250 — — — — — 0.62

$$\frac{50}{-0.08} = \frac{40}{0.62-X}$$

$$X = \frac{34.20}{50}$$

$$a/c = 0.684$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{197}{C} = 0.684$$

$$C = 288.01$$

FACTOR C = 6.777 BOLSAS

7. Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar los agregados

- Cemento: $288.01 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.097 \text{ m}^3$
 - Agua: $197 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.197 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: 1.5% $= 0.015 \text{ m}^3$
- $$\Sigma = 0.309 \text{ m}^3$$

8. Determinar el volumen del agregado total

$$\text{Vol. Agregado total} = 1 - 0.309 = 0.691 \text{ m}^3$$

9. Cálculo porcentaje del agregado fino

$$\text{Se tiene de la Tabla N}^\circ 17 = 49.67\%$$

10. Cálculo del volumen del agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Agregado fino} = 0.691 * 49.67\% = 0.343 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.691 * 50.33\% = 0.348 \text{ m}^3$$

11. Cálculo de los pesos de los agregados

$$\text{Peso Agregado fino} = 0.343 * 2571 = 882.87 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Agregado grueso} = 0.348 * 2678 = 931.83 \text{ kg}$$

12. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 288.01 kg
- Agregado fino: 882.87 kg
- Agregado grueso: 931.83 kg
- Agua: 197 Lt
- Aire: 1.5 %

13. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 882.87 * (2.05/100 + 1) = 900.97 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 931.83 * (0.42/100 + 1) = 935.74 \text{ kg}$$

14. Humedad superficial (w%- %abs)

$$\text{Agregado fino} = (2.05 - 2.40) = -0.350$$

$$\text{Agregado grueso} = (0.42 - 1.04) = -0.620$$

15. Aporte de agua a la mezcla (w%- %abs) * A. Seco/100

$$\text{Agregado fino} = -0.350(900.97/100) = -3.153$$

$$\text{Agregado grueso} = -0.620(935.74/100) = -5.802$$

$$\Sigma = -8.955$$

16. Agua efectiva

$$D \text{ litros} - (-8.955) = 197 + 8.955 = 205.955 \text{ Lt}$$

17. Proporciónamiento del diseño

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (lt)
WALKER	210	288.01	900.97	935.74	205.95

18. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03 m³

- Cemento: 9.16 kg
- Agregado fino: 28.65 kg
- Agregado grueso: 29.76 kg
- Agua: 6.55 Lt

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO – MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 KG/CM²

➤ DATOS:

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO

1533 kg/m³

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA	
PESO ESPECÍFICO	2.98 gr/cm ³

DISEÑO:

1. f'_{cr} = 210 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal = 1"
3. Asentamiento = 3"-4" slump
4. Cantidad de agua y Porcentaje de aire
 Agua (Tabla N°11) = 195 lt/m³
 Aire atrapado (Tabla N°11) = 1.5%
5. Relación a/c (por resistencia)

$$200 \text{ --- --- --- --- --- } -0.70$$

$$210 \text{ --- --- --- --- --- } \text{ X}$$

$$250 \text{ --- --- --- --- --- } -0.62$$

$$\frac{50}{-0.08} = \frac{40}{0.62-X}$$

$$X = \frac{34.20}{50}$$

$$a/c = 0.684$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{195}{C} = 0.684$$

$$C = 285.09$$

FACTOR C = 6.708 BOLSAS

7. Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar los agregados

- Cemento: $285.09 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.096 \text{ m}^3$
 - Agua: $195 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.195 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: 1.5% = 0.015 m³
- $$\Sigma = 0.306 \text{ m}^3$$

8. Determinar el volumen del agregado total

$$\text{Vol. Agregado total} = 1 - 0.306 = 0.694 \text{ m}^3$$

9. Cálculo del valor m y grado de incidencia de los agregados

Se tiene de la Tabla N°18: $m = 5.167$

- ❖ Grado de incidencia del agregado fino (Af) y agregado grueso (Ag)

$$M_f = 3.01$$

$$M_g = 7.53; \quad r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

$$M = 5.17$$

$$\% \text{ Agregado fino: } r_f = \frac{7.53 - 5.17}{7.53 - 3.01} \times 100 = 52.28\%$$

$$\% \text{ Agregado grueso: } r_g = 100\% - 52.28\% = 47.72\%$$

10. Cálculo del volumen del agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Agregado fino} = 0.694 * 52.28\% = 0.363 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.694 * 47.72\% = 0.331 \text{ m}^3$$

11. Cálculo de los pesos de los agregados

$$\text{Peso Agregado fino} = 0.363 * 2571 = 932.80 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Agregado grueso} = 0.331 * 2678 = 886.91 \text{ kg}$$

12. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 285.09 kg
- Agregado fino: 932.80 kg

- Agregado grueso: 886.91 kg
- Agua: 195 Lt
- Aire: 1.5 %

13. Corrección por humedad de los agregados

- Agregado fino = $932.80 \cdot (2.05/100 + 1) = 951.92$ kg
- Agregado grueso = $886.91 \cdot (0.42/100 + 1) = 890.64$ kg

14. Humedad superficial (w%-%abs)

- Agregado fino = $(2.05 - 2.40) = -0.350$
- Agregado grueso = $(0.42 - 1.04) = -0.620$

15. Aporte de agua a la mezcla (w%-%abs) * A.seco/100

- Agregado fino = $-0.350(951.92/100) = -3.332$
- Agregado grueso = $-0.620(890.64/100) = -5.522$

$$\Sigma = -8.854$$

16. Agua efectiva

$$D \text{ litros} - (-8.854) = 195 + 8.854 = 203.854 \text{ Lt}$$

17. Proporcionamiento del diseño

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (lt)
MF	210	285.09	951.92	890.64	203.85

18. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03 m³

- Cemento: 9.07 kg
- Agregado fino: 30.27 kg
- Agregado grueso: 28.32 kg
- Agua: 6.48 Lt

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO - ACI

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $F'c=210$ y 280 Kg/cm^2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 280 KG/CM²

➤ **DATOS:**

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1533 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1”
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA

PESO ESPECÍFICO

2.98 gr/cm³

DISEÑO:

1. f'cr = 280 kg/cm²

2. Tamaño máximo nominal = 1"

3. Asentamiento = 3"-4" slump

4. Volumen de agua y Porcentaje de aire

Agua (Tabla N°11) = 195 lt/m³

Aire atrapado (Tabla N°11) = 1.5%

5. Relación a/c (por resistencia)

250 — — — — — 0.62

280 — — — — — X

300 — — — — — 0.55

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{20}{0.55-X}$$

$$X = \frac{28.90}{50}$$

$$a/c = 0.578$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{195}{C} = 0.578$$

$$C = 337.37$$

FACTOR C = 7.938 BOLSAS

7. Selección del peso del agregado grueso

MÓDULO DE FINEZA = 3.015

$$\text{Peso A. Grueso} = \frac{b}{b_0} = 0.65$$

Donde:

b= peso del a. Grueso

b₀= peso unitario compactado suelto

$$b = 0.65 * 1533 \text{ kg/m}^3 = 996.45 \text{ kg}$$

8. Cálculo de la suma de los valores de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino:

- Cemento: $337.37 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.113 \text{ m}^3$
 - Agua: $195 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.195 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: $1.5\% = 0.015 \text{ m}^3$
 - Vol. A. Grueso: $996.45 \text{ kg/m}^3 / 2.678 \text{ gr/cm}^3 = 0.372 \text{ m}^3$
- $\Sigma = 0.695 \text{ m}^3$

9. Cálculo del vol. del agregado fino

Vol. Agregado fino = $1 - 0.695 = 0.305 \text{ m}^3$

10. Cálculo del peso en estado seco del agregado fino

Peso del Agregado fino = $0.305 \text{ m}^3 * 2571 \text{ kg/m}^3 = 784.155 \text{ kg}$

11. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 337.37 kg
- Agregado fino: 784.16 kg
- Agregado grueso: 996.45 kg
- Agua: 195 Lt

12. Corrección por humedad de los agregados

- Agregado fino = $784.16 * (2.05/100 + 1) = 800.23 \text{ kg}$
- Agregado grueso = $996.45 * (0.42/100 + 1) = 1000.64 \text{ kg}$

13. Humedad superficial (w%-%abs)

- Agregado fino = $(2.05 - 2.40) = -0.350$
- Agregado grueso = $(0.42 - 1.04) = -0.620$

14. Aporte de agua a la mezcla (w%-%abs)*A.seco/100

- Agregado fino = $-0.350(800.23/100) = -2.801$
 - Agregado grueso = $-0.620(1000.64/100) = -6.204$
- $\Sigma = -9.005$

15. Agua efectiva

D litros - (-9.005) = $195 + 9.005 = 204.005 \text{ Lt}$

16. Proporciónamiento del diseño

MÉTODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (lt)
ACI	280	337.07	800.23	1000.64	204.00

17. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03 m³

- Cemento: 10.72 kg
- Agregado fino: 25.45 kg
- Agregado grueso: 31.82 kg
- Agua: 6.49 Lt

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO - WALKER

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $F'c=210$ y 280 Kg/cm^2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 280 KG/CM²

➤ **DATOS:**

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1533 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1”
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA	
PESO ESPECÍFICO	2.98 gr/cm ³

DISEÑO:

1. f'_{cr} = 280 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal = 1"
3. Asentamiento = 3"-4" slump
4. Cantidad de agua y Porcentaje de aire

$$\text{Agua (Tabla N° 12)} = 197 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aire atrapado (Tabla N°11)} = 1.5\%$$

5. Relación a/c (por resistencia)

$$250 \text{ --- --- --- --- } -0.62$$

$$280 \text{ --- --- --- --- } \text{ X}$$

$$300 \text{ --- --- --- --- } -0.55$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{20}{0.55-X}$$

$$X = \frac{28.90}{50}$$

$$a/c = 0.578$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{197}{C} = 0.578$$

$$C = 340.83$$

$$\text{FACTOR C} = 8.020 \text{ BOLSAS}$$

7. Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar los agregados

- Cemento: $340.83 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.114 \text{ m}^3$
 - Agua: $197 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.197 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: 1.5% $= 0.015 \text{ m}^3$
- $$\Sigma = 0.326 \text{ m}^3$$

8. Determinar el volumen del agregado total

$$\text{Vol. Agregado total} = 1 - 0.326 = 0.674 \text{ m}^3$$

9. Cálculo porcentaje del agregado fino

$$\text{Se tiene de la Tabla N}^\circ 17 = 45.94\%$$

10. Cálculo del volumen del agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Agregado fino} = 0.674 * 45.94\% = 0.309 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.674 * 54.06\% = 0.364 \text{ m}^3$$

11. Cálculo de los pesos de los agregados

$$\text{Peso Agregado fino} = 0.309 * 2571 = 795.65 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Agregado grueso} = 0.364 * 2678 = 975.21 \text{ kg}$$

12. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 340.83 kg
- Agregado fino: 795.65 kg
- Agregado grueso: 975.21 kg
- Agua: 197 Lt
- Aire: 1.5 %

13. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado fino} = 795.65 * (2.05/100 + 1) = 811.96 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 975.21 * (0.42/100 + 1) = 979.31 \text{ kg}$$

14. Humedad superficial (w%-%abs)

$$\text{Agregado fino} = (2.05 - 2.40) = -0.350$$

$$\text{Agregado grueso} = (0.42 - 1.04) = -0.620$$

15. Aporte de agua a la mezcla (w%-%abs) * A.seco/100

$$\text{Agregado fino} = -0.350(811.96/100) = -2.842$$

$$\text{Agregado grueso} = -0.620(979.31/100) = -6.072$$

$$\Sigma = -8.914$$

16. Agua efectiva

$$D \text{ litros} - (-8.914) = 197 + 8.914 = 205.914 \text{ Lt}$$

17. Proporciónamiento del diseño

METODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (lt)
WALKER	280	340.83	811.96	979.31	205.91

18. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03 m³

- Cemento: 10.84 kg
- Agregado fino: 25.82 kg
- Agregado grueso: 31.14 kg
- Agua: 6.55 Lt

DISEÑO DE MEZCLAS

MÉTODO – MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

SOLICITADO : BACH. DIAZ TAPIA ROXANA

PROYECTO : “COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO”

CANTERA : LA VICTORIA

UBICACIÓN : Departamento : LAMBAYEQUE

Provincia : CHICLAYO

Distrito : CHICLAYO

RESISTENCIA DE DISEÑO 280 KG/CM²

➤ DATOS:

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO

1533 kg/m³

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1381 kg/m ³
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.04 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.42 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2678 kg/m ³

AGREGADO FINO

PESO VOLUMÉTRICO SECO Y COMPACTADO	1582 kg/m ³
PESO VOLUMÉTRICO SECO Y SUELTO	1350 kg/m ³
MÓDULO DE FINURA	3.01
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	2.40 %
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.05 %
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2571 kg/m ³

CEMENTO:

PORTLAND ANTISALITRE MS MOCHICA	
PESO ESPECÍFICO	2.98 gr/cm ³

DISEÑO:

1. f'_{cr} = 280 kg/cm²
2. Tamaño máximo nominal = 1"
3. Asentamiento = 3"-4" slump
4. Cantidad de agua y Porcentaje de aire
 Agua (Tabla N°11) = 195 lt/m³
 Aire atrapado (Tabla N°11) = 1.5%

5. Relación a/c (por resistencia)

$$250 \text{ --- --- --- --- --- } 0.62$$

$$280 \text{ --- --- --- --- --- } X$$

$$300 \text{ --- --- --- --- --- } 0.55$$

$$\frac{50}{-0.07} = \frac{20}{0.55-X}$$

$$X = \frac{28.90}{50}$$

$$a/c = 0.578$$

6. Contenido de cemento

$$\frac{195}{C} = 0.578$$

$$C = 337.37$$

FACTOR C = 7.938 BOLSAS

7. Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar los agregados

- Cemento: $337.37 \text{ kg/m}^3 / 2.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.113 \text{ m}^3$
 - Agua: $195 \text{ lt/m}^3 / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0.195 \text{ m}^3$
 - Vol. Aire: 1.5% = 0.015 m³
- $$\Sigma = 0.323 \text{ m}^3$$

8. Determinar el volumen del agregado total

$$\text{Vol. Agregado total} = 1 - 0.323 = 0.677 \text{ m}^3$$

9. Cálculo del valor m y grado de incidencia de los agregados

Se tiene de la Tabla N°18: $m = 5.251$

- ❖ Grado de incidencia del agregado fino (Af) y agregado grueso (Ag)

$$M_f = 3.01$$

$$M_g = 7.53; \quad r_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$$

$$M = 5.25$$

$$\% \text{ Agregado fino: } r_f = \frac{7.53 - 5.25}{7.53 - 3.01} \times 100 = 50.45\%$$

$$\% \text{ Agregado grueso: } r_g = 100\% - 50.44\% = 49.55\%$$

10. Cálculo del volumen del agregado fino y grueso

$$\text{Vol. Agregado fino} = 0.677 * 50.45\% = 0.342 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Agregado grueso} = 0.677 * 49.55\% = 0.335 \text{ m}^3$$

11. Cálculo de los pesos de los agregados

$$\text{Peso Agregado fino} = 0.342 * 2571 = 878.12 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Agregado grueso} = 0.335 * 2678 = 898.34 \text{ kg}$$

12. Presentación del diseño en estado seco

- Cemento: 337.37 kg
- Agregado fino: 878.12 kg
- Agregado grueso: 898.34 kg
- Agua: 195 Lt
- Aire: 1.5 %

13. Corrección por humedad de los agregados

- Agregado fino = $878.12 \cdot (2.05/100 + 1) = 896.12$ kg
- Agregado grueso = $898.34 \cdot (0.42/100 + 1) = 902.11$ kg

14. Humedad superficial (w%-%abs)

- Agregado fino = $(2.05 - 2.40) = -0.350$
- Agregado grueso = $(0.42 - 1.04) = -0.620$

15. Aporte de agua a la mezcla (w%-%abs) * A.seco/100

- Agregado fino = $-0.350(896.12/100) = -3.136$
 - Agregado grueso = $-0.620(902.11/100) = -5.593$
- $\Sigma = -8.730$

16. Agua efectiva

D litros - (-8.730) = $195 + 8.730 = 203.73$ Lt

17. Proporciónamiento del diseño

METODO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	MATERIALES (Kg/m ³)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA (lt)
MF	280	337.37	896.12	902.11	203.73

18. Cantidad de materiales en peso por tanda para 6 probetas de 0.03

m³

- Cemento: 10.73 kg
- Agregado fino: 28.50 kg
- Agregado grueso: 28.69 kg
- Agua: 6.48 Lt

ANEXO 3: PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

a) Peso Unitario Concreto Método ACI $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Código de espécimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m³)
1	7	30.1	15.10	M1-ACI	22.40	9.48	12.92	2396.913
2	7	30.1	15.20	M2-ACI	21.58	8.70	12.88	2358.155
3	7	30.2	15.15	M3-ACI	19.56	6.78	12.78	2347.517
4	7	29.9	15.18	M4-ACI	21.30	8.54	12.76	2358.012
5	7	29.8	15.16	M5-ACI	21.84	9.24	12.60	2342.427
6	7	29.9	15.17	M6-ACI	21.37	8.68	12.69	2348.169
7	7	30.2	15.12	M7-ACI	22.08	9.34	12.74	2349.465
8	7	29.8	15.13	M8-ACI	19.04	6.22	12.82	2392.787
9	7	30.1	15.10	M9-ACI	22.00	9.38	12.62	2341.257
10	7	29.9	15.11	M10-ACI	21.60	8.80	12.80	2387.371
11	14	29.9	15.18	M11-ACI	21.00	8.32	12.68	2343.228
12	14	30.1	15.14	M12-ACI	19.22	6.54	12.68	2339.975
13	14	29.8	15.20	M13-ACI	21.52	8.74	12.78	2363.402
14	14	30.2	15.17	M14-ACI	19.34	6.36	12.98	2377.972
15	14	29.9	15.13	M15-ACI	21.98	9.16	12.82	2384.784
16	14	29.8	15.20	M16-ACI	21.04	8.26	12.78	2363.402
17	14	29.9	15.16	M17-ACI	19.61	6.96	12.65	2343.968
18	14	30.2	15.12	M18-ACI	21.78	8.88	12.90	2378.972
19	14	30.2	15.19	M19-ACI	21.14	8.50	12.64	2309.589
20	14	30.1	15.10	M20-ACI	18.98	6.10	12.88	2389.492
21	28	29.8	15.17	M21-ACI	21.94	9.20	12.74	2365.332
22	28	30.2	15.14	M22-ACI	21.72	8.92	12.80	2354.445
23	28	29.9	15.13	M23-ACI	19.54	6.88	12.66	2355.021
24	28	29.9	15.14	M24-ACI	21.92	9.08	12.84	2385.351
25	28	29.9	15.15	M25-ACI	21.44	8.54	12.90	2393.334
26	28	30.1	15.20	M26-ACI	22.78	9.72	13.06	2391.110
27	28	30.2	15.11	M27-ACI	21.56	8.74	12.82	2367.349
28	28	30.1	15.10	M28-ACI	21.82	9.02	12.80	2374.650
29	28	29.8	15.00	M29-ACI	20.42	7.86	12.56	2385.069
30	28	30.00	15.20	M30-ACI	22.06	9.12	12.94	2377.037

b) Peso Unitario Concreto Método Walker $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diametro (cm)	Código de especimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m³)
1	7	30.1	15.10	M1-W	22.30	9.48	12.82	2378.361
2	7	30.1	15.20	M2-W	21.78	8.70	13.08	2394.772
3	7	30.2	15.15	M3-W	19.86	6.78	13.08	2402.623
4	7	29.9	15.18	M4-W	21.34	8.54	12.8	2365.404
5	7	29.8	15.16	M5-W	21.87	9.24	12.63	2348.004
6	7	29.9	15.17	M6-W	21.75	8.68	13.07	2418.485
7	7	30.2	15.12	M7-W	22.12	9.34	12.78	2356.842
8	7	29.8	15.13	M8-W	19.04	6.22	12.82	2392.787
9	7	30.1	15.10	M9-W	21.80	9.38	12.42	2304.153
10	7	29.9	15.11	M10-W	21.68	8.80	12.88	2402.292
11	14	29.9	15.18	M11-W	20.66	8.32	12.34	2280.397
12	14	30.1	15.14	M12-W	19.16	6.54	12.62	2328.902
13	14	29.8	15.20	M13-W	21.56	8.74	12.82	2370.799
14	14	30.2	15.17	M14-W	19.24	6.36	12.88	2359.652
15	14	29.9	15.13	M15-W	21.88	9.16	12.72	2366.182
16	14	29.8	15.2	M16-W	21.12	8.26	12.86	2378.196
17	14	29.9	15.16	M17-W	19.71	6.96	12.75	2362.385
18	14	30.2	15.12	M18-W	21.86	8.88	12.98	2393.725
19	14	30.2	15.19	M19-W	21.14	8.50	12.64	2309.589
20	14	30.1	15.10	M20-W	19.00	6.10	12.90	2393.202
21	28	29.8	15.17	M21-W	21.94	9.20	12.74	2365.332
22	28	30.2	15.14	M22-W	21.92	8.92	13.00	2391.231
23	28	29.9	15.13	M23-W	19.62	6.88	12.74	2369.903
24	28	29.9	15.14	M24-W	21.84	9.08	12.76	2370.489
25	28	29.9	15.15	M25-W	21.42	8.54	12.88	2389.624
26	28	30.1	15.20	M26-W	22.58	9.72	12.86	2354.493
27	28	30.2	15.11	M27-W	21.64	8.74	12.90	2382.122
28	28	30.1	15.10	M28-W	21.74	9.02	12.72	2358.900
29	28	29.8	15.00	M29-W	20.52	7.86	12.66	2404.059
30	28	30	15.20	M30-W	21.90	9.12	12.78	2347.646

c) Peso Unitario Concreto Método Módulo de Fineza de la combinación de agregados $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Código de espécimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m³)
1	7	30.1	15.10	M1-MF	21.46	9.48	11.98	2222.524
2	7	30.1	15.20	M2-MF	20.72	8.70	12.02	2200.700
3	7	30.2	15.15	M3-MF	19.66	6.78	12.88	2365.886
4	7	29.9	15.18	M4-MF	21.00	8.54	12.46	2302.573
5	7	29.8	15.16	M5-MF	21.74	9.24	12.5	2323.836
6	7	29.9	15.17	M6-MF	21.84	8.68	13.16	2435.138
7	7	30.2	15.12	M7-MF	21.90	9.34	12.56	2316.270
8	7	29.8	15.13	M8-MF	18.96	6.22	12.74	2377.855
9	7	30.1	15.10	M9-MF	21.34	9.38	11.96	2218.814
10	7	29.9	15.11	M10-MF	21.48	8.80	12.68	2364.990
11	14	29.9	15.18	M11-MF	20.56	8.32	12.24	2261.918
12	14	30.1	15.14	M12-MF	19.62	6.54	13.08	2413.791
13	14	29.8	15.20	M13-MF	21.42	8.74	12.68	2344.909
14	14	30.2	15.17	M14-MF	19.00	6.36	12.64	2315.683
15	14	29.9	15.13	M15-MF	21.40	9.16	12.24	2276.892
16	14	29.8	15.20	M16-MF	20.78	8.26	12.52	2315.320
17	14	29.9	15.16	M17-MF	20.06	6.96	13.1	2427.235
18	14	30.2	15.12	M18-MF	21.08	8.88	12.2	2249.880
19	14	30.2	15.19	M19-MF	20.90	8.50	12.4	2265.736
20	14	30.1	15.10	M20-MF	19.02	6.10	12.92	2396.913
21	28	29.8	15.17	M21-MF	21.76	9.20	12.56	2331.913
22	28	30.2	15.14	M22-MF	21.57	8.92	12.65	2327.444
23	28	29.9	15.13	M23-MF	19.22	6.88	12.34	2295.494
24	28	29.9	15.14	M24-MF	22.00	9.08	12.92	2400.213
25	28	29.9	15.15	M25-MF	21.64	8.54	13.1	2430.440
26	28	30.1	15.20	M26-MF	22.16	9.72	12.44	2277.597
27	28	30.2	15.11	M27-MF	21.28	8.74	12.54	2315.644
28	28	30.1	15.10	M28-MF	21.22	9.02	12.2	2263.339
29	28	29.8	15.00	M29-MF	20.04	7.86	12.18	2312.909
30	28	29.9	15.20	M30-MF	21.76	9.12	12.64	2329.694

d) Peso Unitario Concreto Método ACI $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Código de espécimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m³)
1	7	30.1	15.10	M1-ACI	21.66	9.48	12.18	2259.628
2	7	30.1	15.20	M2-ACI	21.12	8.70	12.42	2273.935
3	7	30.2	15.15	M3-ACI	19.36	6.78	12.58	2310.780
4	7	29.9	15.18	M4-ACI	21.22	8.54	12.68	2343.228
5	7	29.8	15.16	M5-ACI	21.56	9.24	12.32	2290.373
6	7	29.9	15.17	M6-ACI	21.80	8.68	13.12	2427.737
7	7	30.2	15.12	M7-ACI	21.98	9.34	12.64	2331.024
8	7	29.8	15.13	M8-ACI	19.10	6.22	12.88	2403.986
9	7	30.1	15.10	M9-ACI	21.54	9.38	12.16	2255.918
10	7	29.9	15.11	M10-ACI	21.44	8.80	12.64	2357.529
11	14	29.9	15.18	M11-ACI	21.62	8.32	13.30	2457.803
12	14	30.1	15.14	M12-ACI	19.10	6.54	12.56	2317.830
13	14	29.8	15.20	M13-ACI	21.32	8.74	12.58	2326.416
14	14	30.2	15.17	M14-ACI	19.78	6.36	13.42	2458.581
15	14	29.9	15.13	M15-ACI	21.32	9.16	12.16	2261.378
16	14	29.8	15.20	M16-ACI	20.92	8.26	12.66	2341.210
17	14	29.9	15.16	M17-ACI	19.84	6.96	12.88	2386.472
18	14	30.2	15.12	M18-ACI	21.08	8.88	12.20	2249.880
19	14	30.2	15.19	M19-ACI	20.98	8.50	12.48	2280.354
20	14	30.1	15.10	M20-ACI	19.24	6.10	13.14	2437.727
21	28	29.8	15.17	M21-ACI	21.76	9.20	12.56	2331.913
22	28	30.2	15.14	M22-ACI	21.12	8.92	12.20	2244.087
23	28	29.9	15.13	M23-ACI	19.44	6.88	12.56	2336.419
24	28	29.9	15.14	M24-ACI	21.18	9.08	12.10	2247.877
25	28	29.9	15.15	M25-ACI	21.98	8.54	13.44	2493.520
26	28	30.1	15.20	M26-ACI	21.46	9.72	11.74	2149.436
27	28	30.2	15.11	M27-ACI	21.32	8.74	12.58	2323.030
28	28	30.1	15.10	M28-ACI	21.76	9.02	12.74	2363.519
29	28	29.8	15.00	M29-ACI	20.80	7.86	12.94	2457.229
30	28	30	15.20	M30-ACI	21.46	9.12	12.34	2266.819

e) Peso Unitario Concreto Método Walker $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Código de espécimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m ³)
1	7	30.1	15.10	M1-W	21.48	9.48	12.00	2226.235
2	7	30.1	15.20	M2-W	21.00	8.70	12.30	2251.965
3	7	30.2	15.15	M3-W	19.86	6.78	13.08	2402.623
4	7	29.9	15.18	M4-W	21.14	8.54	12.60	2328.445
5	7	29.8	15.16	M5-W	21.86	9.24	12.62	2346.145
6	7	29.9	15.17	M6-W	21.12	8.68	12.44	2301.909
7	7	30.2	15.12	M7-W	21.96	9.34	12.62	2327.335
8	7	29.8	15.13	M8-W	19.20	6.22	12.98	2422.650
9	7	30.1	15.10	M9-W	21.80	9.38	12.42	2304.153
10	7	29.9	15.11	M10-W	21.60	8.80	12.80	2387.371
11	14	29.9	15.18	M11-W	21.18	8.32	12.86	2376.492
12	14	30.1	15.14	M12-W	19.84	6.54	13.30	2454.390
13	14	29.8	15.20	M13-W	21.36	8.74	12.62	2333.813
14	14	30.2	15.17	M14-W	19.12	6.36	12.76	2337.667
15	14	29.9	15.13	M15-W	21.60	9.16	12.44	2314.096
16	14	29.8	15.20	M16-W	20.82	8.26	12.56	2322.717
17	14	29.9	15.16	M17-W	19.14	6.96	12.18	2256.773
18	14	30.2	15.12	M18-W	21.68	8.88	12.80	2360.530
19	14	30.2	15.19	M19-W	20.88	8.50	12.38	2262.082
20	14	30.1	15.10	M20-W	19.08	6.10	12.98	2408.044
21	28	29.8	15.17	M21-W	21.80	9.20	12.60	2339.339
22	28	30.2	15.14	M22-W	21.96	8.92	13.04	2398.588
23	28	29.9	15.13	M23-W	19.30	6.88	12.42	2310.376
24	28	29.9	15.14	M24-W	21.14	9.08	12.06	2240.446
25	28	29.9	15.15	M25-W	21.76	8.54	13.22	2452.704
26	28	30.1	15.20	M26-W	21.98	9.72	12.26	2244.641
27	28	30.2	15.11	M27-W	21.64	8.74	12.90	2382.122
28	28	30.1	15.10	M28-W	21.46	9.02	12.44	2307.863
29	28	29.8	15.00	M29-W	19.92	7.86	12.06	2290.958
30	28	29.9	15.20	M30-W	21.82	9.12	12.70	2340.752

f) Peso Unitario Concreto Método Módulo de Fineza de la combinación de agregados $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

Ensayo N°	Edad en días	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Código de espécimen	Peso de C° + peso del molde(kg)	Peso del molde (kg)	Peso C° fresco (kg)	Peso Unitario C° fresco (kg/m³)
1	7	30.1	15.10	M1-MF	21.44	9.48	11.96	2218.814
2	7	30.1	15.20	M2-MF	21.06	8.70	12.36	2262.950
3	7	30.2	15.15	M3-MF	19.00	6.78	12.22	2244.652
4	7	29.9	15.18	M4-MF	21.22	8.54	12.68	2343.228
5	7	29.8	15.16	M5-MF	21.48	9.24	12.24	2275.500
6	7	29.9	15.17	M6-MF	21.04	8.68	12.36	2287.106
7	7	30.2	15.12	M7-MF	21.66	9.34	12.32	2272.010
8	7	29.8	15.13	M8-MF	19.22	6.22	13.00	2426.383
9	7	30.1	15.10	M9-MF	21.52	9.38	12.14	2252.208
10	7	29.9	15.11	M10-MF	21.98	8.80	13.18	2458.246
11	14	29.9	15.18	M11-MF	21.40	8.32	13.08	2417.147
12	14	30.1	15.14	M12-MF	19.16	6.54	12.62	2328.902
13	14	29.8	15.20	M13-MF	21.18	8.74	12.44	2300.526
14	14	30.2	15.17	M14-MF	19.64	6.36	13.28	2432.933
15	14	29.9	15.13	M15-MF	21.66	9.16	12.50	2324.960
16	14	29.8	15.20	M16-MF	21.32	8.26	13.06	2415.182
17	14	29.9	15.16	M17-MF	19.22	6.96	12.26	2271.595
18	14	30.2	15.12	M18-MF	21.54	8.88	12.66	2334.712
19	14	30.2	15.19	M19-MF	20.88	8.50	12.38	2262.082
20	14	30.1	15.10	M20-MF	19.16	6.10	13.06	2422.886
21	28	29.8	15.17	M21-MF	21.74	9.20	12.54	2328.200
22	28	30.2	15.14	M22-MF	21.16	8.92	12.24	2251.444
23	28	29.9	15.13	M23-MF	19.34	6.88	12.46	2317.817
24	28	29.9	15.14	M24-MF	21.28	9.08	12.20	2266.455
25	28	29.9	15.15	M25-MF	21.00	8.54	12.46	2311.701
26	28	30.1	15.20	M26-MF	21.96	9.72	12.24	2240.979
27	28	30.2	15.11	M27-MF	21.18	8.74	12.44	2297.178
28	28	30.1	15.10	M28-MF	21.22	9.02	12.20	2263.339
29	28	29.8	15.00	M29-MF	19.70	7.86	11.84	2248.345
30	28	29.9	15.20	M30-MF	21.45	9.12	12.33	2272.557

ANEXO 4 : FICHA TECNICA DEL CEMENTO



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 696 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

CEMENTO MOCHICA ANTISALITRE

Cemento Portland Tipo MS

Conforme a la NTP 334.082 / ASTM C1157

Pacasmayo, 15 de Agosto del 2017

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA (*)	Requisito NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	6	NO ESPECIFICA
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	4350	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.98	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm ²)	20.5 (209)	Mínimo 11.0 (Mínimo 112)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm ²)	29.3 (299)	Mínimo 18.0 (Mínimo 184)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (kg/cm ²)	39.6 (404)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	179	Mínimo 45
Fraguado Final	min	297	Máximo 420

Expansión Barra de Mortero a 14 días	%	0.007	Máximo 0.020
Expansión por Sulfato a 6 meses	%	0.037	Máximo 0.10

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2017 al 31-07-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2017.

La expansión por sulfatos a 6 meses corresponde al mes de Enero 2017.

La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Junio 2017.

(*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Manella Fleetas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

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

ANEXO 5 : CERTIFICADO ACREDITACIÓN DE LABORATORIO

		Presidencia del Consejo de Ministros	INDECOPI
---	---	---	----------

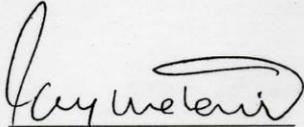
Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 95052

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 12978-2016/DSD - INDECOPI de fecha 03 de Agosto de 2016, ha quedado inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de construcción; servicios de reparación e instalación; albañilería; alquiler de máquinas de construcción; montaje de andamios; servicios de carpintería estructural; pavimentación de carreteras; información sobre construcción; supervisión (dirección) de obras de construcción; demolición de construcciones; consultoría sobre construcción; limpieza de bienes inmuebles; trabajos de pintura para interiores y exteriores
Clase	:	37 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	657576-2016
Titular	:	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	03 de agosto de 2026
Tomo	:	476
Folio	:	66

 RAY MELONI GARCIA Director Dirección de Signos Distintivos INDECOPI	
---	---

ANEXO 6 : CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA PRENSA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-050-2022

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2022/06/15
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.
Dirección	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO
Identificación	NO INDICA
Marca	PINZUAR
Modelo	PC-42
Serie	270
Capacidad	1200 kN
Indicador	DIGITAL
Serie	456
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO
Lugar de calibración	CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/06/15

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-050-2022

Página 2 de 3

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,4 °C	Final: 21,4 °C
Humedad Relativa	Inicial: 62 %hr	Final: 62 %hr

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10332	10310	10340	-0.21	0.08	10325.0	-0.07	0.21
20741	20710	20934	-0.15	0.93	20822.0	0.39	0.76
30274	30520	30520	0.81	0.81	30520.0	0.81	0.00
40042	40380	40200	0.84	0.39	40290.0	0.62	0.32
50500	50820	50910	0.63	0.81	50865.0	0.72	0.13
60645	61150	61180	0.83	0.88	61165.0	0.86	0.03
70450	71100	71070	0.92	0.88	71085.0	0.90	0.03
80611	81010	81349	0.49	0.92	81179.5	0.71	0.30

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$E_p = ((A-B) / B) * 100 \quad R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Garbino
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



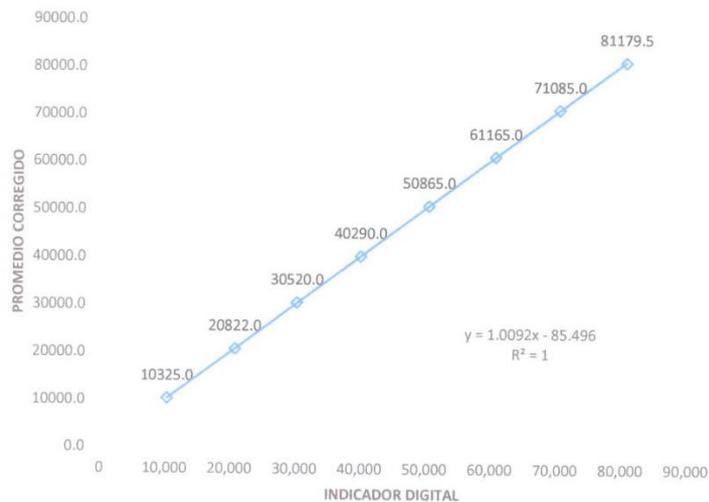
Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° LFP-050-2022

Página 3 de 3

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0092x - 85,496$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnicero
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ANEXO 7: RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS ESPECIMENES

a) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7, 14 y 28 días, Método ACI $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	12.05.22	19.05.22	M1-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	33050	187.0	177.79	84.66%
2	12.05.22	19.05.22	M2-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	26190	148.2		
3	12.05.22	19.05.22	M3-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	31410	177.7		
4	12.05.22	19.05.22	M4-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	32930	186.4		
5	12.05.22	19.05.22	M5-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	28749	162.7		
6	12.05.22	19.05.22	M6-ACI	7	3.8	22.9	210	15.00	176.7	30600	173.2		
7	12.05.22	19.05.22	M7-ACI	7	3.5	23.6	210	15.00	176.7	32760	185.4		
8	12.05.22	19.05.22	M8-ACI	7	3.5	23.6	210	15.00	176.7	29570	167.3		
9	12.05.22	19.05.22	M9-ACI	7	3.5	23.6	210	15.00	176.7	30750	174.0		
10	12.05.22	19.05.22	M10-ACI	7	3.5	23.6	210	15.00	176.7	32940	186.4		
11	12.05.22	26.05.22	M11-ACI	14	3.5	23.6	210	15.10	179.1	37300	208.3	203.2	96.77%
12	12.05.22	26.05.22	M12-ACI	14	3.5	23.6	210	15.10	179.1	37060	207.0		
13	12.05.22	26.05.22	M13-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	35550	198.5		
14	12.05.22	26.05.22	M14-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	36100	201.6		
15	12.05.22	26.05.22	M15-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	35050	195.7		
16	12.05.22	26.05.22	M16-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	37700	210.5		
17	12.05.22	26.05.22	M17-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	36250	202.4		
18	12.05.22	26.05.22	M18-ACI	14	3.2	23.4	210	15.10	179.1	35840	200.1		
19	12.05.22	26.05.22	M19-ACI	14	3.5	24	210	15.10	179.1	37110	207.2		
20	12.05.22	26.05.22	M20-ACI	14	3.5	24	210	15.10	179.1	35920	200.6		
21	12.05.22	09.06.22	M21-ACI	28	3.5	24	210	15.00	176.7	40100	226.9	224.6	106.93%
22	12.05.22	09.06.22	M22-ACI	28	3.5	24	210	15.00	176.7	39740	224.9		
23	12.05.22	09.06.22	M23-ACI	28	3.5	24	210	15.00	176.7	39200	221.8		
24	12.05.22	09.06.22	M24-ACI	28	3.5	24	210	15.10	179.1	39790	222.2		
25	12.05.22	09.06.22	M25-ACI	28	3.4	23.9	210	15.00	176.7	38740	219.2		
26	12.05.22	09.06.22	M26-ACI	28	3.4	23.9	210	15.10	179.1	39950	223.1		
27	12.05.22	09.06.22	M27-ACI	28	3.4	23.9	210	15.00	176.7	39980	226.2		
28	12.05.22	09.06.22	M28-ACI	28	3.4	23.9	210	15.10	179.1	40760	227.6		
29	12.05.22	09.06.22	M29-ACI	28	3.4	23.9	210	15.20	181.5	40580	223.6		
30	12.05.22	09.06.22	M30-ACI	28	3.4	23.9	210	15.00	176.7	40870	231.3		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 9.10$$

$$CV = 5.12\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 3.73$$

$$CV = 1.84\%$$

EDAD: 28 DIAS

$$\sigma = 2.20$$

$$CV = 0.98\%$$

b) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7,14 y 28 días, Método Walker $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	13.05.22	20.05.22	M1-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	26660	150.9	157.6	75.07%
2	13.05.22	20.05.22	M2-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	28580	161.7		
3	13.05.22	20.05.22	M3-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	28150	159.3		
4	13.05.22	20.05.22	M4-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	30410	172.1		
5	13.05.22	20.05.22	M5-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	26890	152.2		
6	13.05.22	20.05.22	M6-W	7	3	23.5	210	15.00	176.7	30370	171.9		
7	13.05.22	20.05.22	M7-W	7	3.2	23.7	210	15.00	176.7	26080	147.6		
8	13.05.22	20.05.22	M8-W	7	3.2	23.7	210	15.00	176.7	30500	172.6		
9	13.05.22	20.05.22	M9-W	7	3.2	23.7	210	15.00	176.7	28610	161.9		
10	13.05.22	20.05.22	M10-W	7	3.2	23.7	210	15.00	176.7	28250	159.9		
11	13.05.22	27.05.22	M11-W	14	3.2	23.7	210	15.10	179.1	34910	194.9	207.4	98.77%
12	13.05.22	27.05.22	M12-W	14	3.2	23.7	210	15.10	179.1	36660	204.7		
13	13.05.22	27.05.22	M13-W	14	3	23.4	210	15.10	179.1	36610	204.4		
14	13.05.22	27.05.22	M14-W	14	3	23.4	210	15.10	179.1	37930	211.8		
15	13.05.22	27.05.22	M15-W	14	3	23.4	210	15.00	176.7	36620	207.2		
16	13.05.22	27.05.22	M16-W	14	3	23.4	210	15.00	176.7	37580	212.7		
17	13.05.22	27.05.22	M17-W	14	3	23.4	210	15.00	176.7	37070	209.8		
18	13.05.22	27.05.22	M18-W	14	3	23.4	210	15.00	176.7	36930	209.0		
19	13.05.22	27.05.22	M19-W	14	3.2	23.1	210	15.00	176.7	35890	203.1		
20	13.05.22	27.05.22	M20-W	14	3.2	23.1	210	15.00	176.7	36980	209.3		
21	13.05.22	10.06.22	M21-W	28	3.2	23.1	210	15.00	176.7	41860	236.9	234.7	111.75%
22	13.05.22	10.06.22	M22-W	28	3.2	23.1	210	15.00	176.7	40630	229.9		
23	13.05.22	10.06.22	M23-W	28	3.2	23.1	210	15.00	176.7	42530	240.7		
24	13.05.22	10.06.22	M24-W	28	3.2	23.1	210	15.00	176.7	39540	223.8		
25	13.05.22	10.06.22	M25-W	28	3.1	23.0	210	15.00	176.7	41480	234.7		
26	13.05.22	10.06.22	M26-W	28	3.1	23.0	210	15.00	176.7	41970	237.5		
27	13.05.22	10.06.22	M27-W	28	3.1	23.0	210	15.00	176.7	42290	239.3		
28	13.05.22	10.06.22	M28-W	28	3.1	23.0	210	15.10	179.1	42460	237.1		
29	13.05.22	10.06.22	M29-W	28	3.1	23.0	210	15.10	179.1	41020	229.1		
30	13.05.22	10.06.22	M30-W	28	3.1	23.0	210	15.10	179.1	41710	232.9		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 4.86$$

$$CV = 3.09\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 3.06$$

$$CV = 1.48\%$$

EDAD: 28 DIAS

$$\sigma = 3.73$$

$$CV = 1.59\%$$

c) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7,14 y 28 días, Método M. fineza de la combinación de agregados $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slump (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	18.05.22	25.05.22	M1-MF	7	4	23.1	210	15.00	176.7	26160	148.0	153.5	73.09%
2	18.05.22	25.05.22	M2-MF	7	4	23.1	210	15.10	179.1	26990	150.7		
3	18.05.22	25.05.22	M3-MF	7	4	23.1	210	15.00	176.7	30800	174.3		
4	18.05.22	25.05.22	M4-MF	7	4	23.1	210	15.20	181.5	28720	158.3		
5	18.05.22	25.05.22	M5-MF	7	4	23.1	210	15.00	176.7	26890	152.2		
6	18.05.22	25.05.22	M6-MF	7	4	23.1	210	15.10	179.1	28170	157.3		
7	18.05.22	25.05.22	M7-MF	7	3.9	23.0	210	15.20	181.5	30110	165.9		
8	18.05.22	25.05.22	M8-MF	7	3.9	23.0	210	15.10	179.1	26980	150.7		
9	18.05.22	25.05.22	M9-MF	7	3.9	23.0	210	15.18	181.0	28040	154.9		
10	18.05.22	25.05.22	M10-MF	7	3.9	23.0	210	15.00	176.7	27530	155.8		
11	18.05.22	01.06.22	M11-MF	14	3.9	23.0	210	15.10	179.1	36010	201.1	190.0	90.48%
12	18.05.22	01.06.22	M12-MF	14	3.9	23.0	210	15.10	179.1	35280	197.0		
13	18.05.22	01.06.22	M13-MF	14	3.7	22.6	210	15.10	179.1	32440	181.2		
14	18.05.22	01.06.22	M14-MF	14	3.7	22.6	210	15.10	179.1	31260	174.6		
15	18.05.22	01.06.22	M15-MF	14	3.7	22.6	210	15.00	176.7	35020	198.2		
16	18.05.22	01.06.22	M16-MF	14	3.7	22.6	210	15.00	176.7	35050	198.3		
17	18.05.22	01.06.22	M17-MF	14	3.7	22.6	210	15.10	179.1	36000	201.0		
18	18.05.22	01.06.22	M18-MF	14	3.7	22.6	210	15.10	179.1	32360	180.7		
19	18.05.22	01.06.22	M19-MF	14	3.8	22.8	210	15.10	179.1	31100	173.7		
20	18.05.22	01.06.22	M20-MF	14	3.8	22.8	210	15.10	179.1	32080	179.1		
21	18.05.22	15.06.22	M21-MF	28	3.8	22.8	210	15.00	176.7	38100	215.6	211.5	100.72%
22	18.05.22	15.06.22	M22-MF	28	3.8	22.8	210	15.10	179.1	38030	212.4		
23	18.05.22	15.06.22	M23-MF	28	3.8	22.8	210	15.10	179.1	38500	215.0		
24	18.05.22	15.06.22	M24-MF	28	3.8	22.8	210	15.20	181.5	38860	214.2		
25	18.05.22	15.06.22	M25-MF	28	3.6	22.7	210	15.10	179.1	37960	212.0		
26	18.05.22	15.06.22	M26-MF	28	3.6	22.7	210	15.10	179.1	37130	207.3		
27	18.05.22	15.06.22	M27-MF	28	3.6	22.7	210	15.10	179.1	38240	213.5		
28	18.05.22	15.06.22	M28-MF	28	3.6	22.7	210	15.20	181.5	37690	207.7		
29	18.05.22	15.06.22	M29-MF	28	3.6	22.7	210	15.20	181.5	38070	209.8		
30	18.05.22	15.06.22	M30-MF	28	3.6	22.7	210	15.20	181.5	37650	207.5		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 3.62$$

$$CV = 2.36\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 9.47$$

$$CV = 5.20\%$$

EDAD: 28 DIAS

$$\sigma = 3.01$$

$$CV = 1.43\%$$

d) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7,14 y 28 días, Método ACI $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slum p (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	25.05.22	01.06.22	M1-ACI	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	30920	175.0		
2	25.05.22	01.06.22	M2-ACI	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	33390	189.0		
3	25.05.22	01.06.22	M3-ACI	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	33120	187.4		
4	25.05.22	01.06.22	M4-ACI	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	38330	216.9		
5	25.05.22	01.06.22	M5-ACI	7	3.5	23.9	280	15.10	179.1	32760	182.9		
6	25.05.22	01.06.22	M6-ACI	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	31120	176.1	182.6	65.20%
7	25.05.22	01.06.22	M7-ACI	7	3.65	23.8	280	15.00	176.7	33310	188.5		
8	25.05.22	01.06.22	M8-ACI	7	3.65	23.8	280	15.00	176.7	31640	179.1		
9	25.05.22	01.06.22	M9-ACI	7	3.65	23.8	280	15.00	176.7	37950	214.8		
10	25.05.22	01.06.22	M10-ACI	7	3.65	23.8	280	15.00	176.7	38230	216.3		
11	25.05.22	08.06.22	M11-ACI	14	3.65	23.8	280	15.20	181.5	47740	263.1		
12	25.05.22	08.06.22	M12-ACI	14	3.65	23.8	280	15.00	176.7	43450	245.9		
13	25.05.22	08.06.22	M13-ACI	14	3.4	24	280	15.20	181.5	53080	292.5		
14	25.05.22	08.06.22	M14-ACI	14	3.4	24	280	15.19	181.2	52680	290.7		
15	25.05.22	08.06.22	M15-ACI	14	3.4	24	280	15.10	179.1	44350	247.7		
16	25.05.22	08.06.22	M16-ACI	14	3.4	24	280	15.24	182.4	49250	270.0	275.5	98.41%
17	25.05.22	08.06.22	M17-ACI	14	3.4	24	280	15.20	181.5	52860	291.3		
18	25.05.22	08.06.22	M18-ACI	14	3.4	24	280	15.20	181.5	44970	247.8		
19	25.05.22	08.06.22	M19-ACI	14	3.7	24.2	280	15.24	182.4	50230	275.4		
20	25.05.22	08.06.22	M20-ACI	14	3.7	24.2	280	15.10	179.1	52010	290.4		
21	25.05.22	22.06.22	M21-ACI	28	3.7	24.2	280	15.20	181.5	50390	277.7		
22	25.05.22	22.06.22	M22-ACI	28	3.7	24.2	280	15.10	179.1	51700	288.7		
23	25.05.22	22.06.22	M23-ACI	28	3.7	24.2	280	15.00	176.7	50130	283.7		
24	25.05.22	22.06.22	M24-ACI	28	3.7	24.2	280	15.22	181.9	50020	274.9		
25	25.05.22	22.06.22	M25-ACI	28	3.75	24.1	280	15.10	179.1	58580	327.1		
26	25.05.22	22.06.22	M26-ACI	28	3.75	24.1	280	15.00	176.7	58860	333.1	304.8	108.85%
27	25.05.22	22.06.22	M27-ACI	28	3.75	24.1	280	15.20	181.5	55940	308.3		
28	25.05.22	22.06.22	M28-ACI	28	3.75	24.1	280	15.20	181.5	54290	299.2		
29	25.05.22	22.06.22	M29-ACI	28	3.75	24.1	280	15.20	181.5	57580	317.3		
30	25.05.22	22.06.22	M30-ACI	28	3.75	24.1	280	15.20	181.5	56100	309.2		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 5.93$$

$$CV = 3.25\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 12.02$$

$$CV = 4.40\%$$

EDAD: 28 DIAS

$$\sigma = 11.96$$

$$CV = 4.31\%$$

e) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7,14 y 28 días, Método Walker $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slum p (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	26.05.22	02.06.22	M1-W	7	3.5	23.9	280	15.10	179.1	40880	228.3	230.0	82.15%
2	26.05.22	02.06.22	M2-W	7	3.5	23.9	280	15.10	179.1	39780	* 222.1		
3	26.05.22	02.06.22	M3-W	7	3.5	23.9	280	15.10	179.1	41050	229.2		
4	26.05.22	02.06.22	M4-W	7	3.5	23.9	280	15.10	179.1	43840	* 244.8		
5	26.05.22	02.06.22	M5-W	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	39810	225.3		
6	26.05.22	02.06.22	M6-W	7	3.5	23.9	280	15.00	176.7	42120	238.4		
7	26.05.22	02.06.22	M7-W	7	3	23.8	280	15.00	176.7	40090	226.9		
8	26.05.22	02.06.22	M8-W	7	3	23.8	280	15.10	179.1	43460	* 242.7		
9	26.05.22	02.06.22	M9-W	7	3	23.8	280	15.00	176.7	41000	232.0		
10	26.05.22	02.06.22	M10-W	7	3	23.8	280	15.00	176.7	39650	* 221.4		
11	26.05.22	09.06.22	M11-W	14	3	23.8	280	15.10	179.1	52280	* 291.9		
12	26.05.22	09.06.22	M12-W	14	3	23.8	280	15.20	181.5	50760	279.7		
13	26.05.22	09.06.22	M13-W	14	3.3	23.6	280	15.10	179.1	47900	267.5		
14	26.05.22	09.06.22	M14-W	14	3.3	23.6	280	15.20	181.5	46670	* 257.2		
15	26.05.22	09.06.22	M15-W	14	3.3	23.6	280	15.10	179.1	50220	280.4		
16	26.05.22	09.06.22	M16-W	14	3.3	23.6	280	15.00	176.7	52060	* 294.6		
17	26.05.22	09.06.22	M17-W	14	3.3	23.6	280	15.10	179.1	46780	261.2		
18	26.05.22	09.06.22	M18-W	14	3.3	23.6	280	15.10	179.1	51250	286.2		
19	26.05.22	09.06.22	M19-W	14	3.6	23.8	280	15.10	179.1	50230	280.5		
20	26.05.22	09.06.22	M20-W	14	3.6	23.8	280	15.10	179.1	46860	261.7		
21	26.05.22	23.06.22	M21-W	28	3.6	23.8	280	15.00	176.7	54930	306.7		
22	26.05.22	23.06.22	M22-W	28	3.6	23.8	280	15.00	176.7	60700	* 343.5		
23	26.05.22	23.06.22	M23-W	28	3.6	23.8	280	15.10	179.1	57100	318.9		
24	26.05.22	23.06.22	M24-W	28	3.6	23.8	280	15.00	176.7	53950	305.3		
25	26.05.22	23.06.22	M25-W	28	3.2	23.7	280	15.00	176.7	53620	* 303.4		
26	26.05.22	23.06.22	M26-W	28	3.2	23.7	280	15.00	176.7	54160	306.5		
27	26.05.22	23.06.22	M27-W	28	3.2	23.7	280	15.20	181.5	60380	332.8		
28	26.05.22	23.06.22	M28-W	28	3.2	23.7	280	15.00	176.7	59890	* 338.9		
29	26.05.22	23.06.22	M29-W	28	3.2	23.7	280	15.00	176.7	60310	* 341.3		
30	26.05.22	23.06.22	M30-W	28	3.2	23.7	280	15.00	176.7	54750	309.8		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 5.36$$

$$CV = 2.33\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 9.96$$

$$CV = 3.72\%$$

EDAD: 28 DIAS

$$\sigma = 10.62$$

$$CV = 3.42\%$$

f) Resistencia a la Compresión a las edades de: 7,14 y 28 días, Método M. fineza de la combinación de agregados $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$

N°	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Código de Especímen	Edad (días)	Slum p (Pulg.)	Temp. de Concreto (°C)	Resistencia especificada (kg/cm ²)	Dm (Ø)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Porcentaje de Resistencia (%)
1	01.06.22	08.06.22	M1-MF	7	3.6	22.1	280	15.20	181.5	40110	221.0		
2	01.06.22	08.06.22	M2-MF	7	3.6	22.1	280	15.20	181.5	41820	230.5		
3	01.06.22	08.06.22	M3-MF	7	3.6	22.1	280	15.20	181.5	37670	207.6		
4	01.06.22	08.06.22	M4-MF	7	3.6	22.1	280	15.20	181.5	41730	230.0		
5	01.06.22	08.06.22	M5-MF	7	3.6	22.1	280	15.10	179.1	40060	223.7		
6	01.06.22	08.06.22	M6-MF	7	3.6	22.1	280	15.20	181.5	37890	208.8	227.5	81.25%
7	01.06.22	08.06.22	M7-MF	7	3.8	21.4	280	15.20	181.5	41270	227.4		
8	01.06.22	08.06.22	M8-MF	7	3.8	21.4	280	15.10	179.1	41040	229.2		
9	01.06.22	08.06.22	M9-MF	7	3.8	21.4	280	15.00	176.7	37280	211.0		
10	01.06.22	08.06.22	M10-MF	7	3.8	21.4	280	15.00	176.7	40750	230.6		
11	01.06.22	15.06.22	M11-MF	14	3.8	21.4	280	15.00	176.7	43390	245.5		
12	01.06.22	15.06.22	M12-MF	14	3.8	21.4	280	15.00	176.7	44930	254.3		
13	01.06.22	15.06.22	M13-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	41630	235.6		
14	01.06.22	15.06.22	M14-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	46440	262.8		
15	01.06.22	15.06.22	M15-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	44690	252.9		
16	01.06.22	15.06.22	M16-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	41580	235.3	252.1	90.03%
17	01.06.22	15.06.22	M17-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	44640	252.6		
18	01.06.22	15.06.22	M18-MF	14	3.5	21.8	280	15.00	176.7	43930	248.6		
19	01.06.22	15.06.22	M19-MF	14	3.9	21.6	280	15.10	179.1	46080	257.3		
20	01.06.22	15.06.22	M20-MF	14	3.9	21.6	280	15.00	176.7	44770	253.4		
21	01.06.22	29.06.22	M21-MF	28	3.9	21.6	280	15.20	181.5	51000	281.1		
22	01.06.22	29.06.22	M22-MF	28	3.9	21.6	280	15.20	181.5	50630	279.0		
23	01.06.22	29.06.22	M23-MF	28	3.9	21.6	280	15.20	181.5	48330	266.3		
24	01.06.22	29.06.22	M24-MF	28	3.9	21.6	280	15.20	181.5	50360	277.5		
25	01.06.22	29.06.22	M25-MF	28	3.8	22	280	15.00	176.7	48980	277.2		
26	01.06.22	29.06.22	M26-MF	28	3.8	22	280	15.10	179.1	52610	293.8	277.5	99.09%
27	01.06.22	29.06.22	M27-MF	28	3.8	22	280	15.00	176.7	49780	281.7		
28	01.06.22	29.06.22	M28-MF	28	3.8	22	280	15.20	181.5	53160	293.0		
29	01.06.22	29.06.22	M29-MF	28	3.8	22	280	15.10	179.1	48570	271.2		
30	01.06.22	29.06.22	M30-MF	28	3.8	22	280	15.20	181.5	49810	274.5		

Nota: * Indica que después del análisis se descartó las probetas que se encontraban fuera del rango establecido en la desviación estándar, no siendo muestra representativa. Las gráficas de la desviación estándar se encuentran al final de este anexo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

EDAD: 7 DIAS

$$\sigma = 3.73$$

$$CV = 1.64\%$$

EDAD: 14 DIAS

$$\sigma = 3.86$$

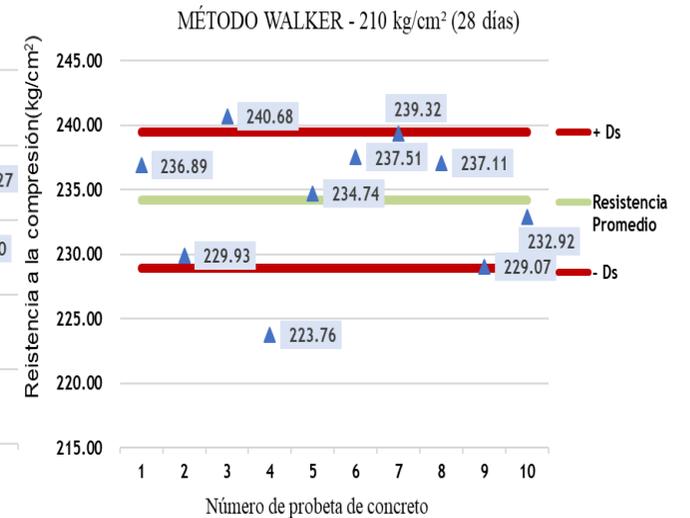
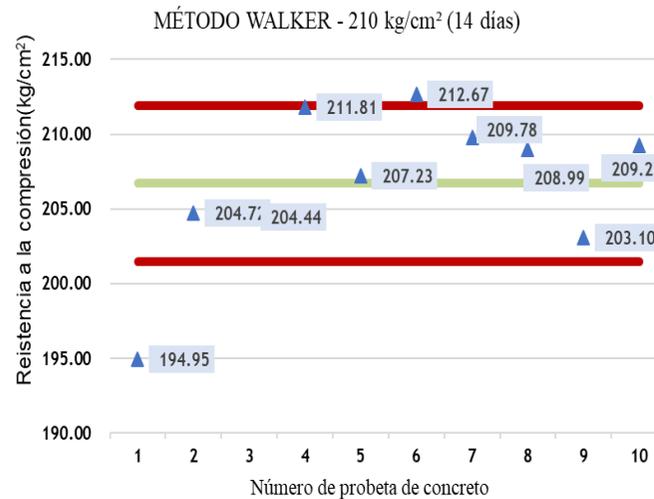
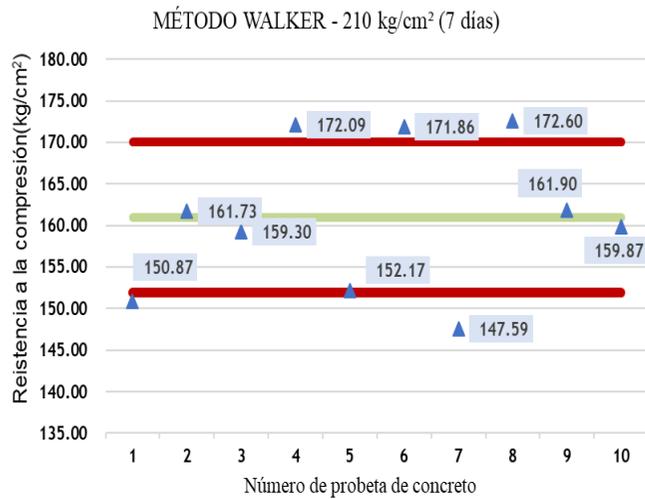
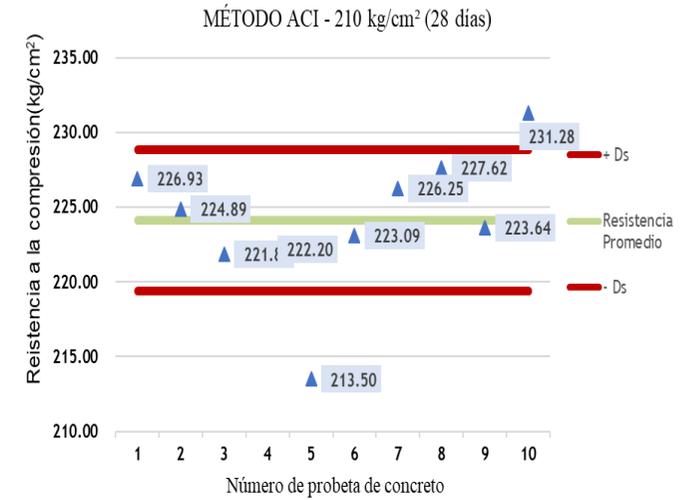
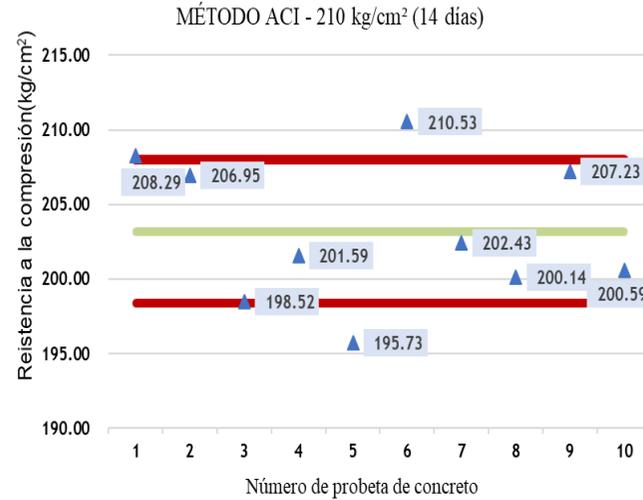
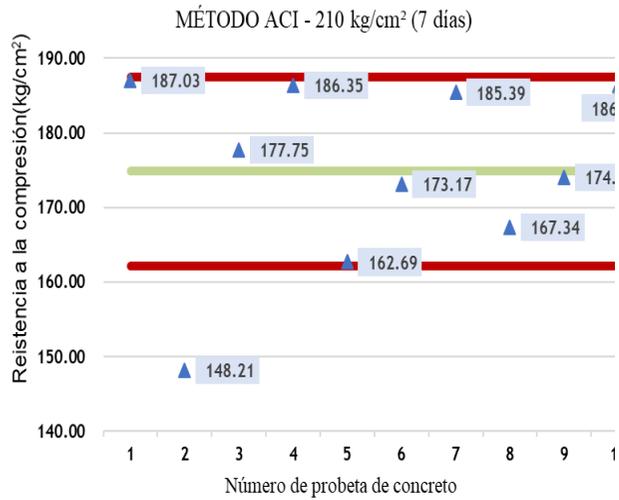
$$CV = 1.53\%$$

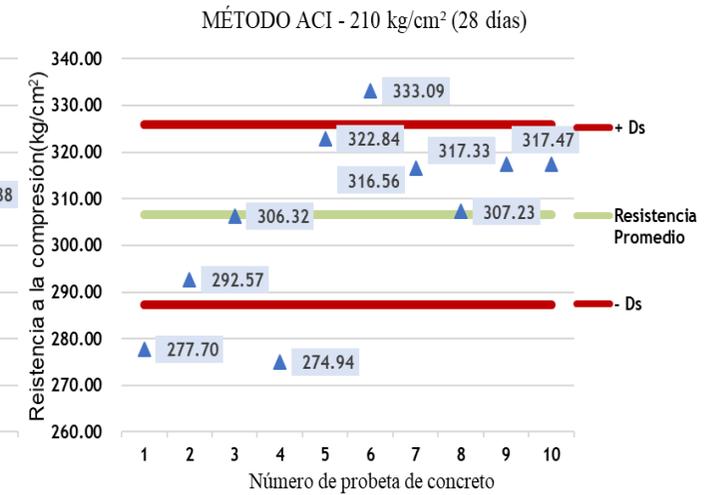
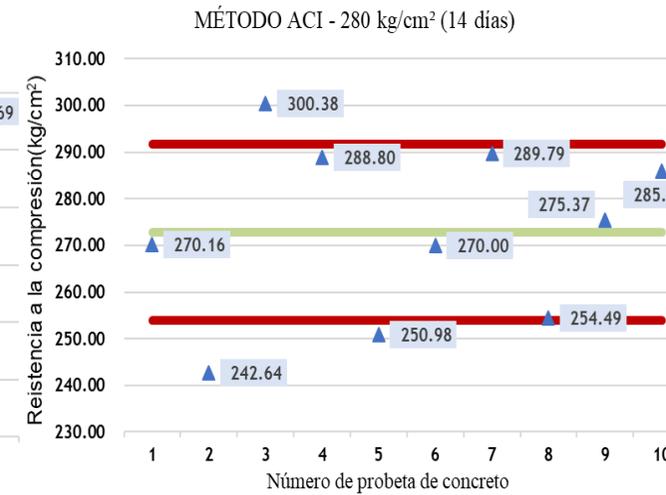
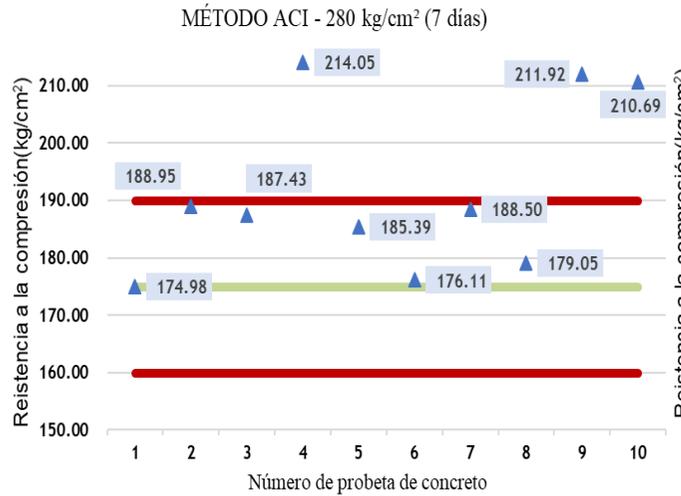
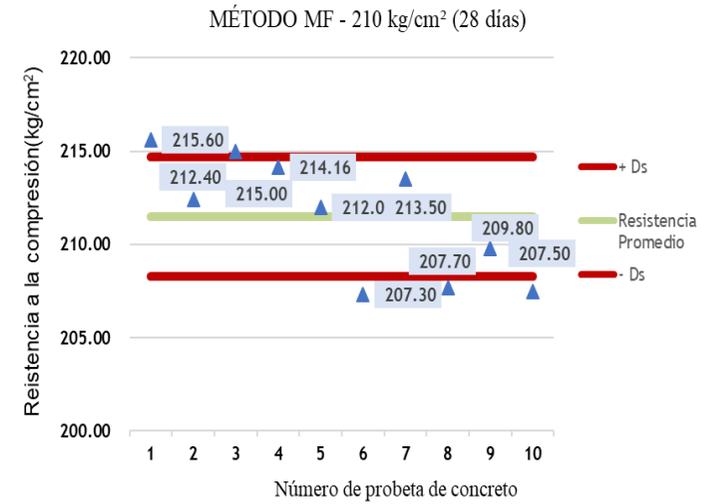
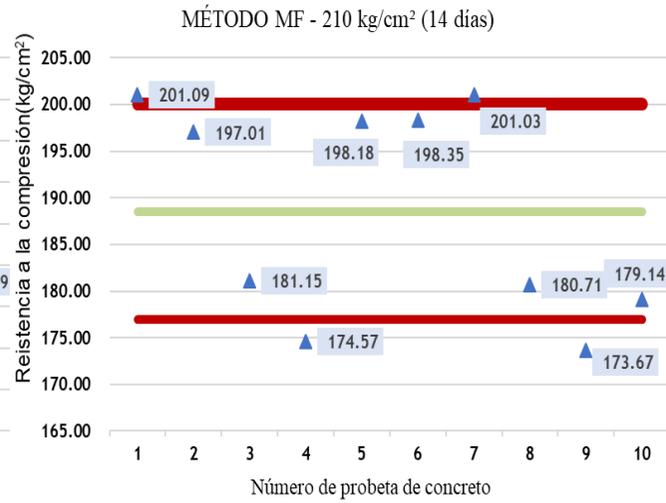
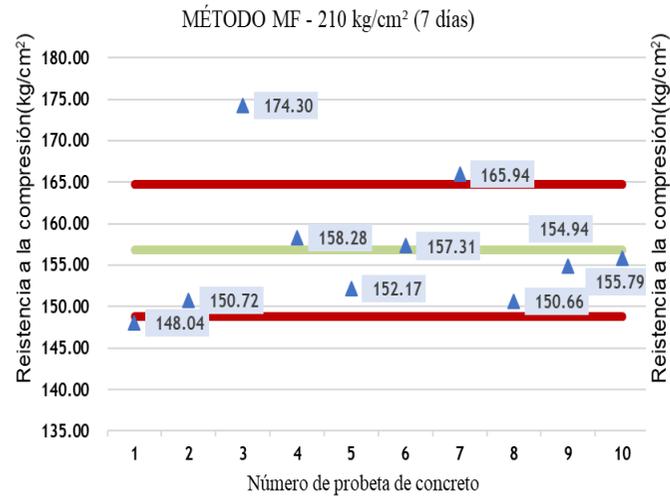
EDAD: 28 DIAS

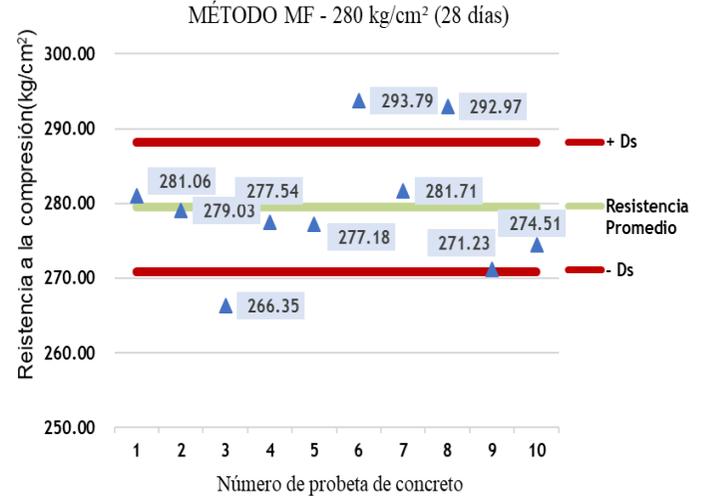
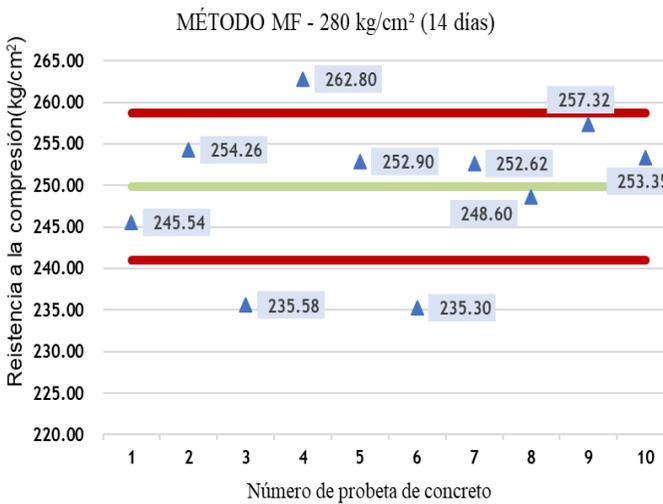
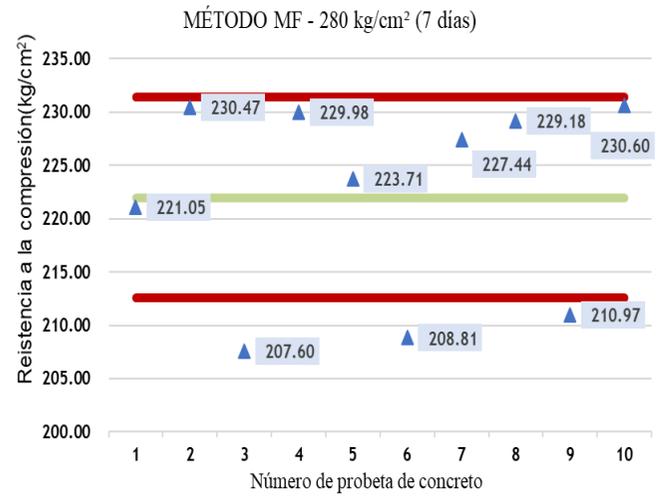
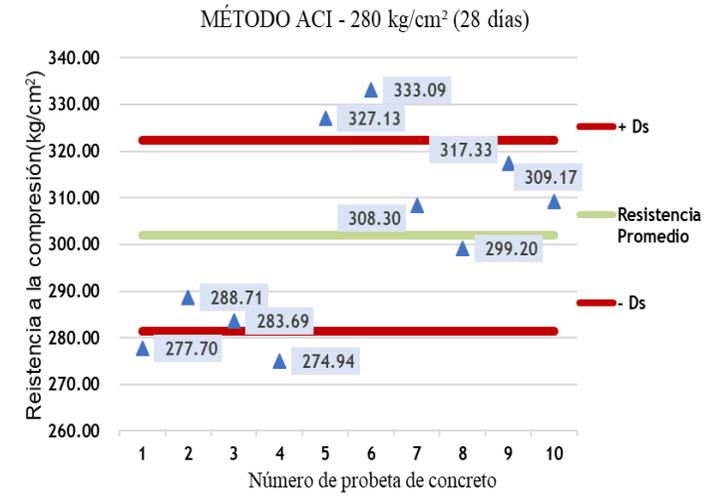
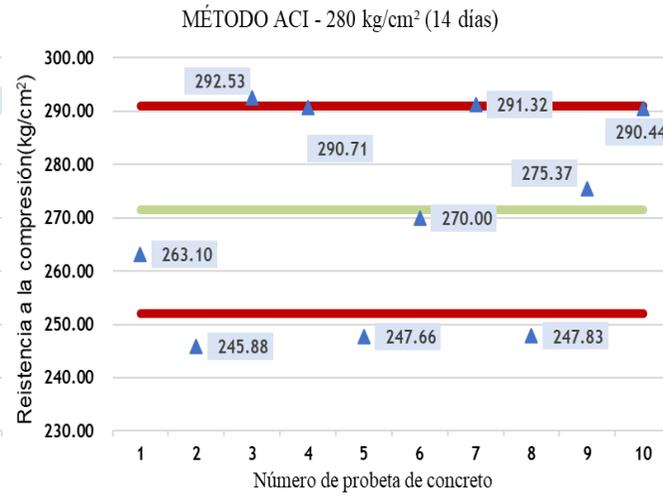
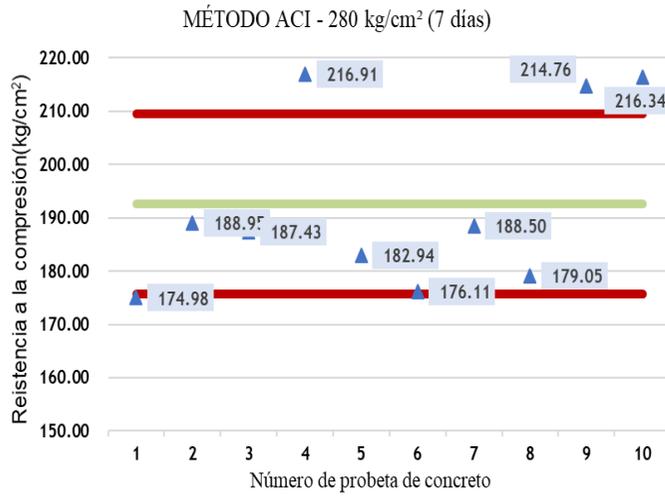
$$\sigma = 3.67$$

$$CV = 1.32\%$$

GRÁFICOS PARA EL CONTROL ESTADISTICO:







ANEXO 8 : INFORME DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL LABORATORIO FERMATI



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO Nº 3939

Expediente Nº : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
01	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	33050	187	210	89
02	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	26190	148	210	71
03	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	31410	178	210	85
04	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	32930	186	210	89
05	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	28749	163	210	77
06	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	30600	173	210	82
07	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	32760	185	210	88
08	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	29570	167	210	80
09	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	30750	174	210	83
10	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	19/05/2022	7	15.0	32940	186	210	89
11	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	37300	208	210	99
12	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	37060	207	210	99
13	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	35550	199	210	95
14	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	36100	202	210	96
15	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	35050	196	210	93

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastelo Chirigos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
16	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	37700	211	210	100
17	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	36250	202	210	96
18	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	35840	200	210	95
19	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	37110	207	210	99
20	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	26/05/2022	14	15.1	35920	201	210	96
21	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	40100	227	210	108
22	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	39740	225	210	107
23	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	39200	222	210	106
24	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.1	39790	222	210	106
25	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	38740	219	210	104
26	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.1	39950	223	210	106
27	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	39980	226	210	108
28	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.1	40760	228	210	108
29	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.2	40580	224	210	106
30	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	12/05/2022	9/06/2022	28	15.0	40870	231	210	110

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F'c=210 y 280 Kg/cm2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm2	F'c Especificada	% F'c
01	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	26660	151	210	72
02	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	28580	162	210	77
03	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	28150	159	210	76
04	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	30410	172	210	82
05	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	26890	152	210	72
06	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	30370	172	210	82
07	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	26080	148	210	70
08	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	30500	173	210	82
09	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	28610	162	210	77
10	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	20/05/2022	7	15.0	28250	160	210	76
11	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.1	34910	195	210	93
12	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.1	36660	205	210	97
13	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.1	36610	204	210	97
14	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.1	37930	212	210	101
15	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	36620	207	210	99

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos
LABORATORIA FERMATI S.A.C.

Juan Carlos Fimo Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F'c=210 y 280 Kg/cm2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERALA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm2	F' C Especificada	% F' C
16	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	37580	213	210	101
17	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	37070	210	210	100
18	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	36930	209	210	100
19	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	35890	203	210	97
20	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	27/05/2022	14	15.0	36980	209	210	100
21	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	41860	237	210	113
22	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	40630	230	210	109
23	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	42530	241	210	115
24	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	39540	224	210	107
25	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	41480	235	210	112
26	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	41970	238	210	113
27	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.0	42290	239	210	114
28	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.1	42460	237	210	113
29	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.1	41020	229	210	109
30	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	13/05/2022	10/06/2022	28	15.1	41710	233	210	111

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Fimo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANADIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F'c=210 y 280 Kg/cm2 CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M- 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm2	F' C Especificada	% F' C
01	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.0	26160	148	210	70
02	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.1	26990	151	210	72
03	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.0	30800	174	210	83
04	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.2	28720	158	210	75
05	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.0	26890	152	210	72
06	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.1	28170	157	210	75
07	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.2	30110	166	210	79
08	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.1	26980	151	210	72
09	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.2	28040	155	210	74
10	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	25/05/2022	7	15.0	27530	156	210	74
11	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	34010	190	210	90
12	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	34280	191	210	91
13	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	32440	181	210	86
14	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	31260	175	210	83
15	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA- TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.0	35020	198	210	94

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización es crita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Fimo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F'c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
16	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.0	35050	198	210	94
17	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	36000	201	210	96
18	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	32360	181	210	86
19	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	31100	174	210	83
20	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	1/06/2022	14	15.1	32080	179	210	85
21	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.0	38100	216	210	103
22	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.1	38030	212	210	101
23	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.1	38500	215	210	102
24	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.2	38860	214	210	102
25	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.1	37960	212	210	101
26	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.1	37130	207	210	99
27	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.1	38240	214	210	102
28	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.2	37690	208	210	99
29	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.2	38070	210	210	100
30	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	18/05/2022	15/06/2022	28	15.2	37650	207	210	99

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ IALTA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CARRIERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 308.034 - 2008 / ASTM C-3030M - 05

Título : HORMICÓN (CONCRETO), Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F°C Especificada	% F°C
01	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	30620	175	280	62
02	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	33390	189	280	67
03	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	33120	187	280	67
04	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	36330	217	280	77
05	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.1	32760	183	280	65
06	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	31120	176	280	63
07	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.2	33310	184	280	66
08	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	31640	179	280	64
09	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	37950	215	280	77
10	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	1/06/2022	7	15.0	36230	216	280	77
11	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	47740	263	280	94
12	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.0	43450	246	280	88
13	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	53080	293	280	104
14	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	52680	291	280	104
15	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.1	44350	248	280	88

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Gastelo Chirinos
LABORATORISTA FERMATI S.A.C




Juan Carlos Forno Oyeda Agostá
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

 964423859 - 943011231

 Ca. José Galvez N° 120

 fermatisac@gmail.com

 www.fermatisac.cf

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASIM C-39/39M - 05

Título : NORMACIÓN (CONCRETO): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
16	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	49250	271	280	97
17	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	52860	291	280	104
18	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	44970	248	280	89
19	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.2	50230	277	280	99
20	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	8/06/2022	14	15.1	52010	290	280	104
21	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	50390	278	280	99
22	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.1	51700	289	280	103
23	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.0	50130	284	280	101
24	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	50020	278	280	98
25	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.1	58580	327	280	117
26	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.0	58880	333	280	119
27	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	56940	308	280	110
28	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	54290	299	280	107
29	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	57580	317	280	113
30	CONCRETO POR EL METODO ACI - TIPO DE CEMENTO PACASWYO MS ANTISALITRE	25/05/2022	22/06/2022	28	15.2	56100	309	280	110

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Germán Gastelo Chirinos
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda, Agosto
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXAHADIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTERA LA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.I.P. 338.034 - 2008 / ASIM C-38/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
01	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	40880	228	280	82
02	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	39780	222	280	79
03	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	41050	229	280	82
04	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	43840	245	280	87
05	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.0	39810	225	280	80
06	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.0	42120	238	280	85
07	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.0	40090	227	280	81
08	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	43460	243	280	87
09	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.0	41000	232	280	83
10	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	2/06/2022	7	15.1	39850	221	280	79
11	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	52280	292	280	104
12	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.2	50760	280	280	100
13	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	47900	267	280	96
14	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.2	46670	257	280	92
15	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	50220	280	280	100

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizado por el solicitante
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gustavo Chirinos
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Pardo Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTONAL VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-3939M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F ^c Especificada	% F ^c
16	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.0	52060	295	280	105
17	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	46780	261	280	93
18	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	51250	286	280	102
19	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	50230	280	280	100
20	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	9/06/2022	14	15.1	46860	262	280	93
21	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.1	54930	307	280	110
22	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	60700	343	280	123
23	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.1	57100	319	280	114
24	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	53950	305	280	109
25	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	53620	303	280	106
26	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	54160	306	280	109
27	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.2	60380	333	280	119
28	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	59890	339	280	121
29	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	60310	341	280	122
30	CONCRETO POR EL METODO WALKER - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTISALITRE	28/05/2022	23/08/2022	28	15.0	54750	310	280	111

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Germán Gastelo Chirinos
LABORANTISTA-FERMATI S.A.C.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123361

IFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : COMPARACION DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS $F_c=210$ y 280 Kg/cm² CON LOS METODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANTONAL VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 338.034 - 2008 / ASTM C-390M - 05
 Título : HORMÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F' C Especificada	% F' C
01	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	40110	221	280	79
02	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	41820	230	280	82
03	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	37870	208	280	74
04	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	41730	230	280	82
05	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.1	40060	224	280	80
06	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	37890	209	280	75
07	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.2	41270	227	280	81
08	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.0	41040	232	280	83
09	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.0	37280	211	280	75
10	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	8/06/2022	7	15.0	40750	231	280	82
11	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	43390	246	280	88
12	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	44930	254	280	91
13	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	41830	236	280	84
14	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	48440	263	280	94
15	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACAS MAYO MS ANTISALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	44690	253	280	90

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Gastelo Chirinos
 LABORANTISTA-FERMATI S.A.C




 Juan Carlos Pardo Ojeda
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3939

Expediente N° : 1933 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : ROXANA DIAZ TAPIA
 Proyecto : "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DISEÑAR CONCRETOS F_c=210 y 280 Kg/cm² CON LOS MÉTODOS ACI, WALKER Y MÓDULO DE FINEZA CON AGREGADOS DE LA CANITRERA VICTORIA DE LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Julio del 2022

Código : NTP 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Carga Máxima (kg)	Resistencia kg/cm ²	F'c Especificada	% F'c
16	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	41580	235	280	84
17	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	44640	253	280	90
18	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.1	43930	245	280	88
19	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.1	46080	257	280	92
20	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	15/06/2022	14	15.0	44770	253	280	90
21	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.2	51000	281	280	100
22	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.2	50630	279	280	100
23	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.2	48330	266	280	95
24	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.2	50360	278	280	99
25	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.0	48980	277	280	99
26	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.1	52610	294	280	105
27	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.0	49780	282	280	101
28	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.2	53160	293	280	105
29	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.1	48570	271	280	97
30	CONCRETO POR EL METODO MÓDULO DE FINEZA - TIPO DE CEMENTO PACASMAYO MS ANTSALITRE	1/06/2022	29/06/2022	28	15.1	49810	278	280	99

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Gastela Chiribes
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.



Juan Carlos Forno Ojeda Agosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

ANEXO 9 : PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°01: extracción de agregado grueso (piedra chancada) de la cantera La Victoria.



Foto N°02: extracción de agregado fino (arena amarilla) de la cantera La Victoria.



Foto N°03: cuarteo del agregado grueso para realizar su granulometría.



Foto N°04: granulometría del agregado fino.



Foto N°05: selección de las muestras para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino.



Foto N°06 selección de las muestras para el ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.



Foto N°07: se coloca la muestra en el molde para el ensayo del peso suelto del agregado fino.



Foto N°08: se coloca la muestra en el molde para el ensayo del peso suelto del agregado grueso.



Foto N°09: se coloca la muestra en el molde para el ensayo del peso compactado del agregado fino, se compacta en 1/3 por capa y se enrasa con la barra compactadora.

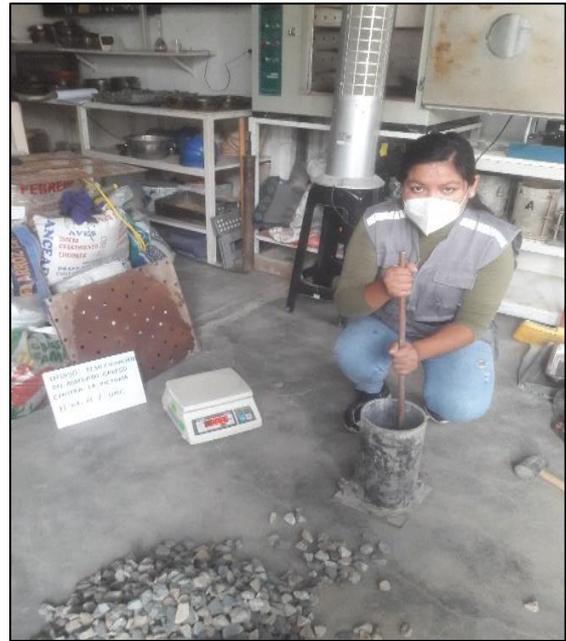


Foto N°10: se coloca la muestra en el molde para el ensayo del peso compactado del agregado grueso, se compacta en 1/3 por capa y se enrasa con la barra compactadora.



Foto N°11: se coloca la muestra en el molde cónico para realizar el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.



Foto N°12: peso de la muestra + agua + picnómetro con agregado fino.



Foto N°13: peso de la muestra con superficie seca para realizar el ensayo del peso específico y absorción del agregado grueso.



Foto N°14: peso de la muestra sumergida en agua del agregado grueso.



Foto N°15: se coloca la muestra en la máquina de los ángeles para el ensayo a la abrasión.



Foto N°16: se procede a pesar la muestra sacada de la máquina de los ángeles para el cálculo del desgaste.



Foto N°17: se realiza la toma de temperatura del concreto por método y para cada resistencia.



Foto N°18: se procede con la prueba de asentamiento del concreto por método y para cada resistencia.



Foto N°19: elaboración de 30 probetas por método y para cada resistencia.



Foto N°20: elaboración de 30 probetas por método y para cada resistencia.



Foto N°21: se realiza el curado de los especímenes de concreto.



Foto N°22: se mide el diámetro de la probeta antes de su rotura.



Foto N°23: se mide la longitud de la probeta antes de su rotura.



Foto N°24: se procede con el peso del concreto en estado endurecido.

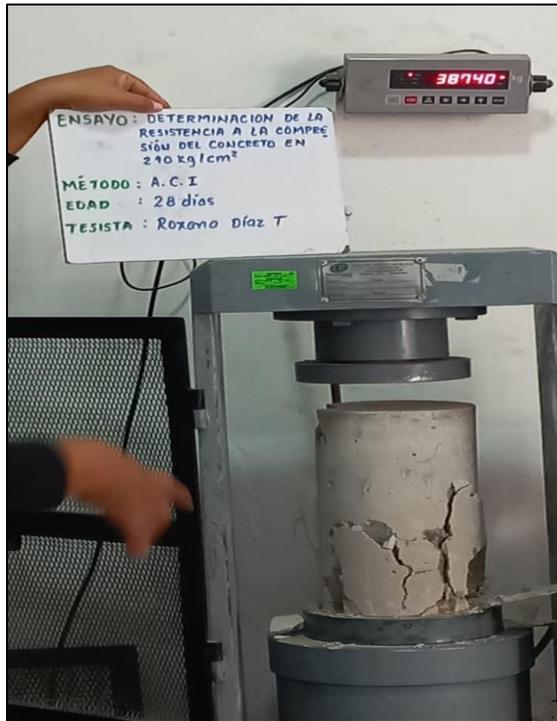


Foto N°25: determinación de la resistencia 210 kg/cm² método ACI 7,14 y 28 días.

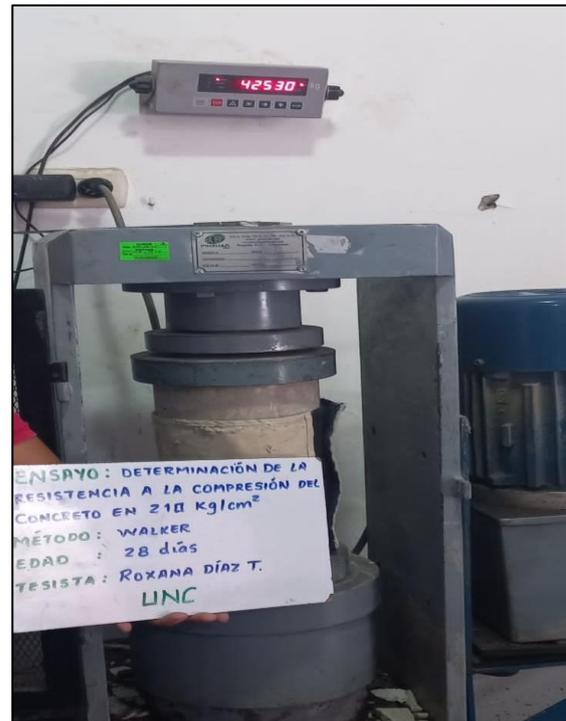


Foto N°26: determinación de la resistencia 210 kg/cm² método WALKER 7,14 y 28 días.



Foto N°27: determinación de la resistencia 210 kg/cm² método MÓDULO DE FINEZA 7,14 y 28 días.



Foto N°28: determinación de la resistencia 280 kg/cm² método ACI 7,14 y 28 días.



Foto N°29: determinación de la resistencia 280 kg/cm² método WALKER 7,14 y 28 días.



Foto N°30: determinación de la resistencia 280 kg/cm² método MÓDULO DE FINESZA 7,14 y 28 días.



Foto N°31: fractura tipo 5, probeta ensayada a los 28 días método ACI 210 kg/cm²

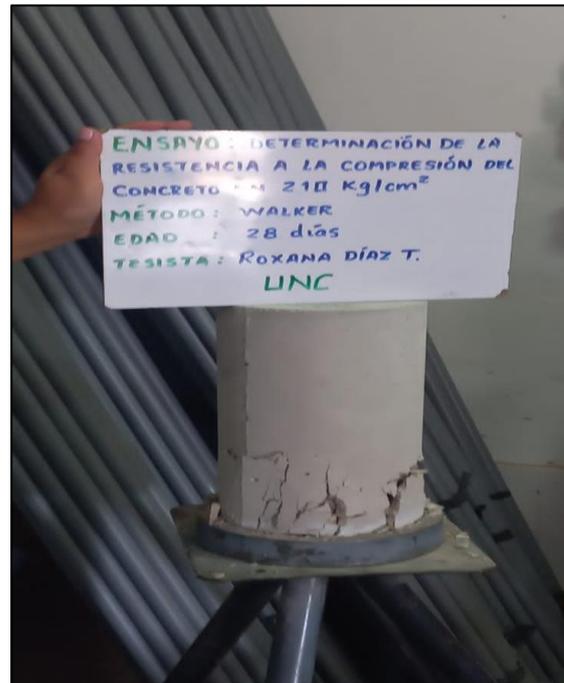


Foto N°32: fractura tipo 5, probeta ensayada a los 28 días método WALKER 210 kg/cm²

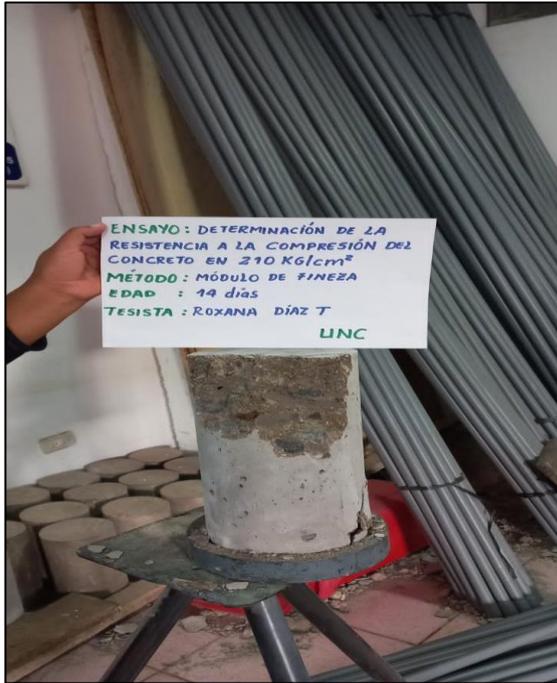


Foto N°33: fractura tipo 5, probeta ensayada a los 14 días método MF 210 kg/cm²

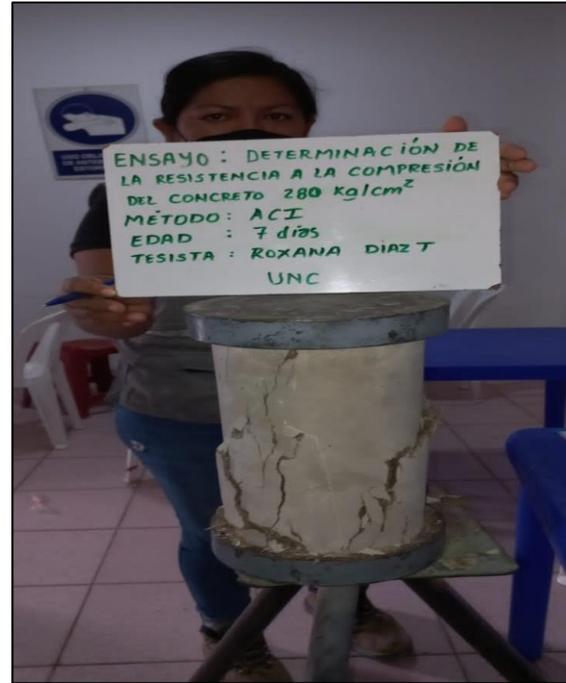


Foto N° 34: fractura tipo 2, probeta ensayada a los 7 días método ACI 280 kg/cm²



Foto N° 35: fractura tipo 5, probeta ensayada a los 7 días método WALKER 280 kg/cm²



Foto N° 36: fractura tipo 2, probeta ensayada a los 28 días método MF 280 kg/cm²