



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia
 $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando diatomita, Piura 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Lachira Sandoval, Francisco Javier ([ORCID:0000-0003-1656-7100](https://orcid.org/0000-0003-1656-7100))

Talledo Pintado, Fernando Leonel ([ORCID:0000-0001-5701-3521](https://orcid.org/0000-0001-5701-3521))

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario ([ORCID:0000-0001-6774-8839](https://orcid.org/0000-0001-6774-8839))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2021

Dedicatoria

Nuestra Tesis la dedicamos a nuestras familias por su apoyo y comprensión. A nuestros padres por mostrarnos el camino a la superación y haber influenciado en nuestras vidas y al Todopoderoso por habernos dado la fortaleza para culminar con este proyecto.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestras familias por comprender y apoyarnos durante este nuevo trayecto de vida de formación académica, para los catedráticos de la universidad, por compartir los conocimientos en nuestro aprendizaje académico; y a las personas que colaboraron en nuestra Tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes en la investigación	4
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Diatomita	8
2.2.2. Concreto	13
2.2.3. Componentes del concreto	14
2.2.4. Diseño de mezcla.....	17
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.4.1. Formatos	23
3.4.2. Instrumentos y equipos	23
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Validez y confiabilidad	26
IV. RESULTADOS	28
4.1. Análisis químico y físico de la diatomita	28
4.2. Características de los agregados	29
4.2.1. Granulometría	29
4.2.2. Humedad	32

4.2.3. Peso específico	33
4.2.4. Peso unitario	35
4.3. Diseño de mezcla.....	38
4.4. Propiedad del concreto - Estado fresco.....	39
4.4.1. Asentamiento	39
4.4.2. Peso unitario	40
4.4.3. Temperatura.....	42
4.5. Resistencia de compresión.....	43
4.6. Resistencia de tracción.....	47
4.7. Resistencia de flexión.....	51
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	70
Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables	70
Anexo N° 2: Matriz de consistencia	71
Anexo N° 3: Validación de instrumentos de investigación	72
Anexo N° 4: Análisis químico y físico de diatomita.....	75
Anexo N° 5: Características de los agregados.....	77
Anexo N° 6: Diseño de mezcla	81
Anexo N° 7: Resultados de resistencia a la compresión.....	84
Anexo N° 8: Resultados de resistencia a la tracción.....	99
Anexo N° 9: Resultados de resistencia a la flexión.....	101
Anexo N° 10: Registro fotográfico	117
Anexo N° 11: Resultado de Turnitin	134

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Propiedades físicas de la diatomita</i>	10
Tabla 2. <i>Análisis químico - Principales yacimientos de diatomitas de Perú</i>	13
Tabla 3. <i>Características físicas de los principales yacimientos de diatomitas de Perú</i>	13
Tabla 4. <i>Porcentajes de elementos del cemento Portland</i>	15
Tabla 5. <i>Variables y operacionalización de las variables</i>	20
Tabla 6. <i>Pruebas experimentales – Resistencia a la compresión (6" x 12")</i>	22
Tabla 7. <i>Pruebas experimentales – Resistencia a la tracción (6" x 12")</i>	22
Tabla 8. <i>Pruebas experimentales – Resistencia a la flexión (6" x 21" x 6")</i>	22
Tabla 9. <i>Análisis químico de la diatomita – Cantera Panchito I</i>	28
Tabla 10. <i>Características físicas de la diatomita – Cantera Panchito I</i>	28
Tabla 11. <i>Análisis granulométrico – Agregado fino (Arena gruesa)</i>	30
Tabla 12. <i>Granulometría – Agregado grueso (Piedra triturada)</i>	31
Tabla 13. <i>Porcentaje de humedad – Agregado fino (Arena gruesa)</i>	32
Tabla 14. <i>Porcentaje de humedad – Agregado grueso (piedra triturada)</i>	33
Tabla 15. <i>Peso específico – Agregado fino (Arena gruesa)</i>	34
Tabla 16. <i>Peso específico – Agregado grueso</i>	35
Tabla 17. <i>Peso unitario – Agregado fino (Arena gruesa)</i>	37
Tabla 18. <i>Peso unitario – Agregado grueso (Piedra triturada)</i>	37
Tabla 19. <i>Nomenclatura de diseño de mezclas – Método ACI</i>	38
Tabla 20. <i>Dosificaciones para concreto con adición de % de diatomita</i>	38
Tabla 21. <i>Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, concreto base</i>	39
Tabla 22. <i>Asentamiento - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita</i>	40
Tabla 23. <i>Peso unitario - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita</i>	41
Tabla 24. <i>Temperatura - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita</i>	42
Tabla 25. <i>Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 7 días</i>	44

Tabla 26. <i>Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 14 días</i>	45
Tabla 27. <i>Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 28 días</i>	46
Tabla 28. <i>Resumen y comparación de resistencia de compresión</i>	47
Tabla 29. <i>Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 7 días</i>	48
Tabla 30. <i>Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 14 días</i>	49
Tabla 31. <i>Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 28 días</i>	50
Tabla 32. <i>Resumen y comparación de resistencia de tracción</i>	51
Tabla 33. <i>Resistencia de flexión - Rotura de concreto de 14 días</i>	52
Tabla 34. <i>Resistencia de flexión - Rotura de concreto de 28 días</i>	54

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Formas de la diatomita (simetría bilateral, radial, reticulada, variantes)..	9
<i>Figura 2.</i> Depósitos de diatomitas en el Perú / Mapa de recursos de rocas y minerales, Departamento de Piura	12
<i>Figura 3.</i> Esquema de Investigación.....	19
<i>Figura 4.</i> Curva granulométrica - Agregado fino (Arena gruesa).	30
<i>Figura 5.</i> Curva granulométrica - Agregado grueso (Piedra triturada).	31
<i>Figura 6.</i> Asentamiento - Concreto con distintos porcentajes de Diatomita.....	40
<i>Figura 7.</i> Peso unitario - Concreto con distintos porcentajes de diatomita	41
<i>Figura 8.</i> Temperatura del ambiente Vs Temperatura del concreto.....	43
<i>Figura 9.</i> Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 7 días.....	44
<i>Figura 10.</i> Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 14 días.....	45
<i>Figura 11.</i> Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 28 días.....	46
<i>Figura 12.</i> Resumen de resistencia de compresión, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días.....	47
<i>Figura 13.</i> Resistencia de tracción – Rotura de concreto de 7 días.....	48
<i>Figura 14.</i> Resistencia de tracción – Rotura de concreto de 14 días.....	49
<i>Figura 15.</i> Resistencia de tracción – Rotura de concreto a los 28 días.	50
<i>Figura 16.</i> Resumen de resistencia de tracción, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días.....	51
<i>Figura 17.</i> Resistencia de flexión – Rotura de concreto de 14 días.....	53
<i>Figura 18.</i> Resistencia de flexión – Rotura de concreto de 28 días.....	55
<i>Figura 19.</i> Extracción de diatomita - Cantera Panchito I.	124
<i>Figura 20.</i> Peso y medición de la diatomita en roca.....	124
<i>Figura 21.</i> Proceso de molienda de la roca de diatomita.	125
<i>Figura 22.</i> Proceso para determinar la granulometría de los agregados.	126
<i>Figura 23.</i> Proceso para determinar el peso unitario de los agregados.....	127

<i>Figura 24.</i> Elaboración de concreto.	128
<i>Figura 25.</i> Asentamiento de concreto con adición de diatomita.	129
<i>Figura 26.</i> Peso unitario de concreto con adición de diatomita.	129
<i>Figura 27.</i> Temperatura del concreto con adición de diatomita	130
<i>Figura 28.</i> Muestras de concreto en briquetas y vigas.	130
<i>Figura 29.</i> Curado de concreto de briquetas y vigas.	130
<i>Figura 30.</i> Medición de las dimensiones de briquetas y vigas	131
<i>Figura 31.</i> Ensayo de resistencia a la compresión	131
<i>Figura 32.</i> Ensayo de resistencia a la tracción.	132
<i>Figura 33.</i> Ensayo de resistencia a la flexión.	133
<i>Figura 34.</i> Falla en el tercio central de la viga - Resistencia a la flexión.....	133

Resumen

La tesis plantea como objetivo evaluar, analizar y determinar cómo influye el uso de la diatomita en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia $f'c = 210$ kg/cm², sustituyendo al cemento por diatomita en porcentajes de 6%, 12%, 18% y 24%, estableciendo comparaciones de diferentes antecedentes y de las teorías que se postulan. La Tesis responde al diseño de investigación experimental la cual se elaboró por medio de la manipulación de las variables; su finalidad es aplicada y cuantitativa; asimismo se enmarca sobre una población finita.

Los resultados que obtuvo la investigación permitieron determinar el cumplimiento de los objetivos específicos, tales como: determinar la característica física y química de la diatomita, con una concentración de óxido de sílice de 63.75%; determinar cómo influye la diatomita en la resistencia de compresión, resistencia de tracción y resistencia de flexión, estableciendo que con el porcentaje de 6% influye en las propiedades mecánicas del concreto; asimismo se evaluó y analizaron los resultados obtenidos en los ensayos del concreto fresco, de donde con 24% de diatomita presentan un asentamiento mayor; y presentan un peso unitario menor y con 12% de diatomita alcanza su mayor temperatura de concreto. De lo expuesto, se verificó que la diatomita es un material puzolánico alternativo aprovechable, y apta para el uso en la elaboración de concretos. Del mismo modo el uso de la diatomita influye en la propiedad mecánica del concreto, mejorando la resistencia a la compresión y tracción. Asimismo, el uso de la diatomita influye en la propiedad del concreto fresco, manteniéndose dentro de los rangos permisibles.

Palabras clave: Diatomita, óxido de sílice, concreto, resistencia mecánica

Abstract

The thesis aims to evaluate, analyze and determine how the use of diatomite influences the mechanical property of a concrete with resistance $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, replacing cement with diatomite in percentages of 6%, 12%, 18 % and 24%, establishing comparisons of different antecedents and the theories that are postulated. The thesis responds to the experimental research design which was developed through the manipulation of the variables; its purpose is applied and quantitative; I also know. frames over a finite population.

The results obtained by the investigation allowed determining the fulfillment of the specific objectives, such as: determining the physical and chemical characteristics of the diatomite, with a silica oxide concentration of 63.75%; determine how diatomite influences the compressive strength, tensile strength and flexural strength, establishing that with the percentage of 6% it influences the mechanical properties of concrete; Likewise, the results obtained in the tests of fresh concrete were evaluated and analyzed, where with 24% of diatomite they present a greater settlement; and have a lower unit weight and with 12% of diatomite it reaches its highest concrete temperature. From the above, it was verified that diatomite is a usable alternative pozzolanic material, and suitable for use in the preparation of concretes. In the same way, the use of diatomite influences the mechanical property of concrete, improving resistance to compression and traction. Likewise, the use of diatomite influences the property of fresh concrete, staying within the permissible ranges.

Keywords: Diatomite, silica oxide, concrete, mechanical resistance.

I. INTRODUCCIÓN

La explotación del componente primario que se usa para producir concreto, y por ser el material de mayor uso en la construcción, ocasiona que este sea su principal problema, dado que existe un agotamiento de este recurso en todo el mundo. Asimismo, en la actualidad, para la producción de concreto y su uso en los proyectos de infraestructura no se emplea otra materia prima que se use con un porcentaje de participación para la elaboración de concreto. Sin embargo, durante las últimas décadas ha sido necesario el uso de recursos puzolánicas naturales y otros, que al incorporarse al concreto pueden mejorar y/o aumentar las propiedades mecánicas, lo que produce un cambio en los criterios del diseño de mezclas en estructuras de concreto, que impulsan al análisis constante para su uso más óptimo. En el Perú, existe una importante divergencia que nos muestra la realidad problemática que considera al concreto como el componente compuesto que más se usa en el sector de construcción; La Tesis deriva y exige investigar proponiendo el empleo y uso de nuevas materias puzolánicas abundante en la naturaleza y de bajo costo, como la diatomita, y dado que, el aprovechamiento de la diatomita se encuentra principalmente en una condición que no es aprovechada como oportunidad de desarrollo, dado al poco conocimiento sobre el uso del material. La diatomita es un mineral muy abundante en Perú, destacando entre sus yacimientos, los existentes en la Región Piura. A nivel regional en la Provincia de Sechura, la diatomita viene siendo separado como material de descarte en la explotación de fosfatos, existen otros yacimientos, que aún se encuentran sin explorar ni explotar. Asimismo, en la provincia de Piura existen yacimientos de diatomita que pueden ser aprovechados para la industria y/o sector de la construcción.

En la actualidad, la explotación de diatomita en Sechura está limitada a la extracción por métodos mecánicos, de otros minerales como la roca fosfórica, mayormente la diatomita se destina como material de descarte que no es aprovechado a plenitud en la Provincia de Sechura. El Perú produce aproximadamente el 2% en la producción internacional de diatomita, el cual es obtenido de las canteras ubicadas el Departamento de Arequipa, siendo el principal proveedor a nivel nacional, que aporta con 90% en la producción de

diatomita, además de los Departamentos de Ayacucho, Tacna, Piura e Ica (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMET 2010). En Perú existen yacimientos de diatomitas de origen lacustre y marino, siendo de singular característica un porcentaje mayor de pureza en las diatomitas de ambientes lacustres (mayor del 80%). Existen artículos científicos en la cual los autores han realizado estudios sobre las posibilidades de tratamiento y uso de las diatomitas como material puzolánico. Dentro de este contexto se pretende realizar una investigación comparando las características mineralógicas de las diatomitas extraída de la cantera situada en una zona del Distrito de Catacaos, Provincia de Piura. El Proyecto de investigación plantea describir y analizar las propiedades del concreto al sustituir en porcentajes el cemento por diatomita, el cual es un producto compuesto mayormente de SiO_2 (óxido de sílice), de diversos usos en ingeniería; siendo el planteamiento del problema: ¿Cómo influye la diatomita en la propiedad mecánica de un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$? Proponiendo evidenciar, por medio de estudios anteriores, las características de la diatomita como material puzolánico para aumentar las propiedades mecánicas de resistencia en el concreto, tratando estableciendo posibles ventajas o desventajas al aplicar la diatomita, realizando diseños de mezclas con porcentajes de participación de diatomita en sustitución del cemento y otras particularidades que difieren de los concretos tradicionales.

La tesis tiene una justificación tecnológica puesto que se pretende analizar como material puzolánico natural y aportar estudios en base a resultados a obtener en laboratorio; puesto que la diatomita es un mineral que se encuentra en el Distrito de Catacaos, valorando a la diatomita como un componente natural que tiene la misma estructura y función que el humo de sílice (microsílice), que es un mineral producido a través de calcinación a costos elevados y con mucha demanda en el mercado mundial; siendo la diatomita una alternativa de remplazo, dado que existen yacimientos en el territorio peruano. Del mismo modo, tiene una justificación económica porque el aprovechamiento y explotación de este recurso mineral impacta fundamentalmente en la producción nacional, transformándolo y dándole un valor agregado como material puzolánico para su uso en el ámbito de la construcción, dado que, es importante el impulso de la extracción de forma industrial de la diatomita, para lograr niveles de competitividad a nivel

internacional y nacional, potencializando su utilización en el sector de la construcción. Asimismo, tiene una justificación técnica dado que existen fundamentos teóricos, e investigaciones científicas, que concluyen que aumenta la resistencia del concreto, la cual demuestra que adicionando diatomita incrementa la resistencia mecánica del concreto, por ello, actualmente, se considera importante la adición de la diatomita como material puzolánico en las construcciones. Tiene una justificación teórica dado que la diatomita, que es otra alternativa de fuente de sílice, emerge desde hace varios años como un material de alto rendimiento, la cual mejora y aumenta la calidad mecánica del concreto. Es por ello que, se realiza esta investigación donde se va a analizar el comportamiento mecánico en la elaboración de concreto, adicionando la diatomita como sustituto del cemento, para lo cual se verificará los resultados realizando los ensayos y pruebas de laboratorio que nos permitan confirmar los postulados y teorías, evaluando con ello si mejoran las propiedades mecánicas del concreto, evidenciando si se presentan ventajas o desventajas en su resistencia de compresión adicionando diatomita en diversos porcentajes.

Se plantearon los objetivos en la Tesis, teniendo como objetivo general: Evaluar, analizar y determinar cómo influye la diatomita en la propiedad mecánica del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cumpliendo la Norma E.060 y los parámetros estipulados en el RNE. Asimismo, se plantean los siguientes objetivos específicos: Determinar la característica física y química de la diatomita del yacimiento Panchito I, situado en una zona del Distrito de Catacaos, Provincia de Piura, mediante la información bibliográfica y mediante ensayos de laboratorio. Determinar cómo influye la diatomita en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión para el concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, estableciendo el porcentaje adecuado de diatomita, que se debe de sustituir del cemento en la producción de concreto, para potenciar la propiedad mecánica del concreto. Evaluar y analizar los resultados de los ensayos del concreto fresco: asentamiento, peso unitario y temperatura, identificando el incremento o disminución de los ensayos, en las muestras de concreto a realizar. Por último, se establece la Hipótesis ¿La adición de diatomita contribuye en la propiedad mecánica del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes en la investigación

Nuestra tesis comprende la revisión de antecedentes, desde el contexto internacional, del cual Pokorny, Zaleska, Pavlikova, y Pavlik (2019), en su artículo científico titulado *Properties of Fine-Grained Concrete with Admixture of Diatomite Powder*, tuvo como objetivo realizar una investigación experimental para analizar la propiedad mecánica y física del concreto empleando polvo de diatomita. La diatomita contiene un porcentaje de SiO_2 de 74.50%. Su muestra de estudio fue conformada por mezclas de concreto con diferentes proporciones reemplazando el cemento Portland con polvo de diatomita en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% en volumen. Los principales resultados muestran que la resistencia de compresión a los 28 días son C = 54.1 MPa, D5% = 71.6 MPa, D10% = 66.9 MPa, D15% = 60.1 MPa y D20% = 65.6 MPa. Para la resistencia a la flexión son C = 9.6 MPa, D5% = 11.8 MPa, D10% = 10.9 MPa, D15% = 10.2 MPa y D20% = 10.4 MPa; de los datos obtenidos se concluye que la diatomita tiene una alta actividad puzolánica; la resistencia de compresión y flexión más alta se registró para las pruebas de concreto que contienen diatomita en la dosis del 5% en volumen; la trabajabilidad de los concretos con diatomita debido a su actividad puzolánica y partículas porosas requieren mayor cantidad de agua; por tanto, la diatomita en forma de polvo fino representa un material valioso y eficaz para la fabricación de compuestos a base de cemento.

Para Macedo et al. (2020), en su artículo científico titulada *Study of the effect of diatomite on physico-mechanical properties of concrete*, tuvo como objetivo el análisis de los efectos en la adición del 5% y 10% en peso de diatomita en el concreto; la propiedad físico-mecánica para el concreto se evaluaron mediante ensayos de resistencia de compresión y absorción de agua por inmersión. La diatomita contiene un porcentaje de SiO_2 de 70.77%. Sus principales resultados muestran que la resistencia de compresión a los 28 días son C = 22.1 MPa, D5% = 28.4 MPa, D10% = 31.6 MPa; y el índice de absorción de agua/porosidad (%) es de C = 9.1%, D5% = 9.0%, D10% = 8.9%. Se concluye que el mejor resultado se obtuvo para el hormigón con 10% en peso de diatomita, los resultados

indicaron un predominio de sílice, la diatomita tenía una composición rica en sílice y pobre en impurezas, presentando un índice de actividad puzolánica; la adición de diatomita en el concreto mejoró la resistencia de compresión debido al sílice contenido en el material y redujo ligeramente la porosidad, asimismo, a pesar de tener una microestructura porosa, no cambia significativamente la absorción de agua en el concreto, la diatomita estudiada aumentó y se mejoraron las propiedades mecánicas en el concreto.

Para Li, Zhang y Monteiro (2020), en su artículo científico titulada *Green concrete containing diatomaceous earth and limestone: Workability, mechanical properties, and life-cycle assessment*, tuvo como objetivo determinar propiedades mecánicas, y los impactos ambientales del mortero y concreto “verde”. La muestra de estudio estuvo conformada 14 mezclas de mortero y 7 mezclas de hormigón con diferentes proporciones reemplazando el cemento Portland con diatomita y piedra caliza; el contenido de diatomita varió entre 10%, 20% y 30% en peso mientras que el contenido de piedra caliza fue al 5% en peso en mezclas alternas adicionadas con la diatomita. La diatomita contiene un porcentaje de SiO_2 de 85.63%. Sus principales resultados evidencian que para 28 días; su resistencia de compresión del concreto son C = 35.5 MPa, D10% = 40.9 MPa, D20% = 46.7 MPa, D30% = 48.9 MPa; del mortero son C = 50.2 MPa, D10% = 52.5 MPa, D20% = 69.3 MPa, D30% = 63.0 MPa. Se concluye que las mezclas de hormigón que contienen el 30% en peso de diatomita alcanzan la mayor resistencia de compresión en los 7 y 28 días. Asimismo, las muestras que contienen 10 al 30% en peso tienen mayor resistencia de compresión, comparando con la muestra patrón a los 7, 28 y 90 días. Todos los ensayos de mortero y concreto estudiadas con diatomita mejoran la resistencia a la compresión.

Para Paiva, Velosa, Cachim y Ferreira (2016), en su artículo científico titulada *Effect of pozzolans with different physical and chemical characteristics on concrete properties*, tuvo como objetivo comparar y evaluar el efecto que producen las puzolanas metacaolin y diatomita a la penetración de cloruros y sobre la resistencia de compresión. La diatomita contiene un porcentaje de SiO_2 de 81.71%. La muestra de estudio estuvo conformada por mezclas de mortero y con mezclas de concreto con diferentes proporciones reemplazando el cemento

con la diatomita en porcentajes de 3%, 5%, 8% y 10% en volumen. Los principales resultados indican que a los 28 días la resistencia de compresión para un concreto con diatomita, son $C = 38.0$ MPa, $D3\% = 37.5$ MPa, $D5\% = 37.0$ MPa, $D8\% = 37.3$ MPa y $D10\% = 37.8$ MPa; y la resistencia a la compresión para morteros a los 28 días, son $M = 0.47$ MPa y $MD = 1.08$ MPa. Concluyendo que para el concreto con 8% y 10% de diatomita muestran mejoras en la resistencia de compresión; con 5% de diatomita presenta un alto nivel de porosidad, pero con el aumento de cantidad de diatomita (10%) la porosidad disminuye. Las dos puzolanas son química y físicamente diferentes, siendo la diatomita una puzolana de muy alta porosidad que tiene al óxido de sílice como elemento principal en su constitución.

Para Rodriguez, Miñano, Parra, Pujante y Benito (2021), en su artículo científico titulada *Properties of Precast Concrete Using Food Industry-Filtered Recycled Diatoms*, cuyo objetivo fue de analizar los efectos sobre la propiedad mecánica y la durabilidad, de la sustitución de cemento por diatomitas en la producción de elementos de concreto prefabricado, se utilizaron diatomita natural y diatomitas recicladas de la filtración de vino y cerveza, con y sin tratamiento térmico. La muestra de estudio estuvo conformada por mezclas con diferentes proporciones reemplazando el cemento por diatomita en porcentajes de 5% y 15%. La diatomita contiene un porcentaje de SiO_2 de 54.82%. Los principales resultados muestran que todas las dosificaciones realizadas, independientemente del porcentaje de sustitución, tienen el mismo cono de asentamiento que el concreto patrón (0 - 1 cm); la resistencia de compresión de los 28 días son $C = 37.0$ MPa, $D5\% = 35.0$ MPa, $D15\% = 37.0$ MPa, $WD5\% = 37.5$ MPa, $WD15\% = 33.0$ MPa, $WDC5\% = 46.0$ MPa, $WDC15\% = 38.0$ MPa, $BDC5\% = 42.8$ MPa y $BDC15\% = 39.0$ MPa. Concluyendo que el uso de diatomita natural mejora las propiedades mecánicas obtenidas mediante una sustitución del 15%, las muestras con diatomita reciclada calcinada con 5% aumentaron la resistencia debido al aumento del SiO_2 reactivo, por lo que la resistencia obtenida depende principalmente de la reactividad de la diatomita, se indica que los concreto con diatomitas recicladas tienen un potencial significativo para ser usado como material de construcción sostenible.

A nivel nacional mencionamos a Vargas (2020) en su Tesis titulada *Mejoramiento de las propiedades del concreto, mediante el uso de diatomita como sustituto parcial de cemento, Lima 2019*, plantea como finalidad aumentar la propiedad mecánica del concreto empleando y sustituyendo en porcentajes de cemento por la diatomita, evaluando su resistencia de compresión, su peso unitario, y la permeabilidad. Se realizó un estudio aplicado y experimental, la muestra de estudio estuvo conformada por muestras de concreto con resistencia $f'c = 210$ kg/cm² en proporciones del 10%, 15% y 20%. La diatomita contiene un porcentaje de SiO₂ de 88.78%. Los principales resultados indican que la resistencia de compresión para 28 días son C = 288 kg/cm², D10% = 316 kg/cm², D15% = 326 kg/cm², D20% = 315 kg/cm² y para los pesos unitarios son C = 2405 kg/m³, D10% = 2379 kg/m³, D15% = 2337 kg/m³ y D20% = 2313 kg/m³. La investigación concluye que con 15% de sustitución de diatomita se obtuvo la máxima resistencia, con el tiempo de curado estos valores aumentan; para el peso unitario con 15% se obtuvo la máxima reducción de 2313 kg/m³, el concreto es más liviano porque el peso unitario del concreto disminuye.

Para Velásquez (2019), en la Tesis titulada *Producción de concreto con sustitución porcentual de diatomita del cemento portland tipo I en Nuevo Chimbote*, cuya principal finalidad fue de usar la diatomita como material cementante y realizar el análisis en la producción de concreto $f'c = 210$ kg/cm². Su diseño es aplicado y experimental. La muestra de estudio estuvo conformada por mezclas con diferentes proporciones reemplazando el cemento por diatomita en porcentajes de 5%, 10% y 15%. La diatomita contiene un porcentaje de SiO₂ de 88.15%. Los principales resultados indican que, la resistencia de compresión a los 28 días son C = 255.71 kg/cm², D5% = 282.73 kg/cm², D10% = 257.46 kg/cm², D15% = 220.78 kg/cm²; para el asentamiento son C = 3.5", D5% = 2.7", D10% = 0.8", D15% = 0"; para su peso unitario son C = 2455 kg/m³, D5% = 2420 kg/m³, D10% = 2393 kg/m³, D15% = 2331 kg/m³. La investigación concluye que con 5% de sustitución de diatomita se obtuvo la máxima resistencia; para el peso unitario con 15% se obtuvo la máxima reducción de 2331 kg/m³; y con respecto al asentamiento la mezcla que contiene mayor porcentaje de diatomita 15% requieren mayor esfuerzo, y disminuyen su trabajabilidad.

Para Rodrigo y Torres (2019) en su Tesis *Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y 280 kgf/cm^2 en la ciudad de Arequipa*, el cual tuvo como finalidad aumentar la propiedad mecánica del concreto empleando la diatomita como aditivo natural. Realizaron un estudio experimental, su muestra estuvo conformada por 40 diseños de mezcla para 2 resistencias, con 2 tipos de cemento portland (IP y HE), con 2 métodos de diseño (módulo de fineza y ACI) y con dosificaciones en 5%, 10%, 20% y 30% en peso ensayadas a los 7, 14, 28 días. Los resultados muestran que en concretos de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, con método ACI, la resistencia de compresión para 28 días son $C = 218.51 \text{ kgf/cm}^2$, $D5\% = 225.40 \text{ kgf/cm}^2$, $D10\% = 190.28 \text{ kgf/cm}^2$, $D20\% = 141.18 \text{ kgf/cm}^2$ y $D30\% = 88.85 \text{ kgf/cm}^2$; para la resistencia a la tracción a los 28 días son $C = 25.84 \text{ kgf/cm}^2$, $D5\% = 29.51 \text{ kgf/cm}^2$, $D10\% = 23.0 \text{ kgf/cm}^2$, $D20\% = 19.54 \text{ kgf/cm}^2$ y $D30\% = 14.0 \text{ kgf/cm}^2$; Se concluye que los ensayos de concreto preparado con 5% de diatomita produjeron mejores resultados, y se mostró mejoras en la propiedad mecánica; asimismo, cuando se aumenta el porcentaje con diatomita, se disminuye el peso unitario, obteniendo un valor mínimo de 2250.96 kg/m^3 .

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Diatomita

Es un mineral no metálico compuesta mayormente y fundamentalmente por SiO_2 (óxido de sílice) originada por la petrificación de microorganismos acuáticos, que se encuentra en la naturaleza. Las diatomitas son rocas formadas por acumulación de sedimentos silíceos de fino grano, constituidas durante la aglomeración de frústulas de diatomeas, que se componen de ópalo (sílice amorfa), provienen de ambientes sedimentarios poco profundos y extensos, muy abundante en casi todos los hábitats acuáticos, en agua salobre o dulce de acuerdo a la especie, en el que existe una lenta acumulación de sedimentos clásticos, en la que el agua tiene una concentración rica en nutrientes y sílice (Díaz y Ramírez, 2009, pág. 140). La diatomita posee unas propiedades químicas y físicas la cual le permite usarse en diversas aplicaciones en la ingeniería, que no le son permisibles en otro tipo de mineral compuesto de sílice. Su baja

densidad, estabilidad química, alta capacidad de adsorción, baja capacidad de abrasión, gran área superficial y su particular estructura, hacen que el material se usado como relleno, ayuda filtrante, aislador térmico, soporte en cromatografía, agente pulidor y abrasivo, fuente de sílice, así como un aditivo apropiado para diversos y numerosas aplicaciones industriales (Verdeja, García, Vázquez, Barranzuela y Pastor, 1992, pág. 427).

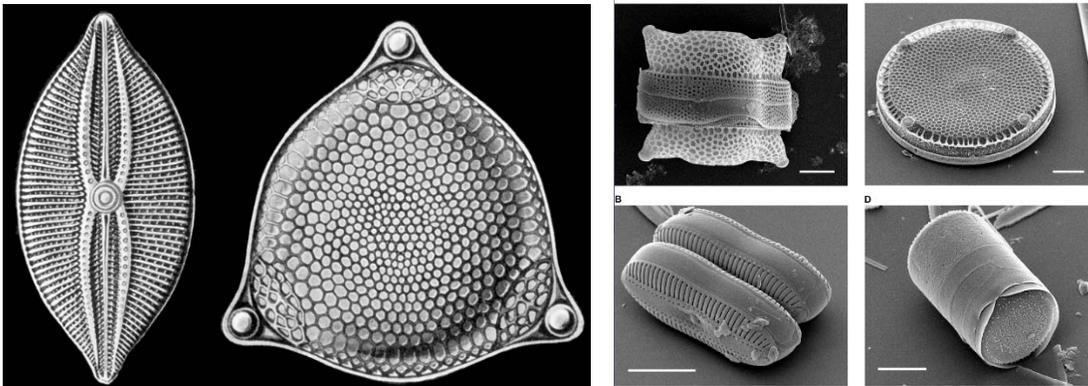


Figura 1. Formas de la diatomita (simetría bilateral, radial, reticulada, variantes)
Fuente: INGEMMET - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

Para Zakrevskaya, Gandelsman, Gavrilenko y Lubin (2019), las diatomitas están compuestas por restos de algas diatomeas y tienen una estructura típicamente organogénica, se caracterizan por su color amarillo grisáceo, porosidad muy alta y baja densidad. Las propiedades de las diatomitas son su peso específico bajo, así como su elevada porosidad por su elevado contenido en SiO_2 (óxido de sílice). Su condición natural de los materiales que acompañan a las diatomeas en estado natural son muy importante. La disposición de escasos granos de gran rugosidad excluye el empleo de la diatomita como abrasivo fino. Las diatomitas combinadas junto a distintos materiales, que puede ser compuesto por fragmentos calcáreo o piroclástico, lo clasifica y lo establece como materia prima de segunda, así sea la sílice su principal componente (Díaz y Ramírez, 2009, pág. 140).

De igual manera para Mustafa, Serhat, Murat y Mustafa (2020) la diatomita se emplea para varios propósitos principalmente como agente de filtración debido a su alta porosidad, alta resistencia a los productos químicos y alta pureza. Además, la diatomita se utiliza para aislamiento térmico y acústico gracias a su baja conductividad térmica, se muestra que la diatomita tiene potencial para

ser empleado con éxito en la preparación de concretos de elevada resistencia; dentro del contexto se han realizado estudios comparando las características físico-químicas y mineralógicas, en las cuales se han encontrado aplicaciones estructurales y refractarias en diversas áreas en la ingeniería. De la tabla 1, se muestran las principales propiedades físicas de la diatomita.

Tabla 1. *Propiedades físicas de la diatomita*

Dureza	4.5 a 5.0 Mohs (sin calcinar); 5.5 a 6.0 (calcinada)
Peso específico	2.0 gr/cm ³ (sin calcinar); 2.3 gr/cm ³ (calcinada)
Área superficial	10 a 30 m ² /g (sin calcinar); 0.5 a 5 m ² /g (calcinada)
Índice de refracción	1.40 a 1.46 (sin calcinar); 1.49 (calcinada)
Gravedad específica	1.90 - 2.35
Punto de fusión	1400°C y 1750°C
Contenido humedad	10 a 60% (Varía de acuerdo a su depósito)

Fuente: Tesis: “Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y 280 Kg/cm^2 en la ciudad de Arequipa”. Rodrigo y Torres (2019, pág. 14).

Para Zapata (2019, pág. 26) la diatomita posee una insólita composición y estructura química por lo que los más de 300 usos industriales y aplicaciones son variables, y está supeditados a la calidad de la diatomita, la principal aplicación es cuando son usadas para filtros, el uso como material filtrante está supeditado a diversos factores y su composición. En la industria de la construcción, se usa a la diatomita como sustancia que se añade al concreto, como aditivo (Lui, Wu, Wang, Yang, 2021); ya que por su homogeneidad ayuda a mejorar facilitando su manipulación, asimismo ayuda a disminuir el uso desmedido de agua que se vierte en la elaboración de mezcla y evitan la segregación, e intensifican su impermeabilidad. Se emplean en la elaboración de cal o cemento, estucos con yeso, así como para la producción de ladrillos, tejas, prefabricados livianos como placas, baldosas, etc. Asimismo, se usan como componente industrial para la elaboración de varios productos como: jabones, caucho, neumáticos, empaquetaduras, guantes, tabletas de pastilla medicinales, así mismo por su capacidad de absorción alta se emplea como agente portador de pesticidas, como insecticidas, fertilizantes.

Depósitos de diatomita en Perú

En el territorio nacional la formación de yacimientos o depósitos sedimentarias marinas de diatomitas se sitúan en diversos puntos en la costa y en zonas interandinas. Las exploraciones efectuadas en las últimas décadas certifican la ubicación de depósitos con acumulación de sedimentos marinos en la franja costera del Perú, así como en determinados yacimientos en el continente sudamericano, conformados a lo largo del periodo Terciario superior, donde predominaron con las situaciones propicias para la proliferación de los ópalos de diatomita (Gallegos y Quispe, 2019, pág. 25). En la franja costera las diatomitas son de origen marinas miocénicas, que han proliferado en el departamento de Piura (Norte) e Ica (Sur), formando paquetes sedimentarios en amplias áreas regionales (formaciones Zapallal, Cueva del Inca, Pisco, Chilcatay, etc.). De la información bibliográfica se indican que las mayores porciones de las diatomitas contienen y están vinculadas con los yacimientos de roca fosfórica. En la sierra las diatomitas son lacustres o lagunares, se sitúan en los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Ancash y Junín, la cual se conformaron durante el Terciario superior. (Díaz y Ramírez, 2009, pág. 142). En la figura 2, se muestra los depósitos de diatomitas en Perú.

Yacimiento de diatomita en Piura

El Yacimiento Bayovar, está localizado en la cuenca de Sechura, área de costa al norte de Perú, Provincia de Sechura, Departamento de Piura, conformada por diferentes láminas estratigráficas con diatomita y fosforita. Los estratos de diatomitas se sitúan en la capa superior de la Formación Zapallal de periodos miocénicas, mezcladas con capas de fosfatos, rocas ígneas grises y areniscas diatomáceas. La gama litológica en la cual se hayan estos estratos, la cual está conformada especialmente de areniscas calcáreas. En el área concesionada, la diatomita se encuentra predispuesta en algunas cuencas; existen otras formaciones hacia el sureste del Estuario de Virrilá y en otras irregularidades de la Cuenca, bordeando el tablazo Talara, las reservas del yacimiento Bayovar se calculan en casi mil millones de toneladas (INGEMMET, 1982).

Asimismo, existen canteras de Diatomita, dentro de la cual se encuentra la denominado Panchito I, localizado en una zona del Distrito de Catacaos, Provincia de Piura; siguiendo por la carretera la cual une a la Provincia de Paita con la Capital Provincial, de propiedad de Depósito San Antonio SAC, aproximadamente entre los Kilómetros 5 y 7 de dicha vía, continuando luego por una trocha carrozable de aproximadamente 6000 m.

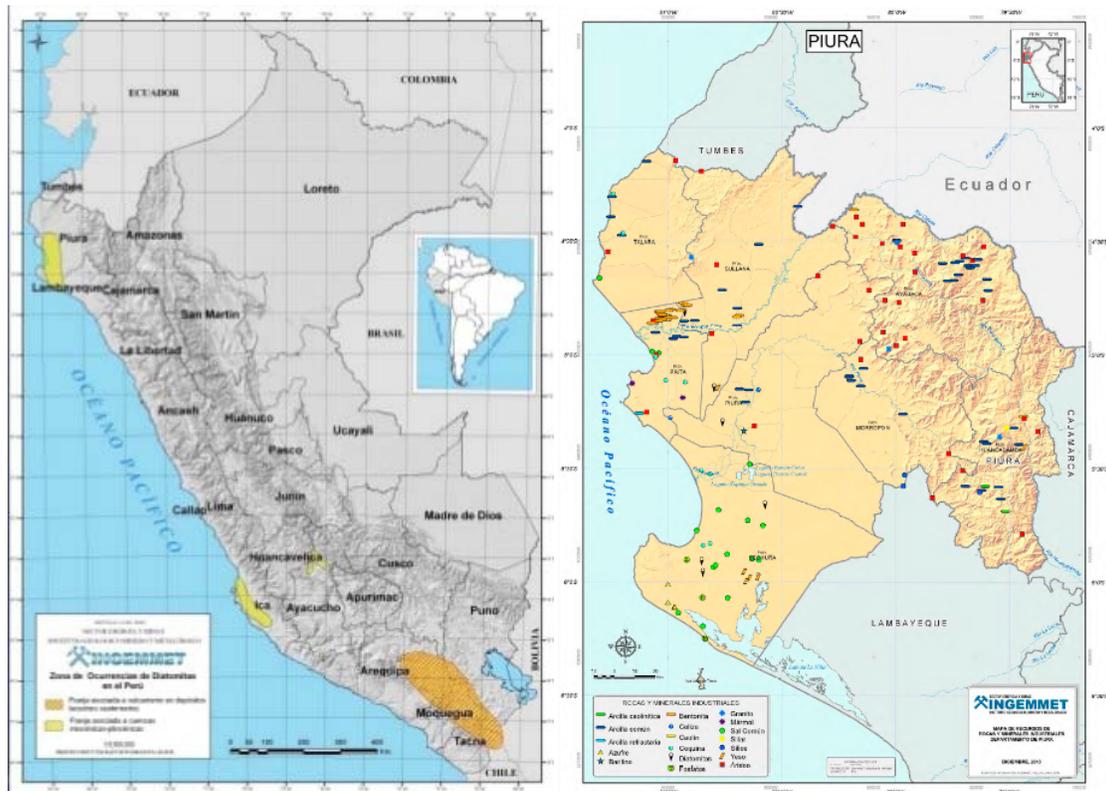


Figura 2. Depósitos de diatomitas en el Perú / Mapa de recursos de rocas y minerales, Departamento de Piura

Fuente: INGEMMET; Atlas catastral, geológico, minero y metalúrgico (2018)

Características físicas y químicas

Se presentan tablas de las características químicas y físicas de yacimientos de diatomita en Perú, estudiadas por Verdeja, García, Vázquez, Barranzuela y Pastor (1992, pág. 430). En la cual los investigadores analizaron y documentaron las posibilidades y el potencial de desarrollo de las diatomitas desde el año 1986, efectuando estudios comparando y midiendo las características mineralógicas y físico-químicas de las diatomitas oriundas de Bayóvar, Ocucaje, Ayacucho y Arequipa. Detallándose en la Tabla 2 y 3.

Tabla 2. Análisis químico - Principales yacimientos de diatomitas de Perú

Componentes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	(¹) PxC
Yacimiento	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
AI Bayovar (Sondeo B-63) Área I	65,5	2,0	1,3	9,6	3,3	1,9	0,5	14,75
CI-D Bayovar (Cueva el Inca) Área III	77,7	3,4	2,1	2,2	1,4	3,2	0,8	8,44
CD-I Bayovar (Estación S-8) Área II	58,3	3,3	1,1	2,7	2,3	9,2	0,9	22,53
M1A Ocuaje Punto M1	73,8	9,7	3,0	2,9	1,2	1,8	1,3	4,66
M2B Ocuaje Punto M2	65,2	16,7	4,0	1,1	3,0	1,7	1,9	6,57
A1A Ayacucho	87,0	3,1	1,0	1,5	0,6	0,3	0,5	4,15
A2B Ayacucho	90,7	2,1	1,0	1,2	0,6	0,3	0,4	3,75
ARQ Arequipa (El Solitario)	86,2	5,9	1,7	1,2	0,6	N.D.*	N.D.*	3,8
(²)FOSILITE #24	88,4	1,5	1,1	1,1	0,4	0,4	0,3	6,33

Fuente: “Estudio de las diatomitas del Perú”. Verdeja, García, Vázquez, Barranzuela y Pastor (1992).

Tabla 3. Características físicas de los principales yacimientos de diatomitas de Perú

Yacimiento	AI	CI-D	DC-I	M1A	M2B	A1A	A2B	ARQ
Densidad real (g/cm ³)	2,39	2,35	2,26	2,51	2,51	2,25	2,22	2,12
Densidad global (g/cm ³)	0,45	0,52	0,38	0,53	0,59	0,41	0,36	0,40
Porosidad total (%)	81,04	77,77	83,24	78,77	76,43	81,54	83,76	80,90
Sup. esp. (Hg, m ² /g)	8,2	29,8	13,5	11,1	7,3	11,2	11,3	N.D.*
Sup. esp. (N ₂ , m ² /g)	12,2	29,8	11,1	21,4	11,7	23,2	19,8	N.D.*

Fuente: “Estudio de las diatomitas del Perú”. Verdeja, García, Vázquez, Barranzuela y Pastor (1992).

2.2.2. Concreto

Es el elemento que más se emplea en el ámbito de la industria de la construcción, el cual se elabora mezclando tres componentes esenciales los cuales son: cemento, agregados y agua (Rivva, 2014, pág. 8). Puesto que se elabora de forma líquida, por lo que puede conseguir algún otro tipo de forma. Pasando por dos fases, la primera fase es en fresco, pero al pasar el tiempo cambia al estado endurecido, manteniendo la capacidad de soportar esfuerzos de resistencia de compresión. Para Sánchez y Takahashi, el cemento y el agua reaccionan de forma química mezclando los agregados, haciendo un material homogéneo (2018, pág. 5). En algunos casos pueden incluir aglomerantes, que mejoran algunas características del concreto, tales como: la manejabilidad, que previene la segregación en la mezcla del concreto y facilidad su manipulación de la mezcla en

el encofrado. En esta investigación la mezcla se elaborará con el contenido de agua óptimo, ya que se requiere una excelente manejabilidad en la etapa de realización de probetas. La Trabajabilidad es el esfuerzo necesario para manejar una porción determinada de concreto fresco. Para su manejabilidad del concreto intervienen factores, tales como: su transporte, la compactación, la colocación y el acabado. Influenciada mayormente por la relación agua/cemento y la solidez que le dan los agregados. La consistencia de un concreto, se da por el grado de fluidez que tiene para deformarse y abarcar cualquier forma y espacios vacíos del recipiente que los contenga; se emplea el cono de Abrams para realizar la prueba del asentamiento o el "Slump".

La segregación se efectúa al realizar el vertido de la mezcla en el encofrado o molde, cuando este proceso inicia la mezcla de cemento y de agregados empiezan a bajar, en cambio el agua empieza a subir, debido a esto, los elementos que más pesan empiezan a bajar. La resistencia, es la propiedad para soportar los esfuerzos y las cargas, comprende en gran parte con la proporción de agua y cemento. Las causas que perjudican en la resistencia de un concreto son el tiempo de fraguado, la temperatura y las características de los agregados. Siendo el tiempo de curado un factor que incluso perjudica la resistencia, dado su hidratación que se le debe dar al concreto para alcanzar sus propiedades de resistencia. Con la durabilidad se indica si el concreto es apto para soportar la intemperie, así como el ataque de elementos químicos, como también al desgaste natural al cual es sometido. Asimismo, la generación de calor, se da como respuesta entre la mezcla del cemento con el agua desarrollando la respuesta química manifestada en calor, aumentando la temperatura de la mezcla, cuando se enfría se efectúa la contracción que causan grietas, la cual se presenta en elementos de gran grosor.

2.2.3. Componentes del concreto

Cemento Portland

Según norma ASTM-C-219, se establece al cemento Portland como material hidráulico resultado de la molienda de clinker, basándose por lo menos de dos tercios en masa de $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ y $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, la diferencia posee (Al_2O_3) y

(Fe₂O₃). Se establece al cemento como elemento polvorizado que tienen la característica que, sumando una proporción de agua, crean una masa que une y puede endurecerse sumergida en el agua o intemperie creando elementos estables. Es el elemento más activo y de alto precio, la cantidad de cemento depende de las características del diseño y calidad de sus elementos, la elección y empleo correcto de cemento es primordial para poseer de manera ahorrativa las características requeridas para la mezcla establecida” (Carranza, 2015, pág. 25). Los materiales primarios que conforman el cemento son óxidos de calcio (CaO), de silicio (SiO₂), de aluminio (Al₂O₃) y de hierro (Fe₂O₃), entre otros con menor porcentaje. Durante la combinación del proceso de transformación, estos elementos interactúan formando elementos más complicados (aluminatos cálcicos, silicatos cálcicos y ferritos) que logran un balance químico.

Tabla 4. *Porcentajes de elementos del cemento Portland*

Componentes	% típico
CaO	61% a 67%
SiO ₂	20% a 27%
Al ₂ O ₃	4% a 7%
Fe ₂ O ₃	2% a 4%
SO ₃	1% a 3%
MgO	1% a 5%
K ₂ O y NaO ₂	0.25% a 1.5%

Fuente: “Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia”. Leandro (2010).

Agregados

Según la NTP 400.037; ASTM C3, los materiales de agregado, lo constituyen el un grupo de elementos inorgánicos que pueden ser naturales y/o artificiales, sus medidas están establecidas en los límites de la NTP 400.011. Los materiales no deben superar más de las tres cuartas partes en volumen de concreto. Los agregados deben obedecer las siguientes exigencias: para la elaboración de los concretos de peso habitual, cumpliendo las exigencias de la NTP 400.037 o ASTM e 33. Se deberá manejar los agregados gruesos y finos como elementos independientes y cumpliendo lo que señala la Norma E.060. La NTP, que denomina y clasifica a los materiales en: el tamaño del material grueso es de

partícula superior a 4.75mm (malla N° 4), existe mucha variedad de medidas para este material, es preciso mencionar si se requiere desarrollar concretos de elevada resistencia, se debe emplear únicamente una sola categoría de valores para obtener resistencias óptimas. El material grueso consistirá de piedra chancada, grava artificial o natural. Debiendo estar compuestas por partículas limpias, preferentemente angulares, compactas, duras, fuertes y rugosas. Los elementos químicamente estarán libres de tierra, polvo, escamas, humus, limo, sales, material orgánico y sustancias dañinas. El tamaño de las partículas elegidas debe conseguir la consistencia y la trabajabilidad del concreto. El agregado Fino, viene por la disolución artificial o natural del material rocoso. Debe de pasar por la malla de 3/8" (9.51 mm) y retener en el tamiz 200 (0.074mm). La capacidad de la arena gruesa comúnmente es de 35% a 45% del volumen total del agregado. Siendo de granos limpios, angulares, compacto, duro y resistente. No debe retener el agregado por encima del 45% en dos mallas seguidas.

Agua

Es un elemento principal en la mezcla, pues hace que el cemento realice su propiedad aglutinante. Es usada en la reparación del concreto siendo la misma para la ingesta de los humanos, limpia de impurezas o también ácidos, sedimentos, aceites, materia orgánica y alcalina, pueden obstaculizar en la hidratación, cambiando la duración de fraguado, disminuir la capacidad de soportar cargas y proliferar el corroído de las armaduras. La porción de agua en la mezcla es imprescindible para la hidratación de los elementos del cemento y también para la manejabilidad correcta que faculten la aplicación y acabado para el concreto en su estado fresco (Norma; NTP 339.088, E060 RNE). Su proceso para el curado con agua, es la ración extra de agua que necesita el concreto en estado duro con la finalidad que llegue al nivel de resistencia diseñado. Este método adicional es de importancia ya que situado el concreto se reduce agua por diferentes causas como: calor, absorción alta debido al lugar donde está ubicado, debido a los intensos vientos lo cual aumentan la velocidad de evaporación (NTP 339.088, E060 RNE). El agua a utilizar para lavar los agregados, debe ser limpia u no tener materiales, para no generar un revestimiento o película que perjudique a los agregados (Norma NTP 339.088, E060 RNE).

Su proporción agua y cemento hacen el gel del concreto, cuyo comportamiento químico aglutina a los agregados gruesos y finos, hacia su transformación en concreto hasta que el cemento logre su hidratación (Solis, 2019, pág. 10). La resistencia está ligada a la proporción agua y cemento, sea cualquier cantidad o tipo de agregados. Menos agua en proporción al cemento, mejor será la resistencia frente a cargas, trabajabilidad, durabilidad y fluidez, al tener poca agua posee menos poros y vasos capilares formados en la evaporación. En situaciones complicadas deben emplearse proporciones agua y cemento menores, y en situaciones moderadas se debe de aumentar.

2.2.4. Diseño de mezcla

Procedimiento que se realiza con base en la dosificación de los materiales con la cual se elabora el conforman el concreto, para alcanzar mejores propiedades (Fernández y Ramos, 2019, pág. 17). Hay diversos métodos para el diseño; varios muy complicados como resultado de la presencia de muchas variables, siendo así, no se conoce el método que brinde resultados óptimos, hay la probabilidad de elegir alguno según el momento. En ocasiones no es preciso tener exactitud sobre las dosificaciones de los elementos del concreto, en dichos casos se emplean reglas generales, lo que faculta establecer las proporciones idóneas usando recetas permitiendo utilizar un diseño de mezcla apropiado en estas situaciones. Los procedimientos de diseño de mezcla, rigen los criterios para estimar el cálculo del volumen de los elementos sin incorporar los vacíos, el cual se le incorpora juntamente el aire atrapado en la producción del concreto, proporcionando la unidad de medida, que usualmente es 1m^3 .

III. METODOLOGÍA

La investigación es una herramienta, que nos permite entender lo que está a nuestro alrededor y es de condición universal. La investigación es un procedimiento, lo que significa variable y continuo. El procedimiento está formado por una variedad de fases, la cual entre ellas se derivan. Por tal motivo, al realizar una investigación, no debemos suprimir fases, ni modificar su orden (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

3.1. Tipo y diseño de investigación

Del término diseño, se refiere al método o táctica por la cual, se nos permite adquirir un conjunto de información para contestar al planteamiento del problema. “Los estudios pueden realizar dos aspectos fundamentales: a) crear teorías y conocimientos b) solucionar dificultades prácticas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Según su finalidad, es una investigación aplicada, porque se basará en el empleo de conocimientos existentes (normas técnicas, fórmulas y teorías), corroborándose que la técnica ya existe, de donde se buscará conseguir una respuesta específica, dado que en este proyecto de investigación se determinó la resistencia mecánica del concreto sustituyendo el cemento por diatomita, se realizaron ensayos con concreto en diferentes proporciones, de la cual se obtuvieron los resultados. Según su alcance temporal, es una investigación transeccional, dado que se va a comparar diferentes muestras de concretos a ensayar en periodos de tiempo específicos, permitiendo manipular las variables en intervalos de tiempo para obtener resultados en un corto plazo.

Según su profundidad, es una investigación descriptiva, correlacional y explicativa dado que el alcance en el que concluye el proyecto de investigación correlaciona la variable independiente con la variable dependiente en una relación de causa y efecto; dado que se evaluó la propiedad mecánica de un concreto y su efecto ante la adición de diatomita en su composición. Según su carácter de medida, es una investigación cuantitativa, ya que la actual investigación se realizó por la selección de información, para el análisis comparativo entre los tipos de concretos que se ensayaron. Según su dimensión temporal, es una investigación Experimental, ya que se efectuó debido al manejo de dos variables, la variable independiente

(Diatomita) y una variable dependiente (propiedades mecánicas del concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) analizando las consecuencias de los procesos, evaluándose su mejora en la propiedad mecánica del concreto ante la inclusión de porcentajes de diatomita.

La elaboración del diseño de la investigación señala la fase donde se unen las etapas teóricas del procedimiento de estudio como la formulación del problema, el crecimiento desde el punto de vista conceptual y las hipótesis con las etapas subsiguientes puesto que la índole es más operativa. Si el diseño se ha realizado debidamente, los resultados obtenidos tendrán mayores alternativas de producir aportes. Cada diseño posee sus características (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El diseño en la Tesis fue experimental, la cual se elaboró por medio de la manipulación de las variables, siendo la variable independiente la Diatomita y como variable dependiente el análisis de la propiedad mecánica para un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, analizando las consecuencias en tal proceso.

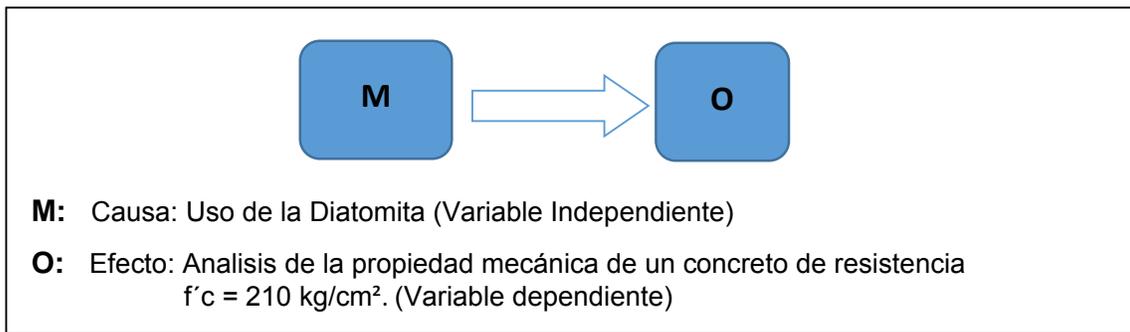


Figura 3. Esquema de Investigación

Fuente: “Metodología de la Investigación”, Hernández, Fernández y Baptista 2018 p. 129.

3.2. Variables y operacionalización

Se propone una variable independiente: uso de la Diatomita adicionada en diferentes porcentajes (6%, 12%, 18% y 24% en peso del cemento) y la variable dependiente: Análisis de propiedades mecánicas de un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; conforme con su definición por el tipo y diseño de investigación, por ser aplicada, cuantitativa y experimental. De la tabla 5, se detallan la operacionalización de las variables, el cual proponemos las siguientes dimensiones de las variables e indicadores, como son:

Tabla 5. Variables y operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA MEDICIÓN
Diatomita / Independiente	Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas de grano fino, que se originan a partir de la acumulación de frústulas de diatomeas (prolíficas y microscópicas algas acuáticas unicelulares contenidas dentro de una pared celular silícea, denominada frústulas). Díaz y Ramírez, (2009)	Análisis de ensayos sustituyendo al cemento en porcentaje de diatomita, para la mezcla de diseño de concreto para las probetas, midiéndose su resistencia mecánica del concreto.	Composición química	Porcentaje de SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO	Razón
			Propiedades físicas	Porosidad Peso específico Densidad	Razón
			Dosificación de diatomita	6%, 12%, 18% y 24% de diatomita como sustituto del cemento	Razón
Propiedad mecánica del concreto de resistencia f'c=210 kg/cm ² / Dependiente	Según Harsmen T. es el estudio que permitan determinar la resistencia mecánica del concreto, que es la capacidad de soporte que tiene el concreto cuando es sometido a los esfuerzos por comprensión, tracción y flexión mediante ensayos de las NTP. <i>Diseño de Estructuras de Concreto Armado</i> . Lima, PUCP, 2002, ISBN 9972-42-184-8	Elaboración de probetas cilíndricas en tres grupos, con un contenido de 100% cemento y de cemento + diatomita que son evaluadas mediante pruebas de resistencia de comprensión, de resistencia de tracción y de resistencia de flexión.	Características de agregados	Granulometría Humedad Peso Especifico Peso Unitario	Razón
			Propiedad del concreto fresco	Asentamiento (SLUMP) Peso unitario Temperatura	Razón
			Resistencia de compresión	Prueba de rotura de testigo de concreto, a los 7, 14, 28 días, curado en H ₂ O	Razón
			Resistencia de tracción	Prueba de rotura de testigo de concreto, a los 7, 14, 28 días, curado en H ₂ O	Razón
			Resistencia de flexión	Prueba de rotura de viga de concreto, a los 7, 14, 28 días, curado en H ₂ O	Razón

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

3.3. Población, muestra y muestreo

Nos enmarcamos sobre una población finita ya que es posible establecer la cantidad de material, es por ello que la población se restringe al empleo de diatomita a obtenerse de la cantera Panchito I, sustituyendo el cemento para incrementar la propiedad mecánica del concreto, teniendo en cuenta los criterios de inclusión, para los agregados, se trabajará bajo la NTP 400.012:2013; se utilizará agua potable para el diseño de mezcla a temperatura ideal, el cual cumplirá con la NTP 339.088; se usará Cemento Portland Tipo MS; la diatomita es extraída de la Cantera Panchito I en una zona del Distrito de Catacaos, Provincia de Piura, en la cual se usarán la NTP 334.104:2001 y ASTM C-618.

El tipo de la muestra es aleatorio, todos los componentes de la población podrían pertenecer a la muestra; la muestra se establece como un subgrupo delimitado claramente para la obtención y toma de datos en torno a las características de una determinada población. Para la resistencia de compresión y tracción, la muestra fue conformada por 45 especímenes por cada ensayo, incluida la muestra patrón, la muestra para el estudio estará compuesta por el concreto sustituyendo el cemento por cantidades diferentes de diatomita. Para lograr calificar la muestra se han utilizados criterios muestrales (3 probetas, 3 ensayos seguidos, con resultados similares, inferior o superior a la resistencia patrón), la muestra es calificada mediante componentes elaborados con concreto, poseyendo como factor la resistencia de compresión y tracción; por tal motivo, las probetas serán cuantificadas. En la elaboración de probetas se empleará cemento portland Tipo MS; se elaborará una muestra de control (100% cemento) curadas a los 7, 14 y 28 días; se elaborarán 36 probetas, en dosificaciones con 6%, 12%, 18% y 24% de diatomita en sustitución al peso del cemento, que serán puestos a pruebas de resistencia de compresión y tracción en ensayos independientes. Para la resistencia de flexión, la muestra estuvo conformada por 30 especímenes, incluida la muestra patrón, la muestra para el estudio estuvo compuesta por el concreto sustituyendo el cemento por cantidades diferentes de diatomita. Para lograr calificar la muestra se han utilizados criterios muestrales (3 vigas, 3 ensayos seguidos, con resultados similares, inferior o superior a la resistencia patrón), la muestra se calificada mediante componentes elaborados con concreto, poseyendo como factor la resistencia de flexión; para lo cual, las vigas serán especificadas y cuantificadas. En la elaboración de vigas se empleará cemento portland Tipo MS; se elaborará una muestra de control (100% cemento) curadas a los 14 y 28 días; se elaborarán 24 vigas, en dosificaciones con 6%, 12%, 18% y 24% de diatomita al natural sustituyendo al cemento, las que serán puestos a pruebas de resistencia de flexión. Siendo un tipo de muestreo no Probabilístico, dado que la extensión de la muestra se hará recurriendo a la normativa americana ACI 318, la cual dispone el número de ensayos mínimos que se debe realizarse para la obtención de un dato confiable para los resultados a obtener. Detallándose en las Tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6. Pruebas experimentales – Resistencia a la compresión (6" x 12")

muestras	Porcentaje en peso (%)	Edad del concreto			Sub total de muestras
		7días	14días	28días	
Muestra patrón	C100%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
Diatomita	D6%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D12%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D18%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D24%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
TOTAL					45 muestras

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Tabla 7. Pruebas experimentales – Resistencia a la tracción (6" x 12")

muestras	Porcentaje en peso (%)	Edad del concreto			Sub total de muestras
		7días	14días	28días	
Muestra patrón	C100%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
Diatomita	D6%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D12%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D18%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
	D24%	3 briquetas	3 briquetas	3 briquetas	9 muestras
TOTAL					45 muestras

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Tabla 8. Pruebas experimentales – Resistencia a la flexión (6" x 21" x 6")

muestras	Porcentaje en peso (%)	Edad del concreto		Sub total de muestras
		14días	28días	
Muestra patrón	C100%	3 vigas	3 vigas	6 vigas
Diatomita	D6%	3 vigas	3 vigas	6 vigas
	D12%	3 vigas	3 vigas	6 vigas
	D18%	3 vigas	3 vigas	6 vigas
	D24%	3 vigas	3 vigas	6 vigas
TOTAL				30 vigas

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Formatos

- Curvas granulométricas - Agregado fino (ver tabla 11).
- Curvas granulométricas - Agregado grueso (ver tabla 12).
- Porcentaje humedad - Agregado fino (ver tabla 13).
- Porcentaje humedad - Agregado grueso (ver tabla 14).
- Peso específico - Agregado fino (ver tabla 15).
- Peso específico - Agregado grueso (ver tabla 16).
- Peso unitario - Agregado fino (ver tabla 17).
- Peso unitario - Agregado grueso (ver tabla 18).
- Diseño de mezcla, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ - Concreto patrón (ver tabla 21)
- Resistencia de compresión a los 7, 14, 28 días. (ver tablas 25, 26, 27).
- Resistencia de tracción a los 7, 14, 28 días. (ver tablas 29, 30, 31).
- Resistencia de flexión a los 14, 28 días. (ver tablas 33, 34).

3.4.2. Instrumentos y equipos

- Granulometría - Agregados: plancha calentadora, balanza electrónica analítica, tamices: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N° 200, tamices: 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y N°8, bandeja, cucharon y charolas metálicas.
- Peso específico - Agregados: horno eléctrico, balanza electrónica de precisión, picnómetro, barra compactadora, cepillo de cerdas, cubo o tara de volumen, canastilla, bandeja, cucharon y charolas metálicas.
- Peso unitario – Agregados: plancha calentadora, balanza electrónica analítica, varilla metálica de 5/8" y 60 cm de longitud, recipiente cilíndrico, bandeja, cucharon y charolas metálicas.
- Preparación de concreto: balanza electrónica analítica, briquetas, molde de vigas, comba de goma, cucharon y charolas metálicas, carretilla buggy, plancha de batir de concreto.
- Ensayos del concreto: Cono de abrahams, varilla metálica de 5/8" y 60 cm de longitud, cucharon metálico, comba de goma, balanza electrónica analítica, recipiente cilíndrico, termómetro, calibrador vernier digital, máquina para ensayo de compresión, tracción, flexión.

3.5. Procedimiento

La presente Tesis buscó en su proceso inicial la selección, desarrollo y exposición de las definiciones de los elementos a usar, para comprender como analizarlos. La segunda parte consistió en elaborar los testigos de concreto, el concreto base fue para una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para los demás concretos se realizaron con varios porcentajes de diatomita en 6%, 12%, 18% y 24%. En la realización se presentaron procesos como la elección de materiales a utilizarse, como también decretar las características físicas y químicas; además se busca el procedimiento y la metodología de diseño a utilizarse. Seguidamente, describimos las fases del estudio.

a) Elección de canteras de agregados, a fin de elegir el agregado apropiado, se realizó una variedad de ensayos, estos son: Granulometría, densidad y absorción, peso unitario para agregados, así como el contenido de humedad, para asegurarse cuál de las canteras cumplen las normas establecidas de límites máximos: Agregados gruesos (NTP.400.013), agregados finos (NTP.400.037).

b) Selección del yacimiento de Diatomita, se utilizará la diatomita del yacimiento Panchito I, en una zona del Distrito de Catacaos, Provincia de Piura. Se eligió la cantera por tener una elevada cantidad de diatomita y concentración de SiO_2 y por no ser complicado llegar a la zona.

c) Se definió la zona de los agregados y se determinaron sus propiedades, se procedió a efectuar los ensayos de laboratorio. Para el agregado fino (AF): Peso específico (PE), módulo de fineza (MF), % de humedad y absorción. Para el agregado grueso (AG): Tamaño máximo nominal (TMN), peso específico (PE), % de humedad, peso seco saturado (PSS) y porcentaje de absorción (%).

d) Se determinó el método de diseño, el estudio se ha limitado al uso solamente del método de diseño, del A.C.I.

e) Evaluación del agua a utilizar, como se menciona en el marco teórico es uno de los elementos que posee demasiada consideración en la mezcla, la cual será regulada por los parámetros de calidad.

f) Elección del cemento a utilizar, el cemento se determinará por el empleo habitual en la zona y construcción, utilizando el cemento portland MS.

g) Pruebas en laboratorio, en el laboratorio se procederá a realizar los análisis de granulometría y características físicas, según los parámetros normados para los agregados.

h) Cuantificación de la diatomita en peso, cantidad a utilizar de diatomita en el concreto, ya que es un estudio de tipo experimental se procederá al uso de porcentajes en categorías del 6%, 12%, 18% y 24% con el objetivo de calcular la cantidad más considerado.

i) Diseño de mezcla (ACI), asumimos los resultados conseguidos de las propiedades de los elementos a usar como el cemento, agregados, pesos unitarios secos, pesos específicos, tamaño de partículas, absorciones, humedades.

l) Elaboración de testigos, efectuado el diseño se realizó la elaboración para el vaceado del concreto sobre probetas con medidas de 6" x 12" y en vigas con medidas de 6" x 21" x 6", las sustituciones del cemento se harán con las cantidades de diatomita fijadas en porcentajes. Los procesos se realizaron según las normas ITINTEC 330.36, 339.034, ASTM C 31 y ASTM C 39.

m) Curado de testigos, para llegar la resistencia requerida es obligatorio elaborar un óptimo hidratado. Si no se hace correctamente, el concreto se reduce y agrieta en su etapa de endurecimiento y su resistencia puede ser reducir 30% menor, hay diferentes métodos para curar, usando el mejor de ellos, se inundarán los elementos por completo en agua.

n) Ejecución de rotura de muestras (probetas); en base a pruebas de resistencia de compresión, resistencia de tracción y resistencia de flexión; las muestras se curaron en H₂O a los 7, 14 y 28 días.

ñ) Estudio y análisis de resultados, después de realizarse los ensayos en laboratorio se recolectarán toda la información requerida y se procederá al desarrollo en gabinete y por ultimo al análisis de resultados.

o) Discusión del estudio, en la última etapa se verificarán los resultados obtenidos de las teorías y postulados de investigaciones usadas como antecedentes corroborando y contrastando las hipótesis planteadas.

p) En el proceso final se sacarán las conclusiones del estudio y se elaborarán las sugerencias pertinentes.

3.6. Método de análisis de datos

Conceptualizando el procedimiento ejecutado en la Tesis, del cual Hernández indica lo siguiente: *“De acuerdo al método hipotético deductivo, la lógica del estudio se sustenta en el planteamiento de una ley universal y en fijar condiciones iniciales sobresalientes la cual establecen la hipótesis principal para la elaboración de conceptos. Dicha ley universal se origina de especulaciones o supuestos [...] la ley universal puede corresponder a una sugerencia como la siguiente: Si “X ocurre, Y ocurre” o en forma aleatoria: “X ocurre si Y ocurre con posibilidad P”* (2008, p.186). La Tesis efectuó el uso de los formatos estándar en función a la NTP, además para identificar los resultados de las pruebas concluidas se emplearán software de procesamiento de datos, dado que la estadística descriptiva tiene la objetividad de comparar diferentes datos obtenidos de diversas observaciones con ayuda de tablas denominados tabulación de datos, y su gráfica. (ARRIAZA, 2006), el cual permitirá el procesamiento, tabulación e interpretación de datos, para luego ser comparados y validar la hipótesis de la investigación.

3.7. Validez y confiabilidad

Hernández (2010), en su libro “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN” infieren al respecto: La validez, en técnicas generales, se narra a la categoría en que una herramienta efectivamente calcula la variable que pretende cuantificar (p.201). Los ensayos físicos y químicos de la diatomita se efectuaron en el Laboratorio Pacific Control, que cuenta con su laboratorio certificado. La prueba para los ensayos del concreto se efectuó en los Laboratorios de ensayo de materiales y estructuras de la Facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Piura, el cual cuenta con equipos calibrados y habilitados, se utilizó los formatos estándar en cumplimiento a las normas. Cuanto mejor sea la confiabilidad, más

precisos serán los resultados; el cual aumentará la posibilidad de tomar una decisión correcta en la investigación. La confiabilidad es una necesidad, pero no una posición susceptible para la validez de la investigación. Es por ello que, se buscó como confidencialidad a la manifestación de la certificación del Laboratorio y de los equipos, que han sido utilizados para los ensayos, y sobre todo la supervisión de personas competentes durante el proceso de obtención de resultados.

IV. RESULTADOS

La Tesis buscó evaluar la propiedad mecánica en el concreto, comparando los resultados alcanzados en los ensayos para resistencia de compresión, resistencia de tracción y resistencia de flexión, analizando la diatomita como sustituto en porcentajes del cemento, dichas propiedades mecánicas fueron comparadas en base de un concreto patrón. Se elaboraron probetas (6"x12") y vigas (6"x21"x6") de dimensiones normalizadas, considerando un diseño de mezcla de un concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.1. Análisis químico y físico de la diatomita

Análisis químico

Tabla 9. Análisis químico de la diatomita – Cantera Panchito I

Óxido componente	%
SiO ₂	63.75
Fe ₂ O ₃	8.73
Al ₂ O ₃	7.64
CaO	1.97
MgO	1.50
Na ₂ O	1.54

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Propiedades físicas

Tabla 10. Características físicas de la diatomita – Cantera Panchito I

Propiedades	Especificación
Peso específico	0.59 gr/cm ³
Densidad aparente	0.59 gr/cm ³
Porosidad	alta
Dureza (Mohs)	5.5
Humedad	9.23 %
Materia seca	90.77 %
PH	6.01

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: De acuerdo con el análisis químico de la diatomita en estudio se considera dentro de la clase N (puzolanas naturales crudas), según la norma ASTM C 618 para ser un material puzolánico debe cumplir con el requisito químico de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ debe ser mayor de 70%.

4.2. Características de los agregados

4.2.1. Granulometría

Conforme con la NTP 400.012: "Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso" con base en la norma ASTM C136: "Método de ensayo normalizado para determinar el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos", el cual se basó en conseguir la disposición de la medida de partículas mediante separación de una muestra del agregado fino o grueso de volumen conocido, por medio de la sucesión de tamices dispuestos con una abertura de mayor a menor. En la norma ASTM C125: "Terminología estándar relacionada con el concreto y a los agregados del concreto"; se obtuvo el módulo de fineza, utilizando el porcentaje atrapado acumulado de los tamices 1", 1/2", 3/4", 3/8", N 4, N 8, N 16, N 30, N 50 y N 100. Para el límite de granulometría, son definidos por la norma ASTM C33: "Especificación estándar de agregados para concreto", dependiendo del tipo de agregado.

4.2.1.1 Agregado fino

De la norma NTP 400.037 o ASTM C33, se indica que el agregado fino debe estar normalizado de conforme a sus límites; no debe contener más del 45% acumulado entre dos tamices sucesivos, el módulo de fineza no tiene que ser inferior a 2.3 o superior a 3.1; tener una granulometría predominantemente constante, con una acumulación en los tamices N° 4 a N° 100 de la serie Tyler. El módulo de fineza, es el parámetro que resulta de la suma de porcentajes atrapados acumulados en la serie de tamices establecidos, la cual debe cumplir con la relación 1:2; a partir del tamiz # 100 hacia adelante hasta el tamaño máximo dividido entre 100. Para realizar el análisis granulométrico se ha procesado los datos obtenidos, para lo cual se utilizó las siguientes fórmulas. En la Tabla 11, se detallan los resultados y su gráfica correspondiente.

$$\text{Peso pond. acumulado} = \frac{(\text{Peso acumulado 1} \times \% \text{ agreg.})}{100} + \frac{(\text{Peso acumulado 2} \times \% \text{ agreg.})}{100}$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \frac{(\text{Peso de material acumulado en tamiz})}{\text{peso total de material}} \times 100$$

$$\% \text{ que Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Tabla 11. Análisis granulométrico – Agregado fino (Arena gruesa)

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.3	1.99	0.80	0.80	99.20
#4	4.75	5.74	2.30	3.10	96.90
#8	2.36	30.18	12.10	15.20	84.80
#16	1.18	83.00	33.20	48.40	51.60
#30	0.60	53.25	21.30	69.70	30.30
#50	0.30	31.93	12.80	82.40	17.60
#100	0.15	20.03	8.00	90.40	9.60
#200	0.075	7.93	3.20	93.60	6.40
Depósito		15.95	6.40	100.00	0.00
TOTALES		250	100		

Módulo de fineza : 3.09

Fuente: Elaboración para la tesis.

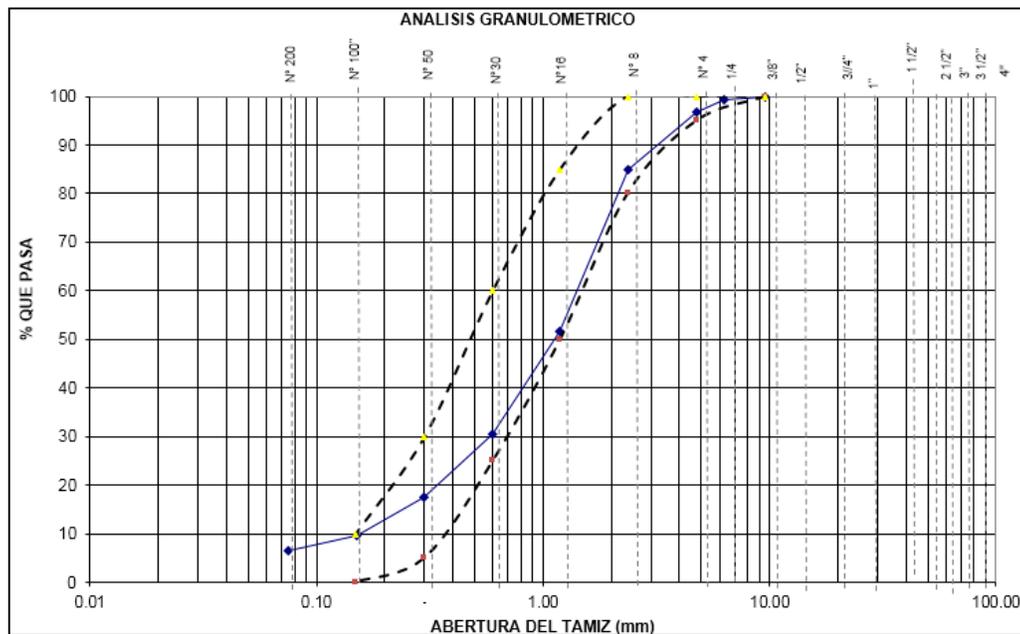


Figura 4. Curva granulométrica - Agregado fino (Arena gruesa).

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: La gráfica muestra que el agregado fino (arena gruesa) está ubicada en el rango permisible, el resultado obtenido nos muestra la arena gruesa con un módulo de fineza de 3.09; estableciéndose como idónea para su aplicación en la elaboración de concreto.

4.2.1.2 Agregado grueso

De la norma NTP 400.012, dispone el procedimiento para delimitar su tamaño máximo nominal, disponiendo la cuantía mínima para la muestra de la piedra triturada. Se emplearon tamices y se contempló las disposiciones de la norma. En la Tabla 12, se detallan los resultados y su gráfica correspondiente.

Tabla 12. Granulometría – Agregado grueso (Piedra triturada)

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
1"	25.0	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0	400.00	6.80	6.80	93.20
1/2"	12.5	3654.00	68.70	68.70	31.30
3/8"	9.5	1023.00	86.10	86.10	13.90
1/4"	6.3	672.00	97.40	97.40	2.60
#4	4.75	126.00	99.60	99.60	0.40
#8	2.36	20.00	99.90	99.90	0.1
#200	0.075	1.00	99.90	99.90	0.1
Depósito		4.00	0.00	100.00	0.00
TOTALES		5900.00	100.00		

TMN : 1/2"

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

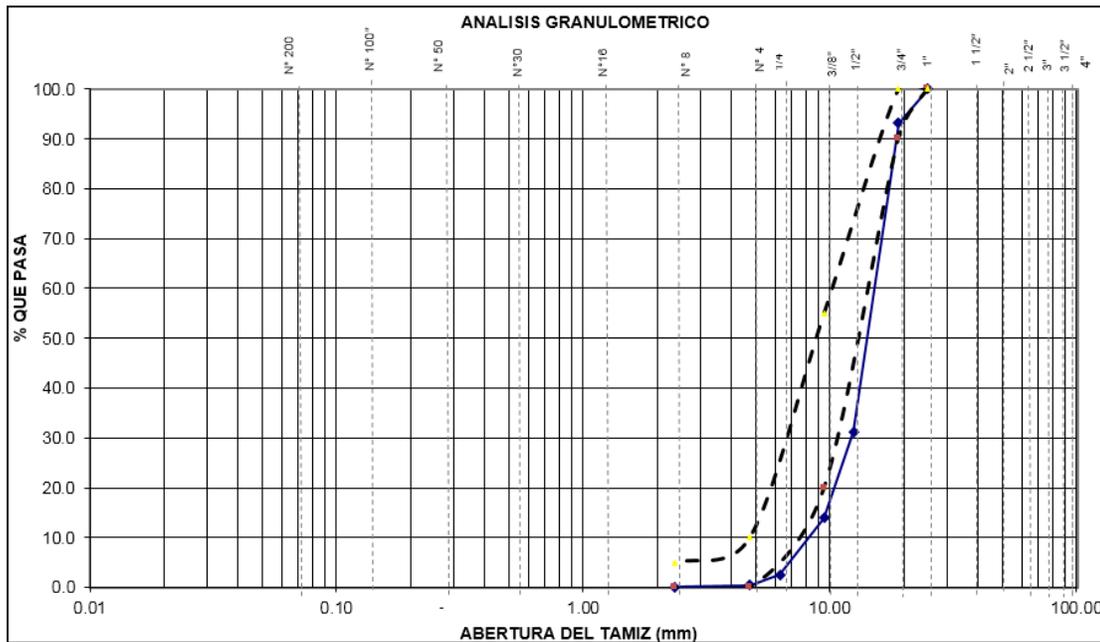


Figura 5. Curva granulométrica - Agregado grueso (Piedra triturada).

Fuente: Elaboración propia de la Tesis.

Interpretación: La gráfica muestra al agregado grueso (piedra triturada), el cual se ubica en el límite de los rangos permisibles, el resultado obtenido nos muestra una piedra chancada con un tamaño máximo nominal (TMN) de 1/2" (12.5 mm), situándose dentro del límite permitido para la elaboración del concreto.

4.2.2. Humedad

La normativa que especifica el procedimiento para el cálculo del porcentaje de humedad de los agregados (arena y piedra) son la NTP 339.185: "Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado." Con base en la norma ASTM C566; de dónde para el cálculo es efectuado por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{\text{Peso MH} - \text{Peso MS}}{\text{Peso MS}} \right) \times 100\%$$

% Humedad: Porcentaje de humedad (%)

Peso MH : Peso de material Húmedo (g)

Peso MS : Peso de material seco (g)

4.2.2.1. Agregado fino

De acuerdo con la norma NTP 339.185, se realizaron ensayos con muestras representativas. En la Tabla 13, detallamos los resultados alcanzados.

Tabla 13. Porcentaje de humedad – Agregado fino (Arena gruesa)

Descripción	M1	M2
Peso MH (gr)	97.88	98.97
Peso MS (gr)	97.26	98.27
Grado de agua (gr)	0.62	0.70
Grado de humedad (%)	0.60	0.70
Promedio de contenido de humedad (%)	0.65	

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: De acuerdo con los resultados, el grado de humedad de la arena gruesa es de 0.65%; presenta poca porosidad y humedad superficial, la cual muestra condiciones aceptables para ser usadas para el diseño de mezcla. Su contenido de humedad es variable debido al clima o su almacenamiento del agregado fino.

4.2.2.2. Agregado grueso

De acuerdo con la norma NTP 339.185, para la piedra triturada se consideró el peso mínimo concerniente a su tamaño máximo nominal de 1/2". En la Tabla 14, detallamos los resultados alcanzados.

Tabla 14. Porcentaje de humedad – Agregado grueso (piedra triturada)

Descripción	M1	M2
Peso MH (gr)	143.43	124.56
Peso MS (gr)	143.22	124.42
Grado de agua (gr)	0.21	0.14
Grado de humedad (%)	0.10	0.10
Promedio contenido de humedad (%)	0.10	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: De acuerdo con los resultados, el grado de humedad de la piedra triturada es de 0.10%, presenta poca porosidad y humedad superficial, la cual muestra condiciones aceptables para ser usadas en el diseño de mezcla.

4.2.3. Peso específico

La norma NTP 400.022. "Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino", y la norma NTP 400.021. "Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso"; las cuales definen el procedimiento y los cálculos del peso específico para los agregados.

4.2.3.1. Agregado Fino

En la NTP 400.022 se indica: para saturar los poros, una muestra de la arena gruesa se satura en agua por más de 24 horas. Luego es retirada del agua; la muestra es secada y se establece su masa. Posteriormente, la muestra es colocada en un envase graduado y su volumen de la muestra es establecido por el ensayo gravimétrico. Finalmente, la muestra es secada en horno y se vuelve a calcular su masa, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. En la Tabla 15, se presentan los resultados alcanzados.

$$P_{em} = \frac{\text{Peso MS}}{\text{Vol. Agua} - \text{Peso AA}}$$

$$P_{ess} = \frac{\text{Peso SSS}}{\text{Vol. Agua} - \text{Peso AA}}$$

$$P_{ea} = \frac{\text{Peso MS}}{(\text{Vol. Agua} - \text{Peso AA}) + \text{Peso MS} - \text{Peso SSS}}$$

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso SSS} - \text{Peso MS}}{\text{Peso MS}} \times 100 \%$$

P_{em} : Peso específico de la masa seca (gr/cm^3)

P_{ess} : Peso específico de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm^3)

P_{ea} : Peso específico aparente (gr/cm^3)

Peso SSS : Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)

Peso AA : Peso de agua adicionada

Peso MS : Peso de la muestra seca (g)

Tabla 15. *Peso específico – Agregado fino (Arena gruesa).*

	Peso SSS (g)	Peso P+A+M (g)	Peso MS (g)	Peso AA (g)	P_{em} (gr/cm^3)	P_{ess} (gr/cm^3)	P_{ea} (gr/cm^3)	% Absorción
M1	250.0	802.51	247.67	647.82	2.59	2.62	2.66	0.9
M2	250.0	802.54	247.69	647.79	2.59	2.62	2.66	0.9
				Promedio	2.59	2.62	2.66	0.9

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: Se obtuvo 2.66 de peso específico aparente, el resultado está dentro del rango normal, la cual oscila entre 2500 y 2750 kg/m^3 . El cual nos indica que la arena gruesa está apta para su empleo para el diseño de mezclas.

4.2.3.2. Agregado grueso

En la NTP 400.021 se indica: para saturar los poros, una muestra de piedra triturada se satura en agua por 24 horas. Luego es retirada del agua, se seca la superficie de las partículas, y nuevamente la muestra se pesa mientras es sumergida en agua. Posteriormente, la muestra es secada al horno y se vuelve a pesar, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. En la Tabla 16, presentamos los resultados alcanzados.

$$P_{em} = \frac{\text{Peso MS}}{\text{Peso SSS} - \text{Peso MSA}}$$

$$P_{ess} = \frac{\text{Peso SSS}}{\text{Peso SSS} - \text{Peso MSA}}$$

$$P_{ea} = \frac{\text{Peso MS}}{\text{Peso MS} - \text{Peso MSA}}$$

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso SSS} - \text{Peso MS}}{\text{Peso MS}} \times 100 \%$$

P_{em} : Peso específico de la masa seca (gr/cm^3)

P_{ess} : Peso específico de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm^3)

P_{ea} : Peso específico aparente (gr/cm^3)

Peso SSS : Peso de la muestra saturado superficialmente seca (g)

Peso MS : Peso de la muestra seca (g)

Peso MSA : Peso de la muestra saturada sumergida (g)

Tabla 16. *Peso específico – Agregado grueso.*

	Peso SSS (g)	Peso MS(g)	Peso MSA (g)	P_{em} (gr/cm^3)	P_{ess} (gr/cm^3)	P_{ea} (gr/cm^3)	% Absorción
M1	537.34	533.16	339.27	2.69	2.71	2.75	0.8
M2	514.70	511.35	323.76	2.68	2.70	2.73	0.7
			Promedio	2.68	2.70	2.74	0.7

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: Se obtuvo 2.73 de peso específico aparente, el resultado está dentro del rango normal, la cual oscila entre 2500 y 2750 kg/m^3 . El cual nos indica que la piedra chancada está apta para su empleo en el diseño de mezclas.

4.2.4. Peso unitario

De acuerdo con la NTP 400.017: “Agregados. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”; con base en la norma ASTM C29: “Método de ensayo estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario)”, el procedimiento se efectúa de la siguiente forma: se calcula el peso del envase graduado, el envase graduado es llenado con un cucharón hasta rebosar, depositando la arena gruesa de una altura no mayor de 50 mm sobre la parte superior del envase. Utilizando una regla se enrasa y retira el agregado sobrante.

Se calcula el peso del envase graduado junto con el contenido y se consignan los pesos. Para el peso unitario compactado, el procedimiento de apisonado utilizado para agregados, se realiza de la siguiente forma: se calcula el peso del envase graduado, se rellena la tercera parte del envase, luego se nivela la superficie, se aplasta la capa del agregado con la barra compactadora, considerando 25 golpes suministrados uniformemente alrededor y sobre la superficie; luego se coloca hasta las dos terceras partes de la medida, se emplea el mismo procedimiento y de nuevo se repite el proceso de compactación con 25 golpes. Posteriormente, se llena la medida hasta desbordar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; se enraza y el agregado sobrante se retira utilizando la barra compactadora como regla. Finalmente, se calcula el peso del envase más su contenido, y, se presentan las ecuaciones, para los cálculos correspondientes. De la Tabla 17 y 18 se muestran los resultados obtenidos para la arena gruesa y la piedra triturada.

$$PUS = \frac{\text{Peso MS}}{\text{Vol. Molde}}$$

$$PUC = \frac{\text{Peso MC}}{\text{Vol. Molde}}$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{\text{PEM} \times D - \text{PU}}{\text{PEM} \times D}$$

PU : Peso unitario (kg/m³ ó g/cm³)

PUS : Peso unitario suelto (kg/m³ ó g/cm³)

PUC : Peso unitario compactado (kg/m³ ó g/cm³)

PEM : Peso específico de masa (kg/m³ ó g/cm³)

Peso MS : Peso de muestra seca (g)

% Vacíos : Porcentaje de vacíos (%)

D : Densidad para el agua (998 kg/m³ ó 0.998 g/cm³)

Peso MS : Peso de la muestra seca (kg o g)

Peso MC : Peso de la muestra compactada (kg o g)

Peso MS+M : Peso de la muestra suelta + molde (g)

PESO MC+M: Peso de la muestra compactada + molde (g)

Tabla 17. *Peso unitario – Agregado fino (Arena gruesa).*

D agua: 0.998 g/cm ³					Vol. Molde: 2739 cm ³			
Peso Molde: 2673 g					Peso específico: 2.68 gr/cm ³			
	Peso MS+M (g)	Peso MS (g)	Peso MC+M (g)	Peso MC (g)	PUS (gr/cm ³)	PUC (gr/cm ³)	% Vacíos PUS	% Vacíos PUC
M1	7172	4499	7501	4828	1.64	1.76	38.68%	34.20%
M2	7125	4452	7548	4875	1.63	1.78	39.06%	33.45%
M3	7163	4490	7560	4887	1.64	1.78	38.68%	33.45%
Promedio					1.636	1.776	38.80%	33.70%

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: El peso unitario suelto de la arena gruesa es de 1.636 g/cm³, la NTP 400.017 indica de 1.4 g/cm³ a 1.6 g/cm³, no cumple la norma, aunque es pequeña la diferencia. El peso unitario compactado es de 1.776 g/cm³, la NTP 400.017 indica de 1.5 g/cm³ a 1.7 g/cm³, no cumple la norma, aunque es pequeña la diferencia. El cual nos indica que la arena gruesa con un proceso de limpieza está apta para su empleo en el diseño de mezclas.

Tabla 18. *Peso unitario – Agregado grueso (Piedra triturada).*

D agua: 0.998 g/cm ³					Vol. Molde: 2739 cm ³			
Peso Molde: 2673 g					Peso específico: 2.68 gr/cm ³			
	Peso MS+M (g)	Peso MS (g)	Peso MC+M (g)	Peso MC (g)	PUS (gr/cm ³)	PUC (gr/cm ³)	% Vacíos PUS	% Vacíos PUC
M1	7019	4346	7338	4665	1.587	1.703	40.66%	36.33%
M2	7011	4338	7285	4612	1.584	1.684	40.78%	37.04%
M3	7008	4335	7323	4650	1.583	1.698	40.81%	36.51%
Promedio					1.584	1.695	40.75%	36.63%

Fuente: Elaboración propia para la Tesis.

Interpretación: El peso unitario suelto de la piedra triturada es de 1.584 g/cm³, la NTP 400.017 indica de 1.5 g/cm³ a 1.6 g/cm³, por tanto, cumple la norma. El peso unitario compactado es de 1.695 g/cm³ la NTP 400.017 indica de 1.6 g/cm³ a 1.9 g/cm³, por tanto, cumple la norma.

4.3. Diseño de mezcla

Proceso que implica la elección de los materiales y el cálculo de las proporciones para la elaboración de un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (método ACI), que cumpla con las condiciones de su estado requeridos para el concreto fresco (asentamiento, Peso unitario, temperatura), así como para el concreto en estado endurecido (resistencias mecánicas). En la Tabla 19 y 20, se muestran las especificaciones y el diseño de mezcla elaborado.

Tabla 19. *Nomenclatura de diseño de mezclas – Método ACI.*

Diseño	Especificaciones
210MS_D0	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, concreto patrón
210MS_D6	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustitución del cemento por 6% diatomita
210MS_D12	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustitución del cemento por 12% diatomita
210MS_D18	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustitución del cemento por 18% diatomita
210MS_D24	Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustitución del cemento por 24% diatomita

Fuente: Elaboración propia para la Tesis.

Tabla 20. *Dosificaciones para concreto con adición de % de diatomita.*

Componentes	D0	D6	D12	D18	D24
Cemento	386.80	363.592	340.384	317.176	293.968
Agregado Fino	775.80	775.80	775.80	775.80	775.80
Agregado Grueso	883.10	883.10	883.10	883.10	883.10
Agua	223.24	223.24	223.24	223.24	223.24
Diatomita	-	23.208	46.416	69.624	92.832

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: Se realizó un diseño de mezcla con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el peso del cemento por diatomita en porcentajes del 6%, 12%, 18% y 24%, manteniendo las mismas proporciones del resto de elementos; para analizar la influencia de la adición de la diatomita en las propiedades del concreto fresco (asentamiento, peso unitario, temperatura), así como su propiedad mecánica del concreto (resistencia de compresión, resistencia de tracción y resistencia de flexión).

Tabla 21. *Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, concreto base*

Material	Peso Especif. (gr/cm ³)	Humedad (%)	Absorción (%)	PUC (kg/m ³)
Cemento	2.90	-	-	-
Agregado fino	2.62	0.65	0.90	1776
Agregado grueso 1/ 2"	2.68	0.10	0.70	1695
Agua	1.00	-	-	-

Datos Adicionales		Dosificación
Resistencia	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Diatomita
Asentamiento	4"	(% del peso del cemento)
Tamaño nominal máximo	1 / 2"	
Módulo fineza AF	3.09	
Módulo fineza AG	6.58	0 %

Material	Método de diseño ACI			
	Diseño seco kg	Diseño húmedo	Proporción	Cantidad por m ³
Cemento MS	386.80	386.80	1.0	9.1 bls
Agregado fino	775.80	780.84	1.9	
Agregado grueso 1 / 2"	883.10	883.98	2.2	
Agua	216.00	223.24	0.56	
Diatomita	-	-	-	-
Relación A/C	0.56			
Aire atrapado	2.5%			

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

4.4. Propiedad del concreto - Estado fresco

4.4.1. Asentamiento

El método para la medición del asentamiento, está definida por la norma NTP 339.035 "Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams"; con base a la norma ASTM C143: "Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico". En la Tabla 22 detallamos los resultados alcanzados:

Tabla 22. Asentamiento - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita

Diseño	Asentamiento (Pulg.)			
	M1	M2	M3	Promedio
210MS_D0	4.00"	3.25"	3.25"	3.50"
210MS_D6	2.50"	2.50"	2.20"	2.40"
210MS_D12	1.75"	2.10"	2.00"	1.95"
210MS_D18	1.50"	1.50"	1.50"	1.50"
210MS_D24	0.00"	0.25"	0.00"	0.00"

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

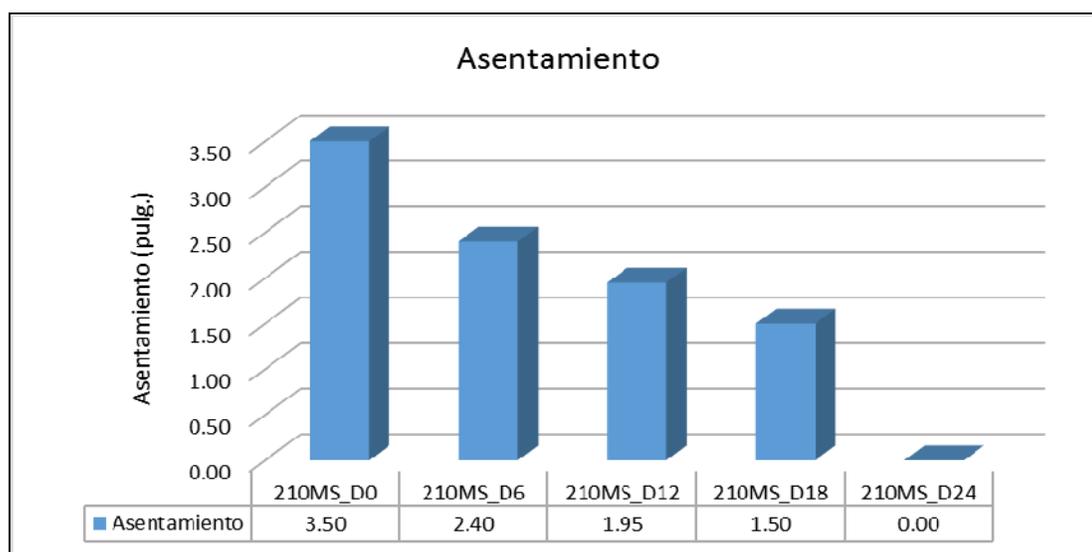


Figura 6. Asentamiento - Concreto con distintos porcentajes de Diatomita

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: La gráfica muestra una proporcionalidad inversa en la cantidad de los porcentajes de diatomita adicionada con referencia al concreto patrón; el SLUMP fue disminuyendo conforme se incrementó el porcentaje de diatomita, llegando a 0 pulgadas.

4.4.2. Peso unitario

El proceso para el ensayo está definido por la NTP 339.046. “Concreto. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico)”, con base en la norma ASTM C138: “Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) de hormigón”. En la Tabla 23 se muestran los resultados alcanzados:

Tabla 23. *Peso unitario - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita*

Diseño	Muestra	Peso M+C (g)	Peso M (g)	Volumen M (cm ³)	PU (kg/m ³)	PU Promedio (kg/m ³)
210MS_D0	M1	9266	2673	2739	2407.08	2406.35
	M2	9261	2673	2739	2405.26	
	M3	9265	2673	2739	2406.72	
210MS_D6	M1	9172	2673	2739	2372.76	2373.00
	M2	9174	2673	2739	2373.49	
	M3	9172	2673	2739	2372.76	
210MS_D12	M1	9015	2673	2739	2315.44	2317.02
	M2	9025	2673	2739	2319.09	
	M3	9018	2673	2739	2316.54	
210MS_D18	M1	9012	2673	2739	2314.35	2312.65
	M2	9002	2673	2739	2310.70	
	M3	9008	2673	2739	2312.89	
210MS_D24	M4	8940	2673	2739	2288.06	2289.52
	M5	8947	2673	2739	2290.62	
	M6	8945	2673	2739	2289.89	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

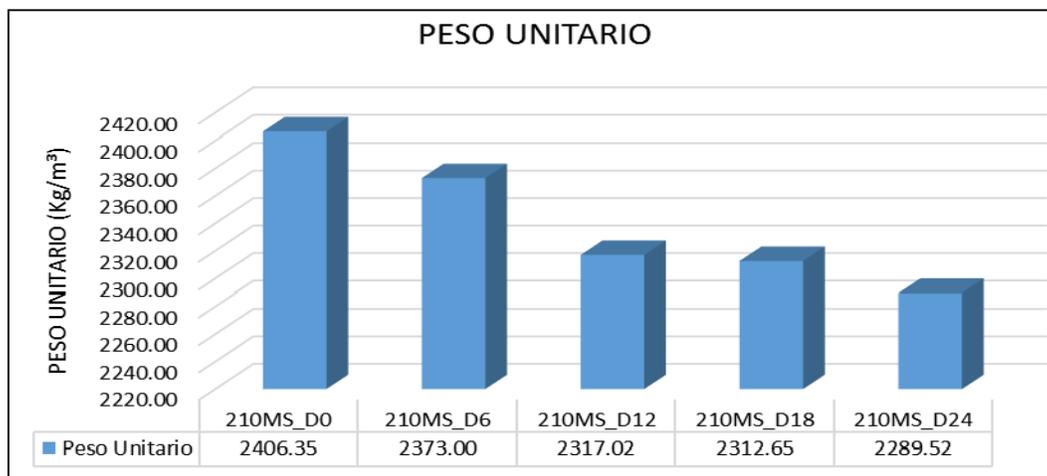


Figura 7. *Peso unitario - Concreto con distintos porcentajes de diatomita*

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: La gráfica muestra que a medida que se sustituye el cemento por diatomita en la mezcla del concreto, se exhibe un Peso unitario inferior que el concreto base. El porcentaje de la variación de reducción máximo entre pesos unitarios es de 4.85% con sustitución del cemento por 24% de diatomita.

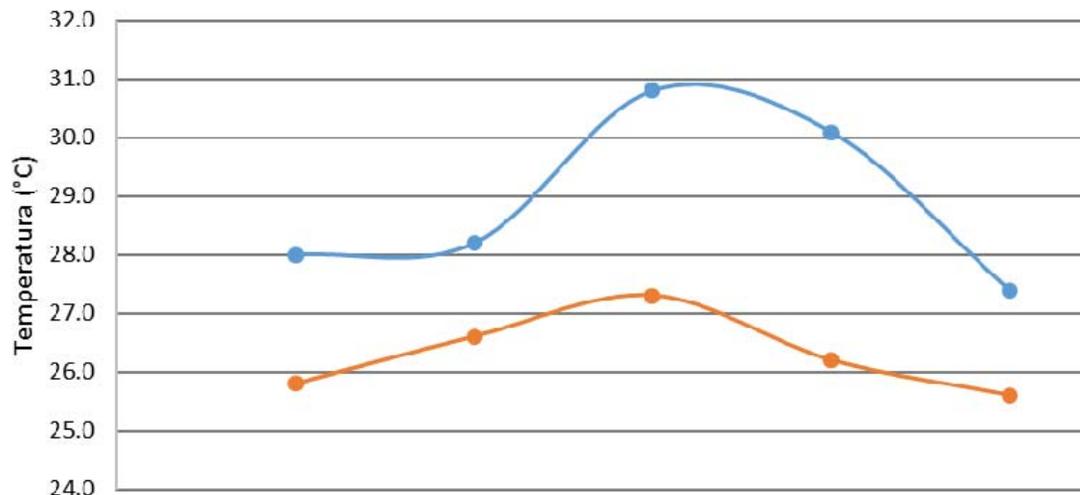
4.4.3. Temperatura

La norma NTP 339.184 con base a la norma ASTM C1064 determina el proceso para medir la temperatura en el concreto; la temperatura del concreto es un factor relevante que inciden para la calidad, en el tiempo de fraguado y en la resistencia del concreto. Si no se controla la temperatura del concreto, es muy difícil pronosticar su comportamiento; con varios estudios se ha demostrado que, para prevenir las fisuraciones superficiales, se debe de considerar el gradiente máximo de temperatura interior y exterior para el concreto, la cual no debe exceder 20°C; el concreto no se fisurará siguiendo los procedimientos apropiados, revisando y controlando su gradiente término de temperatura, evitando con ello la fisuración en el concreto debido a la posible contracción térmica después de su enfriamiento. En la Tabla 23 se detallan los resultados alcanzados:

Tabla 24. *Temperatura - Concreto con diferentes porcentajes de diatomita*

Diseño	Muestra	Temperatura (°C)		Promedio		Gradiente Térmico (°C)
		Ambiente	Concreto	Ambiente	Concreto	
210MS_D0	M1	28.8	25.8			
	M2	27.9	25.8	28.0	25.8	2.2
	M3	27.4	25.9			
210MS_D6	M1	28.4	26.1			
	M2	28.2	27.0	28.2	26.6	1.6
	M3	28.0	26.6			
210MS_D12	M1	31.1	27.0			
	M2	30.8	27.4	30.8	27.3	3.5
	M3	30.7	27.6			
210MS_D18	M1	29.6	26.0			
	M2	30.1	26.5	30.1	26.2	3.9
	M3	30.6	26.2			
210MS_D24	M4	27.4	26.0			
	M5	27.3	25.5	27.4	25.6	1.8
	M6	27.5	25.4			
Promedio						2.6

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Temperatura	210MS_D0	210MS_D6	210MS_D12	210MS_D18	210MS_D24
Ambiente	28.0	28.2	30.8	30.5	27.4
Concreto	25.8	26.6	27.3	26.2	25.6

Figura 8. Temperatura del ambiente Vs Temperatura del concreto.

Fuente: Elaboración para la tesis.

Interpretación: La gráfica muestra la variación en la temperatura ambiente y en la temperatura del concreto, el cual tiene como promedio 2.6 °C; no se tendría dificultad con la fisuración térmica.

4.5. Resistencia de compresión

El procedimiento en el cual se define el ensayo para la resistencia de compresión se determina en la norma NTP 339.034: “Concreto. Método de ensayo estandarizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”, con base en la norma ASTM C39: “Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto”. Según Moscoso; para la cual debe aplicarse una carga continua y constante (2019, pág. 25) con una velocidad de 0,25 + 0.05 MPa/s. En la Tabla 25, 26 y 27 se detallan los resultados alcanzados. La ecuación para el cálculo de la resistencia de compresión es:

$$C = \frac{\text{carga máxima alcanzada (kg)}}{\text{Área promedio transversal de la probeta (cm}^2\text{)}}$$

C : Resistencia de compresión (kg/cm²)

Tabla 25. Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 7 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	14.967	14.972	14.939	14.960	34013	175.77	193.52	
	M2	15.022	15.031	14.993	15.015	33743	177.07	190.56	192.45
	M3	15.014	15.065	14.976	15.018	34238	177.14	193.27	
210MS D6	M1	14.931	14.986	14.987	14.968	33994	175.96	193.19	
	M2	14.959	14.988	14.980	14.976	34158	176.15	193.92	193.62
	M3	14.988	15.024	14.989	15.000	34237	176.72	193.73	
210MS D12	M1	14.997	15.010	14.973	14.993	24216	176.56	137.16	
	M2	14.952	14.980	14.981	14.971	23881	173.03	135.66	136.97
	M3	14.999	15.020	14.996	15.005	24419	176.83	138.09	
210MS D18	M1	14.934	14.975	14.928	14.946	22886	175.44	130.45	
	M2	14.947	14.982	14.951	14.960	22283	175.77	126.77	129.06
	M3	14.999	15.005	14.947	14.984	22915	176.34	129.95	
210MS D24	M1	14.995	14.993	14.948	14.979	21413	176.21	121.52	
	M2	15.029	15.026	14.992	15.016	21336	177.08	120.48	120.86
	M3	14.998	15.008	14.952	14.986	21269	176.39	120.58	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

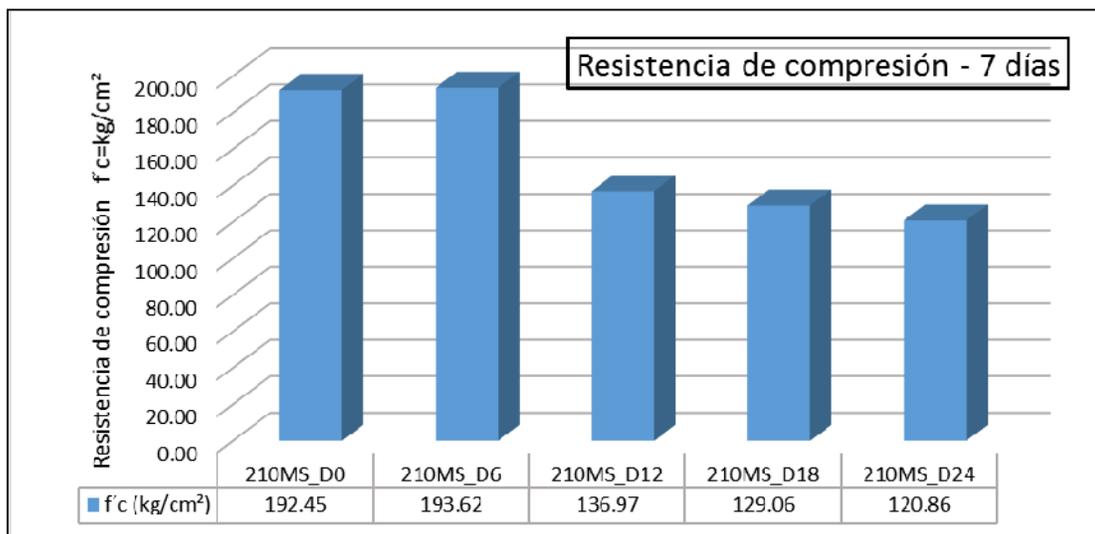


Figura 9. Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 7 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 7 días, la gráfica muestra que con 6% de adición se obtuvo una resistencia de compresión de 193.61 kg/cm², que es equivalente al 0.60% respecto a la muestra patrón, a medida que se aumenta la participación en porcentaje de diatomita, la resistencia de compresión disminuye.

Tabla 26. Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 14 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	14.981	14.990	14.964	14.978	36157	176.20	205.20	206.87
	M2	14.944	14.998	14.943	14.962	37046	175.81	210.71	
	M3	15.050	15.070	14.987	15.036	36344	177.56	204.69	
210MS D6	M1	15.026	15.044	15.008	15.026	38717	177.33	218.34	220.17
	M2	15.030	15.050	14.991	15.024	38343	177.27	216.29	
	M3	15.022	15.043	14.975	15.013	39989	177.03	225.89	
210MS D12	M1	15.022	15.040	15.039	15.034	32178	177.51	181.28	179.59
	M2	15.010	15.029	15.033	15.024	32489	177.28	183.26	
	M3	15.006	15.078	15.026	15.037	30939	177.58	174.23	
210MS D18	M1	15.026	15.025	14.978	15.010	26407	176.94	149.24	149.77
	M2	15.006	15.023	15.002	15.010	25692	176.96	145.19	
	M3	15.012	15.027	15.027	15.022	27450	177.23	154.88	
210MS D24	M1	15.029	15.024	14.967	15.007	22839	176.87	129.13	129.94
	M2	14.945	14.978	14.977	14.967	22437	175.93	127.53	
	M3	15.011	15.046	14.969	15.009	23556	176.92	133.15	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

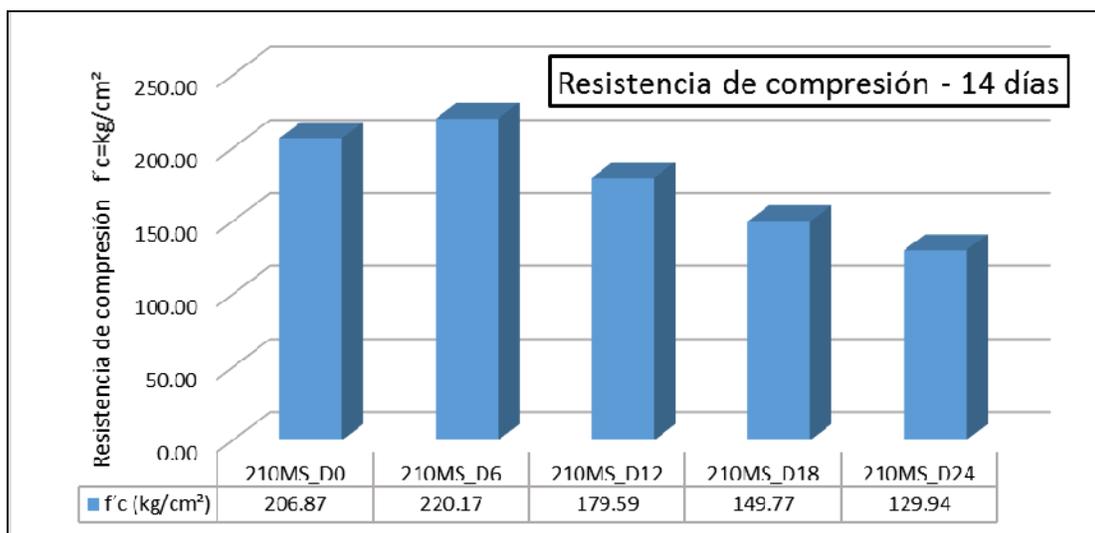


Figura 10. Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 14 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 14 días, la gráfica muestra que con 6% de adición se obtuvo una resistencia de compresión de 220.17 kg/cm², que es equivalente al 6.40% respecto a la muestra base, del mismo modo, a medida que se aumenta la participación en porcentaje de diatomita, la resistencia de compresión disminuye.

Tabla 27. Resistencia de compresión - Rotura de concreto de 28 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	14.935	14.996	14.934	14.955	45511	175.66	259.09	
	M2	15.003	15.025	15.024	15.017	45526	177.12	257.03	258.18
	M3	15.028	15.034	14.980	15.014	45752	177.05	258.42	
210MS D6	M1	14.969	15.011	14.962	14.981	48375	176.26	274.45	
	M2	15.001	15.025	14.981	15.002	48113	176.77	272.18	273.51
	M3	15.023	15.005	14.964	14.997	48386	176.65	273.91	
210MS D12	M1	15.005	15.025	14.998	15.009	42308	176.93	239.12	
	M2	15.027	15.043	15.018	15.029	41457	177.41	233.68	236.83
	M3	15.008	15.030	14.978	15.005	42036	176.84	237.71	
210MS D18	M1	14.976	15.028	14.973	14.992	30331	176.53	171.81	
	M2	15.015	15.042	15.036	15.031	31344	177.45	176.64	177.82
	M3	14.993	15.062	15.007	15.021	32786	177.20	185.02	
210MS D24	M1	15.028	15.027	14.949	15.001	24627	176.75	139.34	
	M2	15.008	15.012	14.988	15.003	25098	176.78	141.97	141.99
	M3	15.007	15.038	14.975	15.007	25586	176.87	144.66	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

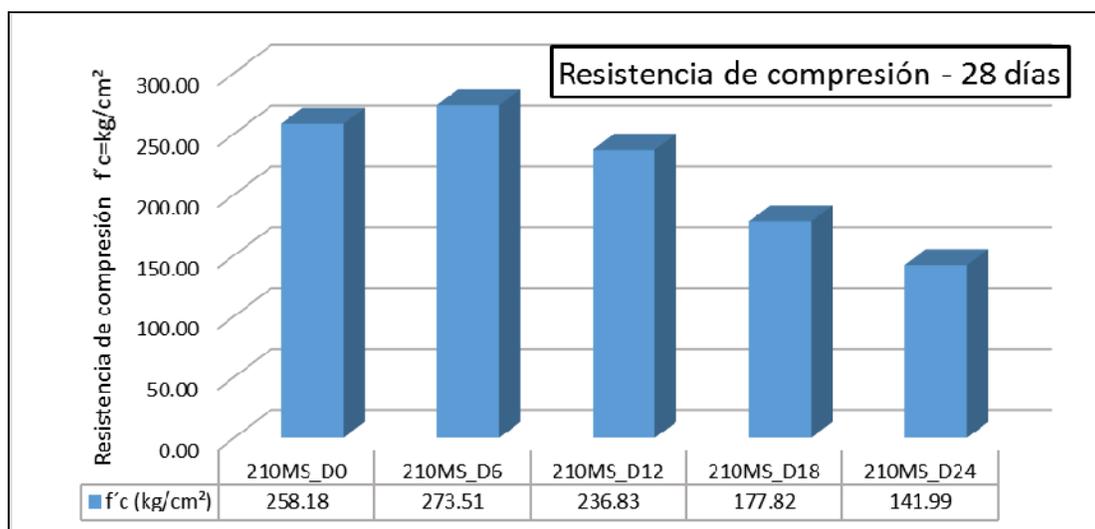


Figura 11. Resistencia de compresión – Rotura de concreto de 28 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 28 días, la gráfica muestra que con 6% de adición se obtuvo una resistencia de compresión de 273.52 kg/cm², que es equivalente al 5.94% respecto a la muestra patrón, del mismo modo, a medida que se aumenta la participación en porcentaje de diatomita, la resistencia de compresión disminuye.

Tabla 28. Resumen y comparación de resistencia de compresión

Edad	210MS_D0	210MS_D6	210MS_D12	210MS_D18	210MS_D24
7 días	192.45	193.61	137.88	129.06	120.85
14 días	206.87	220.17	179.58	149.77	129.93
28 días	258.18	273.52	236.85	177.82	141.99

Fuente: Elaboración propia para la tesis

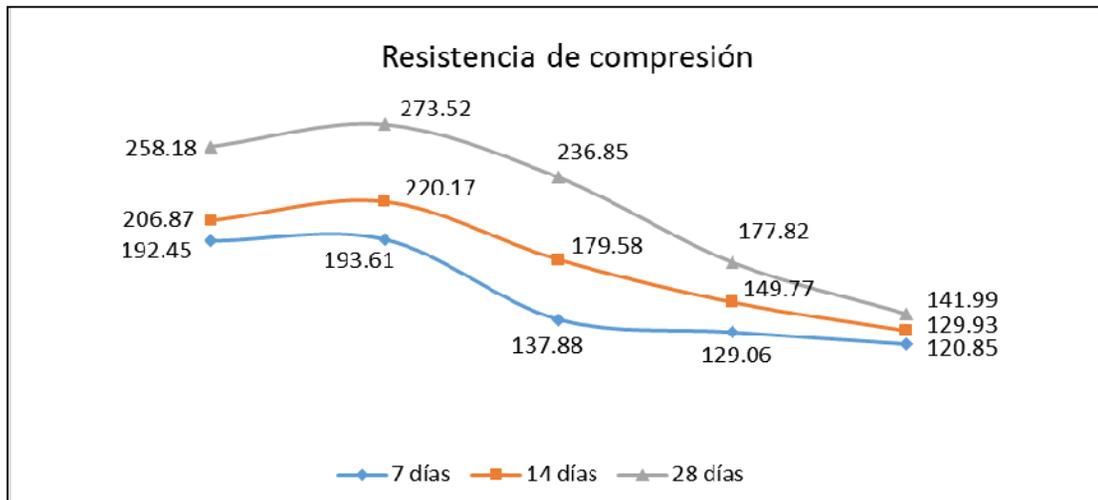


Figura 12. Resumen de resistencia de compresión, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

4.6. Resistencia de tracción

La norma ASTM C496-96: “Método de ensayo estándar para esfuerzo de tensión por partidura en especímenes cilíndricos de concreto”, en la cual se determina el procedimiento de ensayo, la cual radica en aplicar una carga a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que la falla ocurra, con una relación que está dentro de un rango establecido. La carga induce esfuerzos de tensión en el plano que lo contiene. En la Tabla 29, 30 y 31 se detallan los resultados alcanzados. Para la resistencia de tracción se calculó teniendo en consideración las dimensiones del espécimen de concreto y mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * D}$$

T: Resistencia de tracción (kgf/cm²)

L: Altura de la probeta

P: Esfuerzo de tracción (kgf)

D: Diámetro de la probeta

Tabla 29. Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 7 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Altura (cm)	T (kg/cm ²)	T Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	15.046	15.044	14.964	15.018	8134	30.520	11.30	11.80
	M2	15.050	15.060	15.025	15.045	7919	30.514	10.98	
	M3	15.044	15.039	15.036	15.040	9467	30.515	13.13	
210MS D6	M1	15.000	15.038	14.994	15.011	8330	30.610	11.54	11.89
	M2	15.080	15.015	14.949	15.015	8679	30.608	12.02	
	M3	14.997	15.036	14.972	15.002	8721	30.611	12.09	
210MS D12	M1	15.022	15.042	15.054	15.039	11731	30.469	16.30	15.41
	M2	15.010	14.973	15.033	15.005	10914	30.518	15.17	
	M3	15.006	14.992	15.006	15.001	10495	30.150	14.77	
210MS D18	M1	15.035	15.069	15.060	15.055	13460	30.611	18.59	19.27
	M2	14.976	15.011	14.966	14.984	14113	30.584	19.61	
	M3	15.047	15.050	14.991	15.029	14099	30.458	19.61	
210MS D24	M1	15.037	15.036	14.976	15.016	10538	30.484	14.66	14.59
	M2	15.080	15.047	14.994	15.040	10316	30.630	14.26	
	M3	15.077	15.044	14.952	15.024	10678	30.435	14.87	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

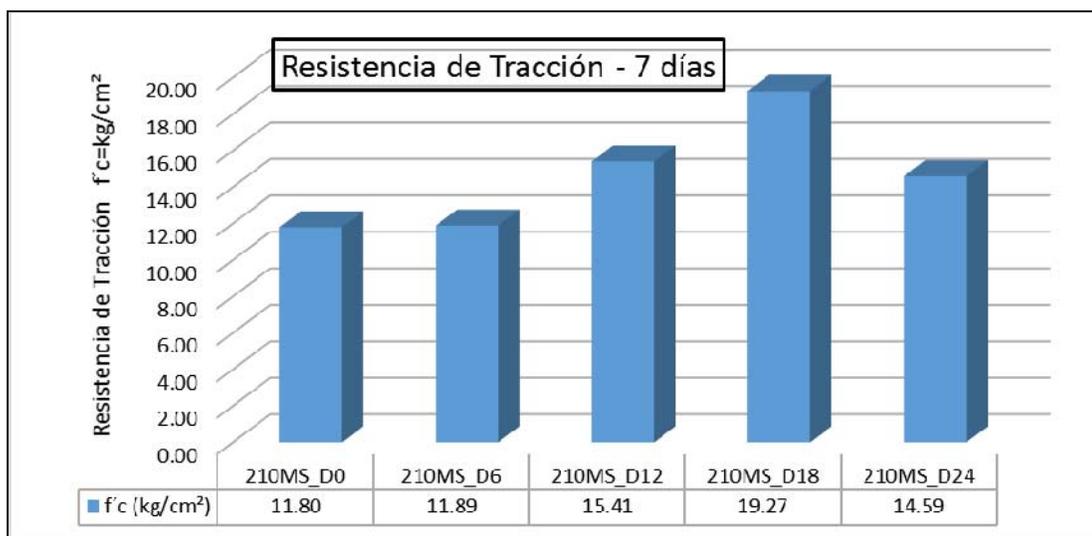


Figura 13. Resistencia de tracción – Rotura de concreto de 7 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 7 días, la gráfica muestra que se incrementa la resistencia de tracción, con 18% de adición se alcanzó una resistencia de Tracción máxima de 19.27 kgf/cm², equivalente a un 63.30 % con respecto a la muestra patrón.

Tabla 30. Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 14 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Altura (cm)	T (kg/cm ²)	T Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	15.049	15.050	14.984	15.028	11417	30.051	16.10	16.99
	M2	14.990	15.018	14.975	14.994	12804	30.511	17.82	
	M3	15.050	15.041	14.997	15.029	12332	30.650	17.04	
210MS D6	M1	15.020	15.051	14.981	15.017	12678	30.525	17.61	17.40
	M2	15.018	15.039	15.008	15.022	12074	30.521	16.77	
	M3	15.059	15.047	15.010	15.039	12847	30.503	17.83	
210MS D12	M1	15.030	15.066	15.006	15.034	12957	30.470	18.01	17.59
	M2	15.045	15.066	14.978	15.030	12282	30.567	17.02	
	M3	15.018	15.017	14.970	15.002	12709	30.402	17.74	
210MS D18	M1	15.005	15.058	14.998	15.020	13272	30.586	18.39	18.26
	M2	15.006	15.023	15.002	15.010	12999	30.519	18.07	
	M3	15.011	15.035	14.963	15.003	13217	30.595	18.33	
210MS D24	M1	14.981	14.997	14.949	14.976	10480	30.446	14.63	15.06
	M2	14.964	14.970	14.938	14.957	11461	30.533	15.98	
	M3	15.068	15.044	14.978	15.030	10496	30.528	14.56	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

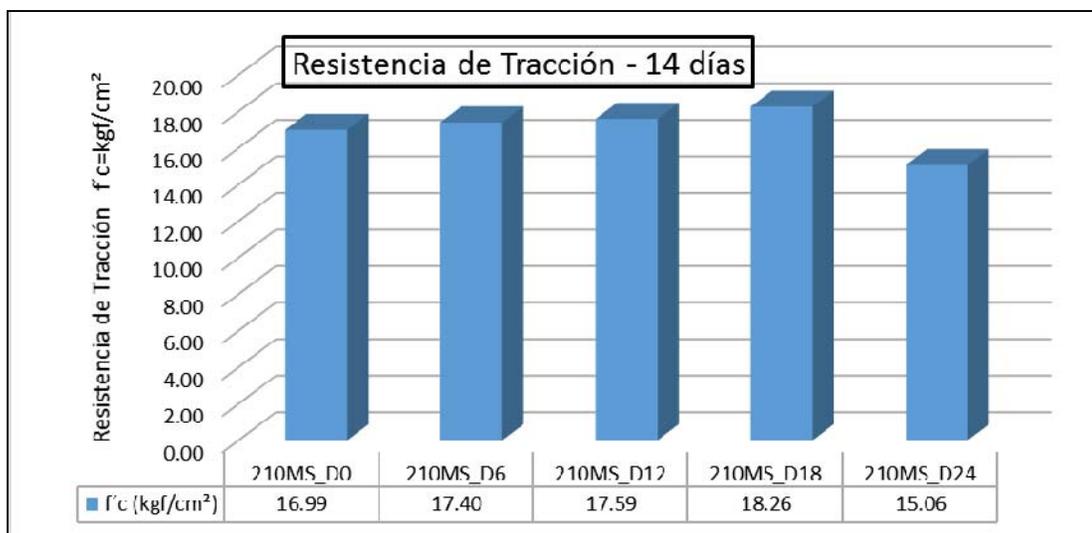


Figura 14. Resistencia de tracción – Rotura de concreto de 14 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 14 días, la gráfica muestra que se incrementa la resistencia de tracción, con 18% de adición se alcanzó una resistencia de Tracción máxima de 18.26 kgf/cm², equivalente a un 7.50 % con respecto a la muestra patrón.

Tabla 31. Resistencia de tracción - Rotura de concreto de 28 días

Diseño		∅ superior (cm)	∅ central (cm)	∅ inferior (cm)	∅ Promed (cm)	Carga (Kgf)	Altura (cm)	T (kg/cm ²)	T Promed (kg/cm ²)
210MS D0	M1	15.012	15.013	14.947	14.991	15148	30.560	21.05	
	M2	15.024	15.021	14.971	15.005	16763	30.526	23.30	21.92
	M3	14.998	15.054	14.986	15.013	15315	30.355	21.40	
210MS D6	M1	15.036	15.034	14.993	15.021	16499	30.498	22.93	
	M2	14.986	15.038	14.993	15.006	16821	30.504	23.40	23.33
	M3	15.035	15.040	15.002	15.026	17011	30.471	23.65	
210MS D12	M1	14.984	15.025	14.996	15.002	15116	30.430	21.08	
	M2	15.005	15.040	15.007	15.017	13806	30.532	19.17	20.44
	M3	15.003	15.012	15.006	15.007	15269	30.723	21.08	
210MS D18	M1	14.979	15.011	14.982	14.991	13975	30.596	19.40	
	M2	15.023	15.030	14.988	15.014	13302	30.512	18.49	19.14
	M3	14.999	15.057	15.020	15.025	14068	30.508	19.54	
210MS D24	M1	14.990	15.027	14.993	15.003	11872	30.596	16.47	
	M2	15.045	15.041	14.983	15.023	12886	30.626	17.83	17.01
	M3	15.017	15.039	15.006	15.021	12077	30.607	16.72	

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

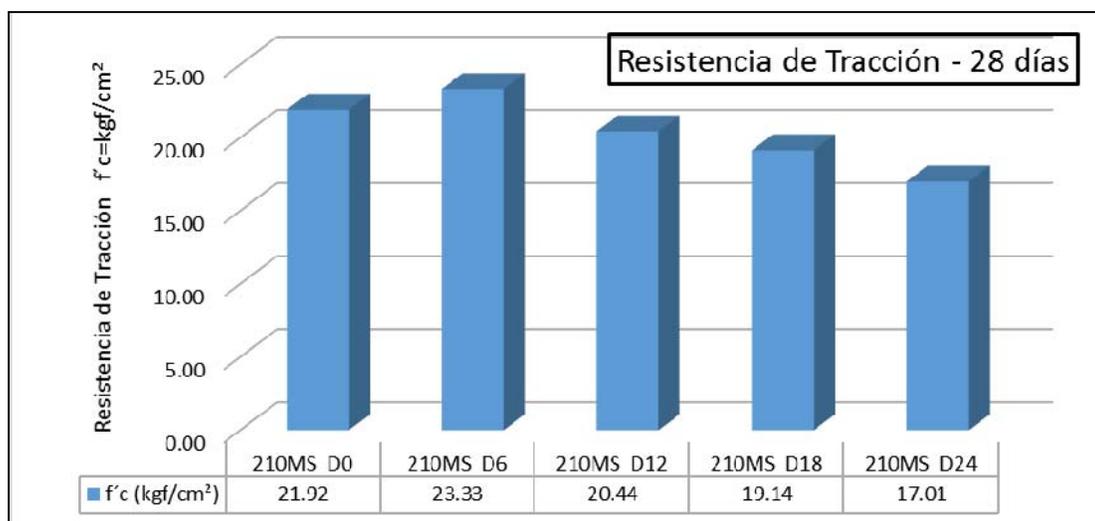


Figura 15. Resistencia de tracción – Rotura de concreto a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia de la tesis

Interpretación: A los 28 días, la gráfica muestra que a los 28 días se incrementa la resistencia de tracción, con 6% de adición se alcanzó una resistencia de Tracción máxima de 21.91 kgf/cm², equivalente a un 6.48% con respecto a la muestra patrón.

Tabla 32. Resumen y comparación de resistencia de tracción

Edad	210MS_D0	210MS_D6	210MS_D12	210MS_D18	210MS_D24
7 días	11.80	11.88	15.42	19.27	14.59
14 días	16.99	17.40	17.58	18.26	15.06
28 días	21.91	23.33	20.44	19.14	17.01

Fuente: Elaboración propia de la Tesis

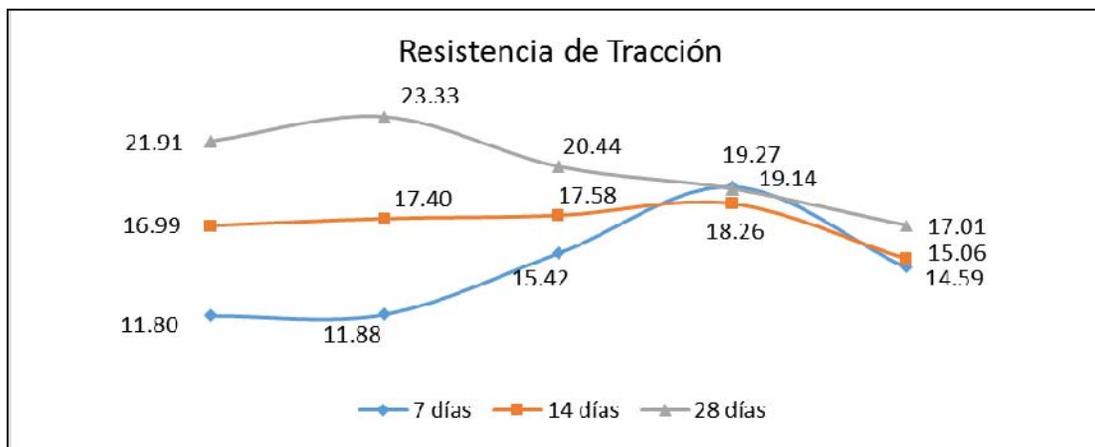


Figura 16. Resumen de resistencia de tracción, rotura de concreto a 7, 14 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

4.7. Resistencia de flexión

La norma NTP 339.078 con base en la norma ASTM C78: “Método de ensayo estándar para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, utilizando viga simple con carga en los tercios del claro”; se indica que el método de ensayo se usa para determinar la resistencia de flexión en especímenes de vigas; el ensayo reside en aplicar una fuerza en los tercios de la luz libre en la viga de concreto hasta que ocurra la falla; sus resultados se reportan y calculan como el módulo de rotura. Para el módulo de rotura se estimó teniendo en consideración la posición de la falla, en el interior del tercio medio o a una distancia no mayor del 5% de la luz libre; mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{P * L}{b * h^2}$$

R: Módulo de rotura (kgf/cm²)

L: Luz libre entre apoyos

P: Carga máxima aplicada (kgf)

b: Ancho promedio de la viga (cm)

h: Altura promedio de la viga (cm)

Tabla 33. Resistencia de flexión - Rotura de concreto de 14 días

Diseño	b (cm)	b promed (cm)	h (cm)	h promed (cm)	L (cm)	Carga (kgf)	R (kgf/cm ²)	R Promed (kg/cm ²)	
210MS D0		15.351		15.162					
	V1	15.340	15.388	15.127	15.137	45.00	1886	24.075	
		15.474		15.118					
	V2	15.329		15.298					
		15.533	15.517	15.190	15.219	45.00	1926	24.116	24.01
		15.690		15.168					
V3	15.442		15.466						
	15.479	15.455	15.473	15.468	45.00	1958	23.828		
	15.445		15.465						
210MS D6		15.201		15.369					
	V1	15.232	15.221	15.447	15.424	45.00	1494	18.567	
		15.230		15.455					
	V2	15.425		15.421					
		15.480	15.459	15.438	15.419	45.00	1296	15.868	17.28
		15.472		15.398					
V3	15.115		15.337						
	15.169	15.186	15.299	15.330	45.00	1380	17.401		
	15.274		15.353						
210MS D12		15.365		15.388					
	V1	15.318	15.350	15.416	15.395	45.00	1340	16.576	
		15.367		15.380					
	V2	15.428		15.404					
		15.450	15.450	15.454	15.424	45.00	1341	16.419	16.69
		15.472		15.413					
V3	15.336		15.476						
	15.248	15.281	15.400	15.428	45.00	1380	17.074		
	15.259		15.407						
210MS D18		15.259		15.355					
	V1	15.284	15.253	15.313	15.350	45.00	1424	17.830	
		15.215		15.382					
	V2	15.477		15.546					
		15.482	15.479	15.501	15.518	45.00	1471	17.759	18.03
		15.478		15.507					
V3	15.267		15.470						
	15.290	15.296	15.462	15.456	45.00	1502	18.499		
	15.330		15.435						

		15.234		15.434					
	V1	15.225	15.229	15.430	15.401	45.00	1291	16.083	
		15.227		15.340					
210MS D24		15.541		15.503					
	V2	15.533	15.547	15.442	15.452	45.00	1302	15.785	16.37
		15.566		15.410					
		15.142		15.418					
	V3	15.222	15.201	15.407	15.403	45.00	1383	17.255	
		15.240		15.385					

Fuente: Elaboración propia para la tesis

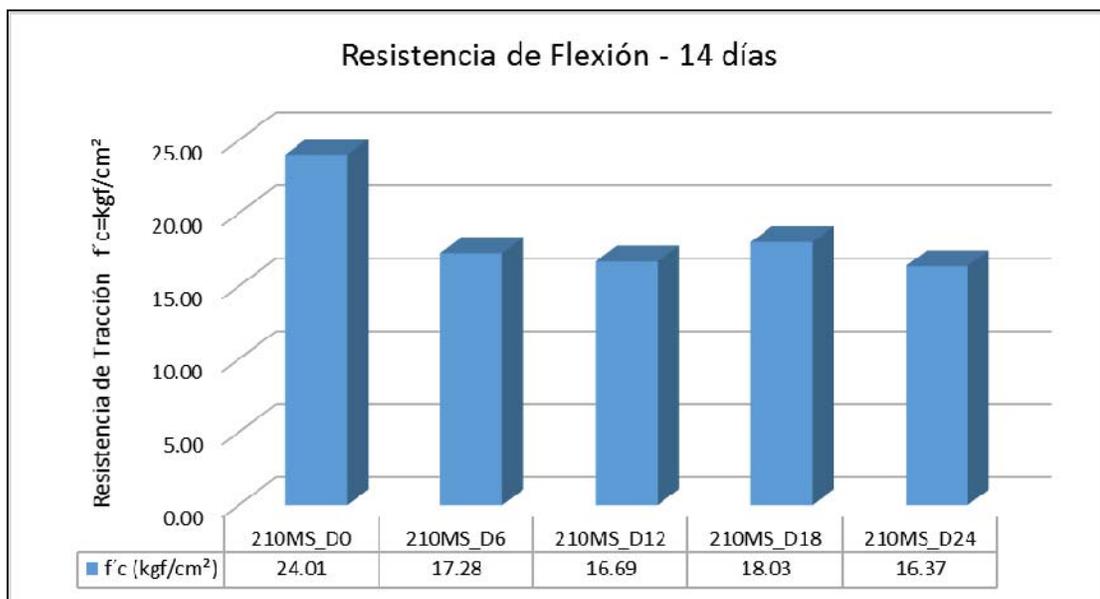


Figura 17. Resistencia de flexión – Rotura de concreto de 14 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 14 días, con 18% de adición de diatomita se alcanzó una resistencia de flexión máxima de 18.03 kgf/cm², sin embargo, no se supera la muestra patrón de 18.03 kgf/cm².

Tabla 34. Resistencia de flexión - Rotura de concreto de 28 días

Diseño	b (cm)	b promed (cm)	h (cm)	h promed (cm)	L (cm)	Carga (kgf)	R (kgf/cm ²)	R Promed (kg/cm ²)	
210MS D0		15.371		15.430					
	V1	15.361	15.369	15.582	15.510	45.00	2374	28.894	
		15.375		15.519					
	V2	15.157		15.652					
		15.140	15.156	15.648	15.618	45.00	2205	26.841	28.17
		15.171		15.553					
V3	15.085		15.366						
	15.050	15.067	15.333	15.375	45.00	2277	28.768		
	15.067		15.426						
210MS D6		15.194		15.495					
	V1	15.186	15.184	15.455	15.480	45.00	1853	22.918	
		15.171		15.490					
	V2	15.417		15.439					
		15.387	15.406	15.443	15.424	45.00	1970	24.187	24.07
		15.414		15.391					
V3	15.143		15.406						
	15.094	15.103	15.399	15.397	45.00	1998	25.112		
	15.073		15.385						
210MS D12		15.143		15.338					
	V1	15.165	15.162	15.326	15.350	45.00	1898	23.909	
		15.178		15.385					
	V2	15.493		15.462					
		15.518	15.514	15.437	15.451	45.00	1862	22.624	23.16
		15.532		15.453					
V3	15.408		15.521						
	15.314	15.355	15.432	15.454	45.00	1869	22.933		
	15.344		15.410						
210MS D18		15.271		15.493					
	V1	15.286	15.287	15.536	15.489	45.00	1901	23.324	
		15.305		15.439					
	V2	15.460		15.418					
		15.491	15.483	15.501	15.442	45.00	1815	22.122	22.73
		15.499		15.407					
V3	15.113		15.468						
	15.168	15.156	15.391	15.452	45.00	1828	22.733		
	15.186		15.496						

		15.268		15.441					
	V1	15.250	15.256	15.421	15.424	45.00	1311	16.254	
		15.251		15.410					
210MS D24		15.472		15.396					
	V2	15.516	15.505	15.424	15.406	45.00	1240	15.163	15.30
		15.526		15.398					
		15.246		15.398					
	V3	15.213	15.204	15.418	15.412	45.00	1163	14.492	
		15.153		15.420					

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

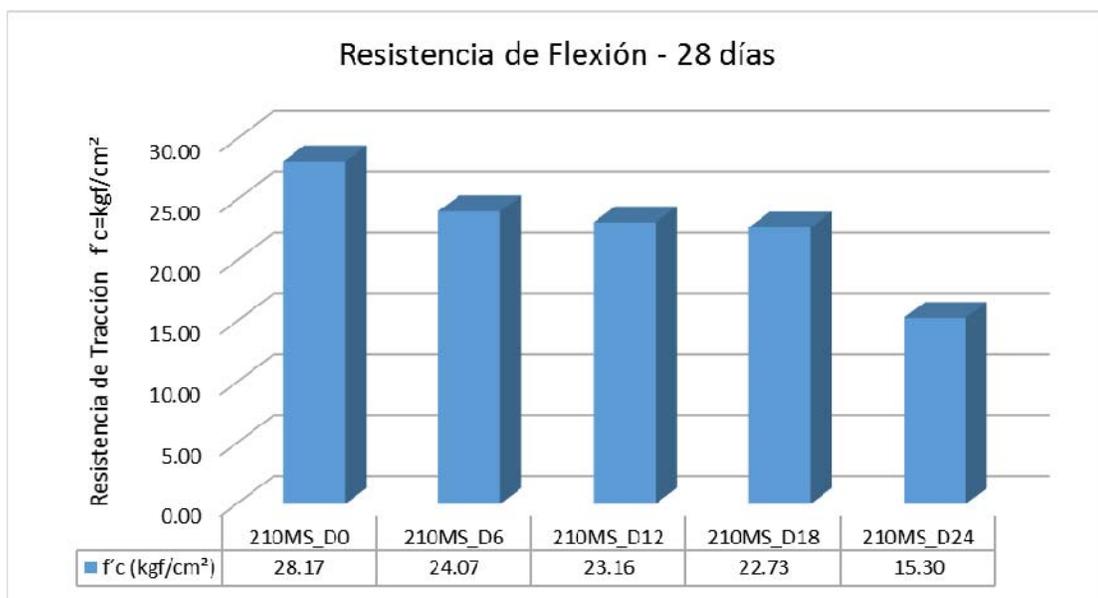


Figura 18. Resistencia de flexión – Rotura de concreto de 28 días.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.

Interpretación: A los 28 días, con 6% de adición de diatomita se alcanzó una resistencia de flexión máxima de 24.07 kgf/cm², sin embargo, no se supera la muestra patrón.

V. DISCUSIÓN

Se planteó como primer objetivo específico: determinar las propiedades químicas y físicas de la diatomita obtenida de la cantera Panchito I, ubicada en el Distrito de Catacaos, Provincia de Piura. Para la cual, Zakrevskaya et al. (2019) las principales propiedades son su peso específico bajo, así como su elevada porosidad y su elevado contenido en SiO_2 (óxido de sílice); asimismo, su condición natural de los materiales que acompañan a las diatomitas en estado natural son muy importante, la cual le permite usarse en diversas aplicaciones en la ingeniería, según la norma ASTM C 618 para ser un material puzolánico debe cumplir con el requisito químico donde la suma de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ debe ser mayor de 70%. Según el resultado del análisis químico de la diatomita, se tiene 63.75% de óxido de sílice (SiO_2); 7.64% de óxido de alúmina (Al_2O_3) y 8.73% de óxido de hierro (Fe_2O_3). Existe relación con el artículo científico de Rodríguez et al. (2021) cuyo contenido de óxido de sílice es de 54.82%. Asimismo, existe relación con los artículos científicos de Pokorny et al. (2019) cuyo contenido de óxido de sílice es de 74.50%; de Macedo et al. (2020) cuyo contenido de óxido de sílice es de 70.77%; de Li et al. (2020) cuyo contenido de óxido de sílice es de 85.63%; de Paiva et al. (2016) cuyo contenido de óxido de sílice es de 81.71%; así como de las Tesis de Vargas (2020) y de Rodrigo y Torres (2019) cuyos contenidos de óxido de sílice es de 85.78%; y de Velásquez (2019) cuyo contenido de óxido de sílice es de 88.15%. En este sentido, el contenido de óxido de sílice varía, se muestra a la diatomita como material puzolánico que puede encontrarse con un contenido variable de óxido de sílice de acuerdo a los materiales de la cantera donde se ubica. En la presente investigación, la diatomita en estudio se considera dentro de la clase N (puzolanas naturales crudas).

Para el segundo objetivo específico: determinar cómo influye la diatomita en la resistencia de compresión, tracción y flexión del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en sustitución del cemento en porcentaje del 6%, 12%, 18% y 24%. De la cual para Mustafa et al. (2020) la diatomita se emplea para varias aplicaciones en la Ingeniería, la cual tiene potencial para ser empleado con éxito en la preparación de concretos. De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos; para la resistencia de compresión, el porcentaje óptimo es el que contiene 6% de

diatomita, los resultados muestran que la resistencia de compresión a los 28 días es $C = 258.18 \text{ kg/cm}^2$ y con $D6\% = 273.52 \text{ kg/cm}^2$, equivalente a un 5.94 % con respecto a la muestra patrón. Concordamos con la investigación de Pokorny et al. (2019), de Velásquez (2019) y de Rodrigo y Torres (2019), las cuales concluyen que con 5% de diatomita se alcanza la máxima resistencia de compresión; tras la comparación efectuada con los autores se confirma el resultado obtenido con nuestra tesis. Para las investigaciones de Macedo et al. (2020), se obtienen mejoras con 5% y 10%; para Li et al. (2020) se obtienen mejoras desde el 10% hasta 30%; para Vargas (2020) se obtienen mejoras con 10% y 15%; existe concordancia referente a la mejora de la resistencia de compresión, sin embargo, se difiere en los porcentaje de mejora, para los cuales los porcentajes con diatomita superan a la muestra patrón; evidenciándose que los porcentajes de óxido de sílice (SiO_2) de la diatomita empleada es superior (70% a 85%). Sin embargo, no concordamos con la investigación de Rodriguez et al. (2021) en la cual concluye que con 15% de diatomita se logra una resistencia similar a la del concreto patrón con un porcentaje de óxido de sílice (SiO_2) de 54.82%; y con Paiva et al. (2016), en la cual los porcentajes de diatomita no superan a la muestra patrón. Para la resistencia de tracción, el porcentaje optimo es el que contiene 6% de diatomita, los resultados de nuestra tesis muestran que la resistencia de tracción a los 28 días es $C = 21.91 \text{ kg/cm}^2$ y con $D6\% = 23.33 \text{ kg/cm}^2$, equivalente a un 6.48% con respecto a la muestra patrón. En la cual concordamos con la investigación de Rodrigo y Torres (2019) la cual concluye que con 5% de diatomita se alcanza la máxima resistencia de tracción. Para la resistencia de Flexión, con los porcentajes de diatomita adicionado no se llega a superar el concreto patrón, los resultados muestran que la resistencia de flexión a los 28 días es $C = 28.32 \text{ kg/cm}^2$ y la máxima resistencia de flexión con $D6\% = 24.07 \text{ kg/cm}^2$. En la cual no concordamos con la investigación de Pokorny et al. (2019) la cual concluye que con 5% de diatomita se alcanza la máxima resistencia de flexión, superando la muestra patrón.

Para tercer objetivo específico: evaluar y analizar los resultados en los distintos ensayos del concreto fresco: asentamiento, peso unitario y temperatura, identificando el incremento o disminución de los ensayos en las muestras de

concreto a realizar. Para Mustafa et al. (2020) la diatomita se emplea para varios propósitos principalmente como agente de filtración debido a su alta porosidad, alta resistencia a los productos químicos y alta pureza. De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestra tesis; para el ensayo de asentamiento, con 24% de adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto patrón, se puede observar una disminución en el asentamiento del concreto patrón de $C = 3.5''$ llegando con $D24\% = 0''$. Asimismo, se concuerda con Rodriguez et al. (2021), con Velásquez (2019) y con Rodrigo y Torres (2019), en la cual sostienen en sus investigaciones que con la incorporación de diatomita se reduce significativamente el asentamiento del concreto, ya que la diatomita al ser un material poroso, presenta un efecto negativo para la trabajabilidad de la mezcla del concreto en estado fresco. Tras la comparación efectuada con los autores se confirma el resultado obtenido con nuestra tesis, la cual muestra una proporcionalidad inversa en la cantidad de los porcentajes de diatomita adicionada y consecuente reducción de la trabajabilidad. Para el peso unitario, se disminuye el peso del concreto con los porcentajes de diatomita adicionada, con 24% de adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto patrón, se puede observar una disminución del peso unitario del concreto patrón de $C = 2406.35 \text{ kg/m}^3$ a $D24\% = 2289.52 \text{ kg/m}^3$. Asimismo, se concuerda con las tesis de Vargas (2020), de Velásquez (2019), y con Rodrigo y Torres (2019), en la cual sostienen en sus investigaciones que con la incorporación de diatomita se reduce el peso unitario del concreto, debido al menor peso específico de la diatomita. Para la temperatura, con adición de diatomita en diferentes porcentajes se aumenta la temperatura del concreto, para lo cual se obtuvo que con 12% de diatomita alcanza su mayor temperatura de concreto de $C = 25.8 \text{ }^\circ\text{C}$ a $D12\% = 27.3 \text{ }^\circ\text{C}$, manteniendo un promedio de 2.6 de gradiente térmico. Asimismo, es concordante con las tesis de Rodrigo y Torres (2019), en la cual sostienen en su investigación que con la incorporación de diatomita no se tendría dificultad con la fisuración térmica.

VI. CONCLUSIONES

1.- Se muestran resultados de la caracterización de la diatomita de diferentes yacimientos, depósitos o canteras, la cual se indica un alto predominio de sílice, en porcentajes variables, debido a la variación mineralógica propia de cada yacimiento, dependiendo de la presencia de otros minerales o elementos contaminantes que está en relación a la calidad de la diatomita, lo cual influyen en la microestructura y propiedades para el concreto. Mediante ensayos de laboratorio, se ha identificado las características físicas y la composición química de la diatomita del Yacimiento de Panchito I, situada en el Distrito de Catacaos, Provincia de Piura; mostrando que la diatomita en su forma natural posee un contenido en óxido de sílice (SiO_2) de 63.75%, óxido de hierro (Fe_2O_3) de 8.73%, óxido de aluminio (Al_2O_3) de 7.64% considerando a la diatomita en estudio dentro de la clase N (puzolanas naturales crudas).

2.- Concluimos que el uso de la diatomita influye en las propiedades mecánicas del concreto, mostrados en los resultados de laboratorio, de donde se comprueba que la diatomita es un material puzolánico alternativo aprovechable para la producción de concreto, dado que mejora la resistencia de compresión y de resistencia de tracción ensayadas experimentalmente. La incorporación de diatomita influyó en la resistencia de compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días con la adición del 6% de diatomita, se obtuvo 273.52 kg/cm^2 , equivalente a un 5.94 % con respecto a la muestra patrón, a medida que se aumenta el porcentaje de diatomita, la resistencia a la compresión disminuye. Para la resistencia a la Tracción, a los 28 días con la adición del 6% de diatomita, se obtuvo 21.91 kg/cm^2 , equivalente a un 6.48 % con respecto a la muestra patrón, a medida que se aumenta el porcentaje de diatomita, la resistencia a la tracción disminuye. Para la resistencia a la Flexión, a los 28 días con la adición del 6% de diatomita, se obtuvo 24.07 kg/cm^2 , sin embargo, el resultado alcanzado es inferior y no se supera la muestra patrón.

3.- Concluimos que el uso de la diatomita influye en las propiedades del concreto en estado fresco. Para el asentamiento, con 24% de adición de diatomita presentan un asentamiento mayor que el concreto patrón, de $C = 3.5''$

disminuyendo con $D_{24\%} = 0''$, con la incorporación de diatomita se reduce significativamente el asentamiento del concreto, debido a una gran capacidad de absorción de agua de la diatomita, debido a la porosidad que presenta este material, provocando, mayor retención de agua, lo que significa un efecto negativo para la trabajabilidad. Para el peso unitario, con 24% de adición de diatomita presentan un peso unitario menor que el concreto patrón, de $C = 2406.35 \text{ kg/m}^3$ a $D_{24\%} = 2289.52 \text{ kg/m}^3$, con la incorporación de diatomita se reduce el peso unitario del concreto, debido al menor peso específico de la diatomita con respecto al del cemento, los pesos unitarios alcanzados se encuentran dentro del rango entre 2200 kg/m^3 y 2400 kg/m^3 para concretos convencionales. Para la temperatura, con 12% de diatomita alcanza su mayor temperatura de concreto de $C = 25.8 \text{ }^\circ\text{C}$ a $D_{12\%} = 27.3 \text{ }^\circ\text{C}$, manteniendo un promedio de 2.6 de gradiente térmico, la variación de temperatura ambiente con respecto a la temperatura del concreto es mínima, manteniéndose dentro de los rangos permisibles por lo que no se tendría dificultad con la fisuración térmica.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la investigación, investigando el óptimo contenido de diatomita y en base al contenido del porcentaje de óxido de sílice (SiO_2) corroborando los ensayos experimentales realizados en los artículos científicos, la cual evidencia que debido al contenido de sílice en la diatomita se incrementan y mejoran las propiedades del concreto.
2. Recomendamos que la diatomita siga un proceso de purificación mediante procesos de calcinación y trituración obteniendo una mejor concentración y activación del óxido de sílice, de las cuales, en los artículos científicos analizados, se indica una diatomita más reactiva y los resultados obtenidos con diatomita calcinada son mayor en porcentajes al de la diatomita en estado natural, sin embargo, en ambas se mejora el comportamiento mecánico del concreto.
3. Recomendamos que de los conocimientos sobre el uso de materiales alternativos que se vienen dando a nivel mundial, es necesario realizar los ensayos necesarios que nos ayude a generar conocimientos y experiencia. Dado que la diatomita, son rocas sedimentarias silíceas, y el uso del material debe de hacerse más difundido para que dicho material puzolánico alternativo y de bajo costo se explote de manera comercial en beneficio del sector de la construcción, fomentando el uso de sustituciones alternas para el cemento.
4. Se sugiere fomentar el desarrollo de la industria extractiva de las diatomitas a escala industrial, para abastecer las necesidades presentes del sector construcción, analizando los yacimientos aún sin explotar, para afrontar la demanda creciente del uso de materiales alternativos en el mercado de la construcción.

REFERENCIAS

1. ARRIAZA, Manuel. Guía práctica de análisis de datos. [Córdoba], Instituto de Investigación y formación Agraria y pesquera, 2006. 200pp. ISBN 8461116615.
2. CARRANZA, Ricardo. Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica. Tesis (Tesis de Master). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2017. 118 pp. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/83725>
3. CONTRIBUCIÓN al estudio de las diatomitas del Perú por Verdeja Luis [et al]. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 31(5), p. 427-433 [en línea]. 1992. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/31461>
4. DÍAZ, Alejandra y RAMÍREZ, José. Compendio de Rocas y Minerales Industriales en el Perú (Boletín N° 19 Serie B). Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, INGEMMET, 2009. 140 pp. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/224>
5. EFECTO de las puzolanas con diferentes efectos físicos y características químicas de las propiedades del hormigón por Paiva H [et al]. *Materiales de construcción* [en línea]. 12 de abril de 2016, n.º 66. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1927228176/8E2B6C62740D46AEPQ/4?accountid=37408>
ISSN: 0465-2746
6. EFECTOS de la mezcla de cenizas volantes / diatomita con tamaños de partículas variables sobre las propiedades mecánicas y la porosidad del hormigón por Liu Jun [et al]. *Revista de la Universidad de Tecnología de Wuhan* [en línea]. Octubre 2017, n.º 32. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/1947780773/B862045B912C47C8PQ/9?accountid=37408>
ISSN: 1000-2413

7. EFECTOS del uso de diatomita desperdiciada y materiales de cambio de fase como reemplazo parcial del cemento en las propiedades mecánicas del concreto por Yeng Fong Shih [et al]. *Material de ingeniería clave* [en línea]. 9 de junio de 2020, n.º 847. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].
Disponible en <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effects-usage-wasted-diatomite-phase-change/docview/2412368337/se-2?accountid=37408>
ISSN: 1013-9826
8. ESTUDIOS del efecto de la diatomita sobre las propiedades físicas – mecánicas del hormigón por Macedo R [et al]. *Cerámica* [en línea]. Enero-marzo 2020, n.º 66. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en:
<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=a09e35f0-c6f7-432f-ba18-6ca7885849be%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2I0ZT1IZHMtbGl2ZQ%3d%3d#db=aft&AN=140495717>
ISSN: 0366-6913
9. FERNANDEZ, Denis y RAMOS, Hector. Influencia de la microsilice sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019. 151 pp.
Disponible en <http://hdl.handle.net/11537/23702>
10. FONDO EDITORIAL UCV [en línea] Manual de Referencias estilo ISO 690 y 690-2. Lima: UCV 2017 [fecha de consulta: 10 de octubre del 2020].
Disponible en:
https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf
11. GALLEGOS, Allison y QUISPE, Gladis. Estudio del comportamiento a la resistencia al ataque de sulfatos, resistencia a la compresión de un concreto elaborado con aglomerante y aditivo de material sedimentario. Tesis (Título Profesional de Ingenieras Químicas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, 2019. 118 pp. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11811/IQgamead%26quichg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

12. HARMSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 3.^a ed. Lima, Alfaomega U.C. del Perú, 2019. 966pp.
ISBN 9789587785234.
13. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6ta. ed. Mexico, 2014. Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
ISBN: 9781456223960
14. HORMIGÓN ligero con agregado expandido de rocas silíceas por Zakrevskaya I [et al]. *Ciencia e ingeniería de materiales* [en línea]. 27 de septiembre de 2019, n.º 660. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078238430&doi=10.1088%2f1757-899X%2f660%2f1%2f012035&partnerID=40&md5=d242a4afc537480fa6a4328d03859932>
ISSN: 1757-8981
15. HORMIGÓN verde que contiene tierra de diatomeas y piedra caliza, trabajabilidad, propiedades mecánicas y evaluación del ciclo de vida por Jiaqi Li [et al]. *Revista de producción más limpia* [en línea]. Junio de 2019, n.º 223. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en
<http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=3b9d5bb3-7f21-4524-93b8-8a2606ea7bc0%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=148998826>
ISSN: 0959-6526.
16. INFLUENCIA de la adición de diatomita en las propiedades de las pastas geopoliméricas: volumen de filtrado, tiempo de espesamiento y resistencia a la compresión / Influencia de la adición de diatomita en las propiedades de las pastas geopoliméricas: volumen de control de pérdida de fluido, tiempo de espesamiento y resistencia a la compresión por EA Santos [et al]. *Cerámica* [en línea]. Setiembre 2015, n.º 61. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=7b28cb39-85ac-4978-95bc-9d09beadd993%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#db=edssci&AN=edssci.S0366.69132015000300309>

ISSN: 1678-4553

17. INFLUENCE of calcined diatomite content and elevated temperatures on the properties of high strength mortars produced with basalt sand por Sarıdemir Mustafa [et al]. *Revista de la FIB* [en línea]. Enero de 2021, n.º 22. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=5a6fff68-54ba-49c7-8358-77d6dfc2408d%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGI2ZQ%3d%3d#db=edsbl&AN=vdc.100117926478.0x000001>

ISSN: 1464-4177

18. JUN, Liu y YANPENG, Li. Efectos de la purificación de la escorrentía del concreto permeable modificado por polvo de diatomita y zeolita. *Avances en ciencias e ingeniería de materiales* [en línea]. 25 de agosto de 2020. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091971071&doi=10.1155%2f2020%2f1081346&partnerID=40&md5=fda02f9a8464cc2d4baa436c0f92f5f7>

ISSN: 1687-8434

19. LEANDRO, José. Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, 2010. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/168>.

20. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). RNE 2006. Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda. Perú, 2006. 439pp.

21. MICROESTRUCTURA propiedades físicas y mecánicas del compuesto de caolín-diatomita reforzado con CaCO₃ por Roa Bohórquez Karol Lizeth [et al]. *Dyna* [en línea]. Junio 2019, n.º 86. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=c6ba6807-bd0d-431f-8295->

[f19a66ccc526%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=edsdoj.68dc146d4f2b4461a275da4b47dc254c&db=edsdoj](https://www.repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49101)

ISSN: 0012-7353

22. MOSCOSO, Stefanny. Propiedades mecánicas del concreto expuesto al fuego con la adición de diatomita, Lima 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 122 pp.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49101>

23. MOSQUERA, Angie y LEÓN, Leidy. Comparación del comportamiento físico-mecánico de las arcillas bentoníticas provenientes de Bugalagrande, Valle del Cauca, Colombia con adición de diatomeas de la ciudad de México, México. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). BOGOTÁ: Universidad Católica de Colombia, 2018. 147 pp.

Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22872>

24. MUTTAQIN, Hasan y TAUFIQ, Saidi. El efecto de la sustitución parcial del cemento por tierra de diatomeas (DE) sobre la resistencia a la compresión y absorción del mortero. *Revista de la Universidad King Saud* [en línea]. 10 de octubre 2020. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85094892948&doi=10.1016%2fj.jksues.2020.10.003&partnerID=40&md5=bad32d3f977a6552913606b2319c9cc0>

ISSN: 1018-3639.

25. POKORNY, Jaroslav, ZALESKA, Martina, PAVLIKOVA, Milena y PAVLIK Zbysek. Properties of Fine-Grained Concrete with Admixture of Diatomite Powder [en línea]. 10 de mayo 2021. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2561231706?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>

26. PROPERTIES of sustainable cement mortars containing high volumen of raw diatomite por Zahra Ahmadi [et al]. *Sustainable Materials and Technologies* [en línea]. Julio de 2018, n.º 16. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en:

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=be2ebbd9-b36f-47fb-aa63-7e7d000b6010%40sessionmgr4007&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=45554406&db=eoah>

ISSN: 2214-9937

27. PROPIEDADES del hormigón prefabricado que utiliza diatomeas recicladas filtradas por la industria alimentaria por Rodriguez Carlos [et al]. *Sustentabilidad* [en línea]. 12 de marzo de 2021, n.º 13. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/2501880374/8E2B6C62740D46AEPQ/1?accountid=37408>

ISSN: 2071-1050

28. QUISPE, Emanuel. Evaluación del desempeño de concreto estructural ligero utilizando puzolana natural como agregado fino de la cantera Raqchi, Cuzco – 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, 2019. 297 pp.

Disponible en <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3593>

29. RESISTENCIA a la tracción por flexión y división del hormigón de alta resistencia con micropartículas de diatomita como aditivo mineral por Muttaqin Hasan [et al]. *Foro de efectos y difusión* [en línea]. Jul 2020, n.º 402. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/flexural-splitting-tensile-strength-high-concrete/docview/2426592122/se-2?accountid=37408>

ISSN: 1012-0386

30. RIVVA, Enrique. Naturaleza y materiales del concreto. 3.ª ed. Lima, Instituto de la Construcción y Gerencia, 2010. 402pp.

ISBN 9972421848.

31. ROJAS, Pablo. Evaluación de patologías en paredes de mampostería antes y después de adicionar diatomita al mortero, Villa María del Triunfo 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 85 pp.

Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53449>

32. RODRIGO, Erick y TORRES, Luis. Estudio experimental del empleo de la diatomita proveniente de Ayacucho como aditivo natural para concretos de resistencias $f_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ y 280 kgf/cm^2 en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica Santa María, 2019. 285 pp. Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_ed795f65faafca514f7f944528a12f49
33. SOLIS, Stephany. Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con aditivos de nanopartículas de sílice y hierro ZVI a partir de precursores. Tesis (Título Profesional de Ingeniera de Materiales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, 2019. 245 pp.
Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10843>
34. SANCHEZ, Elvis y TAKAHASHI, Victor. Influencia de la adición de tierra de diatomeas en el potencial de corrosión del acero ASTM A615 dentro del concreto reforzado elaborado con cemento Portland tipo I y cemento tipo ICO en el distrito de Máncora – Piura. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2018. 131 pp.
Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4183>
35. URDAY, Aldo. Uso de la diatomita para la elaboración de bloquetas artesanales de concreto en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2015. 259 pp.
Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_ff9254d7428329ac090f66d5dd409cf1
36. VARGAS, Christiam. Mejoramiento de las propiedades del concreto, mediante el uso de diatomita como sustituto parcial de cemento, Lima, 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2020. 110 pp.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/25107>
37. VELASQUEZ, José. Producción de concreto con sustitución porcentual de diatomita por cemento portland tipo I en Nuevo Chimbote. Tesis (Título

Profesional de Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2019. 128 pp.

Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3603>

38. VASQUEZ, Elsa y NEIRA, Leydi. Uso de diatomita en el concreto $f'c = 210$ Kg/cm² expuesto a sulfato para potenciar su resistencia mecánica, Moyobamba, 2019. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Moyobamba: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 123 pp.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47967>

39. ZAPATA, Cinthya. Uso de la diatomita en la obtención de materiales refractarios como aislantes térmicos en los procesos industriales. Tesis (Título Profesional de Ingeniera Química). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019. 91 pp.

Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1998>

40. ZAHALKOVA, Jana y ROYNANIKOVA, Payla. Estudio del efecto de la diatomita como reemplazo parcial del cemento en pastas de cemento. *Foro de ciencia de materiales* [en línea]. 11 de agosto de 2016, n.º 865. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en:

<https://www.proquest.com/docview/1810980827/B862045B912C47C8PQ/55?accountid=37408>

ISSN: 0255-5476

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables

Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando diatomita, Piura 2021					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Diatomita	Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas de grano fino, que se originan a partir de la acumulación de frústulas de diatomeas (prolíficas y microscópicas algas acuáticas unicelulares contenidas dentro de una pared celular silícea, denominada frústulas (Díaz y Ramírez, 2009)	Análisis de ensayos sustituyendo en porcentaje del cemento por diatomita, en las mezclas de concreto para las probetas, midiéndose la resistencia mecánica del concreto.	Composición química	<ul style="list-style-type: none"> • % de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO 	Razón
			Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Porosidad • Peso específico • Densidad 	Razón
			Dosificación diatomita	<ul style="list-style-type: none"> • 6%, 12%, 18% y 24% de diatomita como sustituto del cemento 	Razón
DEPENDIENTE Propiedad mecánica del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Según Harsmen T. es el estudio que permitan determinar la resistencia mecánica del concreto, que es la capacidad de soporte que tiene el concreto cuando es sometido a los esfuerzos por comprensión, tracción y flexión mediante ensayos de las NTP. <i>Diseño de Estructuras de Concreto Armado</i> . Lima, PUCP, 2002, ISBN 9972-42-184-8.	Elaboración de probetas cilíndricas y vigas en tres grupos. con un contenido de 100% cemento y de cemento + diatomita que son evaluadas mediante pruebas de resistencia de comprensión, de resistencia de tracción y de resistencia de flexión.	Características de los agregados	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría • Humedad • Peso específico • Peso unitario 	Razón
			Propiedad del concreto fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Asentamiento (SLUMP) • Peso Unitario • Temperatura 	Razón
			Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura de probetas de concreto a los 7, 14, 28 días, curados en H_2O .	Razón
			Resistencia a la tracción	Ensayo de rotura de probetas de concreto a los 7, 14, 28 días, curados en H_2O .	Razón
			Resistencia a la flexión	Ensayo de rotura de probetas de concreto a los 14, 28 días, curados en H_2O .	Razón

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando diatomita, Piura 2021							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:	VARIABLE INDEPENDIENTE: (X) DIATOMITA	Composición química	% de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO	Análisis Químico Norma técnica ASTM C-618	
¿Cómo influye la diatomita en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Piura 2021?	Determinar cómo influye la diatomita en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Piura 2021	¿La diatomita influye en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, Piura 2021?		Propiedades físicas	Porosidad	Análisis Físico	
					Peso Especifico	Análisis Físico	
					Densidad	Análisis Físico	
			Dosificación de diatomita	6%, 12%, 18% y 24% de diatomita como sustituto del cemento	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211		
PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:	VARIABLE DEPENDIENTE: (Y) PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	Características de los agregados	Granulometría	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211	
¿Cómo influyen la composición química y físicas de la diatomita en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?	Identificar la composición química y propiedades físicas de la diatomita de la cantera Panchito I.	¿La composición química y propiedades físicas de la diatomita influyen en las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?			Humedad	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211	
						Peso específico	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211
						Peso Unitario	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211
¿Cómo influyen los porcentajes de sustitución de diatomita en las propiedades del concreto en estado fresco del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?	Analizar la influencia del % de sustitución de la diatomita en las propiedades del concreto en estado fresco del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$	¿Los porcentajes de sustitución de diatomita influyen en las propiedades del concreto en estado fresco del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?		Concreto en estado fresco	Asentamiento (SLUMP)	Diseño de mezcla del concreto método ACI 211	
					Peso Unitario	NTP 339.046 ASTM C-618	
					Temperatura	NTP 339.035 ASTM C143	
¿Cómo influye la diatomita en la resistencia a la compresión, Tracción y Flexión del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?	Determinar cómo influye la diatomita en la resistencia a la compresión, Tracción y Flexión del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$	¿La diatomita influye en la resistencia a la compresión, Tracción y Flexión del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$?		Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura de probetas de concreto a los 7, 14, 28 días, curados en H_2O .	Ensayo Resistencia a la compresión. NTP 339.034 ASTM C39	
						Resistencia a la tracción	Ensayo Resistencia a la Tracción. NTP 339.034 ASTM C39
							Resistencia a la flexión

Anexo N° 3: Validación de instrumentos de investigación

ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : TIRADO RUIZ MARIO LUCIO
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE BUENOS AIRES
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Análisis Químico (ASTM C-618), Análisis Físico, Método ACI 211 (Diseño de mezcla), NTP 339.046 (ASTM C-618), Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034 (ASTM C39)
 Autor (s) del instrumento (s) : LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER, TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

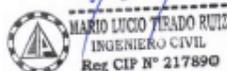
CRITERIOS	INDICADORES	PUNTAJE				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: diatomita (independiente) y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (dependiente) , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Diatomita y Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables Diatomita y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El Proyecto de Investigación es procedente.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Piura, 12 de julio de 2021



 MARIO LUCIO TIRADO RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 217890

ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : HUAMAN LABAN LEYDER SMITH
 Institución donde labora : CONSULTOR INDEPENDIENTE
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Análisis Químico (ASTM C-618), Análisis Físico, Método ACI 211 (Diseño de mezcla), NTP 339.046 (ASTM C-618), Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034 (ASTM C39)
 Autor (s) del instrumento (s) : LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER, TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: diatomita (independiente) y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² (dependiente) , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Diatomita y Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables Diatomita y resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El Proyecto de Investigación es procedente.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Piura, 12 de julio de 2021


 Leyder Smith Huaman Laban
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 114197

ANEXO 03: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : RIVAS CORONADO HENRY OMAR
 Institución donde labora : CONSULTOR INDEPENDIENTE
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : Análisis Químico (ASTM C-618), Análisis Físico, Método ACI 211 (Diseño de mezcla), NTP 339.046 (ASTM C-618), Ensayo Resistencia a la compresión NTP 339.034 (ASTM C39)
 Autor (s) del instrumento (s) : LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER, TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES					
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: diatomita (independiente) y resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm² (dependiente) , en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a las variables: Diatomita y Resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm²					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables Diatomita y resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm²					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El Proyecto de Investigación es procedente.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Piura, 12 de julio de 2021


 Henry Omar Rivas Coronado
 ING. CIVIL
 CIP. 86827

Anexo N° 4: Análisis químico y físico de diatomita



INFORME DE ENSAYO Nº 210008238/2021

Razón social: LACHRA SANDOVAL FRANCISCO JAVIER RUC: 10407760366
 Domicilio legal: PIURA CMA: CMA4931/2021

Producto declarado: DIATOMITA
 Número de Muestras: 01
 Presentación: Envase sellado / Una (01) unidad de 2.10kg aprox.
 Procedencia: No Aplica
 Condición de la muestra: Temperatura Ambiente
 Muestreado por: El cliente
 Procedimiento de muestreo: No Aplica
 Plan de muestreo: No Aplica
 Fecha y hora de muestreo: No Aplica
 Coordenadas: No Aplica
 Punto de muestreo: No Aplica
 Fecha de recepción de la muestra: 19/10/2021
 Código de Laboratorio: 210009236
 Fecha de inicio de análisis: 20/10/2021
 Fecha de término de análisis: 26/10/2021
 Fecha de emisión: 02/11/2021

Página 1 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Dióxido de silicio (SiO2)	0,01	%	63,75
Óxido de hierro (Fe2O3)	0,01	%	8,73
Óxido de aluminio (Al2O3)	0,01	%	7,64
Óxido de Calcio (CaO)	0,01	%	1,97
Óxido de Magnesio (MgO)	0,01	%	1,50
Óxido de sodio (Na2O)	0,01	%	1,54
Peso específico	---	g/cm3	0,594

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO MENCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"
 No se debe replicar el contenido de este informe técnico en su totalidad, en la totalidad o partes de PACIFIC CONTROL, CMA SI A CADA RESULTADO OBTENIDO en el presente documento solo para fines relacionados con la muestra analizada. Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una herramienta de conformidad con normas de productos o como evidencia de ausencia de riesgos de la muestra que lo produce.
 PE-20-08-011-002-2020-05-10

Our general terms and conditions are available in full www.pacificcontrol.com or at your request. Office, Resident Inspectors, Job Vendors, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
 Laboratorios y certificaciones
 Phone central: (+511) 660 2323
 Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Linares Mz D Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JECYPCYP



INFORME DE ENSAYO Nº 210008238/2021

Página 2 de 3

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Densidad Aparente.	---	g/cm3	0,594
Porosidad	---	---	Ats
Dureza (Escala de Mohs)	---	Escala de Mohs	5,5
Humedad	0,01	%	9,23
Materia seca	0,01	%	90,77
pH	0,01	Unidad de pH	6,01

LCM: Límite de cuantificación del método, "-"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Dióxido de silicio (SiO2)	EPA Method 200.7, Revisión 4.4, May 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Óxido de hierro (Fe2O3)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Óxido de aluminio (Al2O3)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Óxido de Calcio (CaO)	EPA Method 200.7, Revisión 4.4, May 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Óxido de Magnesio (MgO)	EPA Method 200.7, Revisión 4.4, May 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Óxido de sodio (Na2O)	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Peso específico	PC-CMA-078 Determinación de Peso específico de rocas, lodos y suelos.
Densidad Aparente.	Método de Parafine
Porosidad	PC-CMA-077 Determinación de la porosidad de rocas, lodos y suelos.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO MENCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"
 No se debe replicar el contenido de este informe técnico en su totalidad, en la totalidad o partes de PACIFIC CONTROL, CMA SI A CADA RESULTADO OBTENIDO en el presente documento solo para fines relacionados con la muestra analizada. Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una herramienta de conformidad con normas de productos o como evidencia de ausencia de riesgos de la muestra que lo produce.
 PE-20-08-011-002-2020-05-10

Our general terms and conditions are available in full www.pacificcontrol.com or at your request. Office, Resident Inspectors, Job Vendors, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
 Laboratorios y certificaciones
 Phone central: (+511) 660 2323
 Panamericana Sur Km 23.5 - Santa Rosa de Linares Mz D Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JECYPCYP

Dureza (Escala de Mohs)	PC-CMA-077 Determinación de dureza (Escala de Mohs)
Humedad	Loss on drying (vol.4) Not more than 1.5 % (105°C, 4h) JECFA (1998)
Materia seca	PC-CMA-3512 Determinación de materia seca en diatomita basado en el Método de Walkley y Black.
pH	EPA Method 9045 D. Rev. 4 2004 Soil and Waste pH

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió




Quim. Celina Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA SAC. Los resultados consignados en el presente documento solo hacen referencia con los ítems analizados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de garantía de calidad de la entidad que lo produce.
PR-10-18-01 / 1002.2020.16.10

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 860 2323
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz O Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JECYRCYCP

Anexo N° 5: Características de los agregados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Centro Productivo de Construcción y Consultoría
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

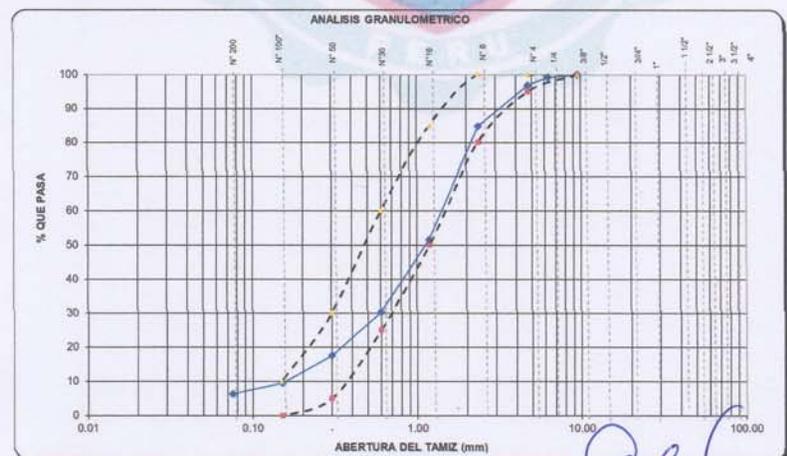
INFORME DE ENSAYO N°0145-02-2021-LEM - FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012)

CANTERA	: CERRO MOCHO
MUESTRA	: M - 1
MATERIAL	: AGREGADO FINO

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	MINIMO (%)	MAXIMO (%)	
4"	100							PESO INICIAL (gr) 250.00
3 1/2"	90							CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.65
3"	75							TAMAÑO MAXIMO (") -
2 1/2"	63							GRAVA (Pasa 3" retiene N°4) (%) 3.1
2"	50							ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 90.5
1 1/2"	37.5							PASANTE N° 200 (%) 6.4
1"	25.0							LIMITE LIQUIDO 0
3/4"	19.0							LIMITE PLASTICO 0
1/2"	12.5							INDICE DE PLASTICIDAD 0
3/8"	9.5	0.00	0.0	0.0	100.0	100	100	MODULO DE FINEZA 3.09
1/4"	6.3	1.99	0.8	0.8	99.2			OBSERVACIONES:
N° 4	4.75	5.74	2.3	3.1	96.9	95	100	
N° 8	2.36	30.18	12.1	15.2	84.8	80.0	100.0	
N° 16	1.18	83.00	33.2	48.4	51.6	50.0	85.0	
N° 30	0.600	53.25	21.3	69.7	30.3	25.0	60.0	
N° 50	0.300	31.93	12.8	82.4	17.6	5.0	30.0	
N° 100	0.150	20.03	8.0	90.4	6.6	0.0	10.0	
N° 200	0.075	7.93	3.2	93.6	6.4			
BANDEJA		15.95	6.4	100.0	0.0			



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



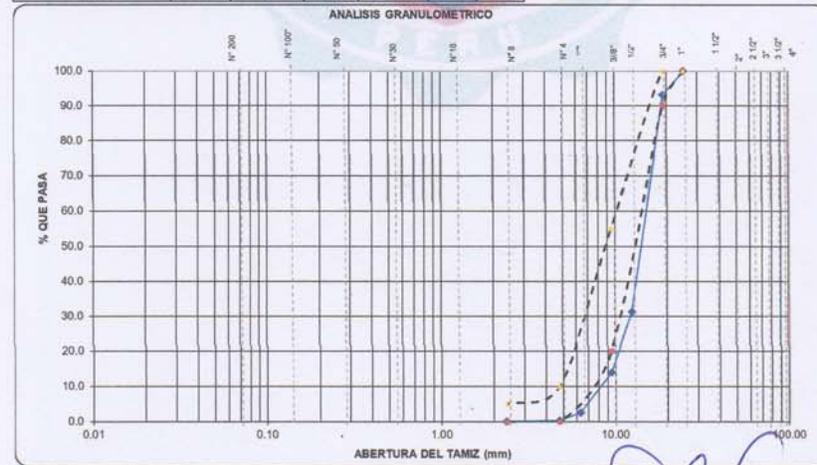
INFORME DE ENSAYO N°0145-03-2021-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO
 (NTP 400.012)

CANTERA	: SOJO
MUESTRA	: M -1
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	MÍNIMO (%)	MÁXIMO (%)	
4"	100							PESO INICIAL (gr) 5.900.00
3 1/2"	90							CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.10
3"	75							TAMAÑO MÁXIMO (") 3/4
2 1/2"	63							TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (*) 1/2
2"	50							BOLEOS (Mayor 3") (%) 0.0
1 1/2"	37.5							GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) 99.6
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 0.4
3/4"	19.0	400.0	6.8	6.8	93.2	90	100	PASANTE N° 200 (%) 0.1
1/2"	12.5	3654.0	61.9	68.7	31.3			OBSERVACIONES:
3/8"	9.5	1023.0	17.3	86.1	13.9	20	55	
1/4"	6.3	672.0	11.4	97.4	2.6			
N° 4	4.75	126.0	2.1	99.6	0.4	0	10	
N° 8	2.36	20.0	0.3	99.9	0.1	0	5	
N° 16	1.18							
N° 30	0.600							
N° 50	0.300							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075	1.0	0.0	99.9	0.1			
BANDEJA	4.0	0.1	0.1	100.0	0.0			



Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Carlos Javier Silva Castillo
 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-01-2021-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127)

IDENTIFICACION	MUESTRA	PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	PESO SUELO SECO + TARA (gr)	PESO TARA (gr)	PESO AGUA (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	% DE HUMEDAD
CANTERA CERRO MOCHO - ARENA GRUESA	M - 1	140.37	139.75	42.49	0.62	97.26	0.6
	M - 2	139.71	139.01	40.74	0.70	98.27	0.7
CANTERA SOJO - PIEDRA CHANCADA 1/2	M - 1	184.12	183.91	40.69	0.21	143.22	0.1
	M - 2	166.08	165.94	41.52	0.14	124.42	0.1


Ing. Carlos Javier Silva Castilla
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-04-2021-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SOLIDOS
NTP 339.131 (ASTM D854)

MUESTRA : M - 1

CANTERA : CERRO MOCHO

AGREGADO FINO (NTP 400.022)

DETERMINACION N°		1	2	
A	Peso del frasco mas agua aforado (gr)	647.82	647.79	
B	Peso de la muestra seca al horno(gr)	247.67	247.69	
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	250.00	250.00	
D	Peso del frasco mas agua mas muestra aforado (gr)	802.51	802.54	PROMEDIO
PeSSS: Peso especifico de masa saturada superficialmente seca gr/cm^3		2.62	2.62	2.62
Ab: absorción de agua $((C-B)*100)/B$ %		0.9	0.9	0.9
Observaciones:				

CANTERA : SOJO

AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)

DETERMINACION N°		1	2	
A	Peso de la muestra seca en el horno (gr)	533.16	511.35	
B	Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire (gr)	537.34	514.70	
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca sumergido (gr)	339.27	323.76	PROMEDIO
Pem : Peso especifico de masa seca $A/(B-C) \text{ gr/cm}^3$		2.69	2.68	2.68
PeSSS: Peso especifico de masa saturada superficialmente seca $B/(B-C) \text{ gr/cm}^3$		2.71	2.70	2.70
Pea: Peso especifico aparente $A/(A-C) \text{ gr/cm}^3$		2.75	2.73	2.74
Ab: absorción de agua $((B-A)*100)/A$ %		0.8	0.7	0.7
Observaciones:				


Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-05-2021-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS
 (NTP 400.017)

CANTERA	: CERRO MOCHO
MUESTRA	: M 1
MATERIAL	: ARENA GRUESA

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO SUELTO

IDENTIFICACION	Muestra	PROF. (m)	Peso de la Muestra (gr.)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
			ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
ARENA	-	-	4499	4452	4490	2739	1.636
	-	-					

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO VARILLADO

IDENTIFICACION	Muestra	PROF. (m)	Peso de la Muestra (gr.)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
			ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
ARENA	-	-	4828	4875	4887	2739	1.776

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-06-2021-LEM-FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS
 (NTP 400.017)

CANTERA	: SOJO
MUESTRA	: M - 1
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA

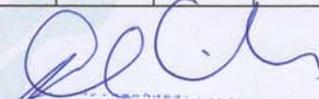
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO

IDENTIFICACION	Muestra	PROF. (m)	Peso de la Muestra (gr.)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
			ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
PIEDRA CHANCADA PARA CONCRETO	-	-	4346	4338	4335	2739	1.584
	-	-					

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO VARILLADO

IDENTIFICACION	Muestra	PROF. (m)	Peso de la Muestra (gr.)			VOL. MOLDE (cm ³)	PROMEDIO (gr/cm ³)
			ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3		
PIEDRA CHANCADA PARA CONCRETO	-	-	4665	4612	4650	2739	1.695

Observacion: Ensayo efectuado al material en estado natural.


 Ing. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Anexo N° 6: Diseño de mezcla



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Centro Productivo de Construcción y Consultoría
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

INFORME DE ENSAYO N°0145-07-2021-LEM -FIC-UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITA	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: NOVIEMBRE DEL 2021

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO HIDRAULICO (Metodo ACI 211)

Tipo de cemento	: CEMENTO PACASMAYO - TIPO MS	$f_c = 210$ kg/cm ²
Agua	: -	
Aditivo	: -	
SLUMP	: 4 *	
USO		
DISEÑO DE CONCRETO 210 kg/cm ²		
I) MATERIALES:		
a. CEMENTO	Peso específico del cemento	: 2.9 gr/cm ³
b. AGREGADOS		
b.1 Procedencia :		
Agregado fino :	ARENA GRUESA	b.2 Ensayos
	CANTERA - CERRO MOCHO	P.E "BULK"
		Modulo de fineza
		Peso unitario suelto
Agregado grueso :	PIEDRA CHANCADA	Peso unitario compactado
	CANTERA - SOJO	Contenido de humedad
		Absorción
		Tamaño Máximo Nominal
		Ag. Fino
		Ag. Grueso
		2.62
		3.09
		1636.00
		1584.00 Kg/m ³
		1776.00
		1695.00 Kg/m ³
		0.65
		0.10 %
		0.90
		0.70 %
		1/2 *
II) MATERIALES POR M³ DE CONCRETO EN ESTADO SECO		
Cemento	: 386.80 Kg	CEMENTO PACASMAYO - TIPO MS
Agua	: 216.00 L	-
Agregado fino	: 775.80 Kg	CANTERA - CERRO MOCHO
Agregado grueso	: 883.10 Kg	CANTERA - SOJO
Aditivo	: -	-
Peso Unitario del Concreto		: 2261.70 kg/m ³
III) MATERIALES POR M³ DE CONCRETO EN ESTADO HUMEDO (CORREGIDO POR HUMEDAD)		
Cemento	: 386.80 Kg	CEMENTO PACASMAYO - TIPO MS
Agua	: 223.24 L	-
Agregado fino	: 780.84 Kg	CANTERA - CERRO MOCHO
Agregado grueso	: 883.98 Kg	CANTERA - SOJO
Aditivo	: -	-
Peso Unitario del Concreto en estado humedo (corregido por humedad de los agregados):		: 2274.86 kg/m ³
IV) RESULTADOS DEL DISEÑO		
Asentamiento	: 4 *	
Factor cemento	: 9.1	bolsas
Relacion a/c de diseño	: 0.56	
Relacion a/c de obra	: 0.58	
Proporcion en peso	1.0 : 2.0 : 2.3 /	24.5 L/bolsa de cemento
Proporcion en volumen	1.0 : 1.9 : 2.2 /	24.5 L/bolsa de cemento

OBSERVACIONES

Muestreo e identificación realizados por el solicitante
 Los materiales fueron entregados por el solicitante
 En obra debe efectuarse la correccion por humedad de los agregados

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Campus Universitario Urb. Miraflores s/n Castilla – Piura – Facultad de Ingeniería Civil – CELULAR 941209574

Anexo N° 7: Resultados de resistencia a la compresión



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro Productivo de Construcción y Consultoría
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

INFORME DE ENSAYO N°0145-01-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA f_{ck} 210 Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA SECCIÓN RECTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg / cm ²)
P1	0	210	7	14.967	14.972	14.939	14.959	30.00	175.76	34013	193.52
P2	0	210	7	15.022	15.031	14.993	15.015	30.00	177.08	33743	190.56
P2	0	210	7	15.014	15.065	14.976	15.018	30.00	177.15	34238	193.27
PROMEDIO											192.45

Observacion

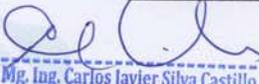
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-02-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c=210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	6	210	7	14.931	14.986	14.987	14.968	30.00	175.96	33994	193.19
P2	6	210	7	14.959	14.988	14.98	14.976	30.00	176.14	34158	193.92
P2	6	210	7	14.988	15.024	14.989	15.000	30.00	176.72	34237	193.73
PROMEDIO											193.62

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-03-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'_{c}=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f'_{c} (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	12	210	7	14.997	15.010	14.973	14.993	30.00	176.56	24216	137.16
P2	12	210	7	14.952	14.980	14.981	14.971	30.00	176.03	23881	135.66
P2	12	210	7	14.999	15.020	14.996	15.005	30.00	176.83	24419	138.09
PROMEDIO											136.97

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 dias (f'_{c}), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA





INFORME DE ENSAYO N°0145-04-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	F_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
P1	18	210	7	14.934	14.975	14.928	14.946	30.00	175.44	22886	130.45
P2	18	210	7	14.947	14.982	14.951	14.960	30.00	175.77	22283	126.77
P2	18	210	7	14.999	15.005	14.947	14.984	30.00	176.33	22915	129.95
PROMEDIO											129.06

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

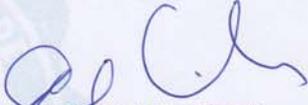
Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (F_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante




 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-05-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c'}=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PIÑADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 338.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
P1	24	210	7	14.985	14.993	14.948	14.979	30.00	176.21	21413	121.52
P2	24	210	7	15.029	15.026	14.992	15.016	30.00	177.08	21336	120.48
P2	24	210	7	14.998	15.008	14.952	14.986	30.00	176.39	21269	120.58
PROMEDIO											120.86

Observacion

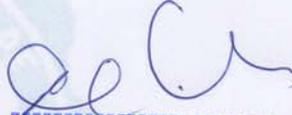
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-06-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²) [*]	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
P1	0	210	14	14.981	14.990	14.964	14.978	30.00	176.20	36157	205.20
P2	0	210	14	14.944	14.998	14.943	14.962	30.00	175.81	37046	210.71
P2	0	210	14	15.05	15.070	14.987	15.036	30.00	177.56	36344	204.69
PROMEDIO											206.87

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-07-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	6	210	14	15.026	15.044	15.008	15.026	30.00	177.33	38717	218.34
P2	6	210	14	15.03	15.050	14.991	15.024	30.00	177.27	38343	216.29
P2	6	210	14	15.022	15.043	14.975	15.013	30.00	177.03	39989	225.89
PROMEDIO											220.17

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante



[Handwritten signature]

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-08-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c [kg/cm ²]*	EDAD ESPECIMEN [días]	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA [Kg]	RESISTENCIA A LA COMPRESION [Kg / cm ²]
P1	12	210	14	15.022	15.040	15.039	15.034	30.00	177.51	32178	181.28
F2	12	210	14	15.01	15.029	15.033	15.024	30.00	177.28	32489	183.26
F2	12	210	14	15.006	15.078	15.028	15.037	30.00	177.58	30939	174.23
PROMEDIO											179.59

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-09-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 338.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	18	210	14	15.026	15.025	14.978	15.010	30.00	176.94	26407	149.24
P2	18	210	14	15.006	15.023	15.002	15.010	30.00	176.96	25692	145.19
P2	18	210	14	15.012	15.027	15.027	15.022	30.00	177.23	27450	154.88
PROMEDIO											149.77

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-010-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	24	210	14	15.029	15.024	14.967	15.007	30.00	176.87	22839	129.13
P2	24	210	14	14.945	14.978	14.977	14.967	30.00	175.93	22437	127.53
P2	24	210	14	15.011	15.046	14.969	15.009	30.00	176.92	23556	133.15
PROMEDIO											129.94

Observación

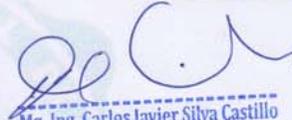
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probetas

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-011-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'_{c}=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f'_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	0	210	28	14.935	14.996	14.934	14.955	30.00	175.66	45511	259.09
P2	0	210	28	15.003	15.025	15.024	15.017	30.00	177.12	45526	257.03
P2	0	210	28	15.028	15.034	14.98	15.014	30.00	177.05	45752	258.42
PROMEDIO											258.18

Observación

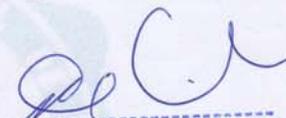
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta:

* Resistencia del concreto a los 28 días (f'_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-012-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA f_{c210} Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	6	210	28	14.969	15.011	14.962	14.981	30.00	176.26	48375	274.45
P2	6	210	28	15.001	15.025	14.981	15.002	30.00	176.77	48113	272.18
P2	6	210	28	15.023	15.005	14.964	14.997	30.00	176.65	48386	273.91
PROMEDIO											273.51

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-013-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	12	210	28	15.005	15.025	14.998	15.009	30.00	176.93	42308	239.12
P2	12	210	28	15.027	15.043	15.018	15.029	30.00	177.41	41457	233.68
P2	12	210	28	15.008	15.030	14.978	15.005	30.00	176.84	42036	237.71
PROMEDIO											236.83

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-014-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg / cm ²)
P1	18	210	28	14.976	15.028	14.973	14.992	30.00	176.53	30331	171.81
P2	18	210	28	15.015	15.042	15.036	15.031	30.00	177.45	31344	176.64
P2	18	210	28	14.993	15.082	15.007	15.021	30.00	177.20	32786	185.02
PROMEDIO											177.82

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-015-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f'_{c}=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.034)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f'_{c} (kg/cm ²) [*]	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
P1	24	210	28	15.028	15.027	14.949	15.001	30.00	176.75	24627	139.34
P2	24	210	28	15.008	15.012	14.988	15.003	30.00	176.78	25088	141.97
P2	24	210	28	15.007	15.038	14.975	15.007	30.00	176.87	25586	144.66
PROMEDIO											141.99

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 dias (f'_{c}), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Anexo N° 8: Resultados de resistencia a la tracción



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro Productivo de Construcción y Consultoría
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

INFORME DE ENSAYO N°0145-016-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO (NTP 339.684)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	0	210	7	15.046	15.044	14.964	15.018	30.520	177.14	8134	11.30
P2	0	210	7	15.05	15.060	15.025	15.045	30.514	177.78	7919	10.98
P2	0	210	7	15.044	15.039	15.036	15.040	30.515	177.65	9467	13.13
PROMEDIO (T)											11.80

Observación

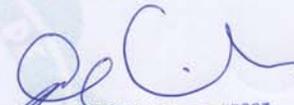
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta.

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-017-2021 - LEM - FIC - UNP

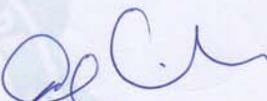
PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{cc}=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm^2) [*]	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm^2)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm^2)
P1	6	210	7	15.000	15.038	14.994	15.011	30.610	176.97	8330	11.54
P2	6	210	7	15.080	15.015	14.949	15.015	30.608	177.06	8679	12.02
P2	6	210	7	14.997	15.036	14.972	15.002	30.611	176.75	8721	12.09
PROMEDIO (T)											11.89

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-018-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c \geq 210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	12	210	7	15.022	15.042	15.054	15.039	30.469	177.64	11731	16.30
P2	12	210	7	15.010	14.973	15.033	15.005	30.518	176.84	10914	15.17
P2	12	210	7	15.006	14.992	15.006	15.001	30.150	176.75	10495	14.77
										PROMEDIO (T)	15.41

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-019-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 338.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	18	210	7	15.035	15.069	15.06	15.055	30.611	178.01	13460	18.59
P2	18	210	7	14.976	15.011	14.966	14.984	30.584	176.35	14113	19.61
P2	18	210	7	15.047	15.050	14.991	15.029	30.458	177.41	14099	19.61
PROMEDIO (T)											19.27

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-020-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c \geq 210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	24	210	7	15.037	15.036	14.976	15.016	30.484	177.10	10538	14.66
P2	24	210	7	15.080	15.047	14.994	15.040	30.630	177.67	10316	14.26
P2	24	210	7	15.077	15.044	14.952	15.024	30.435	177.29	10678	14.87
PROMEDIO (T)											14.59

Observacion

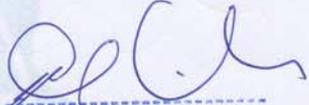
Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-021-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	0	210	14	15.049	15.050	14.984	15.028	30.051	177.37	11417	16.10
P2	0	210	14	14.990	15.018	14.975	14.994	30.511	176.58	12804	17.82
P2	0	210	14	15.05	15.041	14.997	15.029	30.650	177.41	12332	17.04
PROMEDIO (T)											16.99

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-022-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c=210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	6	210	14	15.020	15.051	14.981	15.017	30.525	177.12	12678	17.61
P2	6	210	14	15.018	15.039	15.008	15.022	30.521	177.23	12074	16.77
P2	6	210	14	15.059	15.047	15.01	15.039	30.503	177.63	12847	17.83
PROMEDIO (T)											17.40

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-023-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c=210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg / cm ²)
P1	12	210	14	15.030	15.066	15.006	15.034	30.470	177.52	12957	18.01
P2	12	210	14	15.045	15.066	14.978	15.030	30.567	177.41	12282	17.02
P2	12	210	14	15.018	15.017	14.97	15.002	30.402	176.75	12709	17.74
PROMEDIO (T)											17.59

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante




 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-024-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg / cm ²)
P1	18	210	14	15.005	15.058	14.998	15.020	30.586	177.19	13272	18.39
P2	18	210	14	15.006	15.023	15.002	15.010	30.519	176.96	12999	18.07
P2	18	210	14	15.011	15.035	14.963	15.003	30.595	176.79	13217	18.33
PROMEDIO (T)											18.26

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-025-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA f_{c210} Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 338.084)

Nº PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg / cm ²)
P1	24	210	14	14.981	14.997	14.949	14.976	30.446	176.14	10480	14.63
P2	24	210	14	14.964	14.970	14.938	14.957	30.533	175.71	11461	15.98
P2	24	210	14	15.068	15.044	14.978	15.030	30.528	177.42	10496	14.56
PROMEDIO (T)											15.06

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el especimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 dias (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante




Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-026-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA f_{c28} 210 Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORME: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
(NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	0	210	28	15.012	15.013	14.947	14.991	30.580	176.50	15148	21.05
P2	0	210	28	15.024	15.021	14.971	15.005	30.526	176.84	16763	23.30
P2	0	210	28	14.998	15.054	14.986	15.013	30.355	177.01	15315	21.40
PROMEDIO (T)										21.92	

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
Defectos en el especimen: ninguno
Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
* Resistencia del concreto a los 28 dias (f_c), especificada por el solicitante
Datos proporcionados por el solicitante




Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-027-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c'}=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	6	210	28	15.036	15.034	14.993	15.021	30.498	177.21	16499	22.93
P2	6	210	28	14.986	15.038	14.993	15.006	30.504	176.85	16821	23.40
P2	6	210	28	15.035	15.040	15.002	15.026	30.471	177.32	17011	23.65
PROMEDIO (T)											23.33

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-028-2021 - LEM - FIC - UNP

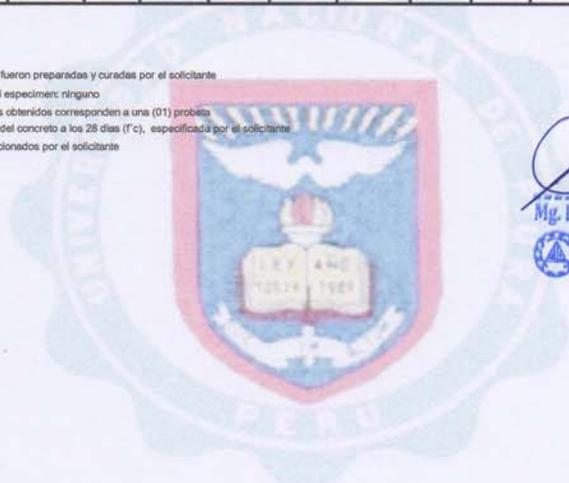
PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c [Kg/cm ²]*	EDAD ESPECIMEN [dias]	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA [cm]	AREA SECCION RECTA [cm ²]	CARGA MAXIMA [Kg]	RESISTENCIA A LA TRACCION [Kg / cm ²]
P1	12	210	28	14.984	15.025	14.996	15.002	30.430	176.75	15116	21.08
P2	12	210	28	15.005	15.040	15.007	15.017	30.532	177.12	13806	19.17
P2	12	210	28	15.003	15.012	15.006	15.007	30.723	176.88	15269	21.08
PROMEDIO (T)											20.44

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 dias (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-029-2021 - LEM - FIC - UNP

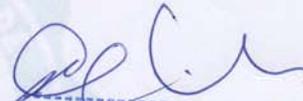
PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c=210}$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg / cm ²)
P1	18	210	28	14.979	15.011	14.982	14.991	30.596	176.50	13975	19.40
P2	18	210	28	15.023	15.030	14.988	15.014	30.512	177.04	13302	18.49
P2	18	210	28	14.999	15.057	15.02	15.025	30.508	177.31	14068	19.54
PROMEDIO (T)											19.14

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-030-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA F_{c210} Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA TRACCION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 (NTP 339.084)

N° PROBETA	% ADICION DE DIATOMITA	F_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	Ø SUPERIOR (cm)	Ø CENTRAL (cm)	Ø INFERIOR (cm)	Ø PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	AREA SECCION RECTA (cm ²)	CARGA MAXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCION (Kg/cm ²)
P1	24	210	28	14.990	15.027	14.993	15.003	30.596	176.79	11872	16.47
P2	24	210	28	15.045	15.041	14.983	15.023	30.626	177.26	12886	17.83
P2	24	210	28	15.017	15.039	15.006	15.021	30.607	177.20	12077	16.72
PROMEDIO (T)											17.01

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (F_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante



Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Anexo N° 9: Resultados de resistencia a la flexión



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Centro Productivo de Construcción y Consultoría
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y ESTRUCTURAS

INFORME DE ENSAYO N°0145-031-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO - ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
V1	0	210	14	15.351	15.388	15.102	15.136	45.00	1886	24.075	24.01
	0	210	14	15.340		15.127					
	0	210	14	15.474		15.118					
V2	0	210	14	15.329	15.517	15.298	15.218	45.00	1926	24.116	
	0	210	14	15.533		15.19					
	0	210	14	15.690		15.188					
V3	0	210	14	15.442	15.455	15.466	15.468	45.00	1958	23.828	
	0	210	14	15.470		15.473					
	0	210	14	15.445		15.465					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante


Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-032-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.679)

Nº VIGA	% ADICIÓN DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO - ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
V1	6	210	14	15.201	15.221	15.369	15.424	45.00	1494	18.567	17.28
	6	210	14	15.232		15.447					
	6	210	14	15.23		15.455					
V2	6	210	14	15.425	15.459	15.421	15.419	45.00	1296	15.868	
	6	210	14	15.48		15.438					
	6	210	14	15.472		15.398					
V3	6	210	14	15.115	15.186	15.337	15.330	45.00	1380	17.401	
	6	210	14	15.169		15.299					
	6	210	14	15.274		15.353					

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante.
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-033-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c'}=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	$f_{c'}$ (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO - ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
V1	12	210	14	15.365	15.350	15.388	15.395	45.00	1340	16.576	16.69
	12	210	14	15.318		15.416					
	12	210	14	15.367		15.38					
V2	12	210	14	15.428	15.450	15.404	15.424	45.00	1341	16.419	
	12	210	14	15.45		15.454					
	12	210	14	15.472		15.413					
V3	12	210	14	15.306	15.281	15.476	15.428	45.00	1380	17.074	
	12	210	14	15.248		15.4					
	12	210	14	15.259		15.407					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante.
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días ($f_{c'}$), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-034-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
(NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
V1	18	210	14	15.259	15.253	15.355	15.350	45.00	1424	17.830	18.03
	18	210	14	15.204		15.313					
	18	210	14	15.215		15.382					
V2	18	210	14	15.477	15.479	15.548	15.518	45.00	1471	17.759	
	18	210	14	15.482		15.501					
	18	210	14	15.478		15.507					
V3	18	210	14	15.267	15.296	15.47	15.456	45.00	1502	18.499	
	18	210	14	15.290		15.462					
	18	210	14	16.33		15.435					

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante

Defectos en el espécimen: ninguno

Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta

* Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante

Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-035-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (Kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO - ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
V1	24	210	14	15.234	15.229	15.434	15.401	45.00	1291	16.083	16.37
	24	210	14	15.225		15.43					
	24	210	14	15.227		15.34					
V2	24	210	14	15.541	15.547	15.503	15.452	45.00	1302	15.785	
	24	210	14	15.533		15.442					
	24	210	14	15.566		15.41					
V3	24	210	14	15.142	15.201	15.418	15.403	45.00	1383	17.255	
	24	210	14	15.222		15.407					
	24	210	14	15.24		15.385					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-036-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c28} = 210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN [días]	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm ²)
V1	0	210	28	15.371	15.369	15.430	15.510	45.00	2374	28.894	28.17
	0	210	28	15.361		15.582					
	0	210	28	15.375		15.519					
V2	0	210	28	15.157	15.156	15.652	15.618	45.00	2205	26.841	
	0	210	28	15.14		15.648					
	0	210	28	15.171		15.553					
V3	0	210	28	15.085	15.067	15.366	15.375	45.00	2277	28.768	
	0	210	28	15.050		15.333					
	0	210	28	15.067		15.426					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-037-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_{c=28}$ kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

N° VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²) [*]	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm ²)
V1	6	210	28	15.194	15.184	15.495	15.480	45.00	1853	22.918	24.07
	6	210	28	15.166		15.455					
	6	210	28	15.171		15.49					
V2	6	210	28	15.417	15.406	15.439	15.424	45.00	1970	24.187	
	6	210	28	15.387		15.443					
	6	210	28	15.414		15.391					
V3	6	210	28	15.143	15.103	15.406	15.397	45.00	1998	25.112	
	6	210	28	15.094		15.399					
	6	210	28	15.073		15.385					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-038-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ Kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICIÓN DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (días)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	PROMEDIO ALTURA DE VIGA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)
V1	12	210	28	15.143	15.162	15.338	15.350	45.00	1898	23.909	23.16
	12	210	28	15.165		15.326					
	12	210	28	15.178		15.385					
V2	12	210	28	15.493	15.514	15.462	15.451	45.00	1862	22.624	
	12	210	28	15.518		15.437					
	12	210	28	15.532		15.453					
V3	12	210	28	15.408	15.355	15.621	15.454	45.00	1869	22.903	
	12	210	28	15.314		15.432					
	12	210	28	15.344		15.41					

Observación

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el espécimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-039-2021 - LEM - FIC - UNP

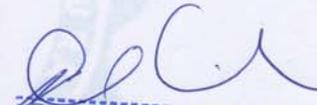
PROYECTO	ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

N° VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c [kg/cm ²]*	EDAD ESPECIMEN (dias)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIA (cm)	PROMEDIO ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (Kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg / cm ²)
V1	18	210	28	15.271	15.287	15.493	15.489	45.00	1901	23.324	22.73
	18	210	28	15.286		15.536					
	18	210	28	15.305		15.439					
V2	18	210	28	15.460	15.483	15.418	15.442	45.00	1815	22.122	
	18	210	28	15.491		15.501					
	18	210	28	15.499		15.407					
V3	18	210	28	15.113	15.156	15.468	15.452	45.00	1828	22.733	
	18	210	28	15.168		15.391					
	18	210	28	15.186		15.496					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 dias (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante


 Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



INFORME DE ENSAYO N°0145-040-2021 - LEM - FIC - UNP

PROYECTO	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA f_{c210} kg/cm ² INCORPORANDO DIATOMITA, PIURA 2021	
SOLICITANTE	LACHIRA SANDOVAL, FRANCISCO JAVIER - TALLEDO PINTADO, FERNANDO LEONEL	FECHA DE INFORMES: DICIEMBRE DEL 2021.

RESISTENCIA A LA FLEXION SIMPLE DE VIGAS DE CONCRETO
 (NTP 339.079)

Nº VIGA	% ADICION DE DIATOMITA	f_c (kg/cm ²)*	EDAD ESPECIMEN (dias)	ANCHO DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ANCHO DE VIGA (cm)	ALTURA DE VIGA (cm)	PROMEDIO - ALTURA DE VIA (cm)	LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO - RESISTENCIA A LA FLEXION (kg/cm ²)
V1	24	210	28	15,268	15,256	15,441	15,424	45,00	1311	16,254	15,30
	24	210	28	15,250		15,421					
	24	210	28	15,251		15,41					
V2	24	210	28	15,472	15,505	15,396	15,406	45,00	1240	15,163	
	24	210	28	15,516		15,424					
	24	210	28	15,526		15,398					
V3	24	210	28	15,246	15,204	15,398	15,412	45,00	1163	14,492	
	24	210	28	15,213		15,418					
	24	210	28	15,153		15,42					

Observacion

Las muestras fueron preparadas y curadas por el solicitante
 Defectos en el especimen: ninguno
 Los resultados obtenidos corresponden a una (01) probeta
 * Resistencia del concreto a los 28 días (f_c), especificada por el solicitante
 Datos proporcionados por el solicitante

Mg. Ing. Carlos Javier Silva Castillo
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Anexo N° 10: Registro fotográfico



Figura 19. Extracción de diatomita - Cantera Panchito I.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 20. Peso y medición de la diatomita en roca.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 21. Proceso de molienda de la roca de diatomita.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 22. Proceso para determinar la granulometría de los agregados.
Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 23. Proceso para determinar el peso unitario de los agregados.
Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 24. Elaboración de concreto.
Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 25. Asentamiento de concreto con adición de diatomita.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 26. Peso unitario de concreto con adición de diatomita.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 27. Temperatura del concreto con adición de diatomita

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 28. Muestras de concreto en briquetas y vigas.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 29. Curado de concreto de briquetas y vigas.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 30. Medición de las dimensiones de briquetas y vigas

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresión

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 32. Ensayo de resistencia a la tracción.
Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 33. Ensayo de resistencia a la flexión.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.



Figura 34. Falla en el tercio central de la viga - Resistencia a la flexión.

Fuente: Elaboración propia para la tesis.