



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**“INFLUENCIA DE LAS CONSISTENCIAS DEL CONCRETO
CEMENTO-ARENA SOBRE LAS PROPIEDADES EN
ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO, DISTRITO DE SAN
JUAN BAUTISTA, IQUITOS 2020”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores: BACH. JEAN PIER GONZALES LINO

BACH. ALCIDES TELESFORO HUANSI PANDURO

Asesor(a): ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE Mg.

Región Loreto – Maynas – Perú

2022

DEDICATORIA

“A toda mi familia por todo el apoyo que me brindan hasta ahora y a Dios por darme buena salud ya que es una de las cosas más importantes en esta vida”

Jean Pier Gonzales Lino

“A mi madre a quien más quiero en esta vida, así también a todos mis familiares ya que ellos fueron quienes me apoyaron durante todo el proceso de mi formación”.

Alcides Huansi Panduro

AGRADECIMIENTO

Para la realización y ejecución de este proyecto de investigación, participaron investigadores, docentes, profesionales y estudiantes, que aportaron con su conocimiento y sed de aprendizaje constante, así también con su apoyo incondicional para el desarrollo de este informe, a quienes mediante estas líneas queremos dar gracias, haciendo mención de nuestro profundo agradecimiento por su valiosa colaboración.

- A la Ing. Liliana Bautista Serpa Mg. por su constante asesoramiento y apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto de investigación.
- A nuestros excelentísimos señores miembros del jurado por su imprescindible fiscalización y aporte técnico para una metodológica presentación de calidad y profesionalismo en el proceso de elaboración de este informe de investigación, Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera M. Sc (Presidente), Ing. Keuson Saldaña Ferreyra Mg. (Miembro) y el Ing. Erlin Cabanillas Oliva Mg. (Miembro)
- Al técnico Karol Cisowski y practicantes por su colaboración en el desarrollo de los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la UCP.
- Así mismo resaltamos nuestro profundo agradecimiento a nuestros docentes y forjadores de conocimiento, quienes nos prepararon mediante largos caminos de aprendizaje constante para el logro de nuestros estudios, aquellos a quienes aún con los años perduraran en nuestra memoria por su gran participación en nuestra formación y a quienes no se encuentran con nosotros y que lamentablemente los perdimos durante estos años de emergencia sanitaria.

Los autores

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"INFLUENCIA DE LAS CONSISTENCIAS DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA
SOBRE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO, DISTRITO DE
SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS 2020"**

De los alumnos: **JEAN PIER GONZALES LINO Y ALCIDES TELESPHORO HUANSI
PANDURO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **13% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 17 de Diciembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CIRA/ri-a
301-2021

Document Information

Analyzed document	UCP_INGCIVIL_2021_TESIS_JEANGONZALES_ALCIDES HUANSI_V1.pdf (D121970379)
Submitted	2021-12-10T18:40:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	13%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_Luis_Paucarpoma_V1.pdf Document UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_Luis_Paucarpoma_V1.pdf (D110246883) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 10
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieríaCivil_2021_Tesis_Jose_Pinedo_V1.pdf Document UCP_IngenieríaCivil_2021_Tesis_Jose_Pinedo_V1.pdf (D117878837) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 2
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIA_2019_T_TATIANAPEREZyFRANKFLORES_VF.PDF.docx Document UCP_INGENIERIA_2019_T_TATIANAPEREZyFRANKFLORES_VF.PDF.docx (D55148142) Submitted by: jheyvinperez@gmail.com Receiver: urigoin.ucp@analysis.arkund.com	 15
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/903/C%C3%81RDENAS_L%C3%93PEZ_IN G_TSP_TITULO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-16T18:45:40.9030000	 3
W	URL: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/7307/1/REP_INCI_KAREN.CHERO_JH OMNY.RODRIGUEZ_INFLUENCIA.TEREFTALATO.POLIETILENO.ADICIONADO.CONCRETO.M%C3%93 DULO.ELASTICIDAD.pdf Fetched: 2021-11-26T19:04:48.9030000	 1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_SergioAcosta_JuanTenorio_V1.pdf Document UCP_ingenieriacivil_2021_Tesis_SergioAcosta_JuanTenorio_V1.pdf (D121012196) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_IngenieríaCivil_2021_TSP_ChristianCoriat_StefanyÁlvares_V1.pdf Document UCP_IngenieríaCivil_2021_TSP_ChristianCoriat_StefanyÁlvares_V1.pdf (D110020978) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com	 3

ACTA DE SUSTENTACIÓN



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **N°187-2019-UCP-FCEI** de fecha 12 de abril de 2019 y modificada con Resolución Decanal **N°193-2022-UCP-FCEI** de fecha 15 de febrero del 2022. La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg. | Miembro |
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 11:00 horas del día 30 de junio del 2022, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIA DE LAS CONSISTENCIAS DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA SOBRE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS 2020"**.

Presentado por los sustentantes:

**JEAN PIER GONZALES LINO y
ALCIDES TELESPHORO HUANSI PANDURO**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

Presidente

Miembro

Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú
005 - 26 1088 / 005 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnón 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR



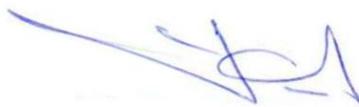
ING. ULISES OCTAVIO IRIGOÍN CABRERA M. Sc
(PRESIDENTE)



ING. KEUSON SALDAÑA FERREYRA MG
(MIEMBRO)



ING. ERLIN CABANILLAS OLIVA MG.
(MIEMBRO)



ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE M. Sc.
ASESOR(A)

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN	VI
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR	VII
ÍNDICE DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	1
1.2. BASES TEÓRICAS	7
1.2.1. EL CONCRETO.	7
1.2.1.1. Reseña	7
1.2.1.2. Definición	8
1.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO	9
1.2.2.1. El cemento	9
1.2.2.2. El agua	12
1.2.2.3. Los agregados	13
1.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO	17
1.2.3.1. Propiedades del Concreto Fresco	17
1.2.3.2. Propiedades del Concreto endurecido	18
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	19
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
2.1.1. Problema general.	22
2.1.2. Problemas específicos.	22
OBJETIVOS	22
1.2.4. Objetivo General	22

1.2.5. Objetivos específicos.....	23
HIPÓTESIS	23
1.2.6. Hipótesis General	23
1.2.7. Hipótesis Específicas.....	23
VARIABLES.....	24
1.2.8. Identificación de variables	24
1.2.9. Definición conceptual y operacional de las variables	25
1.2.10. Operacionalización de variables	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	28
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	28
3.1.1. Tipo	28
3.1.2. Diseño	28
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	28
3.2.1. Población	28
3.2.2. Muestra	29
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos..	29
3.3.1. Técnicas.....	29
3.3.2. Instrumentos.....	29
3.3.3. Procedimientos de recolección de muestras	31
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	41
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	41
4.1.1. Agregado fino	41
4.1.1.1. Peso unitario suelto (PUS)	41
4.1.1.2. Peso Unitario Compactado (PUC).....	42
4.1.1.3. Gravedad Específica y Absorción del Agregado	42
4.1.1.4. Análisis Granulométrico	43
4.1.1.5. Módulo de Fineza.....	47
4.1.1.6. Superficie Específica.	48
4.1.1.7. Material Fino que pasa el Tamiz N° 200	49
4.2. DISEÑO DE MEZCLA	50
4.2.1. DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 1.....	50

4.2.2.	DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 2	54
4.2.3.	DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 3	58
4.3.	ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO	62
4.3.1.	Peso Unitario, Contenido de Aire Atrapado, Asentamiento (SLUMP), Temperatura de Mezcla	62
4.4.	ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO	63
4.4.1.	Resistencia a la compresión	63
4.4.2.	Tracción indirecta	73
4.4.3.	Resistencia a la flexión	76
4.4.4.	Módulo de Elasticidad y Módulo de Poisson	79
CAPITULO V. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		97
5.1.	Discusiones	97
5.2.	Conclusiones	98
5.3.	Recomendaciones	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		101
ANEXOS		105
ANEXO 1.	MATRÍZ DE CONSISTENCIA	105
ANEXO 2.	INSTRUMENTOS	107
ANEXO 3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	113
ANEXO 4.	PANEL FOTOGRÁFICO	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de cemento en el mercado peruano.....	11
Tabla 2. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico.....	14
Tabla 3. Clasificación de los agregados por su densidad	15
Tabla 4. Clasificación de los agregados por constitución mineralógica	16
Tabla 5. Clasificación de los agregados por la forma.....	16
Tabla 6. Clasificación de los agregados por la textura.....	17
Tabla 7. Conceptualización de variables	25
Tabla 8. Operacionalización de variables -Independiente.....	26
Tabla 9. Operacionalización de variables -Dependiente	27
Tabla 10. P.U.S del agregado fino	41
Tabla 11. P.U.C del agregado fino	42
Tabla 12. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado	43
Tabla 13. Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino.	44
Tabla 14. Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.	45
Tabla 15. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.	46
Tabla 16. Módulo de fineza del agregado fino.....	47
Tabla 17. Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino.	48
Tabla 18. Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino.	48
Tabla 19. Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino.	49
Tabla 20. Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino.	49
Tabla 21. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (270 lt).....	50
Tabla 22. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 1.....	52
Tabla 23. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (280 lts)	54
Tabla 24. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 2.....	56
Tabla 25. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (300 lt).....	58
Tabla 26. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 3.....	60
Tabla 27. Peso Unitario, Contenido De Aire Atrapado, Asentamiento (SLUMP), Temperatura De Mezcla	62

Tabla 28. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 1.....	63
Tabla 29. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 1.....	64
Tabla 30. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 1.....	65
Tabla 31. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 2.....	66
Tabla 32. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 2.....	67
Tabla 33. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 2.....	68
Tabla 34. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 3.....	69
Tabla 35. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 3.....	70
Tabla 36. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 3.....	71
Tabla 37. Resumen de resistencia a la compresión de las tres muestras.....	72
Tabla 38. Tracción Indirecta - Muestra 1	73
Tabla 39. Tracción Indirecta - Muestra 2	74
Tabla 40. Tracción Indirecta - Muestra 3	75
Tabla 41. Resistencia a la flexión - Muestra 1	76
Tabla 42. Resistencia a la flexión - Muestra 2	77
Tabla 43. Resistencia a la flexión - Muestra 3	78
Tabla 44. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 1- Testigo 1	79
Tabla 45. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 1- Testigo 2.....	81
Tabla 46. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 1- Testigo 3.....	83
Tabla 47. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 2- Testigo 1	85
Tabla 48. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 2- Testigo 2.....	87
Tabla 49. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 2- Testigo 3.....	89
Tabla 50. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 3- Testigo 1	91
Tabla 51. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 3- Testigo 2.....	93

Tabla 52. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión - Muestra 3- Testigo 3.....	95
Tabla 53. Resultados promedio del módulo elástico y módulo de Poisson	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tamices usados en el análisis granulométrico.	44
Figura 2. Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino.	45
Figura 3. Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino	46
Figura 4. Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino	47
Figura 5. Composición por peso de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 1.	53
Figura 6. Composición por volumen de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 1.	53
Figura 7. Composición por peso de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 2.	57
Figura 8. Composición por volumen de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 2.	57
Figura 9. Composición por peso de un metro cubico de concreto cemento arena. Diseño de Mezcla 3.	61
Figura 10. Composición por volumen de un metro cubico de concreto cemento arena. Diseño de Mezcla 3.	61
Figura 11. Resistencia a la compresión de las tres muestras.....	72

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la “Influencia de las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020”, así mismo, mediante el diseño de tres muestras se vieron las diferencias que se genera en las propiedades del concreto en estado fresco como en estado endurecido.

Para el logro de los objetivos, se estableció el uso de una sola relación “a/c” y tres consistencias, seca, plástica y fluida, basándonos principalmente en el estado fresco y, por consiguiente, en el estado endurecido. A través del uso de diferentes consistencias se determinaron, analizaron y diferenciaron las propiedades que se generan en el concreto cemento

Los resultados de los ensayos confirman que las consistencias del concreto cemento-arena si influyen sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, además muestran compatibilidad con las especificaciones del tipo de cemento usado, cemento Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado, es decir, las mezclas ofrecen docilidad y fácil acomodo en las probetas, entendiendo que las características del agregado tienen gran colaboración para lograr estos efectos. Demostrando mediante los ensayos que las propiedades satisfacen las normas técnicas establecidas NTP 334.009 y ASTM C496 / C496M-11.

Palabras claves: *concreto, propiedades, consistencia*

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the "Influence of the consistencies of cement-sand concrete on the properties in fresh state and hardened, district of San Juan Bautista, Iquitos 2020", likewise, through the design of three samples the differences that are generated in the properties were seen of fresh and hardened concrete.

To achieve the objectives, the use of a single "a/c" ratio and three consistencies, dry, plastic and fluid, based mainly on the state fresh and therefore in the hardened state. Through the use of different consistencies were determined, analyzed and differentiated the properties that were generate cement in the concrete

The results of the tests confirm that the consistencies of the concrete cement-sand if they influence the properties in fresh and hardened state, they also show compatibility with the specifications of the type of cement used, cement Type I(PM): Modified pozzolanic Portland cement, that is, the mixtures offer docility and easy accommodation in the test tubes, understanding that the characteristics of the aggregate have great collaboration to achieve these effects.

Demonstrating through tests that the properties meet the standards established techniques NTP 334.009 and ASTM C496 / C496M-11.

Keywords: concrete, properties, consistency

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

De diferentes ensayos relacionados a la consistencia del concreto, algunos autores se enfocaron en la forma, tamaño y textura de sus agregados, como el agregado grueso, con fines de mejorar las propiedades de resistencia. En este sentido (Guillén y Llerena 2020) (1) lo confirman en su estudio en el que utilizaron piedra chancada de forma irregular y textura áspera y el otro la grava de forma redondeada y textura lisa con diferentes granulometrías ($\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1 $\frac{1}{2}$ "), sus resultados los llevaron a concluir que la forma de los agregados incide en el comportamiento del concreto, esto a partir de un estudio deductivo comparativo con enfoque cualitativo.

De forma similar, (Abril y Ramos 2017)(2), en su estudio comparativo, pudieron comprobar que la resistencia del concreto es afectada cuando se usan agregados gruesos de distinto origen, es decir que el uso de grava extraída de un depósito aluvial en el concreto contribuye a que soporte cargas superiores (3115 psi), a la del diseño inicial a diferencia del material de origen montañoso que demostró ser menos resistente con 2652 psi, es decir no cumplió con el diseño de la mezcla. Identificaron cuál es la incidencia que tiene el origen del agregado grueso en la resistencia del concreto cuando completa su tiempo de fraguado (a los 28 días). Para hacer la comparación se tomaron dos canteras de forma aleatoria cercanas a Bogotá que produjeran agregados para la construcción y que tuvieran distinto origen, por lo cual los dos materiales seleccionados fueron: uno de peña proveniente del municipio de Mosquera en el departamento de Cundinamarca, el cual es producto de explotación mecánica y otro es extraído del río Guayuriba ubicado en Villavicencio en el departamento del Meta, este material es sometido a un proceso de trituración posterior a su extracción. Teniendo en cuenta que las propiedades físicas encontradas en la grava de las dos canteras son diferentes, se realiza un diseño de mezcla único

para los 40 cilindros, es decir, 20 muestras cilíndricas con cada uno de los materiales, con el fin de fallarlas a los 7, 14 y 28 días, como lo establecen los ensayos normalizados. En términos de trabajabilidad la grava extraída de Mosquera resultó ser más frágil y susceptible en su manipulación en la mezcla del concreto en estado fresco, presentando constantes fracturas del agregado, así mismo mayor absorción.

En la misma línea de investigación (Ferreira y Torres 2014)(3), estudiaron directamente a los agregados que integran la mezcla, en su tesis denominada “Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: Vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex(Apulo) Colombia”, para lograr su objetivos propuestos, realizaron la comparación de los resultados de los ensayos realizados a las muestras de dos canteras, así mismo observaron sus propiedades físicas encontrando diferencias, las mismas que afirmaron ser fundamentales porque, son parte de la calidad de los agregados, pues resultan determinantes para la variación de las propiedades físicas de las muestras en su petrografía de origen, y afecta directamente su composición.

De similar forma, (Contreras 2014)(4), afirma que el agregado grueso es uno de los componentes del concreto que más porcentaje de intervención en peso tiene en las mezclas (43% en ambos diseños de esta investigación), la forma angular y textura áspera de la piedra chancada, permiten en el concreto fresco una buena adhesión del agregado con la pasta de cemento y le brinda a la mezcla menor asentamiento (de 3" a 4" en esta investigación), sin embargo el asentamiento con la con grava de rio varía entre 8% y 16%, esto debido a su forma redondeada y textura lisa.

(Yam, Carcaño y Moreno 2003)(5), en su tesis “Características de los agregados pétreos en las características del concreto”, afirma que el concreto es un material compuesto, en el cual existe una gran variabilidad en las

características de sus componentes, especialmente en los agregados pétreos, siendo estas de carácter física y químico, producen diferentes efectos tanto en la trabajabilidad del concreto como en su comportamiento en estado endurecido, el cual regirá su vida de servicio, la cual llegaron a las conclusiones que los agregados influyen en las características del concreto endurecido, tanto por su propia resistencia como la calidad y tamaño de las partículas sobre todas aquellas que facilitan la adherencia aunque generalmente va acompañado de mayor desgaste, estos agregados por sus características permite la utilización de la menor cantidad de pasta de cemento producirán un concreto con mayor estabilidad volumétrica.

En cuanto a elementos que conforman el concreto, algunas investigaciones y estudios similares a esta investigación afirman que para disminuir la segregación en una mezcla de concreto se debe distribuir adecuadamente el agregado mediante el cuarteo y luego el tamizado luego de las veinticuatro horas de haber estado en contacto con el agua según estudios realizados por (Héctor Vera S. 2017)(**Héctor Vera S. 2017**) en su tesis denominada “Diseño exploratorio de mezclas de concreto utilizando arenas finas”.

En este sentido (Barba y García 2019) (6), en su búsqueda por encontrar diseños óptimos para la elaboración de concretos livianos, realizaron diferentes diseños de mezcla, mediante un estudio de tipo experimental, en el que usaron perlas de poliestireno, manteniendo una resistencia a la compresión aceptable, según el Portland Cement Association. Por otro lado, todas las pruebas de compresión y tracción calculadas con el coeficiente de variación, obtuvieron valores menores que el 5%, lo que nos indicó dispersión baja, entre testigos.

(Guevara et al. 2012) (7), estudiaron la relación agua-cemento (A/C) en la preparación de concreto. Los autores hicieron varias pruebas cambiando el volumen del agua con relación a la cantidad de cemento. A partir de los resultados identificaron la consistencia del concreto y, por tanto, sus propiedades, lo que los llevo a concluir que la resistencia es afectada directamente por dicha relación y lo midieron mediante la prueba de compresión. Sin embargo, resaltaron que es importante comprobar las propiedades del concreto con el que se está trabajando, para determinar su utilidad a largo plazo y cumplir con los estándares requeridos para tal finalidad.

(Parra y Bautista 2010) (8), dosificaron cuatro mezclas con diferentes proporciones de material y tres relaciones agua/cemento (0.4, 0.45, 0.5) y a ellas adicionaron limallas y escombros, los mismos que tras los resultados, permitieron a los autores concluir que esta adición muestra un aumento de la resistencia del concreto y un aprovechamiento de dos residuos sólidos provenientes de actividades industriales y a su vez reporta ahorro del 30% con respecto a la producción de concreto con agregados convencionales. De 144 especímenes de concreto (dimensiones 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, en promedio), los porcentajes asumidos correspondieron a valores de porcentaje de vacíos en mezclas de agregados entre 38,7% y 42,1%. Se observó que la mezcla dosificada con 61% de agregado grueso, 23% de agregado fino, 6% limalla fina y 10% de escombro, presentó los valores más altos de resistencia promedio de los especímenes ensayados 306.74 kg/cm² lo cual representa un 46% por encima del valor del concreto que se requería (210 kg/cm²).

(López Pacheco 2019) (9), determinó tablas que permitan obtener los mejores contenidos de agua para relaciones agua-cemento de 0.4; 0.5; 0.6 y 0.7 y consistencias plásticas de 3" a 4" y también establecer relaciones entre la relación agua-cemento y la resistencia en compresión. Para lograr su objetivo

tuvo presente lo que indica el I Comité 211.1 del ACI, en las tablas para la selección del agua de diseño de mezcla y de la relación agua-cemento en función de la resistencia de diseño y consistencia cuando se emplea cementos Portland Normal de la clasificación ASTM C 150. Sin embargo, cuando se emplea cementos Portland Puzolánicos, que corresponden a la clasificación ASTM C 595, las mencionadas tablas dan valores que, al ser utilizados, no permiten obtener mezclas de la resistencia o consistencia deseadas. Sus estudios concluyeron que el alto contenido de cemento mejora significativamente las propiedades y resistencia del concreto, pero tiende a aumentar innecesariamente el costo de la unidad cúbica.

Así mismo, **(González, Guerrero y Delvasto 2012)**(10), se valieron de diferentes esfuerzos en la aplicación de la técnicas de la Inteligencia Artificial para predecir algunas propiedades del concreto, tanto en estado fresco como endurecido. Como premisa resaltan el uso importante de las Redes Neuronales Artificiales y de los Algoritmos Evolutivos, que son aplicados en la predicción de propiedades, la optimización, la dosificación de la materia prima, el control de calidad y la validación de modelos. Finalmente, revisan los avances para diseños de mezclas en concretos reforzados con fibras. Estos datos les permitieron concluir que el concreto es un material de ingeniería y de construcción por excelencia, elaborado a partir de la adecuada dosificación de su materia prima. En adición, los componentes se relacionan entre sí para influir de manera conjunta en sus propiedades, tanto en estado fresco como endurecido, y hacen la modelación difícil de formular convencionalmente. Con respecto a la aplicación en el diseño de mezclas de concreto reforzadas con fibras, señalan que es un campo de interés por desarrollar.

En cuanto a las propiedades como la resistencia, es afectada directamente por la relación agua/cemento según señalan (Fallas et al. 2012)(11), quienes

hicieron varias pruebas cambiando el volumen del agua con relación a la cantidad de cemento, desarrollaron pruebas que les permitieron identificar la consistencia del concreto y sus propiedades, midiéndola mediante la prueba de compresión. Así mismo confirman la importancia de determinar las propiedades del concreto con el que se está trabajando, para determinar su utilidad a largo plazo y cumplir con los estándares requeridos. Sin embargo autores como (Carrillo y Rojas 2016)(12), afirman que la resistencia del concreto tanto a compresión y flexión, varían respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, los mismos que dan como resultado un mejor comportamiento a compresión y flexión en el concreto.

En cuanto al espacio físico del concreto, autores como (Irungaray 2007) (13), en su tesis de investigación “Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obras por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala”, sostiene que las mezclas eran las características del peso unitario, asentamiento, contenido de aire, temperatura y resistencia a la compresión para determinar el volumen real y la calidad del concreto, entregado en obra, esto después de realizar 30 muestras aleatorias en proyectos dentro del departamento de Guatemala.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. EL CONCRETO.

1.2.1.1. Reseña

Esta investigación presenta el contexto evolutivo del concreto, empezando desde su uso por primera vez con los romanos, antes de cristo (14), constituido inicialmente de cal y ceniza volcánica, y podía estar bajo agua manteniendo sus propiedades, su obra maestra es el Panteón con su bóveda de 43.20m de diámetro, hasta la evolución de los morteros hidráulicos traídos al Nuevo Mundo durante el siglo XX, esta metodología evolucionaría con la introducción y preferencia por el cemento Portland.¹(Del Cueto 2015) (15).

Sus primeros registros en el tiempo moderno datan del año 1760, Inglaterra, cuando en la proyección del faro de Eddystone (Smeaton 1791) (16), descubrió que la mezcla de caliza (calcinada) y arcilla daba como producto un conglomerante hidráulico resistente al agua. Este tenía semejanza con las piedras de la Isla Portland (sur de Inglaterra) por las que de allí se adquirió su nombre.

El concreto armado hizo su aparición en el siglo XX, cuando entre 1832 y 1835, Sir Marc Isambard Brunel y Francois Martin Le Brun erigieron en Inglaterra y Francia estructuras como arcos y edificaciones con este material. Un año después Francois Coignet patentó el sistema reforzado para pisos que comprendía barras de acero embebidas en concreto. En el Perú, el cemento llegó en barriles en 1850 y en 1915 llegaron los primeros hornos para su fabricación por parte de la empresa estadounidense Foundation Co. Un año después fueron comprados por la Compañía Peruana de Cemento Portland. En lima se estableció la primera empresa de concreto premezclado en el año 50. En la actualidad su uso es muy continuo en construcciones en nuestro país.

1.2.1.2. Definición

La (NORMA E. 060 2009, p. 060) (17, p. 060) define al concreto como mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Así mismo (Rivva López 2004a)(18), lo define como un producto artificial compuesto, que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. Así mismo (Kosmatka, Panarese y Bringas 1992)(19), indican que la pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua, resultando una fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto.

En términos generales el concreto u hormigón es una mezcla de un material aglutinante (cemento Portland Hidráulico), como lo define (Sánchez de Guzmán 2001) (20), así mismo señala que está relleno de agregados o áridos, agua y eventualmente aditivos que producen su endurecimiento compacto para soportar grandes esfuerzos a compresión.

Por otro lado (Neville y Brooks 1987) (21), indican que hay un medio aglutinador para conformar el concreto, siendo esta la relación entre el cemento hidráulico y agua. Sin embargo, hoy día esta definición abarca una amplia gama de productos.

1.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

1.2.2.1. El cemento

La NTP 334.001 2011: CEMENTOS (22) CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura, define a este componente como un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

Esta norma aplica para lo siguiente:

*“1. **Cemento adicionado binario:** Un cemento adicionado hidráulico que consiste en cemento Portland con cemento de escoria, o cemento Portland con una puzolana.*

*2. **Cemento adicionado ternario:** Un cemento adicionado hidráulico que consiste en cemento Portland con una combinación de dos puzolanas diferentes, o cemento Portland con cemento de escoria y una puzolana, una puzolana y una caliza, o cemento de escoria y una caliza”.*

1.2.2.1.1. Cemento Portland

Actualmente se fabrican diferentes tipos de cemento portland, cada uno para el uso y aplicaciones específicas, según el país correspondiente.

En este sentido, de forma genérica CEMEX Perú 2019(23), lo define como un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y

conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. A este proceso se le conoce como hidratación.

En el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009 (24, p. 009), (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150 contemplando 5 tipos de cementos.

La presente NTP 334.090 2013 NTP 334.090 2013, CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos, presenta una clasificación del cemento, la misma que se aplica a los siguientes tipos de cemento, según con el uso indicado.

“Cementos Portland adicionados para construcción de concreto en general:

- *Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno.*
- *Tipo IP: Cemento Portland puzolánico.*
- *Tipo IL: cemento Portland – caliza*
- *Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado.*
- *Tipo IT: Cemento adicionado ternario.*
- *Tipo ICo: Cemento Portland compuesto”*

Así mismo en su actualización (NTP 334.090 2016) (26), presenta lo siguiente:

“NOTA 11: El contenido de 1 pie cúbico de una bolsa de cemento (42,5 kg), es la unidad establecida en los diseños de mezclas volumétricas de concreto, de uso común en la construcción de diversas obras pequeñas o medianas.

NOTA 12 La manipulación y transporte de la bolsa de cemento se debe realizar con ayuda de medios mecánicos, a fin de prevenir riesgos en la salud del trabajador, en concordancia con lo dispuesto en la Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y D. S. N° 010-2009-VIVIENDA Norma Técnica de Edificación G-050: Seguridad durante la Construcción” (26).

Para el cumplimiento de objetivos de este informe, se trabajó con Cemento Portland, Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado. Este material estuvo presente en el diseño de mezcla, así mismo se describen sus propiedades y variedades en el mercado peruano.

Variedades de cemento en el mercado peruano

En el mercado peruano existen muchas marcas que fabrican el cemento Portland, es por eso que, en este apartado, presentamos un cuadro de ellas, y sus propiedades.

Tabla 1. Variedades de cemento en el mercado peruano

Marca	Tipo	Peso específico	Superficie específica(cm ² /gr)
Sol	I	3.11	3500
Atlas	IP	2.97	5000
Andino	I	3.12	3300
Andino	II	3.17	3300
Andino	V	3.15	3300
Pacasmayo	I	3.11	3100
Yura	IP	3.06	3600
Yura	IPM	3.09	3500
Rumi	IPM	...	3800

Fuente: (27), Libro de Diseño de Mezclas.

1.2.2.2. El agua

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la NTP 339.088 2014 NTP 339.088 2014 y ser, de preferencia, potable.

No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

(18), presenta, en partes por millón, los valores aceptados como máximos para el agua utilizada en el concreto, y son los siguientes:

Cloruros.....	300 ppm.
Sulfatos.....	300 ppm.
Sales de magnesio.....	150 ppm.
Sales solubles totales	500 ppm.
pH	mayor de 7
Sólidos en suspensión.....	1,500 ppm.
Materia orgánica.....	10 ppm.

La NTP 339.088 2014, tiene limitaciones aptas para la preparación y curado del concreto.

“aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- a) *El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3ppm).*
- b) *El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5 gr/l (5000 ppm)*
- c) *El pH estará comprendido entre 5.5 y 8.0*
- d) *El contenido de sulfatos, expresado como ion SO₄, será menor de 0,6 gr/l (600) ppm*

- e) *e) El contenido de cloruros, expresado como ion Cl, será menor de 1 gr/l (1000 ppm)*
- f) *El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO₃, será menor de 1 gr/l (1000 ppm)*
- g) *Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm*

El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio. Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la Supervisión.

La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto, agua de la fuente elegida”

1.2.2.3. Los agregados

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP. Se les llama también áridos (NTP 400.011 2008) (29).

En este informe se menciona, los que se usaron en el diseño de mezcla.

- a. Agregado fino:** Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 2014. NTP 400.037 2014.
- b. Agregado grueso:** Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037 2014 NTP 400.037 2014., proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca.

Esta norma las clasifica de la siguiente manera:

“1. Por su composición granulométrica: estos serán los establecidos en las normas técnicas peruanas correspondientes, así mismo su composición granulométrica se determinará empleando los tamices especificados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico

Agregado	Tamices normalizados
FINO	150 μm (N° 100)
	300 μm (N° 50)
	600 μm (N° 30)
	1,18 mm (N° 16)
	2,36 mm (N° 8)
	4,75 mm (N° 4)
GRUESO	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100,0 mm (4)

Fuente: Tabla 1. (NTP 400.011 2008) (29, p. 011), 5. Clasificación de los agregados. 5.1.

2. Por su densidad: Por su densidad los agregados para uso en hormigones (concretos) se clasifican en livianos y pesados (Véase Tabla 2). Los requisitos que deben cumplir los agregados livianos y pesados se establecen en las normas ASTM que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 3. Clasificación de los agregados por su densidad

Agregados	Clasificación
<p style="text-align: center;">AGREGADO LIVIANO</p>	<p>Uso en hormigón (concreto) aislante térmico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo I: Agregados resultantes de productos expandidos, tales como perlitas o vermiculitas. • Grupo II: agregados resultantes de productos expandidos, calcinados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.
	<p>Uso en hormigón (concreto) estructural</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • Tipo II: agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos
	<p>Uso en unidades de albañilería.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • Tipo II: agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos • Tipo III: agregados resultantes de la combustión final de productos de carbón o coque
<p style="text-align: center;">AGREGADO PESADO (hormigones para protección radiactiva)</p>	<p>1. Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilmanita y serpentina.</p>
	<p>2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferro fosforosos, fritas de boro y otros compuestos de boro.</p> <p>3. Agregados finos consistentes de arena natural o manufacturada incluyendo minerales de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado, piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezclas de éstos.</p>

Fuente: Tabla 2. (NTP 400.011 2008) (29, p. 011), 5. Clasificación de los agregados.5.2.

3. Por su constitución mineralógica.

Tabla 4. Clasificación de los agregados por constitución mineralógica

Minerales de sílice	Feldespatos	Carbonatos
Cuarzo Opalo Calcedonia Cristobalita	Ferromagnesianos Micasios Arcillosos Zeolitas	Calcita Dolomita
Sulfatos	Minerales de Sulfuro de hierro	Oxido de fierro
Yeso Yeso y anhidrita	Pirita Marcasita Pirrotita	Magnetita Hematita
Rocas ígneas	Rocas sedimentarias	Rocas metamórficas
Rocas plutónicas Granito; sienita, diorita; gravo y pidotitas Rocas volcánicas	-	-

Fuente: (NTP 400.011 2008) (29, p. 011), 5. Clasificación de los agregados.5.3.

4. Por la forma

Tabla 5. Clasificación de los agregados por la forma

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Completamente desgastada por agua o fricción	Grava de río o playa; arena del desierto, de la playa o del viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas, pedernal de tierra o excavado
Laminar	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en la intersección de caras planas	Rocas trituradas de todos tipos, escoria triturado
Alargada	Material angular en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	-----

Fuente: (NTP 400.011 2008) (29, p. 011), 5. Clasificación de los agregados.5.4.

5. Por la textura

Tabla 6. Clasificación de los agregados por la textura

Grupo	Textura de la superficie	Características	Ejemplos
1	Vidrioso	Fractura concoidal	Pedernal negro, escoria vítrea
2	Lisa	Desgastado por agua, o debido a fractura de laminada o roca de grano fino	Gravas, esquisto, pizarra, mármol, algunas riolitas
3	Granulosa	Fracturas que muestran granos uniformes mas o menos pulidas	Arenisca, oolita
4	Rugosa	Fractura rugosa de roca granular fina –a media- que tiene constituyentes cristalinos que no se pueden ver fácilmente	Basalto, felsita, pórfido, caliza
5	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles	Granito, gabro, gneis
6	Panal de abeja	Con cavidades y poros visibles	Ladrillo, pómez, escoria espumosa, ladrillo, vítreo, barro expandido

Fuente: (NTP 400.011 2008) (29, p. 011), 5. Clasificación de los agregados.5.5.”

1.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO

De todas las propiedades que tiene el concreto, en esta tesis se menciona, únicamente los que se encontró en los ensayos de laboratorio.

1.2.3.1. Propiedades del Concreto Fresco

Se le llama así a la etapa en la que la masa es blanda, trabajable y moldeable, hasta que en un determinado momento empieza a fraguar.

1. Consistencia - (NTP 339.035 2015)(31)
2. Peso unitario - (NTP 339.046 2008) (32) (revisada el 2018)
3. Exudación - (NTP 339.077 2013) (33) (revisada el 2018)
4. Contenido de aire - (32) (32) (revisada el 2018)

1.2.3.2. Propiedades del Concreto endurecido

Inicia inmediatamente después del fraguado, el estado plástico empieza a endurecer, es decir adquiere resistencia y durabilidad.

En esta etapa podemos encontrar:

1. Resistencia a la compresión,
2. Resistencia a la tracción por compresión diametral,
3. Módulo elástico.

Además, también cabe indicar que cuando el agua y el cemento reaccionan químicamente unen las partículas de los agregados convirtiéndolo todo el aglomerado en una masa sólida. De acuerdo al diseño de mezclas que se use, podrá obtenerse diferentes resistencias de concreto. Influyen también en esta característica del concreto, los métodos y eficiencia del curado (Ortega García, 2017).

Es importante seleccionar la tecnología del concreto para realizar una construcción, según indica (O'REILLY et al. 2010) (34). Es muy determinante que esta además de sus propiedades óptimas, asegure durabilidad como garantía de vida útil.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Arena:** Es el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas.
- **Cemento Portland.** - Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.
- **Cemento Portland Puzolánico.** - Es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana.
- **Concreto.** - Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.
- **Concreto estructural.** - Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.
- **Concreto armado o reforzado.** - Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no, especificada en los Capítulos 1 al 21.
- **Concreto simple.**- Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.
- **Concreto estructural liviano.**- Concreto con agregado liviano que cumple con lo especificado en 3.3, y tiene una densidad de equilibrio, determinada por —Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concretell (ASTM C 567), que no excede 1850 kg/m³. En esta Norma, un concreto liviano sin arena natural se llama —concreto liviano en todos sus

componentes y un concreto liviano en el que todo el agregado fino sea arena de peso normal se llama —concreto liviano con arena de peso normal.

- **Concreto de Peso Normal.** - Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m³
- **Concreto Ciclópeo.** - Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes.
- **Concreto de Cascote.** - Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.
- **Concreto Premezclado.** - Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.
- **Concreto Preesforzado.** - Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas.
- **Grava:** Es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natural.
- **piedra triturada o chancada:** Se denomina así, al agregado grueso obtenido por trituración artificial o mecánica de rocas o gravas, escorias u otros.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El concreto es el material más empleado en la construcción, si bien es cierto, sus características cemento-arena dependen fundamentalmente de la relación agua-cemento y del grado de hidratación; su calidad final depende en forma muy importante del conocimiento de los materiales que se va a usar, por lo que es en general, desconocido en muchos de sus grandes aspectos: propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales (Rivva López 2004b) (18), resultando muy importante obtener estos valores en el ejercicio.

En este sentido, mencionamos que la problemática de esta investigación nace de su utilidad, la misma que es mayor a la de otros materiales en el ámbito de la construcción, y obliga a estudiarlo y actualizarlo permanentemente, esto con la finalidad de obtener la calidad máxima establecida dentro de los parámetros normativos.

Tomando en cuenta que en el ámbito local existe la necesidad de tener información experimental previa de los materiales que se utiliza, por lo que debe poseer un respaldo científico que asegure el buen funcionamiento de las obras civiles que se desarrollen (ARAUCO, 2010).

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.1.1. Problema general.

¿Cómo influyen las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?

2.1.2. Problemas específicos.

1. ¿Cuáles son las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?
2. ¿Cuáles son las propiedades en estado fresco del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?
3. ¿Cuáles son las propiedades en estado endurecido del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?
4. ¿Cómo se relaciona las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?

OBJETIVOS

1.2.4. Objetivo General

Determinar la influencia de las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.

1.2.5. Objetivos específicos

1. Diseñar las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.
2. Determinar las propiedades en estado fresco del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.
3. Determinar las propiedades en estado endurecido del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.
4. Evaluar la relación de las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.

HIPÓTESIS

1.2.6. Hipótesis General

H₀: Las consistencias del concreto cemento-arena influye sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.

1.2.7. Hipótesis Específicas

H₁: se relacionan las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, en el distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.

VARIABLES

1.2.8. Identificación de variables

Independiente

X₁: Influencia de la consistencia del concreto cemento – arena.

Dependiente

Y₁: propiedades en estado fresco y endurecido.

1.2.9. Definición conceptual y operacional de las variables

Tabla 7. Conceptualización de variables

Variables		Concepto	Dimensión	Concepto
Independiente	Influencia de la consistencia del concreto cemento – arena	Se refiere al grado de plasticidad que alcanzará la pasta de cemento de acuerdo a su relación cemento - agua, según diseño de mezcla.	Calidad de los materiales	Hace referencia a las cualidades que ofrecen los materiales componentes con los que se hará el diseño de mezcla y su influencia en las propiedades del concreto.
Dependiente	Propiedades en estado fresco	Se refiere a las propiedades que alcanzará la pasta tanto en estado fresco como en estado endurecido	Estructural	Corresponde al comportamiento de las muestras, es decir el sistema evolutivo del concreto desde la pasta hasta la muestra experimental, la capacidad de soportar las cargas y esfuerzos
	Propiedades en estado endurecido.			

Fuente: Tabla elaborada por los autores, 2021.

1.2.10. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables -Independiente

Variables		Dimensión	Indicadores	Índices
Independiente	Influencia de la consistencia del concreto cemento – arena	Calidad de los materiales	Características físicas de los materiales	
			Densidad aparente	gr/cm ³
			Absorción	%
			Masa unitaria suelta	gr/cm ³
			Masa unitaria compacta	gr/cm ³
			Módulo de finura	pulg.
			Tamaño máximo nominal	mm
			Tamaño máximo	mm
			Dosificación:	
			Cemento	kg
			Agregado fino	kg
			Agua	Lt
			Contenido de aire atrapado	%
			Relación agua-cemento	a/c
			Factor Cemento	Bls/m ³

Fuente: Tabla elaborada por los autores, 2021.

Tabla 9. Operacionalización de variables -Dependiente

Dependiente	Propiedades en estado fresco	Estructural	Mezcla	
	Propiedades en estado endurecido.		Resistencia a la compresión.	Mpa
			Resistencia a la tracción	Mpa
			Módulo elástico.	Mpa
			Absorción	%
			Densidad	Kg/cm ³
			Poros	%
			Consistencia	Seca Plástica Blanda Fluida
			Asentamiento	cm
			Peso unitario.	kg/m ³
			Contenido de aire	%

Fuente: Tabla elaborada por los autores, 2021.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo

El tipo de investigación es experimental, porque se realizó el cálculo del diseño de diseño de mezcla para establecer las relaciones a/c, posteriormente se realizaron los ensayos respectivos al agregado fino, así mismo, luego de la conformación de la pasta y puesta en molde se realizaron también los ensayos respectivos en estado fresco y endurecido.

3.1.2. Diseño

El diseño de investigación es experimental verdadero.

G_e	x	O_1	Ge: grupo experimental
G_c	-	O_2	Gc: grupo de control

En esta sección aplicamos el tratamiento al grupo experimental y al grupo de control en la variable independiente, comparamos la media del (O_1) G_e con la (O_2) G_c para finalmente evaluar si el tratamiento experimental tuvo efecto en la variable dependiente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población estará conformada por el diseño de mezcla de concreto, relación "a/c" y tres consistencias, es decir una consistencia seca, una consistencia plástica y una consistencia fluida.

3.2.2. Muestra

Extraímos un subconjunto representativo y finito de la población. En nuestro caso la muestra está conformada por 30 testigos de concreto por cada consistencia utilizada, empezando con mezcla plástica y se agregará 15 litros de agua en las siguientes mezclas para una sola relación agua cemento.

El concreto para el presente estudio está hecho en base de materiales: Agregado fino proveniente de la cantera Peña Negra Km 10+200, Cemento portland tipo I de la marca APU y agua potable. En ambos casos serán ensayados a diferentes edades en días 7, 14 y 28 días respectivamente.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

La observación y los cuestionarios fueron de mucha importancia en esta sección del informe, esto debido a que toda información respecto a los materiales y elementos que intervienen en el diseño de la mezcla del concreto, así como las pruebas de laboratorio, se apuntaron en ellos, después de ser la analizados.

3.3.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron las fichas de registro de datos en los que se fueron apuntando todos los datos obtenidos de cada ensayo practicado para el logro de objetivos de esta investigación.

De similar importancia se utilizaron las Normas Técnicas Peruanas (NTP 400.019 Degradación de los agregados, NTP 339.035 Consistencia del concreto y NTP 339.084 Resistencia del Concreto) correspondientes, como instrumentos que contienen toda la descripción del conjunto de conocimientos y habilidades aplicables para el logro de los objetivos.

Equipos y materiales en general

- ✓ Agregado fino
- ✓ Cemento
- ✓ Balanza con sensibilidad 01 \approx 1.0 gramos.
- ✓ Estufa
- ✓ Tara
- ✓ Regla metálica y varilla de apizonado
- ✓ Agua
- ✓ Escobilla
- ✓ Moldes
- ✓ Otros materiales propios de los ensayos (ver Anexo 3. Panel fotográfico)

3.3.3. Procedimientos de recolección de muestras

Las muestras fueron recolectadas en las fichas de registros, formatos con los que se trabajó y en los que se apuntó los resultados obtenidos, los mismos que fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú.

Se describen a continuación los ensayos realizados:

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Para desarrollar este apartado se realizaron los ensayos previos respecto al agregado fino.

1. Peso unitario Suelto (PUS)

Materiales: balanza, molde de 4", agregado fino, regla.

Este ensayo se usó para la conversión del agregado de peso a volumen, para el manejo y tratamiento del mismo, es importante porque se hacen en estado suelto.

Primero pesamos el molde de 4", sin contenido. Luego separamos el agregado fino en porciones o cuartos, tomando muestras de ellas, seguidamente colocamos en la estufa para su secado, programando a una temperatura de 105° - 110°C por todo un día.

Cuando retiramos el contenido, pasado las 24 horas, el agregado fino ya perdió toda su humedad. Vertimos el material sin compactar dentro del molde, una vez hecho esto, tomamos una regla y emplazamos el material y el envase. Luego eliminamos todo tipo de residuo que pueda afectar el proceso de pesado del material y el molde. Finalmente calculamos el peso unitario el peso seco suelto del material.

2. Peso Unitario Compactado (PUC)

Materiales: Varilla de apisonado, molde.

Procedimiento: Para cumplir con este ensayo, se usó el proceso de paleo. Llenamos el recipiente a un tercio del total y nivelamos la superficie con los dedos. Apisonamos la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Llenamos el recipiente a los dos tercios del total y nuevamente nivelamos y apisonamos. Finalmente, se cumplió ese procedimiento hasta llenar el recipiente a sobre volumen capa por capa.

Este ensayo se refiere al peso unitario de volumen a granel del agregado, en condiciones de compactación y humedad. Mencionamos que este ensayo es de mucha importancia para el diseño de mezclas. Su unidad de medida es kg/m^3 .

3. Gravedad Específica y Absorción

Materiales: Balanza, picnómetro, cono ($40\pm 3\text{mm}$ diámetro interno parte superior, $90\pm 3\text{mm}$ en la parte del fondo), cuchara metálica, pisón, bandejas metálicas, horno, cuchara de albañilería, agregado fino, Norma ASTM-128.

Procedimiento: Pesamos todos los recipientes a utilizar sin el agregado fino, pesamos también el agregado fino.

Seleccionamos por cuarteo una cantidad de 1kg que se secó en el horno a una temperatura de 100°C - 110°C . Después de 24 horas, se sacó el material del horno, y lo dejamos enfriar a temperatura ambiente durante 3 horas, una vez fría se pesó. Luego cubrimos la muestra con agua, y lo dejamos sumergido por 24 horas. Cumplido el periodo de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua a fin de evitar la pérdida del agregado fino. Luego se procede al secado de las partículas del agregado, con

aire caliente moderado (con equipo de secado), esto se hizo de manera uniforme.

Luego en el molde cónico se hecha una muestra suficiente del agregado, para lo cual debe estar firmemente sujetado a fin de no cometer errores. seguidamente apisonamos con 25 golpes utilizando la varilla. A continuación, levantamos con cuidado el molde, en este caso verificamos sí que la superficie de las partículas conserva un exceso de humedad, por lo que el cono de agregado manía su forma original, ante la ocurrencia, debimos seguir agitando y secando la muestra realizando la prueba del cono hasta que se produjo el primer desmoronamiento superficial, lo cual nos indicaba que el agregado alcanzó su condición de superficie seca.

Seguidamente, se introduce en el picnómetro (pesado previamente solo), 500gr de agregado fino, añadiendo agua, aproximadamente el 90% de su capacidad, para eliminar el porcentaje de aire atrapado se rueda el picnómetro en una superficie totalmente plana, agitándolo. Luego le colocamos dentro de un recipiente de mayor diámetro y profundidad que el picnómetro, a fin de darle un baño de agua de 21°C-25°C por una hora. Transcurrida la hora, sacamos el picnómetro del recipiente de baño, enrazamos con agua de igual temperatura, secamos todo y determinamos la superficie total pesando todo, con aproximación de 0.1gr. Finalmente extraemos el agregado fino del picnómetro, y pasamos a secarlo en el horno a 100°C-110°C hasta peso constante dejándolo todo un día. Pasado las 24 horas, sacamos la muestra del horno y lo dejamos secar de una a una hora y media, seguidamente pasamos a determinar su peso seco.

4. Análisis granulométrico

Materiales: Tamiz (según especificación E11), bandeja metálica, agitador mecánico, horno, balanza, agregado fino Norma ASTM -C136.

Procedimiento: Según Norma C-702, debemos tener la muestra a una cantidad adecuada. Luego secamos la muestra en el horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$, en este caso es 300gr del agregado fino.

Seguidamente colocamos los tamices en orden decreciente de tamaño, y colocamos la muestra en el tamiz, desde la parte superior sin sobrellenarlo, luego agitamos el tamiz. Para mezcla de material menos a 4.75mm debe ser tamizado en incremento o reducido. Luego determinamos la masa retenida en cada tamiz. Calculamos la masa total de la sumatoria de las muestras individuales y vemos si difiere de la muestra original. Finalmente calculamos los porcentajes que pasan por cada tamiz y calculamos el módulo de fineza.

DISEÑO DE MEZCLA

5. Diseño de Mezcla

Se realizaron 3 diseños de mezclas de concreto cemento-arena.

Los diseños tienen una relación de agua cemento de 0.60, con una dosificación de 270lt, 280lt y 300 lt respectivamente.

Materiales: Recipiente, moldes, agua, cemento (APU), agregado fino.

Procedimiento: trabajamos con relación a 1m^3 de concreto cemento-arena y procedimos a realizar el diseño, después de mezclar y previamente haber realizado los cálculos respectivos para cada muestra, obteniendo diseños diferentes en cuanto a cantidad de agua, cemento y agregado fino, cumpliendo con el objetivo principal de este apartado.

Mencionamos que el diseño de mezcla se realizó con la finalidad de encontrar las diferentes consistencias (sentamientos cm) del concreto cemento-arena, mientras la masa esta fresca y dispuesta a experimentar deformaciones, según el molde que lo contenga.

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

6. Peso unitario, contenido de aire atrapado y Ensayo de asentamiento de concreto (Slump)

Materiales: Cono de Abrams (sin abolladuras ni protuberancias), varilla compactadora, lámina metálica plana, cucharon y flexómetro, Norma ASTM C143, NTP 339.035, NTP 339.033, INV 404-07.

Procedimiento: Lo primero que realizamos fue humedecer el molde y lo colocamos sobre una lámina metálica o superficie plana (húmeda), luego homogenizamos la mezcla. Sujetamos el molde con los pies y fuimos llenando con la muestra de concreto en tres capas (un tercio del volumen del molde aprox.), fuimos compactando cada capa con los 25 golpes de la varilla, de forma uniforme. Las capas de fondo compactamos en todo su espesor y las capas intermedias y superior se compactaron en su espesor respectivo, sin intervenir en la capa de fondo. Se llenó la última capa hasta que estuvo por encima de la superficie, dándole los 25 golpes, luego enrazamos la superficie. Finalmente retiramos los desechos, suavemente retiramos también el molde de manera vertical. Giramos el molde y lo colocamos sobre la varilla compactadora tomando la lectura desde el centro de la muestra hasta la parte inferior de la varilla. Aplicamos lo mismo para las tres muestras.

El tiempo desde que tomamos la muestra y realizamos el ensayo fueron menos de cinco minutos. Sin embargo, cumplimos con los parámetros.

El tiempo máximo que duró el ensayo por cada muestra fue de 2.5 minutos y el tiempo de retirar el molde de forma vertical fue entre 3-7 segundos. De acuerdo a los resultados que obtuvimos, determinamos el tipo de consistencia.

ENSAYO DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

7. Resistencia a la Compresión

Materiales: Máquina de prueba a compresión (error permitido $\pm 3\%$ de la carga aplicada), cilindros de prueba, Norma NMX-C-083-ONNCCE-2002.

Procedimiento: Este ensayo es realizado después de que los testigos de concreto estén listos para su realización, a los 7,14 y 28 días. Para eso tuvimos las siguientes consideraciones:

Medimos el diámetro de nuestros testigos, con una aproximación de 1mm, promediamos las medias de 2 diámetros perpendiculares entre si a una altura media del cilindro.

Esta altura se determinó con una aproximación de 1mm en dos alturas opuestas y seguidamente determinamos la masa del cilindro.

Cabeceamos los cilindros y los humedecemos, antes de someterlo al ensayo. Limpiamos la superficie de las placas superior e inferior, y de prueba, de la máquina de prueba de compresión.

Colocamos el cilindro sobre la placa inferior, alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga superior. Tuvimos mucho cuidado en la colocación para que la placa tenga un contacto suave y uniforme con el cilindro. Prendimos la máquina de prueba de compresión, La carga se aplicó con velocidad uniforme y continua sin impactos ni pérdida de carga. Para el caso de cilindros de 15cm de

diámetro nominal se aplicó dentro de los intervalos de 84 a 210kg/cm² por minuto, es decir de 15 a 37 toneladas por minuto. La duración del ensayo varió, de 1.5min -2.5min. Sin embargo, permitimos una velocidad mayor durante la aplicación de la primera mitad de la carga máxima, siempre y cuando la segunda mitad se mantenga en su velocidad especificada. A la cercanía de la falla, la velocidad de aplicación no fue modificada y la carga se mantuvo hasta que el cilindro falló (esto se confirma, después de ver su destrucción o no hay incremento de carga, apreciando el retroceso de la aguja indicadora).

Registramos la carga máxima, y para el cálculo de la compresión, realizamos lo siguiente:

- Dividimos la carga máxima entre el área promedio de la sección transversal (1kgf/cm²), anotando en el formato de muestreo.

Terminado el ensayo, sacamos el cilindro para la limpieza de toda el área utilizada.

$$f'c = \frac{F}{A}$$

f'c= Resistencia a la compresión

F= Fuerza aplicada en Kgf

A= Área de sección transversal del especimen en cm²

8. Resistencia a la Tracción

Materiales: Prensa Hidráulica, calibrador, cilindros de prueba, tiras de rodamiento, soporte, Norma ASTM C496/C496M-11.

Procedimiento: medimos el diámetro y longitud del cilindro. Dibujamos una línea diametral en el cilindro para asegurarnos que durante el ensayo se encuentre en el mismo plano axial, y usamos un soporte como ayuda. Colocamos la tira de rodamiento (auxiliar) dentro del soporte, y colocamos el cilindro en la prensa hidráulica, verificando que se encuentre centrado. Colocamos la otra tira de rodamiento (auxiliar) y colocamos la tapa de soporte. Verificamos que todo se encuentre alineado, para que la fuerza de tracción se encuentre a lo largo de todo el cilindro.

Una vez que verificamos que todo está correcto, aplicamos una carga continua y sin impacto (0.7-1.4Mpa/min), anotamos el dato de la máxima carga aplicada, y el tipo de fractura que se visualiza en el cilindro. Finalizada la prueba, la maquina nos dio la carga máxima y la resistencia máxima a la que se sometió el cilindro, obtenemos también la gráfica de carga y tiempo.

La resistencia a la tracción la calculamos con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

Donde: T=Resistencia máxima ruptura

P=Carga máxima aplicada

l=Longitud

d=Diámetro promedio encontrado.

9. Resistencia a la flexión

Materiales: Pórtico de flexión, balanza, viga simple, regla metálica, Norma ASTM C78/C78M-10[^](E1).

Procedimiento: Colocamos la viga en la balanza para conocer su peso.

Medimos la viga (largo, ancho y profundidad), luego para cada una de estas medidas, sacamos un promedio (de uso posterior). Colocamos la viga en su posición en el Pórtico de flexión, e introducimos en ella, todos los datos previamente obtenidos (la máquina nos bota el área de la viga). Luego introducimos la masa y la edad de la viga, finalmente digitamos la velocidad de carga, y la distancia entre apoyos.

Para el ensayo, cargamos la viga de forma continua, y sin impacto. Luego aplicamos la carga a velocidad constante hasta la ruptura (aplicamos la carga a una velocidad de aumento constante entre 0.9-1.2 Mpa. /min, ver norma). Luego de la fractura, verificamos en que tercio de la viga se realizó, y verificamos los resultados de la máquina. Calculamos el módulo de la ruptura, según el tercio donde se produjo la ruptura, previamente tomamos las mediciones de la cara fracturada (3 medidas).

Para el cálculo utilizamos la siguiente fórmula:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

R= Módulo de rotura (Mpa)

P=Máxima carga aplicada

L= Longitud de tramo (mm)

b=Ancho promedio del especimen

d= Profundidad promedio.

10. Módulo de elasticidad y Módulo de Poisson

Materiales: Prensa Hidráulica, calibrador, cilindros de prueba, compresómetro y extensómetro, Norma ASTM C469/C469-14.

Procedimiento: primero, rompemos un cilindro de prueba para establecer y comprobar la carga máxima a la que este puede ser sometido.

Luego comprobamos las medidas del cilindro y establecemos su diámetro tomado en dos direcciones perpendiculares y sacamos el promedio. Seguidamente colocamos el compresómetro y extensómetro con las medidas de la norma y conectamos ambos a la prensa (cargada con el 40% de fuerza máxima de resistencia a fin de calibrar la máquina, se realiza al menos dos veces). Luego, la maquina entrega todos los resultados del ensayo.

3.4. Procesamiento y análisis de datos.

El procesamiento de la información se logró después de un procedimiento computarizado, en el que se adjuntan los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

4.1.1. Agregado fino

Para la presente investigación se realizaron los ensayos correspondientes al agregado fino a utilizarse, con el objetivo de obtener los valores correspondientes para poder realizar los respectivos diseños de mezclas.

El agregado fino utilizado es procedente de la cantera Peña negra del km 10+200, cuyo color del agregado fino es de color blanco, a continuación, se detalla los estudios realizados al agregado fino.

4.1.1.1. Peso unitario suelto (PUS)

En aplicación a la norma ASTM C-29 (35, p. 29) y la NTP 400.017 (36, p. 017) se procedió a realizar los ensayos de Peso unitario suelto, se detalla a continuación:

Tabla 10. P.U.S del agregado fino

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	6921	6958	6919
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4015	4052	4013
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.420	1.433	1.420
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,424		

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

La **Tabla 10**, muestra el resultado de tres muestras de agregado fino, en el que el promedio del Peso Unitario Suelto es 1, 424 Kg/m³.

4.1.1.2. **Peso Unitario Compactado (PUC)**

En aplicación a la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017 se procedió a realizar los ensayos de Peso unitario compactado, se detalla a continuación:

Tabla 11. P.U.C del agregado fino

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7600	7535	7594
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4694	4629	4688
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.660	1.637	1.658
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,652		

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

En la **Tabla 11**, se muestra el resultado de tres muestras de agregado fino, en el que el promedio del Peso Unitario Suelto es 1, 652 Kg/m³.

4.1.1.3. **Gravedad Específica y Absorción del Agregado**

En aplicación a la norma ASTM C 128 y la N.T.P. 400.022 se procedió a realizar los ensayos de gravedad específica y absorción del agregado, se detalla a continuación:

Tabla 12. Gravedad Especifica y Absorción del Agregado

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	251.09	271.73	289.08	
B	Peso Frasco + H2O	707.13	675.53	722.32	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	958.22	947.26	1011.40	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	863.45	844.60	900.65	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	94.77	102.66	110.75	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	250.50	271.19	288.20	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	94.18	102.12	109.87	
Peso Especifico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.643	2.642	2.602	2.629
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.649	2.647	2.610	2.636
Peso Especifico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.660	2.656	2.623	2.646
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.24	0.20	0.31	0.25

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

La **Tabla 12**, muestra que el promedio del Peso Especifico del agregado fino es 2.646 gr/cc, y el promedio del % de Absorción es 0.25%.

4.1.1.4. Análisis Granulométrico

Para el análisis granulométrico del agregado fino realizado en la presente investigación se utilizaron las normas ASTM C-136 y NTP 400.012, así mismo, todos los ensayos de laboratorio contaron con la supervisión técnica de los técnicos del laboratorio.

Figura 1. Tamices usados en el análisis granulométrico.



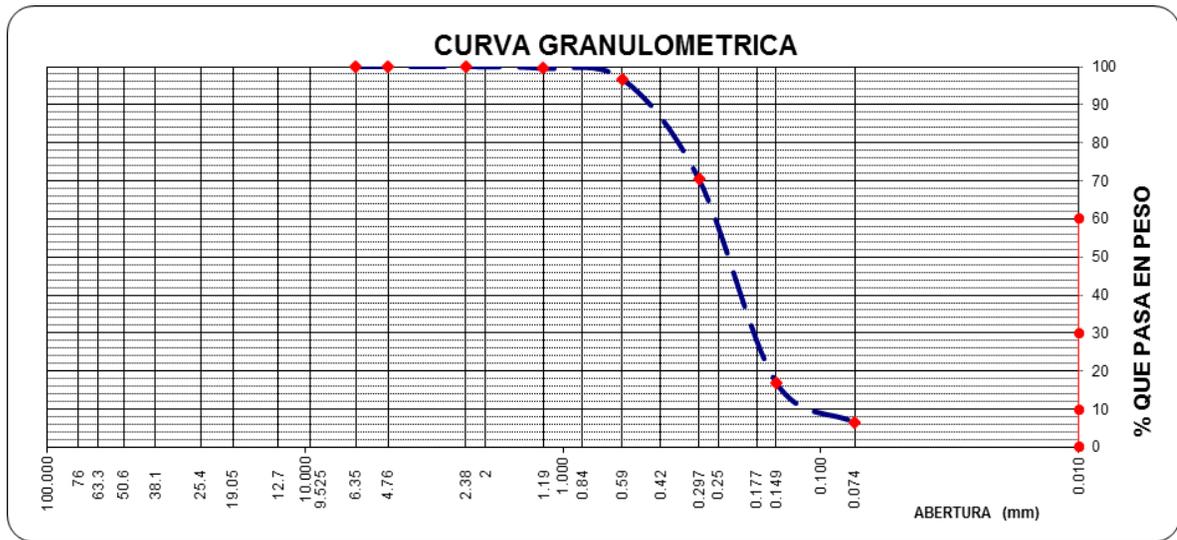
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 13. Análisis granulométrico de la muestra N° 01 del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	1.55	0.45	0.45	99.55	MÓDULO DE FINEZA : 1.16 ESPECÍFICA: 69.10
N°30	0.590	9.49	2.75	3.20	96.80	
N°50	0.297	90.84	26.36	29.56	70.44	
N°100	0.149	184.49	53.53	83.10	16.90	
N°200	0.074	36.40	10.56	93.66	6.34	
Pasa N°200		21.85	6.34			

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 2. Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino.



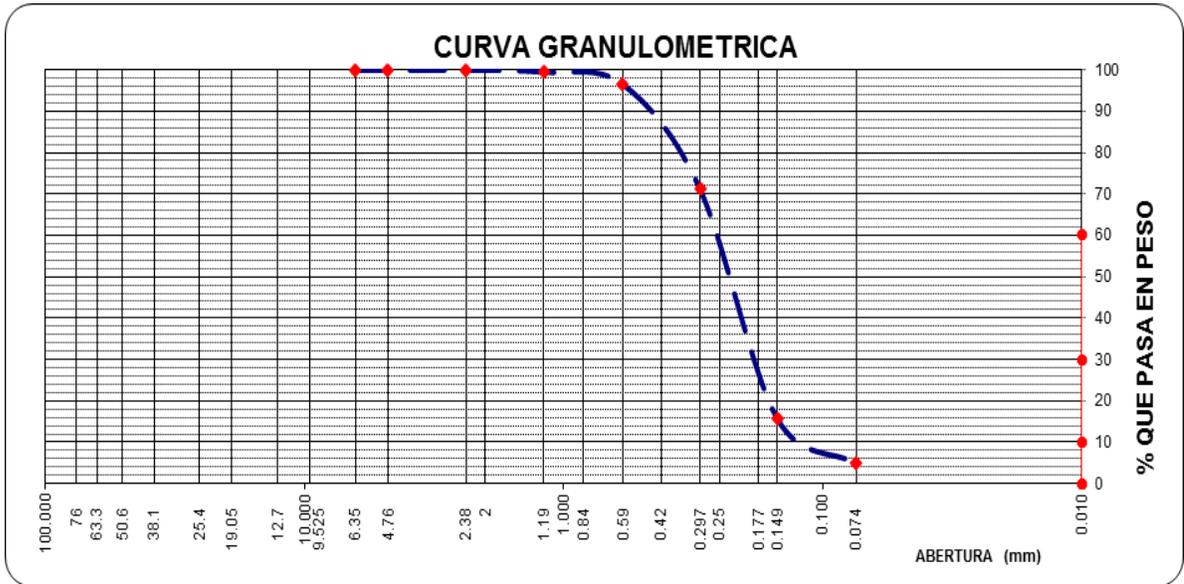
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 14. Análisis granulométrico de la muestra N° 02 del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	1.45	0.47	0.48	99.52	MÓDULO DE FINEZA : 1.17
N°30	0.590	8.94	2.92	3.40	96.60	
N°50	0.297	77.10	25.18	28.58	71.42	SUPERFICIE ESPECÍFICA: 70.74
N°100	0.149	170.47	55.68	84.27	15.73	
N°200	0.074	32.94	10.76	95.03	4.97	
Pasa N°200		15.23	4.97			

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 3. Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino



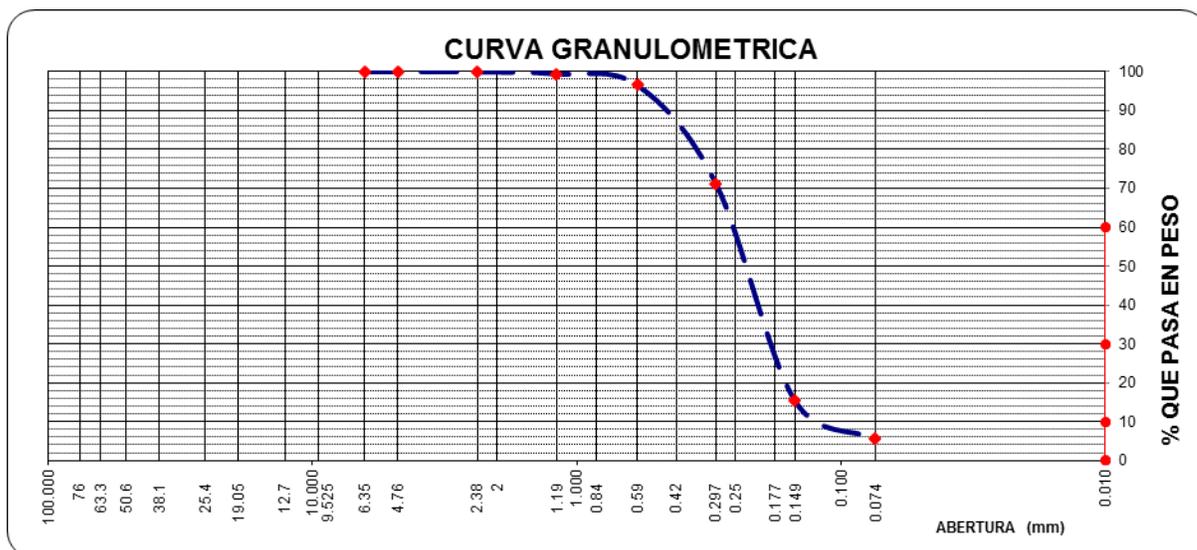
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 15. Análisis granulométrico de la muestra N° 03 del agregado fino.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.28	0.09	0.09	99.91	MÓDULO DE FINEZA : 1.18
N°16	1.190	1.57	0.49	0.58	99.42	
N°30	0.590	9.21	2.87	3.44	96.56	
N°50	0.297	81.26	25.30	28.75	71.25	
N°100	0.149	179.66	55.94	84.69	15.31	SUPERFICIE ESPECÍFICA: 71.06
N°200	0.074	31.50	9.81	94.50	5.50	
Pasa N°200		17.66	5.50			

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 4. Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.1.1.5. Módulo de Fineza.

Para el análisis del módulo de fineza del agregado fino utilizado en la presente investigación, se realizó aplicando las normas ASTM C-33 y NTP 400.011, las cuales se detallan a continuación.

Tabla 16. Módulo de fineza del agregado fino

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO						
ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012						
Tamices ASTM	M1		M2		M3	
	%Retenido		%Retenido		%Retenido	
	%Parcial	%Acumulado	%Parcial	%Acumulado	%Parcial	%Acumulado
N°04						
N°08					0.09	0.09
N°16	0.45	0.45	0.47	0.48	0.49	0.58
N°30	2.75	3.20	2.92	3.40	2.87	3.44
N°50	26.36	29.56	25.18	28.58	25.30	28.75
N°100	53.53	83.10	55.68	84.27	55.94	84.69
MOD. FINEZA	1.16		1.17		1.18	
PROMEDIO	1.17					

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.1.1.6. Superficie Específica.

Para el estudio de la superficie específica del agregado fino utilizado en la presente investigación se realizó aplicado la norma NTP 400.012, se detalla a continuación:

Tabla 17. Superficie específica de la muestra N° 01 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA M1				
Tamices ASTM	ABERTURA (mm)	ABERTURA PROMEDIO (mm)	(%)RETENIDO	S
N°04	4.76	0.5555	0.00	0.00
N°08	2.38	0.3570	0.00	0.00
N°16	1.19	0.1785	0.45	2.52
N°30	0.59	0.0890	2.75	30.90
N°50	0.297	0.0444	26.36	593.69
N°100	0.149	0.0223	53.53	2400.45
TOTAL				3027.56

$$Se = \frac{0.06}{2.629} * 3027.56 = 69.10 \text{ cm}^2/g$$

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 18. Superficie específica de la muestra N° 02 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA M2				
Tamices ASTM	ABERTURA (mm)	ABERTURA PROMEDIO (mm)	(%)RETENIDO	S
N°04	4.76	0.5555	0.00	0.00
N°08	2.38	0.3570	0.00	0.00
N°16	1.19	0.1785	0.47	2.63
N°30	0.59	0.0890	2.92	32.81
N°50	0.297	0.0444	25.18	567.12
N°100	0.149	0.0223	55.68	2496.86
TOTAL				3099.42

$$Se = \frac{0.06}{2.629} * 3099.42 = 70.74 \text{ cm}^2/g$$

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 19. Superficie específica de la muestra N° 03 del agregado fino.

SUPERFICIE ESPECÍFICA M3				
Tamices ASTM	ABERTURA (mm)	ABERTURA PROMEDIO (mm)	(%)RETENIDO	S
N°04	4.76	0.5555	0.00	
N°08	2.38	0.3570	0.09	0.25
N°16	1.19	0.1785	0.49	2.75
N°30	0.59	0.0890	2.87	32.25
N°50	0.297	0.0444	25.30	569.82
N°100	0.149	0.0223	55.94	2508.52
TOTAL				3113.59

$$Se = \frac{0.06}{2.629} * 3113.59 = 71.06 \text{ cm}^2/g$$

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.1.1.7. Material Fino que pasa el Tamiz N° 200

Para el análisis de la cantidad de material de agregado fino que pasa el tamiz N°200 se realizó aplicando las normas ASTM C-117, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 20. Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	584.72	555.45	582.07
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	561.10	533.85	559.70
PESO DE TARA (gr)	157.05	164.32	162.56
% QUE PASA LA MALLA N°200	5.52	5.52	5.33
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	5.46		

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Resultado de ensayo: El promedio del porcentaje del agregado fino que pasa el tamiz N°200 es de 5.46%

4.2. DISEÑO DE MEZCLA

Para la presente investigación se realizaron 3 diseños de mezclas concreto cemento arena cada diseño con una relación de agua cemento de 0.60, con una dosificación de 270, 280 y 300 lt respectivamente.

4.2.1. DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 1

Tabla 21. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (270 lt)

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	
INFORMACION	
A. MATERIALES	
1. CEMENTO	
Marca y Tipo	: APU TIPO GU
Peso Específicc	: 3.03 gr/cc
Peso Unitario	: 1500 kg/m ³
2. AGREGADOS	
	AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	2.629
Peso Específico SSS	: 2.636
Porcentaje de Absorción	: 0.60 %
Peso Unitario Suelto	: 1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	: 1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	: 1.62
Humedad para Diseño	: 2.43 %
B. CARACTERISTICAS	
3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN	
Asentamiento Slump	: 1" - 2"
Estimación de Agua	: 270 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	: 0.60
Factor Cemento	: C=A/Rac 270.00 / 0.6 = 450 = 10.59 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	: 8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	450 / 3030	=	0.149 m ³
Agua	:	270.00 / 1000	=	0.270 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				<u>0.504 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.504	=	0.496 m ³
Peso del Agregado Fino	:	100% 0.496 x 2629	=	1305.3 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	450.0 Kg/m ³
Agua	:	270.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1305.3 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1305.26 x 1.0243	=	1336.98 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	2.43 - 0.60	=	1.83 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1305.26 x 0.0183	=	23.8862 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	270.00 - 23.89	=	246.11 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	450.0 Kg/m ³
Agua	:	246.1 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1337.0 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	450.00 / 450.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1336.98 / 450.00	=	2.97
Agua	:	0.55 x 42.50	=	23.38

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>: 2.97</td><td>: 23.38</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	: 2.97	: 23.38	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 2.97	: 23.38							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1466.80 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"><tr><td>C</td><td>AF</td><td>Agua</td></tr><tr><td>1</td><td>: 3.01</td><td>: 23.38</td></tr></table>	C	AF	Agua	1	: 3.01	: 23.38	Lts/m ³
C	AF	Agua							
1	: 3.01	: 23.38							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	126.2 Kg
Agua Efectiva	:	23.4 Lts.

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

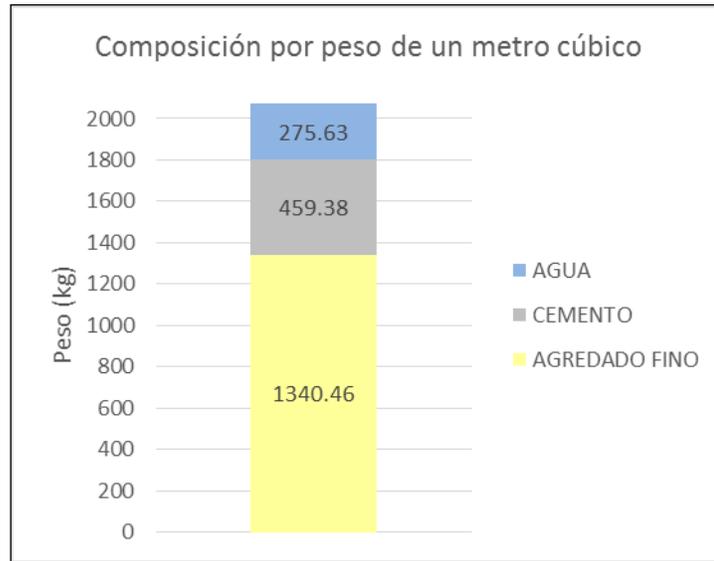
PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO, TEMPERATURA, ASENTAMIENTO (SLUMP), DOSIFICACIÓN CORREGIDA.

Tabla 22. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 1.

Relación agua/cemento:	0.60		
<u>DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO</u>			
		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	450.00 kg	0.14851 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1313.09 kg	0.49814 m3
AGUA	:	270.00 kg	0.27000 m3
TOTAL DE MATERIALES		2033.09 kg	0.917 m3
S.S.S.* - saturado superficialmente seco			
PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)			
	$T = \frac{2033.09 \text{ kg}}{0.917 \text{ m}^3}$	=	2217.95 kg/m3
<u>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</u>			
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8765	8822	8763
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5849	5906	5847
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.069	2.089	2.068
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)		2.07546	
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)		2075.46	
RENDIMIENTO	=	$\frac{2033.09 \text{ kg.}}{2075.463333 \text{ kg/m}^3}$	= 0.979584 m3
RENDIMIENTO RELATIVO	=	$\frac{0.979584 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$	= 0.980
CONTENIDO DE CEMENTO REAL	=	$\frac{450 \text{ m}^3}{0.979584 \text{ m}^3}$	= 459.38 kg/m3 = 10.81 bolsas
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO		6.42 %	Método gravimétrico
ASENTAMIENTO (SLUMP)		1 1/4"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA		32.3 °C	
<u>COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL</u>			
		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	459.38 kg	0.152 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1340.46 kg	0.509 m3
AGUA	:	275.63 lts.	0.276 m3
AIRE ATRAPADO	:	0.00	0.064 m3
TOTAL	:	2075.46 kg	1.0000 m3

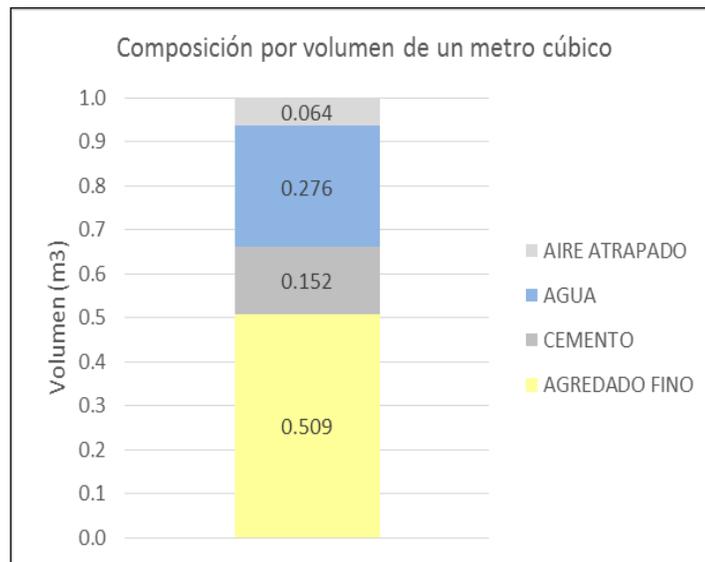
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 5. Composición por peso de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 1.



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 6. Composición por volumen de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 1.



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.2.2. DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 2

Tabla 23. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (280 lts)

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU TIPO GU
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico base seca	:	2.629
Peso Específico SSS	:	2.636
Porcentaje de Absorción	:	0.60 %
Peso Unitario Suelto	:	1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.62
Humedad para Diseño	:	2.21 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2 1/2" - 3 1/2"
Estimación de Agua	:	280 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.60
Factor Cemento	:	C=A/Rac 280.00 / 0.6 = 466.7 = 10.98 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	466.7 / 3030	=	0.154 m ³
Agua	:	280.00 / 1000	=	0.280 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m ³
				<u>0.519 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.519	=	0.481 m ³
Peso del Agregado Fino	:	100% 0.481 x 2629	=	1264.5 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	466.7 Kg/m ³
Agua	:	280.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1264.5 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1264.48 x 1.0221	=	1292.43 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	2.21 - 0.60	=	1.61 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1264.48 x 0.0161	=	20.3581 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	280.00 - 20.36	=	259.64 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	466.7 Kg/m ³
Agua	:	259.6 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1292.4 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	466.70 / 466.70	=	1.00
Agregado Fino	:	1292.43 / 466.70	=	2.77
Agua	:	0.56 x 42.50	=	23.80

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	AF	Agua	Lts/m ³
		1	: 2.77	: 23.80	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1463.65 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C	AF	Agua	Lts/m ³
		1	: 2.82	: 23.80	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	117.7 Kg
Agua Efectiva	:	23.8 lts.

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

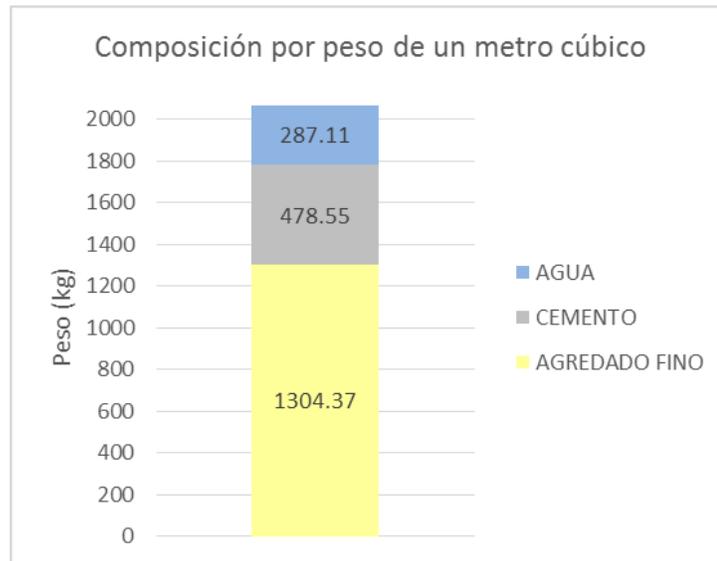
PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO, TEMPERATURA, ASENTAMIENTO (SLUMP), DOSIFICACIÓN CORREGIDA

Tabla 24. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 2.

Relación agua/cemento:	0.60		
<u>DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO</u>			
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO	
CEMENTO :	466.70 kg	0.15403 m ³	
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1272.07 kg	0.48257 m ³	
AGUA :	280.00 kg	0.28000 m ³	
TOTAL DE MATERIALES	2018.77 kg	0.917 m³	
S.S.S.* - saturado superficialmente seco			
PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)			
	$T = \frac{2018.77 \text{ kg}}{0.917 \text{ m}^3}$	= 2202.45 kg/m³	
<u>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</u>			
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8760	8763	8781
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5844	5847	5865
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.067	2.068	2.075
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.07004		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2070.04		
RENDIMIENTO	= $\frac{2018.77 \text{ kg.}}{2070.04 \text{ kg/m}^3}$	=	0.975232 m³
RENDIMIENTO RELATIVO	= $\frac{0.975232 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$	=	0.975
CONTENIDO DE CEMENTO REAL	= $\frac{466.7 \text{ m}^3}{0.975232 \text{ m}^3}$	=	478.55 kg/m³ = 11.26 bolsa
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	6.01 %		Método gravimétrico
ASENTAMIENTO (SLUMP)	2 3/4"		
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	31.5 °C		
<u>COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL</u>			
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO	
CEMENTO :	478.55 kg	0.158 m ³	
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*) :	1304.37 kg	0.495 m ³	
AGUA :	287.11 lts.	0.287 m ³	
AIRE ATRAPADO	0.00	0.060 m ³	
TOTAL :	2070.04 kg	1.0000 m³	

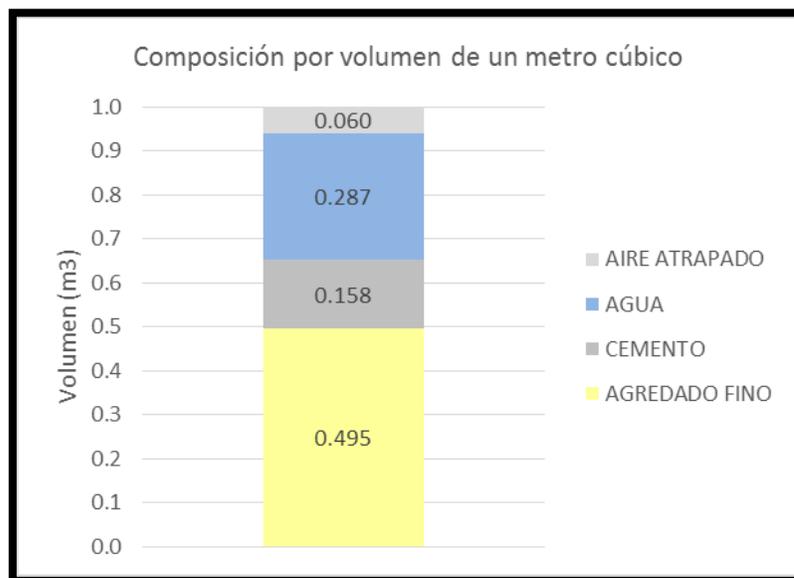
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 7. Composición por peso de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 2.



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 8. Composición por volumen de un metro cubico de concreto. Diseño de Mezcla 2.



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.2.3. DISEÑO DE MEZCLA – MUESTRA 3

Tabla 25. Diseño de mezcla de concreto cemento arena (300 lt)

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	APU TIPO GU
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico base seca	:	2.629
Peso Específico SSS	:	2.636
Porcentaje de Absorción	:	0.60 %
Peso Unitario Suelto	:	1,432 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,643 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.62
Humedad para Diseño	:	2.88 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2 1/2" - 3 1/2"
Estimación de Agua	:	300 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.60
Factor Cemento	:	C=A/Rac 300.00 / 0.6 = 500 = 11.76 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	500 / 3030	=	0.165 m3
Agua	:	300.00 / 1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m3
				<u>0.550 m3</u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.550	=	0.450 m3
Peso del Agregado Fino	:	100% 0.450 x 2629	=	1183.0 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	500.0 Kg/m3
Agua	:	300.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1183.0 Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1183.01 x 1.0288	=	1217.08 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	2.88 - 0.60	=	2.28 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1183.01 x 0.0228	=	26.9725 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	300.00 - 26.97	=	273.03 Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	500.0 Kg/m3
Agua	:	273.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1217.1 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	500.00 / 500.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1217.08 / 500.00	=	2.43
Agua	:	0.55 x 42.50	=	23.38

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	AF	Agua	Lts/m3
		1	: 2.43	: 23.38	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino : 1473.24 Kg/m3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C	AF	Agua	Lts/m3
		1	: 2.45	: 23.38	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	103.3 Kg
Aqua Efectiva	:	23.4 lts.

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

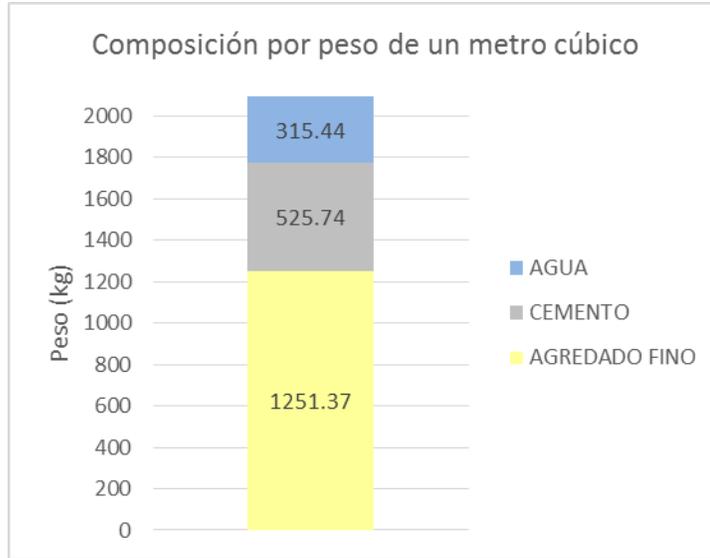
PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138. DISEÑO MEZCLA 3.

Tabla 26. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, temperatura, asentamiento (slump), dosificación corregida, Diseño Mezcla 3.

<u>PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO</u>			
<u>ASTM C-138</u>			
Relación agua/cemento:	0.60		
<u>DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO</u>			
	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO	
CEMENTO	: 500.00 kg	0.16502 m ³	
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1190.10 kg	0.45148 m ³	
AGUA	: 300.00 kg	0.30000 m ³	
TOTAL DE MATERIALES	1990.10 kg	0.916 m³	
S.S.S.* - saturado superficialmente seco			
PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)			
$T = \frac{1990.10 \text{ kg}}{0.916 \text{ m}^3} = 2171.42 \text{ kg/m}^3$			
<u>PESO UNITARIO DEL CONCRETO</u>			
(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8817	8831	8847
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5901	5915	5931
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm³)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm³)	2.087	2.092	2.098
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.09256		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2092.56		
RENDIMIENTO	= $\frac{1990.1 \text{ kg.}}{2092.556667 \text{ kg/m}^3}$	=	0.951038 m³
RENDIMIENTO RELATIVO	= $\frac{0.951038 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$	=	0.951
CONTENIDO DE CEMENTO REAL	= $\frac{500 \text{ m}^3.}{0.951038 \text{ m}^3}$	=	525.74 kg/m³ = 12.37 bolsa
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.63 %	Método gravimétrico	
ASENTAMIENTO (SLUMP)	6 1/2"		
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	34.3 °C		

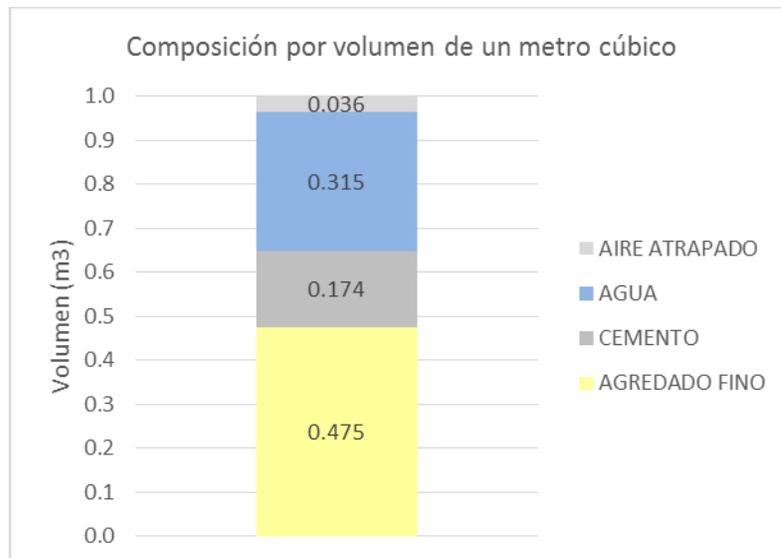
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Figura 9. Composición por peso de un metro cubico de concreto cemento arena.
Diseño de Mezcla 3.**



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Figura 10. Composición por volumen de un metro cubico de concreto cemento arena.
Diseño de Mezcla 3.**



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.3. ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

Para los ensayos del concreto al estado fresco se realizaron de acuerdo a las Normas Peruanas (Norma Técnica Peruana) y Estadounidense (ASTM).

4.3.1. Peso Unitario, Contenido de Aire Atrapado, Asentamiento (SLUMP), Temperatura de Mezcla

Los valores del peso unitario están calculados, medidos y presentados en los diseños de mezcla en capítulo anterior. En siguiente cuadro se presentan los valores resumidos. En la tabla se incluyó valores de exudación, cuyos cálculos se muestran en siguiente párrafo.

Tabla 27. Peso Unitario, Contenido De Aire Atrapado, Asentamiento (SLUMP), Temperatura De Mezcla

Cantidad de agua por metro cúbico corregido (litros)	Peso Unitario (kg/m ³)	Contenido de aire atrapado (%)	Asentamiento (pulgadas)	Temperatura de mezcla (°C)	Exudación (%)
275.63	2075	6.42	1 1/4	32.3	1.00
287.11	2070	6.01	2 3/4	31.5	1.50
315.44	2093	3.63	6 1/2	34.3	0.90

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.4. ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

4.4.1. Resistencia a la compresión

MUESTRA 1

Tabla 28. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 1

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA SECA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 275.63 lts 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	160.6	16,373	78.461	209	220
2	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.97	173.1	17,653	77.991	226	
3	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.95	163.8	16,698	77.756	215	
4	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.93	164.5	16,774	77.366	217	
5	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.98	169.1	17,238	78.226	220	
6	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.95	172.5	17,593	77.678	226	
7	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.93	172.2	17,555	77.444	227	
8	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	166.9	17,020	78.54	217	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.37

VARIANZA
40.55

COEF. DE VARIACION
2.89

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 29. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 1

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA SECA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 275.63 lts 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	193.6	19,743	78.618	251	244
2	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	191.0	19,474	78.697	247	
3	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.00	193.5	19,734	78.461	252	
4	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.00	190.9	19,466	78.54	248	
5	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	178.9	18,244	78.618	232	
6	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	191.7	19,549	78.618	249	
7	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.00	176.3	17,976	78.461	229	
8	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.02	188.7	19,244	79	244	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.72

VARIANZA
76.00

COEF. DE VARIACION
3.57

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 30. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 1

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA SECA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 275.63 lts 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.16	204.8	20,886	81.073	258	256
2	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.16	205.1	20,910	80.993	258	
3	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.19	195.5	19,934	81.473	245	
4	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.16	205.5	20,957	80.993	259	
5	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.16	211.1	21,528	81.073	266	
6	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.17	198.6	20,255	81.153	250	
7	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.14	200.7	20,466	80.754	253	
8	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.14	203.1	20,713	81	256	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.35

VARIANZA
40.27

COEF. DE VARIACION
2.48

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021)

MUESTRA 2

Tabla 31. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 2

ENSAYO DE COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C - 39 MEZCLA PLÁSTICA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 287.11 lts 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	175.8	17,927	78.461	228	227
2	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.05	173.8	17,727	79.248	224	
3	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	176.7	18,021	79.012	228	
4	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.02	178.1	18,156	78.776	230	
5	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	167.0	17,027	78.933	216	
6	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	177.8	18,135	78.933	230	
7	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.02	177.3	18,081	78.776	230	
8	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.07	177.1	18,062	79.564	227	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.75

VARIANZA
22.55

COEF. DE VARIACION
2.09

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 32. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 2

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39
 MEZCLA PLÁSTICA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 287.11 lts 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.91	191.2	19,492	77.133	253	252
2	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.91	191.7	19,547	77.133	253	
3	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.03	197.3	20,123	79.012	255	
4	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.11	195.9	19,972	80.198	249	
5	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.00	194.3	19,815	78.461	253	
6	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.04	186.7	19,039	79.169	240	
7	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.02	195.3	19,918	78.854	253	
8	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.99	196.6	20,050	78	257	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.21

VARIANZA
27.13

COEF. DE VARIACION
2.07

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 33. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 2

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA PLÁSTICA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 287.11 lts 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.02	213.1	21,731	78.854	276	273
2	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.98	211.6	21,579	78.148	276	
3	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.03	216.3	22,054	78.933	279	
4	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.00	218.1	22,235	78.54	283	
5	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.00	212.8	21,704	78.461	277	
6	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.00	209.0	21,308	78.54	271	
7	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.01	200.9	20,486	78.697	260	
8	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.04	202.0	20,595	79	261	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.34

VARIANZA
69.55

COEF. DE VARIACION
3.05

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

MUESTRA 3

Tabla 34. Ensayo a la compresión a los 07 días - Muestra 3

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA FLUIDA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 315.44 lts 7 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	199.4	20,332	78.54	259	254
2	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	192.5	19,627	79.012	248	
3	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.99	191.0	19,471	78.304	249	
4	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.01	196.1	19,992	78.618	254	
5	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.99	198.8	20,268	78.383	259	
6	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.02	195.8	19,963	78.776	253	
7	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	196.8	20,068	78.933	254	
8	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	198.7	20,262	78.461	258	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.27

VARIANZA
18.21

COEF. DE VARIACION
1.68

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 35. Ensayo a la compresión a los 14 días - Muestra 3

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA FLUIDA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 315.44 lts 14 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.99	213.6	21,779	78.383	278	277
2	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.99	221.6	22,595	78.383	288	
3	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.02	213.4	21,765	78.854	276	
4	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	209.2	21,333	78.697	271	
5	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.01	219.5	22,384	78.697	284	
6	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	10.02	214.6	21,881	78.776	278	
7	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.99	217.7	22,198	78.383	283	
8	TESTIGO	16/09/2020	30/09/2020	14	9.99	199.3	20,318	78	260	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.73

VARIANZA
76.21

COEF. DE VARIACION
3.15

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 36. Ensayo a la compresión a los 28 días - Muestra 3

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

MEZCLA FLUIDA

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 315.44 lts 28 días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.02	241.5	24,628	78.776	313	309
2	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.99	238.5	24,321	78.304	311	
3	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.99	245.2	25,002	78.383	319	
4	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.99	233.2	23,778	78.304	304	
5	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.00	234.5	23,914	78.461	305	
6	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.99	234.5	23,909	78.304	305	
7	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	9.99	235.7	24,036	78.304	307	
8	TESTIGO	16/09/2020	14/10/2020	28	10.00	235.5	24,010	78	308	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.10

VARIANZA
26.00

COEF. DE VARIACION
1.65

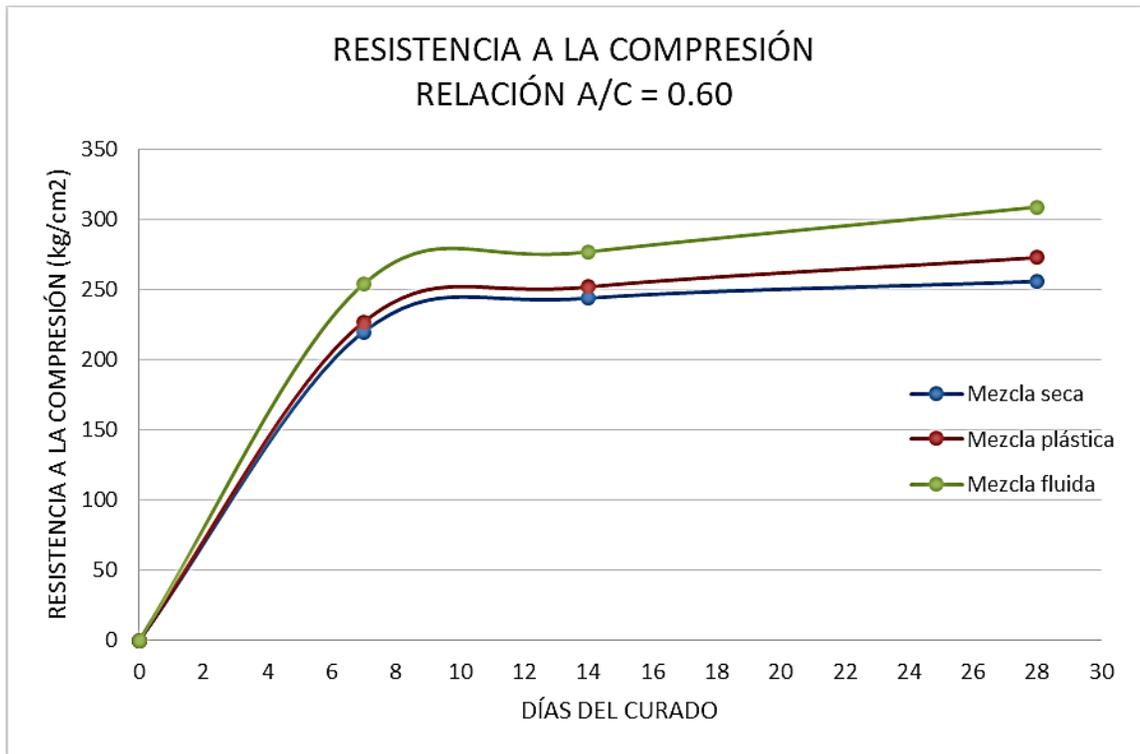
Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 37. Resumen de resistencia a la compresión de las tres muestras

RELACIÓN A/C = 0.6			
	Mezcla seca	Mezcla plástica	Mezcla fluida
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)		
7 DÍAS	220	227	254
14 DÍAS	244	252	277
28 DÍAS	256	273	309

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Figura 11. Resistencia a la compresión de las tres muestras



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.4.2. Tracción indirecta

Tabla 38. Tracción Indirecta - Muestra 1

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m3: 275.63 lts

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.10	20.56	84.1	8,573	80.066	26.3	20.4
2	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.06	20.56	67.8	6,913	79.433	21.3	
3	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.06	20.61	61.0	6,223	79.485	19.1	
4	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.05	20.60	80.6	8,222	79.38	25.3	
5	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.06	20.63	54.3	5,539	79.433	17.0	
6	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.00	20.55	53.7	5,478	78.488	17.0	
7	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	9.98	20.58	57.4	5,848	78.226	18.1	
8	TESTIGO	16/09/2020	23/09/2020	7	10.03	20.60	61.9	6,310	79.012	19.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.86

VARIANZA
14.91

COEF. DE VARIACION
18.93

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 39. Tracción Indirecta - Muestra 2

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 287.11 lts

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.98	20.55	80.5	8,212	78.278	25.5	26.7
2	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.15	20.54	71.1	7,247	80.967	22.1	
3	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.01	20.55	86.0	8,772	78.645	27.2	
4	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.99	20.56	83.6	8,522	78.435	26.4	
5	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.01	20.56	85.0	8,669	78.697	26.8	
6	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.95	20.62	98.6	10,052	77.756	31.2	
7	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.02	20.57	81.5	8,310	78.854	25.7	
8	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.13	20.61	91.4	9,322	80.542	28.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.70

VARIANZA
7.27

COEF. DE VARIACION
10.10

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 40. Tracción Indirecta - Muestra 3

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA
SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento: **0.60** Cantidad de agua por m³: 315.44 lts

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.00	20.57	99.4	10,137	78.592	31.4	29.6
2	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.01	20.57	83.9	8,550	78.697	26.4	
3	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.99	20.56	104.8	10,685	78.331	33.1	
4	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.00	20.55	102.4	10,443	78.54	32.4	
5	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	10.02	20.61	66.1	6,735	78.802	20.8	
6	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.99	20.53	93.6	9,545	78.383	29.6	
7	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.99	20.65	98.1	10,002	78.383	30.9	
8	TESTIGO	17/09/2020	24/09/2020	7	9.99	20.59	102.7	10,475	78.435	32.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.32

VARIANZA
18.62

COEF. DE VARIACION
14.58

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.4.3. Resistencia a la flexión

Tabla 41. Resistencia a la flexión - Muestra 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Cantidad de agua por m3 **275.63** lts Relacion agua/cemento: **0.60**

N° Mst.	estructura o Identificació	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.38	15.72	46.50	35.6	3,633	44	41
2	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.51	15.33	46.50	30.8	3,141	40	
3	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.52	15.54	46.50	35.7	3,643	45	
4	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.34	15.52	46.50	29.2	2,973	37	
5	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.45	15.47	46.50	32.8	3,338	42	
6	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.48	15.44	46.50	30.5	3,112	39	
7	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.56	15.62	46.50	33.7	3,436	42	
8	TESTIGO VIGA	16/09/2020	14/10/2020	28	15.63	15.36	46.50	30.8	3,135	40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.64

VARIANZA
6.98

COEF. DE VARIACION
6.44

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 42. Resistencia a la flexión - Muestra 2

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Cantidad de agua por m³ **287.11** lts Relacion agua/cemento: **0.60**

N° Mst.	estructura o Identificació	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.50	15.25	46.50	33.4	3,402	44	42
2	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.45	15.44	46.50	37.6	3,830	48	
3	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.41	15.55	46.50	31.3	3,189	40	
4	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.47	15.32	46.50	32.3	3,291	42	
5	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.40	15.60	46.50	35.2	3,591	45	
6	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.42	15.40	46.50	30.9	3,153	40	
7	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.52	15.41	46.50	32.2	3,277	41	
8	TESTIGO VIGA	17/09/2020	15/10/2020	28	15.48	15.29	46.50	28.9	2,950	38	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.24

VARIANZA
10.50

COEF. DE VARIACION
7.72

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 43. Resistencia a la flexión - Muestra 3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Cantidad de agua por m³ **315.44** lts Relacion agua/cemento: **0.60**

N° Mst.	estructura o Identificació	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.61	15.58	46.50	35.9	3,662	45	43
2	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.33	15.52	46.50	37.1	3,780	48	
3	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.45	15.44	46.50	36.2	3,685	47	
4	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.54	15.30	46.50	33.3	3,399	43	
5	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.45	15.19	46.50	29.3	2,991	39	
6	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.42	15.34	46.50	34.7	3,532	45	
7	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.27	15.58	46.50	30.4	3,101	39	
8	TESTIGO VIGA	18/09/2020	16/10/2020	28	15.60	15.27	46.50	30.3	3,091	40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.58

VARIANZA
12.79

COEF. DE VARIACION
8.32

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

4.4.4. Módulo de Elasticidad y Módulo de Poisson

**Tabla 44. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 1- Testigo 1**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

1	TESTIGO - 0.60 275.63 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.01
 Área (cm²) : 78.62
 Fecha de vaciado : 16/09/2020
 Fecha de ensayo : 14/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	256
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0065000	0.0013170	0.0000481	0.0000132
2000	25.44	0.0130000	0.0026340	0.0000963	0.0000263
3000	38.16	0.0200000	0.0039510	0.0001481	0.0000395
4000	50.88	0.0295000	0.0052680	0.0002185	0.0000527
5000	63.60	0.0350000	0.0061460	0.0002593	0.0000614
6000	76.32	0.0425000	0.0070240	0.0003148	0.0000702
7000	89.04	0.0490000	0.0079020	0.0003630	0.0000790
8000	101.76	0.0585000	0.0096580	0.0004333	0.0000965
9000	114.47	0.0655000	0.0109750	0.0004852	0.0001097
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000481				
X	0.0000500		X	13.22	s1
25.44	0.0000963				

101.76	0.0004333				
102.40	Y		Y	0.0004359	e2
114.47	0.0004852				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000132				
13.22	Y		Y	0.0000137	et1
25.44	0.0000263				

INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.76	0.0000965				
102.40	Y		Y	0.0000972	et2
114.47	0.0001097				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

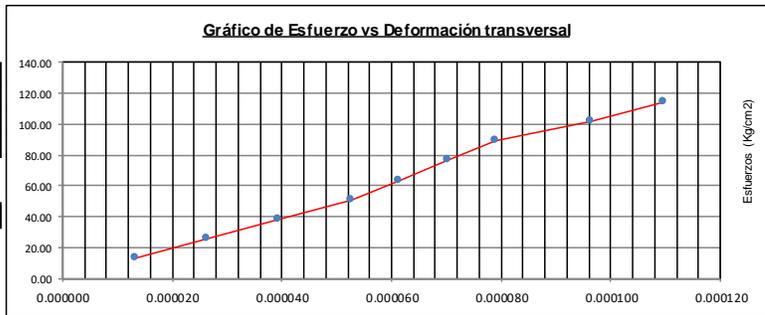
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.22
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	102.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004359

MODULO ELASTICO	231,096
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000137
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000972
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004359

MODULO DE POISSON	0.216
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 45. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 1- Testigo 2**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

2	TESTIGO - 0.60 275.63 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.00
 Área (cm²) : 78.46
 Fecha de vaciado : 16/09/2020
 Fecha de ensayo : 14/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	256
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.95

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.75	0.0060000	0.0013170	0.0000444	0.0000132
2000	25.49	0.0130000	0.0021950	0.0000963	0.0000220
3000	38.24	0.0220000	0.0039510	0.0001630	0.0000395
4000	50.98	0.0300000	0.0052680	0.0002222	0.0000527
5000	63.73	0.0370000	0.0070240	0.0002741	0.0000703
6000	76.47	0.0440000	0.0079020	0.0003259	0.0000791
7000	89.22	0.0505000	0.0092190	0.0003741	0.0000922
8000	90.76	0.0580000	0.0105360	0.0004296	0.0001054
9000	114.71	0.0670000	0.0118530	0.0004963	0.0001186
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.75	0.0000444		
X	0.0000500	X	14.12 s1
25.49	0.0000963		

90.76	0.0004296		
102.40	Y	Y	0.0004620 e2
114.71	0.0004963		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.75	0.0000132		
14.12	Y	Y	0.0000141 et1
25.49	0.0000220		

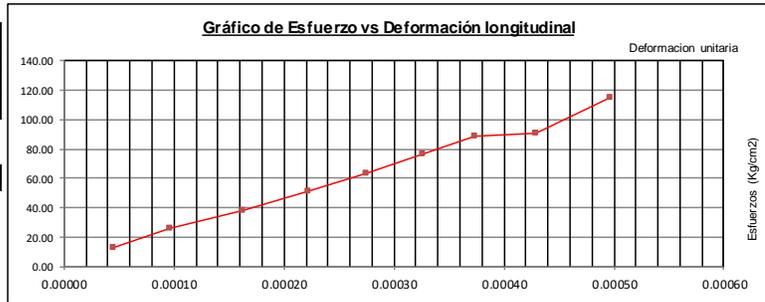
INTERPOLACION PARA et2' para S2

90.76	0.0001054		
102.40	Y	Y	0.0001118 et2
114.71	0.0001186		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	14.12
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	102.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004620

MODULO ELASTICO	214,272
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000141
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001118
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004620

MODULO DE POISSON	0.237
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 46. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 1- Testigo 3**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

3	TESTIGO - 0.60 275.63 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.00
 Área (cm²) : 78.46
 Fecha de vaciado : 16/09/2020
 Fecha de ensayo : 14/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	256
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.95

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.75	0.0070000	0.0013170	0.0000519	0.0000132
2000	25.49	0.0150000	0.0026340	0.0001111	0.0000264
3000	38.24	0.0230000	0.0043900	0.0001704	0.0000439
4000	50.98	0.0310000	0.0061460	0.0002296	0.0000615
5000	63.73	0.0380000	0.0070240	0.0002815	0.0000703
6000	76.47	0.0445000	0.0079020	0.0003296	0.0000791
7000	89.22	0.0525000	0.0092190	0.0003889	0.0000922
8000	90.76	0.0615000	0.0109750	0.0004556	0.0001098
9000	114.71	0.0685000	0.0122920	0.0005074	0.0001230
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0	0.0000000		
X	0.0000500	X	12.28 s1
12.75	0.0000519		

90.76	0.0004556		
102.40	Y	Y	0.0004808 e2
114.71	0.0005074		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
12.28	Y	Y	0.0000127 et1
12.75	0.0000132		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

90.76	0.0001098		
102.40	Y	Y	0.0001162 et2
114.71	0.0001230		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

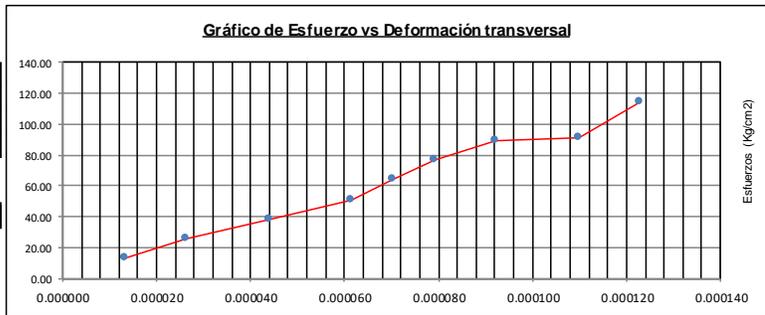
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	12.28
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	102.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004808

MODULO ELASTICO	209,192
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000127
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001162
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004808

MODULO DE POISSON	0.240
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 47. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 2- Testigo 1**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

1	TESTIGO - 0.60 287.11 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.01
 Área (cm²) : 78.62
 Fecha de vaciado : 17/09/2020
 Fecha de ensayo : 15/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)		273
--------------------------	--	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)		135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)		100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0065000	0.0008780	0.0000481	0.0000088
2000	25.44	0.0135000	0.0021950	0.0001000	0.0000219
3000	38.16	0.0220000	0.0035120	0.0001630	0.0000351
4000	50.88	0.0280000	0.0048290	0.0002074	0.0000483
5000	63.60	0.0345000	0.0061460	0.0002556	0.0000614
6000	76.32	0.0425000	0.0070240	0.0003148	0.0000702
7000	89.04	0.0490000	0.0087800	0.0003630	0.0000878
8000	101.76	0.0570000	0.0100970	0.0004222	0.0001009
9000	114.47	0.0655000	0.0118530	0.0004852	0.0001185
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000481				
X	0.0000500	X	13.19	s1	
25.44	0.0001000				

101.76	0.0004222				
109.20	Y	Y	0.0004591	e2	
114.47	0.0004852				

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000088				
13.19	Y	Y	0.0000093	et1	
25.44	0.0000219				

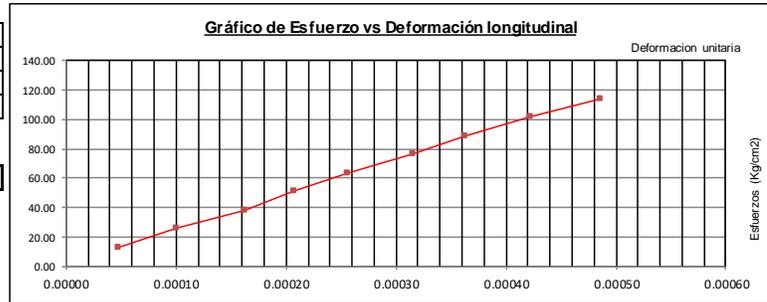
INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.76	0.0001009				
109.20	Y	Y	0.0001112	et2	
114.47	0.0001185				

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

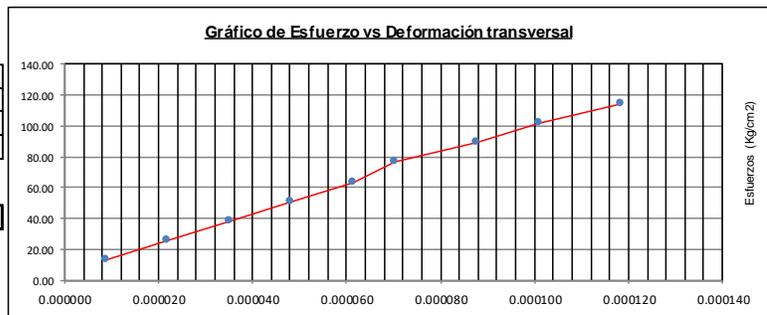
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.19
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004591

MODULO ELASTICO	234,686
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000093
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001112
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004591

MODULO DE POISSON	0.249
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 48. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 2- Testigo 2**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

2	TESTIGO - 0.60 287.11 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.00
 Área (cm²) : 78.46
 Fecha de vaciado : 17/09/2020
 Fecha de ensayo : 15/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	273
--------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.95

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.75	0.0080000	0.0013170	0.0000593	0.0000132
2000	25.49	0.0140000	0.0026340	0.0001037	0.0000264
3000	38.24	0.0220000	0.0043900	0.0001630	0.0000439
4000	50.98	0.0285000	0.0061460	0.0002111	0.0000615
5000	63.73	0.0350000	0.0074630	0.0002593	0.0000747
6000	76.47	0.0415000	0.0087800	0.0003074	0.0000878
7000	89.22	0.0510000	0.0100970	0.0003778	0.0001010
8000	101.96	0.0585000	0.0118530	0.0004333	0.0001186
9000	114.71	0.0665000	0.0136090	0.0004926	0.0001362
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	10.75 s1
12.75	0.0000593		

101.96	0.0004333		
109.20	Y	Y	0.0004670 e2
114.71	0.0004926		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
10.75	Y	Y	0.0000111 et1
12.75	0.0000132		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.96	0.0001186		
109.20	Y	Y	0.0001286 et2
114.71	0.0001362		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

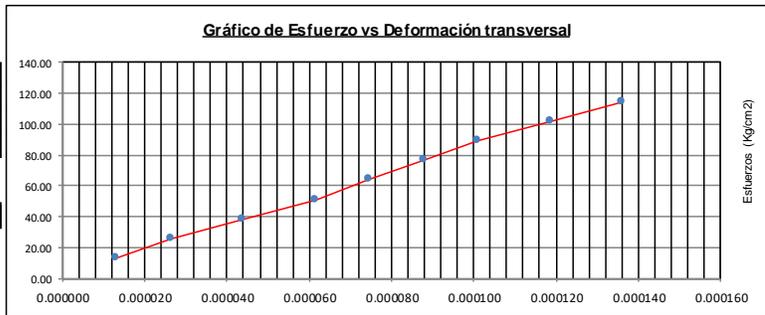
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.75
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004670

MODULO ELASTICO	236,091
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000111
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001286
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004670

MODULO DE POISSON	0.282
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 49. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 2- Testigo 3**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

3	TESTIGO - 0.60 287.11 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.01
 Área (cm²) : 78.62
 Fecha de vaciado : 17/09/2020
 Fecha de ensayo : 15/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	273
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0055000	0.0013170	0.0000407	0.0000132
2000	25.44	0.0140000	0.0026340	0.0001037	0.0000263
3000	38.16	0.0210000	0.0039510	0.0001556	0.0000395
4000	50.88	0.0290000	0.0052680	0.0002148	0.0000527
5000	63.60	0.0370000	0.0070240	0.0002741	0.0000702
6000	76.32	0.0435000	0.0074630	0.0003222	0.0000746
7000	89.04	0.0510000	0.0092190	0.0003778	0.0000921
8000	101.76	0.0600000	0.0105360	0.0004444	0.0001053
9000	114.47	0.0680000	0.0118530	0.0005037	0.0001185
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000407		
X	0.0000500	X	14.60 s1
25.44	0.0001037		

101.76	0.0004444		
109.20	Y	Y	0.0004791 e2
114.47	0.0005037		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000132		
14.60	Y	Y	0.0000151 et1
25.44	0.0000263		

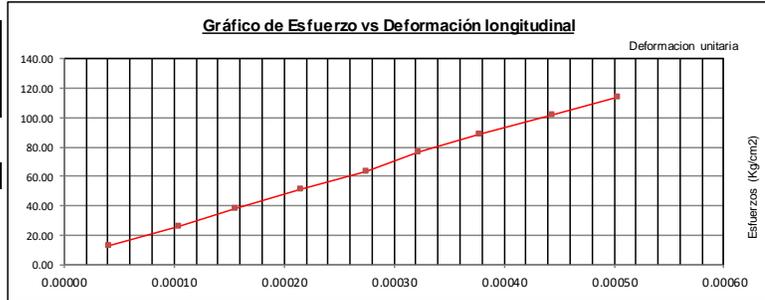
INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.76	0.0001053		
109.20	Y	Y	0.0001130 et2
114.47	0.0001185		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

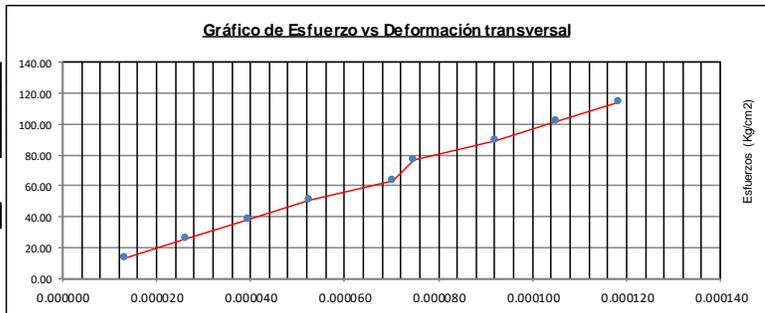
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	14.60
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004791

MODULO ELASTICO	220,461
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000151
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001130
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004791

MODULO DE POISSON	0.228
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 50. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 3- Testigo 1**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

1	TESTIGO - 0.60 315.44 lts de agua por metro cúbico de concreto
---	--

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.00
 Área (cm²) : 78.46
 Fecha de vaciado : 18/09/2020
 Fecha de ensayo : 16/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	309
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.95

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.75	0.0065000	0.0013170	0.0000481	0.0000132
2000	25.49	0.0140000	0.0035120	0.0001037	0.0000351
3000	38.24	0.0210000	0.0048290	0.0001556	0.0000483
4000	50.98	0.0275000	0.0065850	0.0002037	0.0000659
5000	63.73	0.0340000	0.0074630	0.0002519	0.0000747
6000	76.47	0.0415000	0.0087800	0.0003074	0.0000878
7000	89.22	0.0490000	0.0100970	0.0003630	0.0001010
8000	101.96	0.0565000	0.0118530	0.0004185	0.0001186
9000	114.71	0.0630000	0.0136090	0.0004667	0.0001362
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.75	0.0000481		
X	0.0000500	X	13.19 s1
25.49	0.0001037		

101.96	0.0004185		
114.33	Y	Y	0.0004653 e2
114.71	0.0004667		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.75	0.0000132		
13.19	Y	Y	0.0000140 et1
25.49	0.0000351		

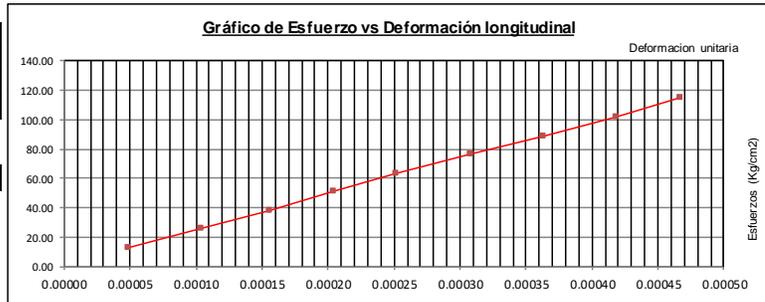
INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.96	0.0001186		
114.33	Y	Y	0.0001357 et2
114.71	0.0001362		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

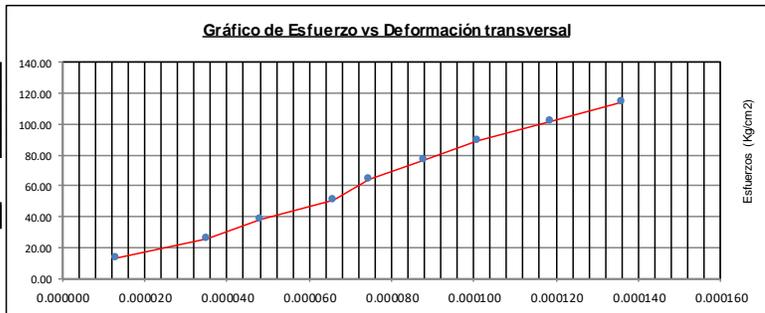
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.19
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	114.33
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004653

MODULO ELASTICO	243,535
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000140
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001357
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004653

MODULO DE POISSON	0.293
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 51. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 3- Testigo 2**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

2	TESTIGO - 0.60 315.44 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 9.99
 Área (cm²) : 78.38
 Fecha de vaciado : 18/09/2020
 Fecha de ensayo : 16/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	309
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.9

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.76	0.0070000	0.0017560	0.0000519	0.0000176
2000	25.52	0.0150000	0.0035120	0.0001111	0.0000352
3000	38.28	0.0225000	0.0052680	0.0001667	0.0000527
4000	51.03	0.0295000	0.0065850	0.0002185	0.0000659
5000	63.79	0.0360000	0.0079020	0.0002667	0.0000791
6000	76.55	0.0440000	0.0092190	0.0003259	0.0000923
7000	89.31	0.0510000	0.0109750	0.0003778	0.0001099
8000	102.07	0.0590000	0.0127310	0.0004370	0.0001274
9000	114.83	0.0675000	0.0140480	0.0005000	0.0001406
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

0.00	0.0000000		
X	0.0000500	X	12.29 s1
12.76	0.0000519		

102.07	0.0004370		
114.33	Y	Y	0.0004975 e2
114.83	0.0005000		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

0.00	0.0000000		
12.29	Y	Y	0.0000170 et1
12.76	0.0000176		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

102.07	0.0001274		
114.33	Y	Y	0.0001401 et2
114.83	0.0001406		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

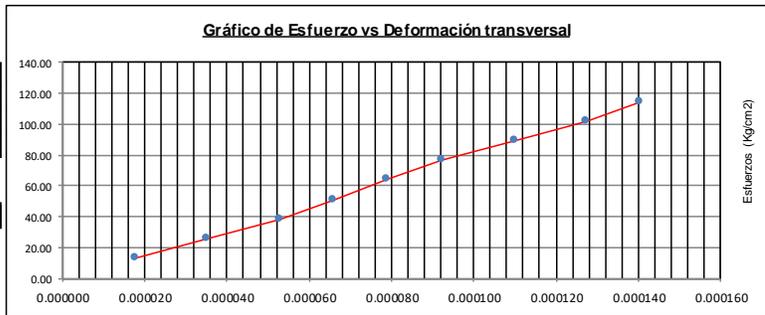
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	12.29
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	114.33
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004975

MODULO ELASTICO	228,022
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000170
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001401
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004975

MODULO DE POISSON	0.275
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

**Tabla 52. Determinación del módulo de elasticidad estático de concreto a compresión -
Muestra 3- Testigo 3**

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

3	TESTIGO - 0.60 315.44 lts de agua por metro cúbico de concreto
----------	---

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) : 10.01
 Área (cm²) : 78.7
 Fecha de vaciado : 18/09/2020
 Fecha de ensayo : 16/10/2020

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	309
---------------------------------------	------------

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.1

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.71	0.0050000	0.0004390	0.0000370	0.0000044
2000	25.41	0.0135000	0.0017560	0.0001000	0.0000175
3000	38.12	0.0205000	0.0030730	0.0001519	0.0000307
4000	50.83	0.0275000	0.0048290	0.0002037	0.0000482
5000	63.53	0.0330000	0.0057070	0.0002444	0.0000570
6000	76.24	0.0405000	0.0070240	0.0003000	0.0000702
7000	88.95	0.0480000	0.0083410	0.0003556	0.0000833
8000	101.65	0.0560000	0.0096580	0.0004148	0.0000965
9000	114.36	0.0630000	0.0109750	0.0004667	0.0001096
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.71	0.0000370		
X	0.0000500	X	15.33 s1
25.41	0.0001000		

101.65	0.0004148		
114.33	Y	Y	0.0004666 e2
114.36	0.0004667		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.71	0.0000000		
15.33	Y	Y	0.0000036 et1
25.41	0.0000175		

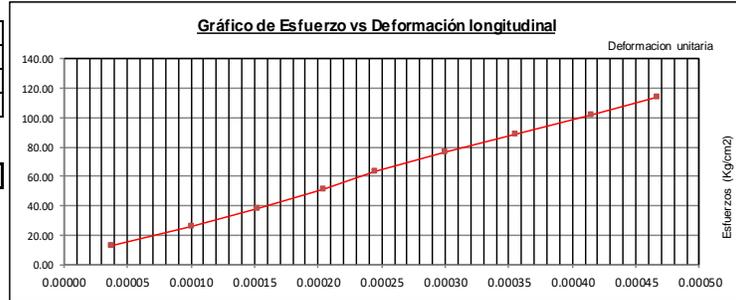
INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.65	0.0000965		
114.33	Y	Y	0.0001096 et2
114.36	0.0001096		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

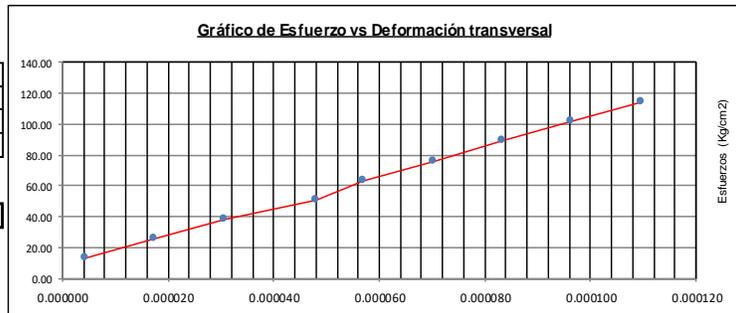
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	15.33
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	114.33
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004666

MODULO ELASTICO	237,638
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000036
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001096
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004666

MODULO DE POISSON	0.254
--------------------------	--------------



Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

Tabla 53. Resultados promedio del módulo elástico y módulo de Poisson

	MODULO ELASTICO PROMEDIO (kg/cm ²)	MODULO DE POISSON PROMEDIO
Mezcla seca (275.63 lts/m ³)	218,187	0.231
Mezcla plástica (287.11 lts/m ³)	230,413	0.253
Mezcla fluida (315.44 lts/m ³)	236,398	0.274

Fuente: Elaboración propia de los autores (2021).

CAPITULO V. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

Según nuestros resultados, las características del agregado logran efectos en el concreto como la docilidad y fácil acomodo de las mezclas en las probetas, datos que coinciden con las investigaciones de Guillén y Llerena 2020, quienes indican que la forma de los agregados incide en el comportamiento del concreto. Así mismo Ferreira y Torres 2014, señalan que dependiendo de sus propiedades físicas, la calidad de los agregados, resultan determinantes para la variación de las propiedades físicas de las muestras, pues su origen afecta directamente su composición. En términos de trabajabilidad Abril y Ramos 2017 y Yam, Carcaño y Moreno 2003, afirman que dependiendo del origen (cantera y aluvial) y estructura del agregado puede resultar frágil y susceptible en su manipulación en la mezcla del concreto en estado fresco, presentando constantes fracturas del agregado, así mismo mayor absorción.

Por otro lado comprobamos lo dicho por Contreras 2014, quien afirma que siendo el agregado grueso uno de los componentes del concreto que más porcentaje de intervención en peso tiene en las mezclas la forma angular y textura áspera, permiten en el concreto fresco una buena adhesión del agregado con la pasta de cemento y le brinda a la mezcla menor asentamiento (de 3" a 4" en esta investigación), sin embargo el asentamiento con la con grava de rio varía entre 8% y 16%, esto debido a su forma redondeada y textura lisa, dando similares resultados como los encontrados en esta investigación.

En este sentido Héctor Vera S. 2017, se enfoca en la segregación de la mezcla de concreto, en lo que coincidimos con su análisis, el mismo que enfatiza en la distribución adecuada del agregado mediante el cuarteo y luego el tamizado.

Así mismo coincidimos con los estudios de Guevara et al. 2012, quienes señalan que la relación agua-cemento (A/C) afecta directamente en la resistencia del concreto, sin embargo resaltan que es importante comprobar las propiedades del concreto con el que se está trabajando, para determinar su utilidad a largo plazo y cumplir con los estándares requeridos para tal finalidad. Nuestros valores encontrados en cuanto a resistencia. Carrillo y Rojas 2016, afirman que la resistencia del concreto tanto a compresión y flexión, varían respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, los mismos que dan como resultado un mejor comportamiento a compresión y flexión en el concreto.

5.2. Conclusiones

Los resultados de los ensayos evidenciaron que las consistencias del concreto cemento-arena si influyen sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, además muestran compatibilidad con las especificaciones del tipo de cemento usado, cemento Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado, es decir, las mezclas ofrecen docilidad y fácil acomodo en las probetas, las características del agregado logran estos efectos.

Las diferentes consistencias de las mezclas de concreto y la relación cemento-arena, manteniendo la misma relación agua-cemento, si influyen significativamente en las propiedades de concreto endurecido. La consistencia no parece influir en valores de exudación si no se altera relación agua-cemento y puede ser relacionada con temperatura de la mezcla.

El tiempo de fraguado, para los tres tipos de muestras, tanto al inicio como al final, tienen valores admisibles.

Se realizó el ensayo de consistencia o también llamado SlumTest, para caracterizar el comportamiento del concreto, los resultados evidencian tres tipos de muestras, seca, plástica y fluida.

Con el aumento de cantidad de agua por metro cúbico del concreto y su consiguiente aumento de asentamiento (slump), las mezclas evidencian disminución del aire atrapado. En las mezclas más fluidas la expulsión del aire es más fácil.

Como la resistencia del concreto no puede probarse en condiciones plásticas, el procedimiento respectivo consistió en tomar muestras durante el mezclado, las mismas que después de curadas fueron sometidas a compresión, los resultados promedios para las muestras fueron los siguientes: Muestra 1: 220kg/m² (21 Mpa) a los 7 días, 244kg/m² (24 Mpa) y 256 kg/m² (25 Mpa), Muestra 2: 227kg/m² (22 Mpa) a los 7 días, 252kg/m² (25 Mpa) a los 14 días, 273kg/m² (27 Mpa) a los 28 días y Muestra 3: 254kg/m² (25 Mpa) a los 7 días, 277kg/m² (27 Mpa) a los 14 días, 309kg/m² (30 Mpa) a los 28 días, consiguiendo sobrepasar los límites establecidos dentro de los días que indica la NTP 334.009, siendo no menores que las alcanzadas a cualquier edad previa especificada.

Con el aumento de agua y cemento las resistencias a compresión, tracción, flexión y módulos elásticos y de Poisson tienen clara tendencia creciente. Podríamos concluir que eso puede deberse a que los asentamientos más fluidos ayudan a reducir cantidad de aire atrapado.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda investigar la relación entre temperatura de mezcla y exudación. En los resultados de esta tesis las conclusiones con respecto a este tema son confusas, debido a la variación de temperaturas de las mezclas. El clima variable durante la investigación impidió el adecuado manejo de la temperatura. Posiblemente aumento de temperatura de mezcla causa aumento de fragua del concreto y consiguiente disminución de la exudación.

Se recomienda investigar la relación entre la consistencia y aire atrapado y su relación con propiedades mecánicas del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GUILLÉN, Flores Luis Fernando and LLERENA, Tinoco Mariela Idelia. Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto. *Tesis*. 2020. P. 139.
2. ABRIL, Gil Martha Liliana and RAMOS, Sánchez Ana Milena. Presenta: Martha Liliana Abril Gil Cód. 504718 Ana Milena Ramos Sánchez Cód. 40474. . 2017. P. 105.
3. FERREIRA, Cuellar Daniel A. and TORRES, López Karen M. “Caracterización física de agregados pétreos para concretos caso: Vista hermosa (Mosquera) y mina Cemex(Apulo) Colombia.” . 2014. P. 44.
4. CONTRERAS, Delgado Weeder Alexander. Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén-Cajamarca. . 2014.
5. YAM, José Luis Chan, CARCAÑO, Rómel Solís and MORENO, Éric Iván. Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Ingeniería*. 2003. Vol. 7, no. 2, p. 39–46.
6. BARBA, Silva Christian Roberto and GARCÍA, Sánchez Víctor Hugo. Estudio Exploratorio En Diseño De Mezclas Del Concreto Cemento-Arena Liviano Empleando Perlitas De Poliestireno, Arcilla Expandida Y Agregado Fino De La Cantera Irina Gabriela, Distrito San Juan Bautista, Iquitos 2018. . 2019.
7. GUEVARA, Fallas Génesis, HIDALGO, Madrigal Carolina, PIZARRO, García Mariannys, RODRÍGUEZ, Valenciano Iván, ROJAS, Vega Luis Diego and SEGURA, Guzmán Geogana. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en marcha*. 2012. Vol. 25, no. 2, p. 80–86.

8. PARRA, Maya Katty Milena and BAUTISTA, Moros María Alejandra. *Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros*. Tesis. Universidad Pontificia Seccional Bucaramanga, 2010.
9. LÓPEZ PACHECO, Danitza Nora. "Relación agua-cemento-resistencia en concretos preparados con cementos puzolanicos2. *Universidad Nacional de Ingeniería*.
10. GONZÁLEZ, Salcedo Luis Octavio, GUERRERO, Zúñiga Aydée Patricia and DELVASTO, Arjona Silvio. Aplicación de la Inteligencia Artificial en el diseño de mezclas de concreto. Estado del Arte. *Cuaderno Activa*. 2012. Vol. 4, p. 55–65.
11. FALLAS, Génesis Guevara, MADRIGAL, Carolina Hidalgo, GARCÍA, Mariannys Pizarro, VALENCIANO, Iván Rodríguez, VEGA, Luis Diego Rojas and GUZMÁN, Georgana Segura. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en marcha*. 2012. Vol. 25, no. 2, p. 80–86.
12. CARRILLO, Leiva Joel Romario and ROJAS, Chávez Jairo Francisco. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón f_c 210kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac. . 2016.
13. IRUNGARAY SIERRA, Sergio Armando. Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94. . 2007. P. 149.
14. HARMSSEN, Teodoro E. *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo editorial PUCP, 2005.
15. DEL CUETO, Beatriz. Los mosaicos hidráulicos y los bloques de concreto en el trópico caribeño: Su origen, historia y conservación. In : *Actas del Primer Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción, Segovia, España*. 2015. p. 509–519.

16. SMEATON, John. *A Narrative of the Building and a Description of the Construction of the Edystone Lighthouse with Stone*. J. Smeaton, 1791.
17. NORMA E. 060. *CONCRETO ARMADO*. 2009. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN.
18. RIVVA LÓPEZ, Enrique. *Control del concreto en obra*. Lima: ICG. 2004.
19. KOSMATKA, Steven H., PANARESE, William C. and BRINGAS, Manuel Santiago. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992.
20. SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana, 2001.
21. NEVILLE, Adam M. and BROOKS, Jeffrey John. *Concrete technology*. Longman Scientific & Technical England, 1987.
22. NTP 334.001. *CEMENTOS. Definiciones y nomenclatura*. 2011. NORMA TÉCNICA PERUANA.
23. CEMEX PERÚ. *Cementos Portland*. . 2019. *Hablando de Cementos Portland ...*
24. NTP 334.009. *CEMENTOS PORTLAND REQUISITOS*. 2020.
25. NTP 334.090. *CEMENTOS. Cementos Portland adicionados. Requisitos*. 2013. NORMA TÉCNICA PERUANA.
26. NTP 334.090. *CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos MODIFICACIÓN TÉCNICA 1*. 2016. Norma Técnica Peruana.
27. RIVVA LÓPEZ, Enrique. *Diseño de Mezclas*. Perú, 2013.
28. NTP 339.088. *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos*. 2014. Norma Técnica Peruana.

29. NTP 400.011. *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)*. 2008. NORMA TÉCNICA PERUANA.
30. NTP 400.037. *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. 2014.
31. NTP 339.035. *CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland*. 2015. Reemplaza a la NTP 339.035:2009
32. NTP 339.046. *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto*. 2008. Norma Técnica Peruana.
33. NTP 339.077. *CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto. (Revisada el 2018)*. 2013. Norma Técnica Peruana
34. O'REILLY, DIAZ, VITERVO, A., BANCROFFT HERNANDEZ, Rubén A. and RUIZ GUTIERREZ, Lourdes. *Las tecnologías del concreto en su ciclo de vida. Concr. cem. investig. desarro.* 2010. P. 42–47.
35. ASTM C29. *ASTM C29/C29M-17a Método de prueba estándar para determinar la densidad a granel ("peso unitario") y los huecos de aire de un agregado*. [online]. [Accessed 30 August 2021]. Available from: <https://www.astm.org/Standards/C29C29M-SP.htm>
36. NTP 400.017.1999. *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. In : . Segunda Edición.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRÍZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	METODOLOGÍA						
General	General		Independiente			Tipo de investigación						
¿Cómo influyen las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?	Determinar la influencia de las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.	H0: Las consistencias del concreto cemento-arena influye sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.	Influencia de la consistencia del concreto cemento – arena	Características físicas de los materiales Densidad aparente Absorción Masa unitaria suelta Masa unitaria compacta Módulo de finura Tamaño máximo nominal Tamaño máximo Dosificación: Cemento. Agregado grueso Agregado fino Agua Aire	gr/cm ³ % gr/cm ³ gr/cm ³ pulg. mm mm kg kg kg Lt %	El tipo de investigación es experimental. Población: La población estará conformada por el diseño de mezcla de concreto, relación “a/c” y tres consistencias, es decir una consistencia seca, una consistencia plástica y una consistencia fluida. Muestra: Conformada por 30 probetas cilíndricas de concreto por cada consistencia utilizada, empezando con mezcla plástica y se agregará 15 litros de agua en las siguientes mezclas para una sola relación agua cemento.						
Específicos	Específicos		Dependiente			Diseño de investigación						
¿Cuáles son las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?	Diseñar las consistencias del concreto cemento-arena sobre las propiedades en estado fresco y endurecido, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.	H1: se relacionan las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, en el distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.	Propiedades en estado fresco	Mezcla Absorción Densidad Poros Consistencia. Asentamiento Peso unitario. Contenido de aire.	% Kg/cm ³ % Seca Plástica Blanda Fluida	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px;">G_e</td> <td style="padding: 2px;">x</td> <td style="padding: 2px;">O₁</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">G_c</td> <td style="padding: 2px;">-</td> <td style="padding: 2px;">O₂</td> </tr> </table> En esta sección aplicamos el tratamiento al grupo experimental y al grupo de control en la variable independiente, comparamos la media del (O1) Ge con la (O2) Gc para finalmente	G _e	x	O ₁	G _c	-	O ₂
G _e	x	O ₁										
G _c	-	O ₂										

					cm kg/m ³ %	evaluar si el tratamiento experimental tuvo efecto en la variable dependiente.
¿Cuáles son las propiedades en estado fresco del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?	Determinar las propiedades en estado fresco del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a la compresión.	Mpa		
¿Cuáles son las propiedades en estado endurecido del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?	Determinar las propiedades en estado endurecido del concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020		Resistencia a la tracción	Mpa		
¿Cómo se relaciona las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020?	Evaluar la relación de las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020.		Módulo elástico.	Mpa		

Fuente: Elaboración Propia de los autores.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo : **APU TIPO GU**
Peso Específico : gr/cc
Peso Unitario : kg/m3

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO
Peso Específico base seca :
Peso Específico SSS :
Porcentaje de Absorción : %
Peso Unitario Suelto : Kg/m3
Peso Unitario Compactado : Kg/m3
Modulo de Fineza :
Humedad para Diseño : %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump :
Estimación de Agua : Lts/m3
Relacion Agua/Cemento (A/C) :
Factor Cemento : **C=A/Rac** 0.00 / 0 = #iDIV/0! = ##### Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado : %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento:

Cantidad de agua por m³:

días de curado

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO									
2	TESTIGO									
3	TESTIGO									
4	TESTIGO									
5	TESTIGO									
6	TESTIGO									
7	TESTIGO									
8	TESTIGO									

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Relación agua/cemento:

Cantidad de agua por m3:

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO										
2	TESTIGO										
3	TESTIGO										
4	TESTIGO										
5	TESTIGO										
6	TESTIGO										
7	TESTIGO										
8	TESTIGO										

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN
ASTM C - 469**

1	TESTIGO
----------	----------------

DATOS DE PROBET :

Diametro (cm) :
 Área (cm²) :
 Fecha de vaciado :
 Fecha de ensayo :

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)		
---------------------------------------	--	--

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)		
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)		

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000					
2000					
3000					
4000					
5000					
6000					
7000					
8000					
9000					
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

ANEXO 3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Prueba de hipótesis

Tabla A. Consistencias del concreto cemento-arena según tiempo de curado, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020

Consistencia	Tiempo			T _i
	7 días	14 días	28 días	
Seca: 1 1/4"	219.625	244	255.625	719.25
Plástica: 2 3/4 "	226.625	251.625	273	751.25
Fluida: 6 1/2 "	254.25	277.25	309	840.5
t _j	700.5	772.875	837.625	2311

Fuente: Elaboración Propia

Verificación de hipótesis de investigación

H₁: se relacionan las consistencias con la resistencia de un concreto cemento-arena, en el distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2020

La verificación de la hipótesis, se realizó en un diseño en bloques completo al Azar (DBCA), al 95% y 99% de confianza

Donde:

Resistencias en Kg/cm²: Y_{ij},

Tratamientos: tiempo (7, 14 y 28 días)

Bloques: Consistencias (Seca, Plástica y Fluida)

Formulación de hipótesis del diseño

Para tratamientos: Resistencia

Hipótesis Nula: Los promedios de resistencia son iguales

Hipótesis Alternativa: algún promedio de resistencia es diferente

Para Bloques: Consistencia

Hipótesis Nula: Los promedios de consistencia son iguales

Hipótesis Alternativa: algún promedio de consistencia es diferente

Nivel de significación: $\alpha=0.05$ y $\alpha=0.01$

Estadística de Prueba: F de Snedecor

Cálculos:

a) **Factor de corrección:** $C = \frac{G^2}{rxk} = \frac{2311^2}{3 \times 3} = \mathbf{593413.444}$

b) Suma de cuadrados del Total: $SST = \sum yi^2 - C = 599309.9375 - 593413.444 = \mathbf{5896.49306}$

c) Suma de cuadrado de tratamientos: tiempo: SSR

$$SSR = \frac{\sum Ti^2}{k} - C = \frac{1789651.66}{3} - 593413.444 = 3137.10764$$

d) Suma de cuadrado de Bloques: Consistencia: SSC

$$SSC = \frac{\sum T.j^2}{r} - C = \frac{17888137.38}{3} - 593413.444 = 2632.34722$$

e) Suma de cuadrados del error: SSE

$$SSE = SCT - (SCR + SCC)$$

$$SSE = 5896.49306 - (3137.10764 + 2632.34722) = \mathbf{127.038194}$$

Cuadro de análisis de Varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios esperados	Prueba F	Ft _(0.05)	Ft _(0.01)
Total	SST=5896.49306	5	XXX	XXX		
Tratamientos: (tiempo)	SSR: 3137.10764	2	1568.55382	49.3884167	6.94*	18.0**
Bloque: (Consistencia)	2632.34722	2	1316.17361	41.4418236	6.94*	18.0**
Error	127.038194	4	31.7595486			

(*) significativo

(**) altamente significativo

Decisión

Si F_c es mayor que F_t , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; al 5% el experimento es significativo. (*)

Si F_c es mayor que F_t , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; al 1% el experimento es altamente significativo (**)

Conclusión:

En la investigación El **tiempo de curado** es altamente significativo

En la investigación la **consistencia** es altamente significativa

El resultado del estudio , permite recomendar que en estudios posteriores incluir el análisis de rango múltiple para determinar cuál de los tiempos (7, 14 ó 28 días) es el óptimo y cuál de las consistencias (Seca, plástica ó fluida) es la más adecuada para **minimizar costos de proceso y tiempo**; de tal manera obtener resistencias optimas.

Análisis de varianza de un diseño en bloques completamente al azar (DBCA)

Consistencia	Tiempo			Ti.
	7 días	14 días	28 días	
Seca:1 1/4	219.625	244	255.625	719.25
Plastica:2 3/4	226.625	251.625	273	751.25
Fluida: 6 1/2	254.25	277.25	309	840.5
T. J	700.5	772.875	837.625	2311

Análisis:

Tratamientos:

- **Resistencia:** (Tiempo: 7 días, 14 días, 28 días)

Bloques:

- **Consistencia:** (Seca, Plástico, Fluida)

Hipótesis:

Para Tratamientos: Resistencia

Hipótesis Nula: los promedios de resistencia son iguales

Hipótesis Alternativa: algún promedio de resistencia es diferente

Para Bloques: Consistencia

Hipótesis Nula: los promedios de consistencia son iguales

Hipótesis Alternativa: algún promedio de consistencia es diferente

Nivel de significación: $\alpha=0.05$ y $\alpha=0.01$

Estadística de Prueba : F de Snedecor

Cálculos:

f) Factor de corrección: $C = \frac{G^2}{rxk} = \frac{2311^2}{3 \times 3} = \mathbf{593413.444}$

g) Suma de cuadrados del Total: $SST = \sum yi^2 - C = 599309.9375 - 593413.444 = \mathbf{5896.49306}$

h) Suma de cuadrado de tratamientos: tiempo : SSR

$$SSR = \frac{\sum Ti.^2}{k} - C = \frac{1789651.66}{3} - 593413.444 = 3137.10764$$

i) Suma de cuadrado de Bloques: Consistencia: SSC

$$SSC = \frac{\sum T.j^2}{r} - C = \frac{17888137.38}{3} - 593413.444 = 2632.34722$$

j) Suma de cuadrados del error: SSE

$$SSE = SCT - (SCR + SCC)$$

$$SSE = 5896.49306 - (3137.10764 + 2632.34722) = 127.038194$$

Cuadro de análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios esperados	Prueba F	Ft (0.05)	Ft (0.01)
Total	SST=5896.49306	5				
Tratamientos: (tiempo)	SSR: 3137.10764	2	1568.55382	49.3884167	6.94	18
Bloque: (Consistencia)	2632.34722	2	1316.17361	41.4418236	6.94	18
Error	127.038194	4	31.7595486			

Interpretación:

Si la prueba F es mayor que Ft, el experimento es significativo al 5% y es altamente significativo si es mayor a 1%.

ANEXO 4. PANEL FOTOGRÁFICO



Limpieza de materiales



Manejo de agregado fino



Ensayo a la compresión



Ensayo de Módulo de elasticidad y Módulo de Poisson, colocación del compresómetro y extensómetro con las medidas de la norma y conectamos ambos a la prensa.

MOLDES

