



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“INCORPORACIÓN DE RESIDUOS DE POLVO DE
GRANITO COMO REEMPLAZO PARCIAL DE
ARENA EN EL CONCRETO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

Autor:

Bach. Atoche Zamora Jorge Junior

<https://orcid.org/0000-0002-3241-9856>

Asesor:

Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2022

“INCORPORACIÓN DE RESIDUOS DE POLVO DE GRANITO COMO REEMPLAZO PARCIAL DE ARENA EN EL CONCRETO”

Aprobación de tesis:

Mg. Muñoz Pérez Sócrates Pedro
Asesor:

Mg. Marín Bardales Noe Humberto
Presidente:

Mg. Tepe Atoche Víctor Manuel
Secretario:

Mg. Villegas Granados Luis Mariano
Vocal:

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mis padres, María y Jorge; mi hermana Anny, a mi familia y a todos mis amigos que me apoyaron durante todo mi recorrido profesional.

Mamá, Papá ustedes son personas que estuvieron en siempre dándome su apoyo incondicional y sus enseñanzas que permitieron llegar a donde estoy, ustedes son lo más lindo que tengo en la vida, Muchas gracias.

Jorge Junior Atoche Zamora

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la sabiduría, fortaleza de seguir adelante por mi familia, y poder culminar mis estudios universitarios.

A mis Padres, mi hermana por siempre estar a mi lado dándome su apoyo incondicional, sus consejos y todo su esfuerzo, que me ayudó a culminar mi carrera universitaria.

A mis docentes, por sus enseñanzas, consejos, experiencias y formación profesional que me brindaron para llegar a ser un buen profesional.

A mis primos, amigos; que siempre me dieron su apoyo moral para seguir adelante.

Jorge Junior Atoche Zamora

Resumen

El polvo de granito es un subproducto producido por las industrias de piedra ornamental que en grandes cantidades pueden causar impactos ambientales significativos, por ello en muchos países que poseen grandes industrias de piedra ornamental de granito han planteado darle diferentes usos a este residuo. La presente investigación se centra en analizar de qué manera influye la incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en el concreto en los siguientes porcentajes 10%, 15%, 20% y 30% para realizar un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 ; con el fin de encontrar una proporción óptima para incrementar sus propiedades físico-mecánico, por ello se identificó las características geotécnicas de los agregados fino, grueso y polvo de granito, se elaboró vigas y probetas de concreto; se comparó los resultados de los ensayos de flexión y compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado entre el concreto patrón y el concreto incorporando polvo de granito como reemplazante parcial de la arena, obteniendo resultados óptimos, logrando obtener la proporción ideal del concreto incorporado con polvo de granito al 20 % ya que se logró mejorar la resistencia a la compresión hasta en un 13%, mientras que su propiedad de flexión y trabajabilidad se encuentran en un rango óptimo según los parámetros estipulados, estos los resultados nos permiten dar un uso importante a este residuo en la industria de la construcción, contribuyendo así al reciclaje, la calidad ambiental y el desarrollo del uso de nuevos materiales.

PALABRAS CLAVE: Concreto; polvo de granito; resistencia a la compresión; resistencia a la flexión; trabajabilidad.

ABSTRACT

Granite dust is a by-product produced by ornamental stone industries that in large quantities can cause significant environmental impacts, for this reason in many countries that have large granite ornamental stone industries have proposed giving different uses to this residue. This research focuses on analyzing how the incorporation of granite dust residues as a partial replacement of sand in concrete influences the following percentages 10%, 15%, 20% and 30%, to make a 210 kg/cm²; In order to find an optimal proportion to increase its physical-mechanical properties, for this reason the geotechnical characteristics of the fine, coarse aggregates and granite powder were identified, concrete beams and specimens were elaborated; The results of the bending and compression tests at 7, 14 and 28 days after setting were compared between the standard concrete and the concrete incorporating granite powder as a partial replacement for sand, where all the results with granite powder are optimal. managing to obtain the ideal proportion of concrete incorporated with granite powder at 20% since it was possible to improve the compressive strength by up to 15%, while its flexural property and workability are in an optimal range according to the stipulated parameters. These results allow us to give an important use to this waste in the construction industry, thus contributing to recycling, environmental quality and the development of the use of new materials.

KEY WORDS: Concrete; granite dust; compressive strength; flexural strength; workability.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	13
1.1.	Realidad Problemática	13
1.1.1.	A nivel internacional	13
1.1.2.	A nivel nacional	15
1.1.3.	A nivel local	15
1.2.	Antecedentes de estudio	16
1.2.1.	A nivel internacional	16
1.2.2.	A nivel nacional	19
1.2.3.	Nivel local	20
1.3.	Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1.	El concreto	20
1.3.2.	El granito.....	26
1.4.	Formulación del Problema.....	28
1.5.	Justificación e importancia del estudio.....	28
1.5.1.	Justificación científica.....	28
1.5.2.	Justificación Social.....	28
1.5.3.	Justificación Económica.....	28
1.5.4.	Justificación Ambiental.....	29
1.6.	Hipótesis	29
1.7.	Objetivos.....	29
1.7.1.	Objetivo General	29
1.7.2.	Objetivo Específico	29
II.	MATERIAL Y MÉTODO	30
2.1.	Tipo y Diseño de investigación	30
2.1.1.	Tipo de Investigación	30
2.1.2.	Diseño de Investigación	30
2.2.	Variables, Operacionalización	30
2.2.1.	Variable Dependiente:.....	30
2.2.2.	Variable Independiente:	30
2.2.3.	Operacionalización:.....	31

2.3.	Población y muestra.....	32
2.3.1.	Población.....	32
2.3.2.	Muestra.....	32
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.5.	Procedimiento de análisis de datos	34
2.5.1.	Diagrama de flujo.....	34
2.6.	Criterios éticos	44
2.6.1.	Ética de la publicación	44
2.6.2.	Ética de la profesión	44
2.7.	Criterios de rigor científico.....	45
2.7.1.	Fiabilidad.....	45
2.7.2.	Replicabilidad	45
III.	RESULTADOS	46
3.1.	Resultados en tablas y figuras.....	46
3.1.1.	Diseñar el concreto patrón con resistencias de 210 kg/cm ²	46
3.1.2.	Ensayos realizados en el concreto patrón.....	48
3.1.3.	Comparación de las propiedades del concreto patrón y el incorporado con Polvo de granito al 10 %, 15%, 20% y 30 % en las edades de 7,14 y 28 días.	51
3.1.4.	Análisis de resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio entre los diferentes Diseños de Mezcla	57
3.1.5.	Proponer la dosificación ideal para diseño de mezclas en función a la mejor proporción.	59
3.1.6.	Análisis de costo de investigación.	60
3.2.	Discusión de resultados	62
3.2.1.	Discusión 1	62
3.2.2.	Discusión 2:.....	63
3.2.3.	Discusión 3.....	64
3.2.4.	Discusión 4.....	65
3.3.	Conclusiones y recomendaciones	67
3.3.1.	Conclusiones:	67

3.3.2. Recomendaciones.....	68
Bibliografía.....	70
IV. ANEXOS.....	77
Anexo 01-Matriz de consistencia	77
Anexo 02-Informes de Laboratorio	79
Anexo 03-Certificado de calidad Cemento Portland tipo MS (MH) Pacasmayo	107
Anexo 04-Evidencias fotográficas.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perforación de zapatas de granito.....	27
Figura 2: Diagrama de flujo de procesos	34
Figura 3: Vista satelital cantera “La Cría” – Pátapo	35
Figura 4: Cemento a utilizar "Pacasmayo Azul Fortimax"	35
Figura 5: Preparación de los agregados para los ensayos	36
Figura 6: Agregados en el Horno para la obtención de contenido de Humedad	37
Figura 7: Peso sumergido.....	38
Figura 8: Ensayo Slump.....	40
Figura 9: Obtención de temperatura con el termómetro digital	40
Figura 10: Elaboración de Probetas de concreto.....	41
Figura 11: Elaboración de vigas.....	41
Figura 12: Curado de Probetas y Vigas en la Piscina del Laboratorio.....	42
Figura 13: Ensayo de compresión en Probetas	43
Figura 14: Ensayo de Flexión en Vigas de Concreto.....	43
Figura 15: Ensayo para medición de Asentamiento de concreto patrón.....	49
Figura 16: Temperatura del concreto patrón.....	49
Figura 17: Ensayo de Resistencia a la compresión de concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ²	50
Figura 18: Resumen Ensayo de Resistencia a la Flexión $f'c=210$ kg/cm ²	51
Figura 19: Cuadro resumen comparativo de Asentamiento.....	51
Figura 20: Cuadro comparativo resumen de temperaturas promedio	53
Figura 21: Comparación entre Diseño Patrón $f'c=210$ kg/cm ² , Diseños incorporando polvo de granito, resistencia a la compresión a los 14 días de curado	54
Figura 22: Comparación entre Diseño Patrón $f'c=210$ kg/cm ² , Diseños incorporando polvo de granito, resistencia a la compresión a los 14 días de curado	55
Figura 23: Comparación entre Diseño Patrón $f'c=210$ kg/cm ² , Diseños incorporando polvo de granito, resistencia a la compresión a los 28 días de curado	56
Figura 24: Comparación entre Diseño Patrón $f'c=210$ kg/cm ² y Diseños incorporando con polvo de granito; Modulo de rotura a los 28 días de curado.....	57
Figura 25: Variabilidad de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días.....	59
Figura 26: Variabilidad de la resistencia a la Flexión a los 28 días.....	59
Figura 27: Agregado fino Granito Granular.....	108
Figura 28: Agregado fino Polvo de Granito.....	108
Figura 29: Alistando los Agregados para sus ensayos	109
Figura 30: Agregados en el Horno	109
Figura 31: Peso Sumergido del agregado grueso	110
Figura 32: Equipo para llenado de concreto en moldes de vigas y probetas	110
Figura 33: Ensayo de Slump	111
Figura 34: Incorporando Polvo de Granito en la mezcla	111

Figura 35: Obtención de temperatura del concreto	112
Figura 36: Vaciado de concreto en Probetas.....	112
Figura 37: Vaciado de concreto en Moldes de Vigas.....	113
Figura 38: Curado de Probetas y Vigas de concreto	113
Figura 39: Ensayo de Resistencia a la compresión	114
Figura 40: Ensayo de Resistencia a la flexión.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización Variable Independiente.....	31
Tabla 2: Operacionalización Variable Dependiente	31
Tabla 3: Ensayo de Agregados	46
Tabla 4: Contenido de materiales por metro cúbico	47
Tabla 5: Diseños de mezcla incorporado con Polvo de granito.....	48
Tabla 6: Clasificación de consistencia.....	52
Tabla 7: Asentamiento para diversos tipos de estructura	52
Tabla 8: Ensayo de resistencia a la flexión del concreto	57
Tabla 9: Resumen de resultados obtenidos.....	58
Tabla 10: Propuesta de dosificación ideal para diseño con polvo de granito al 20 % PG.....	60
Tabla 11: Costo total de 1m ³ de concreto patrón	60
Tabla 12: Costo total de 1m ³ de concreto con Polvo de granito al 10 %	61
Tabla 13: Costo total de 1m ³ de concreto con Polvo de granito al 15 %	61
Tabla 14: Costo total de 1m ³ de concreto con Polvo de granito al 20 %	61
Tabla 15: Costo total de 1m ³ de concreto con Polvo de granito al 30 %	62
Tabla 16: Comparación de diferencia de costos de concreto Patrón y con polvo de granito	62

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel internacional

En Pakistán, los investigadores tocaron la problemática sobre el polvo de granito producido en la industria de procesamiento de piedras ornamentales, el cual es fatal para la salud humana y no es desechable debido a los limitados sitios de eliminación, especialmente en las regiones urbanas. Contamina el aire y contribuye a las partículas, lo que causa varias enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Por ellos proponen que el polvo de granito podría incorporarse valiosamente como reemplazo parcial de arena en el concreto reduciendo así los daños a la salud, medio ambiente y escasez en la construcción de arena. (Zafar et al 2020)

Sumado a ello en Irán, los investigadores también manifestaron que las industrias de piedra ornamental producen grandes cantidades de subproductos de desecho que causan impactos ambientales significativos. El granito y el mármol que se encuentran entre estos subproductos que se pueden usar en diferentes producciones, plantearon el uso de estos agregados reciclados en la elaboración de pavimentos rígidos como sustitutos de los agregados finos naturales. (Amani et al., 2019)

En Brasil, los investigadores manifestaron que en el sector de la construcción civil de Brasil también ha impulsado la demanda de extracción de rocas ornamentales, especialmente granito; la producción de piedras ornamentales se posiciona a un nivel muy alto, llegando a 9.3 millones de toneladas en 2013; de este total, 4,6 millones de toneladas son solo granito; la disposición final de estos residuos ha causado serios problemas ambientales ya que a menudo no existe un tratamiento adecuado provocando la contaminación del suelo, subsuelo, sedimentación de arroyos y ríos. Por lo tanto, actualmente se buscan formas de reciclar estos residuos para reducir los impactos en la naturaleza. (Silva et al., 2020)

En Brasil producen anualmente grandes cantidades de lodo y otros residuos como un producto de desecho por parte de la industria del mármol y

granito, lo que causa serias amenazas al medio ambiente, contamina el suelo y el agua, y cuando está seco, se convierte en un polvo fino que es perjudicial para la población; la mayoría de estos desechos se vierten en vertederos, por ello se están explorando soluciones alternativas en muchos países con el objetivo de convertirlo en un material sostenible, en consecuencia los investigadores analizan el polvo de granito como una alternativa sostenible para el reemplazo de cemento, específicamente para tales residuos creados. (Bacarji et al., 2013)

En España, manifiesta la llamada enfermedad de los mineros o silicosis, producida por el polvo de los minerales está liderando como enfermedades pulmonares en el ámbito laboral de países desarrollados, hay cerca 2,3 millones de personas que llegan a sufrir de Silicosis, de los cual 2 millones son obreros de construcción y 0.3 millones trabajan en la industria de producción de materiales, esta enfermedad se produce al están en contacto con residuos de minerales entre ellos el polvo de granito, en consecuencia, se debe exigir un manejo muy riguroso para de este material porque puede llegar a ser muy dañino para la salud. (Bermejo., 2019)

La India es una de las naciones líderes en la producción y exportación de granito y otras piedras, con alrededor de 110 variedades de diferentes colores y texturas; las industrias de piedra de granito en la India producen una gran cantidad de residuos de rocas de subproductos y, como resultado, muchas áreas residenciales y agrícolas básicamente se ven afectadas por estos materiales; por el exceso de desechos como polvo de granito en su país los investigadores se ven obligados a dar soluciones ecológicas y darle uso a este material, donde descubren que produce efectos beneficiosos en la mezcla del concreto; al analizar las propiedades físicas y químicas del granito se afirma que los desechos de esta roca podrían usarse para la preparación de concreto como reemplazo parcial de agregados finos o gruesos. (Kumar et al., 2017)

También en la India, el consumo de arena de río natural es muy alto debido al crecimiento de las infraestructuras y al uso que se le da en el concreto; en esta situación, en muchos países en desarrollo hacen que enfrenten una escasez en este suministro; por lo tanto, las industrias de la construcción están bajo presión para

identificar un material alternativo que pueda sustituir a esta, y así reducir la dependencia de los agregados naturales como la principal fuente de agregados en el concreto, por ello se propone como uso alternativo el polvo de granito porque podría ser una buena alternativa a la arena natural en la preparación de concreto. (Felix & Arivumanga., 2013)

1.1.2. A nivel nacional

En Chepén se tocó la siguiente problemática; en la cantera Talambo produce diariamente 40 m³ aproximadamente y esta persistentemente dañando al medio ambiente y los pueblos cercanos. La arena blanca es resultado proceso de trituración que se le hace al agregado grueso, la cual es transportada mediante mecanismos tipo banda y luego es almacenada en un espacio abierto, es allí donde la piedra de granito forma el polvo de granito, que al no ser manejado de manera correcta va a ser muy dañino para la salud. (Chavarry., 2018)

En Cajamarca se llevó a cabo una investigación donde se manifestó que el Perú la resistencia de concreto mayormente utilizada está comprendida entre los 175 a 250 kg/cm^2 y de forma muy excepcional se llega a utilizar resistencias de 250 a 800 kg/cm^2 para realizar concretos de alta resistencia, es por ello que nosotros ahora estamos muy atrás respecto a otros países donde ya se acostumbra a utilizar concretos que tengan una resistencia de 500 a 1,200 kg/cm^2 y actualmente ya incluso llegan a los 2500 kg/cm^2 , por ello se debe plantear alternativas e innovar tecnologías para poder incrementar la resistencia del concreto tales como la incorporación de micro y nano sílice para realizar un concreto de alta resistencia. (Villanueva., 2015)

1.1.3. A nivel local

El uso de aditivos para aumentar la resistencia del concreto es la primera alternativa que se plantea en la ciudad de Chiclayo, pero a la vez muy costoso, por ello se necesita plantear una nueva alternativa que produzca similares mejoras en el concreto.

La presente investigación se centra en la incorporación de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en el concreto con el fin de encontrar una proporción óptima para incrementar sus propiedades físico-mecánico, esta

innovación puede llegar a ser una gran alternativa más económica para lograr un concreto de mayor resistencia sin el uso de aditivos o incremento de sus agregados.

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. A nivel internacional

El artículo científico “The effect of using granite dust as a component of concrete mixture” Se llevaron a cabo investigaciones concretas en el sistema "cemento Portland - polvo de granito - arena", donde se realizaron ensayos en concreto fresco y endurecido; el granito difiere ligeramente en su consistencia y es notable del aumento de la resistencia del concreto, obteniendo una ganancia de fuerza más intensa y una mezcla de consistencia "pegajosa". La incorporación de polvo de granito en el concreto produce un impacto positivo en la resistencia inicial como en la calidad del concreto, así como en la resistencia después de 90 y 180 días de endurecimiento, al incorporar Polvo de granito al 10% como reemplazo parcial de la arena incrementa su resistencia a la compresión hasta en un 11% respecto a su diseño patrón de 210 kg/cm². (Prokopski *et al.*, 2020)

Rathan & Sunitha (2020) en su artículo “Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust” tiene como objetivo buscar la proporción óptima de polvo de granito que se debe incorporar al concreto para adoptarla en la fabricación de adoquines de bloques concreto mediante la sustitución de arena con hasta un 30% de polvo de granito residual. Se obtiene que ventajas son inherentes, como la mejora de la resistencia, convirtiéndolo en un material de construcción alternativo aceptable y sostenible.

Singh *et al* (2016) en su artículo “Utilization of granite cutting waste in concrete as partial replacement of sand” manifiestan sobre el uso de polvo de granito en el concreto. Donde se ha presentado el efecto del polvo de granito en las propiedades del concreto, como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión, tracción, flexión, la contracción, la durabilidad y la microestructura del concreto; los resultados demuestran un aumento del 10 % en su resistencia a la flexión para el concreto 210 kg/cm² que contiene 50 % PG.

K. Gupta & K. Vyas (2018) en su artículo “Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder” nos informan la viabilidad de utilizar los residuos generados por el procesamiento de piedras de granito para ser incorporados como agregado fino en los morteros. Donde el agregado fino en las mezclas de mortero de cemento fue reemplazado por polvo de granito residual en el rango de 30 a 40% en volumen, donde se concluye que tales morteros mezclados, funcionan mejor que los convencionales y pueden usarse de manera segura para trabajos de albañilería y yeso.

Jain & Sancheti, (2022) en su artículo “Effect of granite fines on mechanical and microstructure properties of concrete” recomiendan el uso de concreto incorporado con polvo de granito por agregado fino natural hasta en un 30 % para un uso en todas las aplicaciones estructurales, donde agregaron polvo de granito en 10%, 20%, 30%, 40% y 50% por peso de arena en el concreto 210 kg/cm², obteniendo un resultado óptimo al 30% polvo de granito, debido a que aumenta hasta en un 20 % su resistencia a la compresión; al 50% también son aceptables pero se observa una reducción en otras propiedades, principalmente en su resistencia a la flexión y trabajabilidad

Shwetha *et al* (2022) en su artículo “Comparative study on strengthening of concrete using granite waste” realizo pruebas de incorporación de granito en polvo al 4%, 10% y 15 %, donde sus resultados en resistencia a la flexión obtuvieron una tendencia a disminuir hasta en un 8% respecto a su diseño patrón de 210 kg/cm².

Kumar *et al* (2017) en su artículo “Properties of concrete containing polished granite waste as partial substitution of coarse aggregate” se analizó la trabajabilidad del concreto donde se incorporó polvo de granito al 20% y 40 % para un diseño de 210 kg/cm², los resultados de Slump redujeron de 3” a 1” por ello señalan que la trabajabilidad reduce proporcionalmente al incorporar mayor cantidad de Polvo de granito.

Tangaramvong *et al* (2021) en su artículo “The influences of granite industry waste on concrete properties with different strength grades” incorporaron al 20%, 30% y 50 % de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena para

un concreto de 254 kg/cm², obteniendo pérdidas del 8 %, 12 % y 20 % respectivamente en su resistencia a la flexión evidenciando que a mayor incorporación de polvo de granito disminuye su resistencia a la flexión.

Karmegam & Kalidass (2019) en su artículo “Reusing granite sawing waste in self-compacting concrete with polypropylene fiber at low-volume fractions.” Se tomo como objetivo investigar experimentalmente las posibilidades de reutilizar los residuos de aserrado de granito (GSW) en concreto autocompactante reforzado con fibra (FRSCC) utilizando fibras de polipropileno (PP). Se investigó la efectividad de los residuos de aserrado de granito a 5, 10, 15 y 20% en peso en lugar de cemento. Las fibras de PP se usaron en fracciones de volumen de 0.05, 0.1 y 0.15%; se evaluó el concreto fresco y endurecido, concluyendo que el GSW junto con las fibras dio como resultado mejoras en la resistencia a la tracción.

Kiran *et al* (2017) en su artículo “An experimental investigation on selected durability properties of granite-fines concrete.” manifiestan que en este estudio, se ha reemplazado la arena natural con finos de granito con un diseño de mezcla de 1:1.73: 3.1 de cemento: arena natural y polvo de granito: grava en proporciones de 0, 10%, 20 %, 30% y 40%; relación A/C 0.5; a partir de los resultados de la prueba, es claramente evidente que el polvo de granito como reemplazo parcial de la arena resulta beneficioso cuando se consideran la durabilidad del concreto; con polvo de granito es casi la misma que la de la mezcla de referencia patrón, sin embargo, al 30% de reemplazo en comparación con otras proporciones, produjo una mejor durabilidad.

Ghorbani *et al* (2018) en su artículo “Mechanical and durability behaviour of concrete with granite waste dust as partial cement replacement under adverse exposure conditions” se incorporaron polvo de granito al 28.4% y 45 % como reemplazo parcial de la arena para un diseño de 210 kg/cm² dando como resultado el incremento de la resistencia en un 19 % y 25 % respecto al diseño patrón.

Calmeiro & Rodrigues (2016) en su artículo “Calcareous and granite aggregate concretes after fire” se realizaron ensayos de temperatura incorporando polvo de granito al 17 % en un diseño de 210 kg/cm² en consecuencia el concreto

fresco no se ve afectado con la incorporación de polvo de granito manteniéndose en el rango de temperatura ambiente además realizaron pruebas de alta temperatura donde evidencian un comportamiento de a mayor es la temperatura y más rápido es el proceso de enfriamiento, llegando a resistir hasta 600 °C sin afectar al concreto.

Cordeiro *et al* (2016) en su artículo “Rheological and mechanical properties of concrete containing crushed granite fine aggregate” se analizó la trabajabilidad con 30 % y 50 % de incorporación de polvo de granito según volumen de los agregados finos para concreto de 210 kg/cm², evidenciando en la mezcla una reducción en la absorción del agua, por consecuencia su trabajabilidad se vio afectada al mayor porcentaje, manifestando una consistencia seca y un Slump de 1” al 50 % PG.

1.2.2. A nivel nacional

Llenque (2016) su investigación “Resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento un 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico” se realizó 9 probetas de concreto patrón y 9 para el experimentales 5% de polvo de granito y 2% de conchas de abanico con respecto al cemento, obteniendo una mejora en la resistencia a la compresión al aumentar el polvo de granito y disminuir porcentaje de concha de abanico.

Cruz (2017) en su investigación “Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto elaborado con residuos de mármol” Plantea incorporar residuos de mármol en un diseño de concreto 210 kg/cm² con el objetivo de mejorar sus propiedades, se realizó ensayos de resistencia a la compresión en el concreto patrón y también el concreto experimental a los 7, 14 y 28 días; obteniendo como resultado que al incorporar residuos de mármol al 0%, 10% y 20% influye positivamente en la resistencia a compresión.

Díaz & Rodríguez (2019) en su investigación “Mejoramiento de la resistencia de un concreto sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo” se analizó la incorporación del polvo de granito

como sustituto de arena a 10%, analizando la propiedades del concreto endurecido y fresco; se obtuvo como resultado una resistencia a la compresión óptima que sobrepasa a los 210 kg/cm²; obteniendo 263 kg/cm², 303 kg/cm², 337 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Neciosup (2018) en su investigación “Resistencia mecánica de un concreto 210 kg/cm² sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de Roca de Granito” se buscó analizar el comportamiento del concreto incorporado con Roca Granito pulverizado, sus resultados demuestran que al incorporar 7% y 10 % por cemento disminuyo la resistencia en 11.83% y 18.62% respectivamente.

Cabanillas (2020) en su investigación “Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante” se realizó un concreto patrón de alta resistencia de 500 kg/cm² y se comparó con la incorporación del nanosílice y un superplastificante al 1.0% y 1.5%, respectivamente; también se analizó la incorporación de ambos productos al 0.6%, 0.8% y 1.2%, donde se obtuvo un incremento en todos los resultados llegando hasta el aumento del 51.8 % en su resistencia a compresión en comparación al concreto patrón.

1.2.3. Nivel local

Chávarry (2018) con su investigación “Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén” – Chiclayo, se analizó el concreto simple incorporando polvo de granito obtenido del proceso obtención de agregados de la cantera Talambo, para realizar un concreto de resistencia alta, se incorporó polvo de granito al 5 %, 10% y 15% en función al peso del cemento para los diseños de 350 kg/cm², 420 kg/cm² y 500 kg/cm², donde se hayo que el porcentaje óptimo de concreto fue al 10% de polvo de granito observándose notable aumento en la resistencia a la compresión, mientras que al 15 % empieza a disminuir.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. El concreto

Es la mezcla de agregados gruesos (rocosos) y arena (agregados finos), adheridos por una pasta de cemento. (Lemus & Andrade., 2015)

Sus propiedades son directamente proporcionales a la relación agua/cemento, las proporciones de cemento, dando como resultado su resistencia a la compresión la cual afecta directamente a su durabilidad y rendimiento. (Montenegro *et al.*, 2020)

El concreto es uno de los compuestos más utilizados en el planeta, su ingrediente esencial el cemento, necesita mucha energía para su producción es por ello que la industria del cemento es una de los principales contribuyentes al calentamiento global. (Luhar & Chaudhary, 2016)

Cemento

Es un compuesto que se endurecen al estar en contacto con el agua, aire y después de ya estar endurecido se convierte en un aglomerado resistente al agua, está compuesto una mezcla de alúmina, sílice, óxido de hierro y calcio. (Parrales *et al.*, 2018)

Cementos portland adicionados según NTP 334.090

Están compuesto por la mezcla uniforme de molienda, mezclado con dos puzolanas diferente y clínker de C.P (Cemento Portland); estas pueden ser puzolana – caliza, escoria de alto horno - puzolana. (NTP 334.090., 2018)

Se consideran los más utilizados:

- IS: C.P. adicionado hasta el 70 % de escoria de alto horno.
- PM: C.P. adicionado hasta el 15% de puzolánico modificado.
- IT: C.P. incorporado con dos tipos de adiciones.
- IP: C.P. adicionado hasta el 40 % de material puzolánico.
- ICO: C.P. incorporado hasta 30 % filler calizo.
- IL: C.P adicionado con 5% a 15% de filler calizo.

Cementos portland especificación de la Performance

(NTP 334.082, 2016) Cuando se requieren propiedades y características en la categoría de especiales, los cementos deberán cumplir los siguientes requerimientos de performance física, tenemos:

- GU: Es de uso general.
- MS: Posee una moderada resistencia hacia los sulfatos.
- MH: Posee un moderado calor de hidratación.
- HS: Da una alta resistencia a los sulfatos.
- HE: Posee una alta resistencia inicial.
- LH: Se considera un cemento de bajo calor de hidratación
- Opción R: Es un cemento de baja reactividad adicionado con agregados álcali-reactivos.

Agua

Ayuda como catalizador al cemento, permitiendo en el concreto en estado fresco su manipulación y colocación, luego obtener su estado seco endurecido con sus propiedades y características ideales de un concreto, se recomienda el uso de agua potable, pero de no poseerla se puede usar agua de afluentes naturales, entre otras tal como dice en la norma NTP 339.088. (Sencico, 2014)

Agregados

Se les conoce como áridos, son partículas de artificial o natural; cuyos tamaños están fijados por las normativas: NTP 400.0037 y ASTM C 33. (R.N.E., 2019)

Agregado Fino

Es producido de forma natural o artificial es el material rocoso que pasa por el tamiz normalizado 3/8 pul y lo que queda detenido en el tamiz normalizado N° 200; quien cumplirá con las especificaciones mencionadas en la actual normativa. (NTP 400.012, 2018)

Agregado Grueso

Es material rocoso que no pasa el tamiz normalizado N° 4, este agregado es producido por la trituración natural o también mecánica de las piedras, tienen que cumplir con todas las especificaciones mencionadas en la actual normativa. (NTP 400.012, 2018)

Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad

Característica que tiene el concreto para colocarse en un vaciado sin formar vacíos, cangrejas u hormigueros. (A.C.I., 2015)

Consistencia

Es resultado de la cantidad de agua utilizada para su diseño y esta propiedad define la resistencia del concreto. (Abanto, 2017)

Peso unitario

Es la densidad que posee el concreto fresco, siendo el peso por unidad de volumen. (ICG, 2019)

Contenido de Aire

Es la porosidad que posee en concreto la cual desempeña un rol muy importante en las propiedades del concreto relacionadas con la durabilidad. (Özcan & Emin, 2018)

Ensayos para concreto fresco

Cono de Abrams - Asentamiento

El cono de Abrams es un instrumento que se aplica en el concreto de estado fresco para poder obtener su fluidez o plasticidad, donde se debe rellenar un cono metálico con dimensiones normalizadas, el proceso consiste en formar tres capas que luego serán apisonadas con varillas dando 25 golpes, para luego el molde sea retirado y podamos medir el asentamiento del concreto fresco. (ASTM C143, 2015)

Temperatura

Consiste en determinar la temperatura en el concreto fresco, esta esta influenciada por la energía del mezclado, el medio ambiente y el calor liberado debido a la reacción del cemento, La temperatura tiene que estar entre los 10° C a 32° C, un incremento de la temperatura hará que la mezcla madure más rápido por ello es uno de los parámetros más importantes. (ASTM C1064 / C1064M-08, 2015)

Peso unitario

(NTP 339.046, 2018) Es el volumen de la mezcla de concreto preparado en cantidades conocidas; donde la diferencia entre la masa con el molde vacío y lleno de concreto, da como resultado la masa neta

Propiedades del Concreto en Estado Endurecido

Se considera concreto endurecido al concreto en estado totalmente solido que puede soportar esfuerzos flexión y compresión.

Resistencia a Compresión

Es la facultad de soportar una carga o fuerza en un área, y se le conoce como esfuerzo, generalmente en kg/cm². (ASTM C39 ,2019)

Resistencia a la Flexión

Es la capacidad que tiene el concreto para poder resistir una fuerza aplicada perpendicularmente a su eje longitudinal. (ASTM C78-02, 2016)

Ensayos para concreto de estado endurecido

Ensayo de la Resistencia compresión (F'c)

Este ensayo está definido por una carga axial aplicada a una velocidad constante en una probeta de concreto hasta que llegue ocurrir una falla o un agrietamiento. Se utilizan cilindros de concreto con las medidas de 15 cm x 30 cm, el valor de la resistencia se obtiene dividiendo la carga vertical máxima, entre el área afectada por la carga del espécimen de concreto. (NTP 339.034, 2015)

Ensayo de la Resistencia a la flexión

Consisten en ejercer una carga a la viga de concreto de manera vertical, dando como resultado la resistencia a la flexión la cual se denota como el MR. (ASTM C293, 2016)

Métodos de dosificación

Se define como las proporciones que se poseen al mezclar diferentes componentes, los cuales en el concreto van a determinar características de compacidad, consistencia, resistencia, durabilidad, etc. (Pérez *et al.*, 2012)

Por otra parte, en los métodos de dosificación se tiene como objetivo encontrar proporciones que hay que mezclar para conseguir al f^c objetivo. (A.C.I., 2015)

Relación Agua Cemento

Es de gran importancia porque es proporcional a las propiedades obtenidas del concreto final, en donde mientras más agua se use, aumentara la fluidez de la mezcla de concreto y su plasticidad y trabajabilidad, lo cual es muy ideal para la mano de obra; pero, también se debe tener en cuenta que mientras más agua se adicione la resistencia del concreto disminuirá por los vacíos producidos. (Guevara *et al.*, 2012)

Tipos de concreto

Según el R.N.E., (2019) se tiene:

Concreto Ciclópeo

Es el concreto sin refuerzo de acero mezclado con agregado grueso (piedras grandes).

Concreto simple

Es el concreto sin acero del mínimo especificado para ser considerado concreto armado.

Concreto armado o reforzado

Cuenta con acero para ser reforzado y esta cantidad es mucho mayor a la cantidad mínima de acero que pide el reglamento, puede ser llegar a ser pre-esforzado o no.

Concreto de alta resistencia

En estos últimos tiempos la industria de construcción ha mostrado un interés significativo en el uso de Concreto de Alta Resistencia, mientras que ofrece importantes ventajas económicas y arquitectónicas sobre el concreto de resistencia normal, entre los que se encuentran adecuados para construcciones especiales que requieren alta durabilidad. También se hayan mejoras en la microestructura interna del material dada por varios factores, tales como: modificaciones en la composición de la mezcla, aditivos de reducción de agua, el uso de superplastificantes, optimización de la distribución del tamaño de grano, el uso de partículas con actividad puzolánica, adición de fibras, etc. Sin embargo, se ha demostrado que el concreto de alta resistencia cuando está expuesto a un ataque de fuego, el refinamiento de la estructura de los poros parece contribuir negativamente a su resistencia al fuego, lo que hace que el material sea más susceptible a la formación de partículas explosivas. desprendimiento explosivo se considera una falla catastrófica del concreto, que generalmente ocurre durante las primeras etapas del incendio, cuando el concreto alcanza temperaturas de hasta 300° centígrados. (Degliuomini *et al.*, 2020)

1.3.2. El granito

El granito se define como una roca ígnea la cual es formada por el enfriamiento del magma, o fundido aluminico, esta se origina a grandes profundidades de la corteza terrestre, el enfriamiento de esta roca permite que se formen grandes cristales dentro de ella, lo que le da esa textura cristalizada particular del material. (Marulanda, 2018)

En la construcción

Morteros de Granito

El polvo de granito puede usarse como alternativa a los agregados convencionales (arena natural y relleno silíceo) en la producción de morteros autocompactantes. El reemplazo en volumen de agregado convencional con polvo de granito produce en las propiedades del mortero una mejora de autocompatibilidad; en su morfología por el efecto de relleno de los poros se requiere un aumento en la relación A/C para mantener el parámetro de auto compactación. (Lozano *et al.*, 2020)

Cimentación

En España en sus edificaciones se ha encontrado rocas de granito utilizadas como agregado en las cimentaciones; realizo el análisis de un conjunto de edificios a mediados del siglo XX, donde se encontró la presencia de grandes piezas de granito en las cimentaciones, esto nos demuestra el funcionamiento del granito como agregado para el concreto ciclópeo. (Ferreira *et al.*, 2016)

La Figura 1 muestra la perforación y extracción de testigos de zapatas elaboradas de granito.



En el concreto

El uso de Residuos Granito Arena como sustituto parcial de la arena de cuarzo ha mostrado buenas características físicas y mecánicas. Además, el estudio de durabilidad asegurará una mayor confiabilidad en el uso de este material, sobre las características de durabilidad se indican que la incorporación de Polvo de granito mejora la durabilidad hasta en un 30%. Se puede usar un reemplazo razonable del 40% de la arena de cuarzo para producir Concreto de ultra alta resistencia, también se sabe que sometido a un sistema de curado acelerado exhibió un mejor rendimiento. La microestructura densa debido a la compacidad granular y la baja relación agua-ligante se atribuye a este rendimiento superior. (Rajasekar et al., 2018)

Además, también se emplea como pigmento polvo Granito a las pinturas ignífugas ya que pueden resistir hasta 600° C esta se combina con compuestos amónicos que cuando se le somete a calor, desprenden amoníaco gaseoso, lo cual forma una capa aislante que otorga una costra incombustible. (Angulo *et al.*, 2015)

1.4. Formulación del Problema

¿De qué manera influye la incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en el concreto?

1.5. Justificación e importancia del estudio

1.5.1. Justificación científica

Porque esta investigación se encuentra basada a partir de ensayos, aplicando el método científico, obtener las propiedades del concreto utilizando normativas y equipos para evaluar y analizar los datos obtenidos.

1.5.2. Justificación Social

Porque se compartirá información comprobada, a la industria de la construcción para generar nuevas alternativas al realizar el concreto y así proponer nuevos agregados que puedan ayudar a mejorar las propiedades del concreto.

1.5.3. Justificación Económica

Porque se evaluarán nuevas alternativas en los agregados del concreto, cubriendo la necesidad de utilizar aditivos para mejorar la resistencia del concreto.

1.5.4. Justificación Ambiental

Porque se dará un nuevo uso a estos residuos (polvo de granito) que son perjudiciales para el ecosistema; el consumo global de arena de río natural es muy alto debido al crecimiento de la infraestructura y al uso que se le da en el concreto. Por lo tanto, las industrias de la construcción están bajo presión para identificar un material alternativo que pueda sustituir, en este caso este material sería una nueva alternativa para su uso en la construcción y ayudar a reducir esa brecha.

1.6. Hipótesis

La incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena influye en el concreto incrementado sus propiedades físico-mecánico.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Incorporar residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto.

1.7.2. Objetivo Específico

- a) Identificar las características geotécnicas de los agregados fino, grueso y polvo de granito.
- b) Elaborar probetas y vigas de concreto para un diseño de mezcla patrón 210 kg/m².
- c) Incorporar al 10%, 15%, 20% y 30% el polvo de granito como reemplazante parcial de la arena en el diseño de mezcla.
- d) Comparar las propiedades físicas del concreto patrón y del concreto incorporando polvo de granito como reemplazante parcial de la arena.
- e) Proponer la dosificación ideal de incorporación de polvo de granito como reemplazante parcial de arena.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es aplicada, y con un enfoque cuantitativo.

Este estudio es tipo aplicado porque a través del conocimiento científico, metodologías, protocolos y tecnologías buscar dar solución a una necesidad específica. (CONCYTEC, 2018)

Es de enfoque cuantitativo porque el procesamiento de resultados se realizó con el uso de la estadística descriptiva.

2.1.2. Diseño de Investigación

Este estudio es Experimental, ya que las propiedades de la variable dependiente fueron modificadas de manera intencional para analizar las consecuencias de un efecto.

X -----> Y

C_PX -----> PGY₁

C_PX -----> PGY₂

C_PX -----> PGY₃

C_PX -----> PGY₄

Donde: C_pX = Concreto patrón. PGy1, PGy2, PGy3, PGy4= Concreto incorporado con 10%, 15%, 20% y 30% de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Dependiente:

Concreto.

2.2.2. Variable Independiente:

Granito.

2.2.3. Operacionalización:

Tabla 1

Operacionalización Variable Independiente

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Polvo de Granito	Características geotécnicas	Granulometría	mm	Observación Revisión documentaria Equipo de laboratorio
		Módulo de finesa	adimensional	
		Peso específico	gr/cm ³	
		Absorción (%)	%	
		Contenido de humedad	ml	
	Porcentajes de incorporación	10%	%	Observación Revisión documentaria Ficha de recolección de datos
		15%	%	
		20%	%	
		30%	%	
		% ideal	%	
	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Kg/cm ²	Observación Revisión documentaria Ficha de recolección de datos Prensa hidráulica y equipo de módulo de elasticidad
		Resistencia a flexión	Kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2

Operacionalización Variable Dependiente

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Concreto	Características geotécnicas	Granulometría	mm	Observación Revisión documentaria Equipo de laboratorio
		Módulo de finesa	adimensional	
		Peso específico	gr/cm ³	
		Absorción (%)	%	
		Contenido de humedad	ml	

	Diseño de mezclas patrón	Dosificación volumen	m ³	Observación Revisión documental Ficha de recolección de datos
		Dosificación peso	Kg	
	Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	Kg/cm ²	Observación Revisión documental Ficha de recolección de datos Prensa hidráulica y equipo de módulo de elasticidad
		Resistencia a flexión	Kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Se tuvo como población el conjunto de probetas y vigas de concreto a analizar, y comparar con el concreto patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.3.2. Muestra

Estuvo constituida por 45 probetas y 45 vigas de concreto.

- Probetas y Vigas de concreto patrón de 210 kg/cm^2 e incorporado con polvo de granito al 10%, 15 %, 20% y 30%, 9 muestras por diseño.
- Granito en polvo fue obtenido de las fábricas de corte de piedras Ornamentales ubicadas en Lima, que fue enviado a Chiclayo como granito lavado.
- El agregado grueso piedra de 1/2 y agregado fino arena se obtuvo de la Cantera la Cría.
- El Cemento portland de Tipo MS.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Observación

Datos obtenidos de la realización de ensayos normalizados en el laboratorio de ingeniería.

Análisis documental

Es la información que se recopiló, analizó y seleccionó sobre el equipo de laboratorio, prensa hidráulica y equipo de módulo de elasticidad, la ficha de recolección de datos se obtuvo de tesis, libros, normativas e informes de laboratorio.

Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

Los ensayos a realizar en el laboratorio están base a formatos formalizados con la finalidad de registrar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta las normas técnicas de dichos ensayos.

Guía de documentos

Se siguió la normativa NTP y ASTM; donde se establece especificaciones de los ensayos en el laboratorio a fin de obtener resultados dentro de los parámetros establecidos.

Ensayos aplicados al agregado fino, agregado grueso y Polvo de granito

- Contenido de humedad (NTP 339.185, 2018; ASTM D854, 2015)
- Peso específico de masa (NTP 400.022, 2018; ASTM C138, 2016)
- Grado de absorción % (NTP 400.021, 2018; ASTM D75, 2015)
- Peso unitario suelto (NTP 400.017, 2018; ASTM C39, 2015)
- Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012, 2018; ASTM D422, 2015)

Ensayos con el concreto fresco

- Peso unitario (NTP 339.046, 2018; ASTM C138, 2016)
- Trabajabilidad Slump (NTP 339.035, 2018; ASTM C143, 2015)
- Temperatura (NTP 339.184, 2018; ASTM C 1064, 2015)

Ensayos con el concreto endurecido

- Resistencia a la compresión (NTP 339.034, 2015; ASTM C39, 2015)
- Resistencia a la Flexión (NTP 339 078, 2018; ASTM C78 , 2015)

Validez

Se respetó los parámetros establecidos en las normativas ASTM, NTP, para obtener una validez en los resultados de los ensayos en el laboratorio.

Confiabilidad

Se demostrará la confiabilidad de la investigación utilizando los métodos e instrumentos de recolección mencionados anteriormente.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

2.5.1. Diagrama de flujo

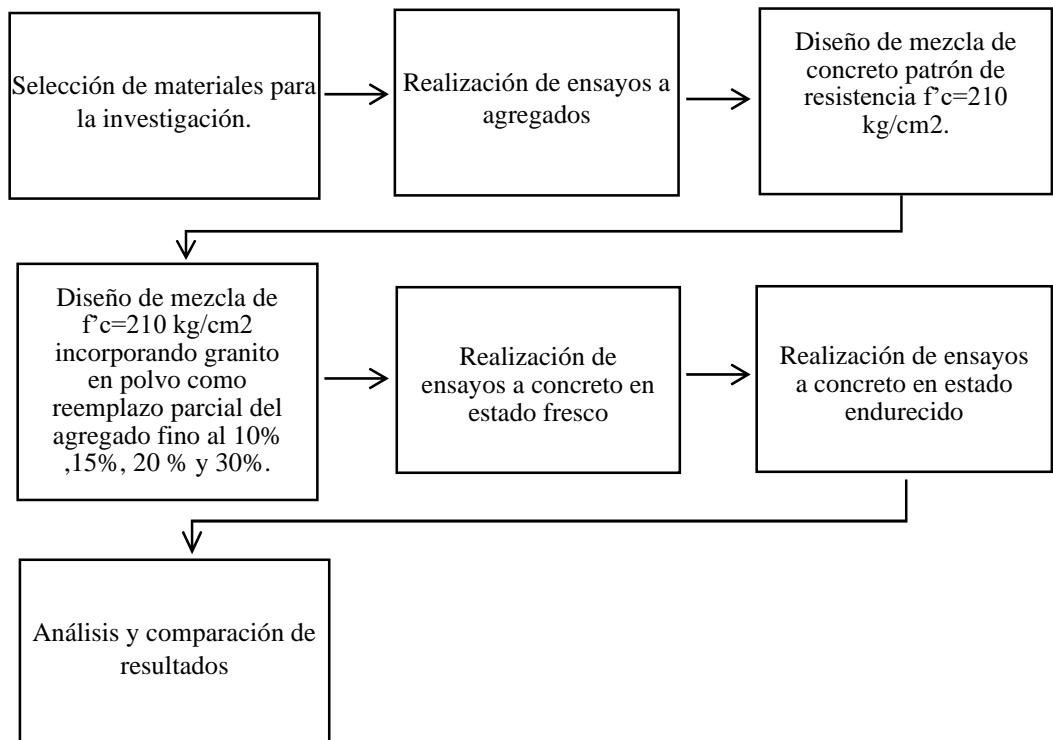


Figura 2. Diagrama de flujo de procesos

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción de procesos.

Materiales para la investigación.

Agregados.

Los agregados fino y grueso se obtuvieron la “La Cría”- cantera ubicada en Pátapo.



Figura 3. Vista satelital cantera “La Cría” – Pátapo

Fuente: Adaptado de Google Earth, s.f. Todos los derechos reservados 2021 por Google. Adaptado con permiso del autor.

Cemento

Para esta investigación se decidió usar el cemento Pórtland de Tipo MS, “Pacasmayo Azul Fortimax, Anti Salitre MS”.



Figura 4. Cemento a utilizar "Pacasmayo Azul Fortimax"

Fuente: Cementos Pacasmayo

Agua

El agua utilizada cumple con los parámetros establecidos en la N.T.P., la cual se obtuvo de las instalaciones del Laboratorio “EMC”.

Realización de ensayos a agregados.

Análisis Granulométrico.

Es la clasificación en partes de igual tamaño de los agregados.

Equipos y materiales. Se realizó usando mallas tamizadas normalizadas quienes poseen aberturas dimensionadas respecto al agregado seleccionado.

Procedimiento de ensayo. Teniendo los agregados en el laboratorio se procede a realizar el análisis granulométrico el cual consiste pasar los agregados a través de mallas normalizadas para así obtener en el agregado grueso el tamaño máximo y nominal y hallar el módulo de fineza para el agregado fino.



Figura 5. Preparación de los agregados para los ensayos

Fuente: Elaboración propia

Contenido de Humedad

Es la magnitud que indica la cantidad de agua en su estado natural de cada agregado.



Figura 6. Agregados en el Horno para la obtención de contenido de Humedad

Fuente: Elaboración propia

Materiales: Se utilizó balanza, recipiente y horno.

Procedimiento: En un depósito se coloca la muestra de agregado para realizar su pesado antes de ser ingresado al horno, luego de obtener este dato se ingresa la muestra en el horno durante 24 h a 110° centígrados, pasado el tiempo se procede a realizar de nuevo el pesado, pero ya de la muestra seca, con la diferencia de estos resultados obtendremos el porcentaje de humedad.

$$H\% = ((Ph - Ps) * 100) / Ps$$

Ph: Peso húmedo

Ps: Peso seco

Peso Unitario Suelto

Es el menor peso de la unidad de volumen, es el ensayo que establece la relación Peso/ Volumen de los agregados en su estado no compactado.

Los materiales y equipos a utilizar es una barra de acero, recipiente, balanza y cuchara.

ASTM C127 (2015) El procedimiento consiste en introducir la muestra de agregado en un molde previamente para poder hallar su volumen suelto, se llena

la muestra hasta que alcance el borde del molde; evitando lo mayor posible que se produzca una segregación, en consecuencia, se enrasa la superficie con una regla evitando presionar mucho para que no se compacte ligeramente la muestra suelta, luego de obtener los pesos de las muestras, se procede a efectuar siguientes los cálculos:

$$PV_s = (G_s - M_p) / M_v$$

PV_s = Peso volumétrico suelto (kg/m^3).

G_s = Peso del agregado suelto con el recipiente (kg)

M_p = Peso del recipiente (kg)

M_v = Volumen del recipiente (m^3).



Figura 7. Peso sumergido

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción de agregados.

Es el peso del agregado sumergido en agua bajo condiciones de fuerzas hidrostáticas.

Si en el agregado se produce más absorción de agua entonces el peso específico es bajo, mientras que si en el agregado se produce una absorción de una

cantidad menor de agua entonces el peso específico es alto en consecuencia de calidad muy buena.

Para el Agregado grueso

Los recipientes son de acuerdo al material a realizar el ensayo se coloca el agregado grueso en el envase de 4 kg, y se procede a saturar por 24 h dentro del agua en una canasta; se obtiene el peso sumergido y cumplido el tiempo se seca el material, para luego ser pesado.

Para el agregado fino

Se toma entre 2 a 3 kg se colocan en el horno a 110 ° centígrados por 24 h, pasado el tiempo se toma una muestra de 500 gr, se lo agrega a una fiola llena de agua, se agita y se deja en reposo hasta que se asiente.

Diseño de mezcla de concreto patrón para resistencias de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Con los resultados obtenidos a partir de la granulometría se realiza el diseño de mezcla, para esta investigación se procede a realizar un diseño de 210 kg/cm^2 el cual nos servirá de diseño patrón.

Diseño de mezcla de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando granito en polvo como reemplazo parcial del agregado fino al 10% ,15%, 20 % y 30%.

Se tomó como base el diseño Patrón y se incorporó el polvo de granito el 10% ,15%, 20 % y 30%, obteniendo diferentes cantidades de agregado fino y granito para el diseño de mezcla de cada porcentaje.

Realización de ensayos a concreto en estado fresco.

Asentamiento del concreto Slump.

Se tomó como base el ASTM C143 (2015) Para realizar el ensayo de slump, el cual consiste en ingresar el concreto fresco recién salido de la mezcladora a un molde en forma de cono llamado cono de Abrams, se procede a llenar en 3 partes iguales dando 25 golpes por llenada al final se retira el molde en forma de cono para proceder a medir el asentamiento, el cual es la diferencia de tamaño entre el molde hasta la superficie del concreto fresco asentado.



Figura 8. Ensayo Slump

Fuente: Elaboración propia

Temperatura del concreto. (NTP 339.184)

Con un termómetro digital se le pone por un promedio de 1 minuto al concreto fresco, obteniendo la temperatura, para esta investigación se obtuvo la temperatura en grados centígrados.



Figura 9. Obtención de temperatura con el termómetro digital

Fuente: Elaboración propia

Llenado de moldes cilíndricos y vigas

La mezcla fresca se procede a llenar los moldes para las probetas y las viguetas, los moldes previamente deben ser ajustados y aceitados, el vaciado dentro del molde se realiza en 3 partes iguales, dándole 12 golpes al molde por fuera para así evitar las futuras cangrejas o vacíos dentro de la mezcla, en la figura 10 y 11 se muestran los moldes de probetas y viguetas utilizadas para la presente investigación.



Figura 10. Elaboración de Probetas de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Elaboración de vigas

Fuente: Elaboración propia

Curado de probetas y Vigas

Luego del vaciado pasando las 24 horas se realiza el desmolde de los testigos, a continuación se le coloca un código a cada molde indicando al diseño que pertenece, en esta investigación se realizaron 9 probetas y 9 viguetas por cada diseño; concreto patrón, concreto incorporado al 10%, 15%, 20% y 30 % con polvo de granito, siendo un total de 45 probetas, 45 viguetas; estas se trasladan a una piscina de curado para proceder a su curado y completar los 7, 14 y 28, para la realización de sus ensayos, en la figura 12 se observa las probetas y viguetas siendo colocadas dentro de la piscina de curado dentro del laboratorio.



Figura 12. Curado de Probetas y Vigas en la Piscina del Laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Realización de ensayos a concreto en estado endurecido.

Resistencia a la compresión. (NTP 339.034)

Se ingresa las probetas de concreto en la prensa hidráulica para obtener resistencia al momento de falla, se realiza este ensayo por cada diseño a los 7, 14 y 28 días, obteniendo 3 resultados por diseño, se halla un promedio para proceder a graficar la curva de resistencia de cada diseño, en la figura 13 se muestra la prensa hidráulica digital utilizada para esta investigación.



Figura 13. Ensayo de compresión en Probetas

Fuente: Elaboración propia

Flexión (NTP 339. 078)

Se realizó 9 viguetas de concreto de medidas 15 cm x 15 cm por cada diseño determinando su módulo de rotura en kg/cm^2 , se puso a prueba 3 viguetas por cada diseño a los 7,14 y 28 días de fraguado, la resistencia a la flexión se expresó como Módulo de Rotura, determinándose mediante el método ASTM C78 que consiste en aplicar una carga en los puntos tercios de la vigueta a través de un soporte metálico que se agrega a la prensa hidráulica.



Figura 14. Ensayo de Flexión en Vigas de Concreto

Fuente: Elaboración propia

2.6. Criterios éticos

Se utilizó artículos científicos internacionales, a la vez sobre normativas vigentes para esta investigación que permiten recolectar los datos reales, teniendo como base el código de ética de la Universidad Señor de Sipán y el Colegio de Ingenieros del Perú lo que se busca con esta investigación es dar información legítima y real para que pueda ser usada en futuros trabajos en el rubro de la construcción, implementando nuevas tecnología y alternativas de materiales.

2.6.1. Ética de la publicación

Esta investigación respeta los principios y estándares asociados con el proceso de publicación de los resultados con el fin de obtener una alta calidad, confianza pública en los hallazgos demostrados.

2.6.2. Ética de la profesión

El perfil de un buen ingeniero es respetar un conjunto de valores morales o normas necesarias, que encaminan a fomentar buenas prácticas laborales para ser un buen profesional.

2.7. Criterios de rigor científico

2.7.1. Fiabilidad

Los datos utilizados para esta investigación se obtuvieron mediante los ensayos de laboratorio; recopilando información a través de la observación, la comparación e interpretación de los resultados, teniendo como base criterios de rigor, éticos, buscando obtener certificación, seguridad y credibilidad en los resultados.

2.7.2. Replicabilidad

La presente investigación posee este criterio científico que permite contribuir la verificación y proceso de los datos adquiridos, siempre en cuando sostengan las mismas observaciones, criterios y procedimientos mencionados.

III. RESULTADOS

3.1. Resultados en tablas y figuras

3.1.1. Diseñar el concreto patrón con resistencias de 210 kg/cm²

Se obtuvo las propiedades y características de los agregados a partir de los ensayos normalizados para poder realizar el diseño de mezcla, los resultados se muestran en la tabla 3:

Tabla 3

Ensayo de Agregados

A.1 Datos del agregado grueso

Tamaño máximo nominal:	1"
Contenido de humedad:	0.87%
Peso Unitario suelto seco:	1.419 gr/cm ³
Peso Unitario compactado:	1.504 gr/cm ³
Porcentaje de desgaste (%)	21.10%
Porcentaje de Sal (%)	0.040%
Contenido de cloruros (CL)	0.0106%
Contenido de sulfatos (SO4-2)	0.0068%
Pe bulk (Base seca)	2.678
Pe bulk (Base saturada)	2.705
Pe Aparente (Base Seca)	2.752
% de absorción	1.01%

A.2 Datos del agregado fino

Tamaño máximo nominal:	1/4"
Módulo de fineza:	2.78
Contenido de humedad:	3.90%
Peso Unitario suelto seco:	1.546 gr/cm ³
Peso Unitario compactado:	1.587 gr/cm ³
Pe bulk (Base seca)	2.574
Pe bulk (Base saturada)	2.609
Pe Aparente (Base Seca)	2.667
% de absorción	1.35%
Equivalente de arena	36.40%
Porcentaje de Sal (%)	0.070%
Contenido de cloruros (CL)	0.0134%
Contenido de sulfatos (SO4-2)	0.0087%

A.4 Datos del Polvo de granito Polvo

Tamaño máximo nominal:	1/4"
Módulo de fineza:	0.53
Contenido de humedad:	0.32%
Pe bulk (Base seca)	2.798
Pe bulk (Base saturada)	2.808
Pe Aparente (Base Seca)	2.828
% de absorción	0.37%

Fuente: Elaboración propia

Luego del análisis de los agregados se realizó el diseño de mezcla para la resistencia de 210 kg/cm² del concreto patrón; los datos obtenidos para cada diseño de mezcla se muestran en la Tabla 4, donde se aprecia los materiales a utilizar por metro cúbico, proporción en peso y volumen.

Tabla 4

Contenido de materiales por metro cúbico.

PROPORCIÓN DE MATERIALES EN METROS CÚBICOS				
Resistencia (kg/cm ²)	Cemento (kg/m ³)	Agua (Lts)	Agregado fino(kg/m ³)	Agregado grueso(kg/m ³)
210	390	183	863	944
PROPORCIÓN DE MATERIALES EN PESO				
Resistencia (kg/cm ²)	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
210	1	2.2	2.4	19.9
PROPORCIÓN EN VOLUMEN				
Resistencia (kg/cm ²)	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
210	1	2.1	2.6	19.9

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados en los ensayos de los agregados, se procede a realizar los diseños patrón e incorporando 10%, 15%, 20 % y 30% de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en el concreto, según el porcentaje del

peso de la arena total del concreto, en la tabla 5 se muestran los diseños de mezcla en proporción de peso incorporando con polvo de granito.

Tabla 5

Diseños de mezcla incorporado con Polvo de granito

Diseño de mezcla	Resistencia	Cemento	Agua	Agregado fino	Agregado grueso	Polvo de granito
Diseño + 10% Polvo de granito	210	1	19.9	1.98	2.4	0.22
Diseño + 15% Polvo de granito	210	1	19.9	1.87	2.4	0.33
Diseño + 20% Polvo de granito	210	1	19.9	1.76	2.4	0.44
Diseño + 30% Polvo de granito	210	1	19.9	1.54	2.4	0.66

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Ensayos realizados en el concreto patrón

Los resultados obtenidos luego serán luego comparados con los diseños de polvo de granito, se elaboró 9 probetas y 9 vigas de concreto, de los cuales se analizó en su estado fresco y endurecido.

3.1.2.1. Concreto patrón en estado fresco

Ensayo para medir el Asentamiento

En la Figura 15 se muestra que el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ obtuvo un slump de 4" lo cual demuestra que el concreto patrón tiene un asentamiento trabajable.

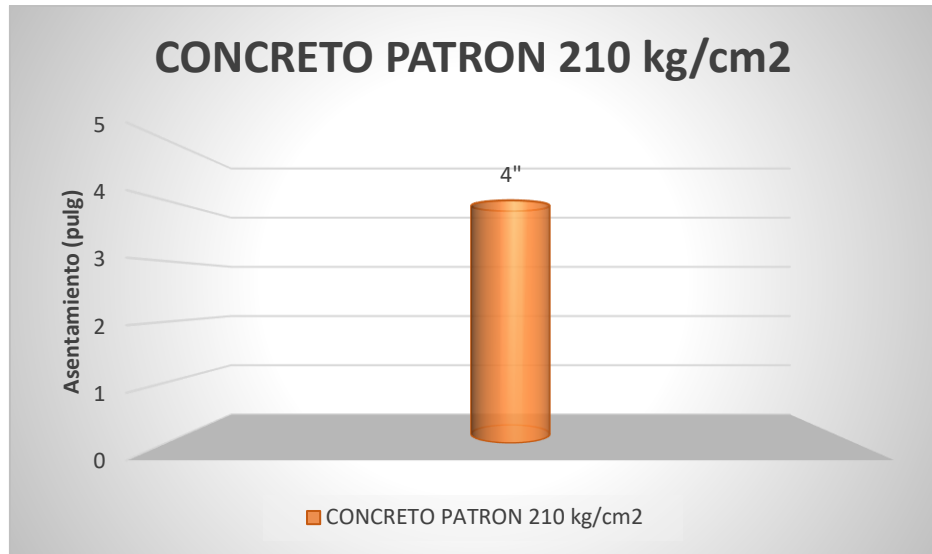


Figura 15. Ensayo para medición de Asentamiento de concreto patrón

Fuente: Elaboración propia

Temperatura

La temperatura del concreto patrón se mantuvo según el horario del vaciado en que se realizó la mezcla es así que el concreto de 210 kg/cm², obteniendo una temperatura promedio de 22.4° centígrados tal como se muestra en la figura 16.

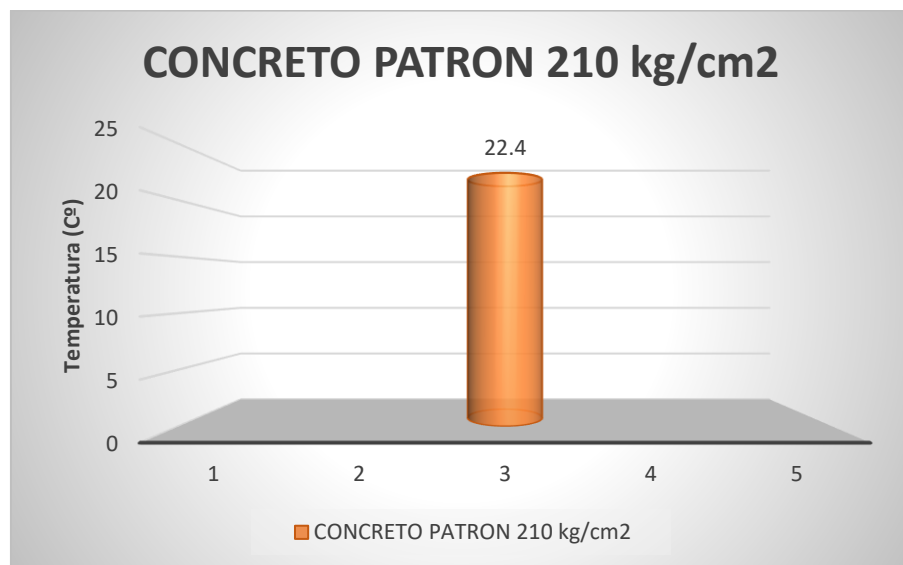


Figura 16. Temperatura del concreto patrón

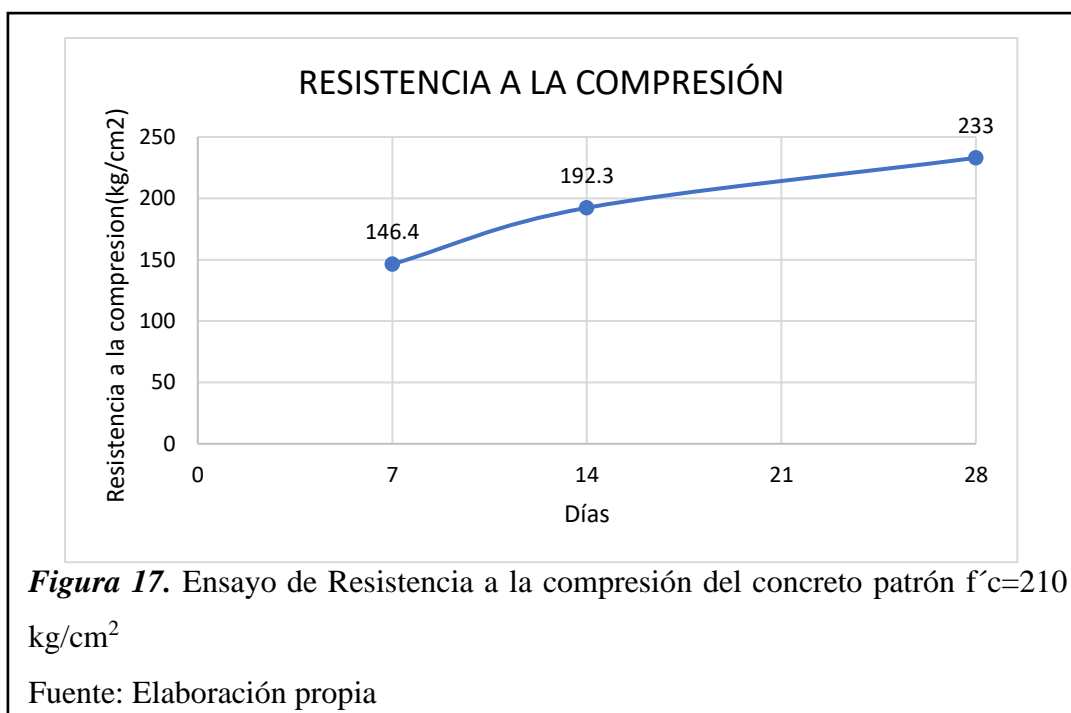
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Concreto patrón en estado endurecido.

En su estado endurecido se procedió a realizar ensayos de resistencia a la compresión en las 45 probetas y resistencia a la flexión en las 45 vigas.

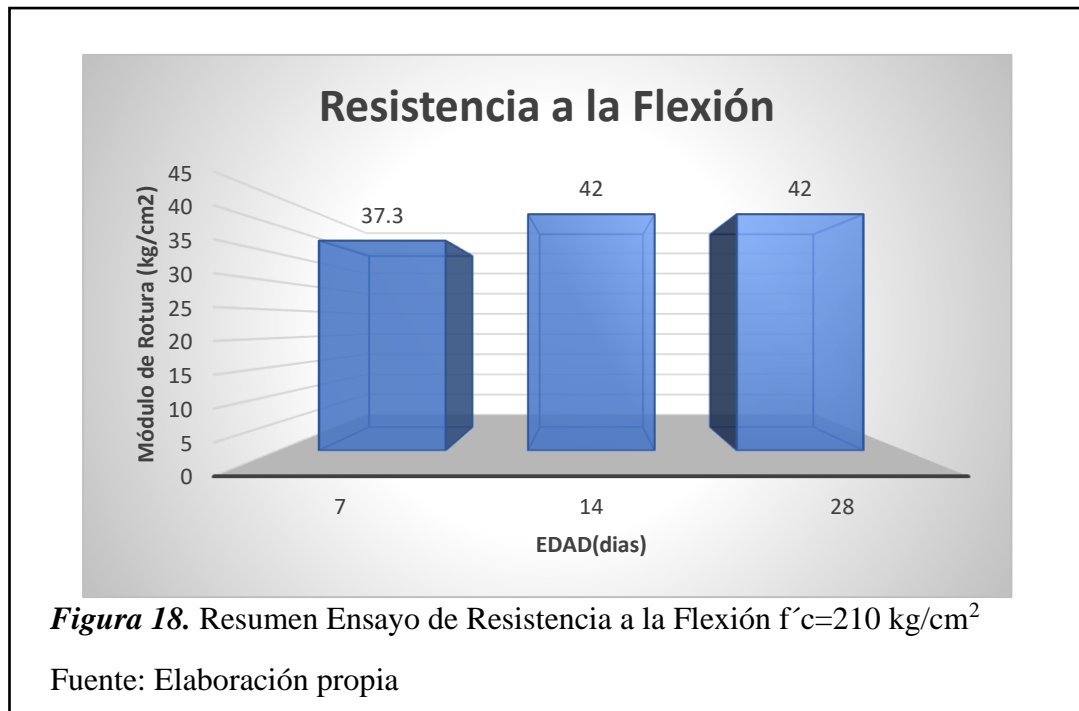
Resistencia a la compresión

La figura 17 indica la resistencia a diferentes edades 7, 14 y 28 días obtenida de las 9 probetas para el concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, los resultados promedios son los siguientes:



Flexión

Se realizó 9 vigas de 210 kg/cm^2 , donde se analizó la resistencia a la flexión a las edades de 7,14, 28 días a cada obteniendo como resultado promedio los datos se muestran en la figura 18:



3.1.3. Comparación de las propiedades del concreto patrón y el incorporado con polvo de granito al 10 %, 15%, 20% y 30 % en las edades de 7, 14 y 28 días.

Se procede a comparar los diseños incorporando con polvo de granito al 10%, 15 %, 20% y 30% con respecto al concreto patrón en su estado fresco y endurecido.

3.1.3.1. Ensayo a Concreto en estado fresco

Ensayo para medición de Asentamiento

Se aplicó el ensayo de Slump para poder analizar la trabajabilidad, la figura 19 indica los resultados promedio de cada diseño, el asentamiento va reduciendo a mayor de porcentaje de Polvo de granito haciéndolo menos trabajable, los resultados demuestran que el Polvo de granito reduce la trabajabilidad del concreto, no obstante hasta el 20 % tiene la trabajabilidad óptima necesaria para moldearse y su uso en diversas estructuras, al 30 % tiene una trabajabilidad muy baja, consistencia seca y se encuentra en el asentamiento mínimo a usar en estructuras tal como se clasifica en la tabla 6 y 7.

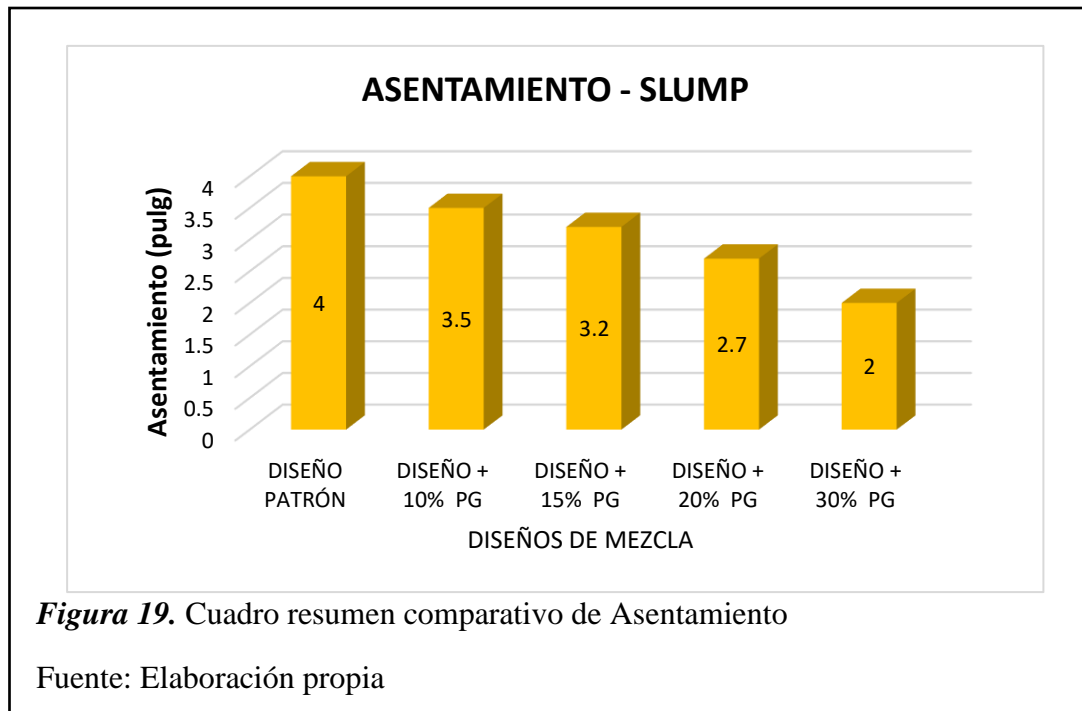


Tabla 6 Clasificación de consistencia

Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	>5"	Muy trabajable

Fuente: ASTM C 143 - Asentamiento del concreto con cemento Portland

Tabla 7 Asentamiento para diversos tipos de estructura

Tipo de estructura	Asentamiento (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vegas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Muros, pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: ACI 211.1 Práctica estándar para seleccionar proporciones normales.

Ensayo para determinar la temperatura

Se utilizó un termómetro digital para obtener la temperatura en grados centígrados, la figura 20 indica las temperaturas obtenidas para cada diseño donde no varía encontrándose promedio de 22.6° centígrados adecuada al tiempo de vaciado.

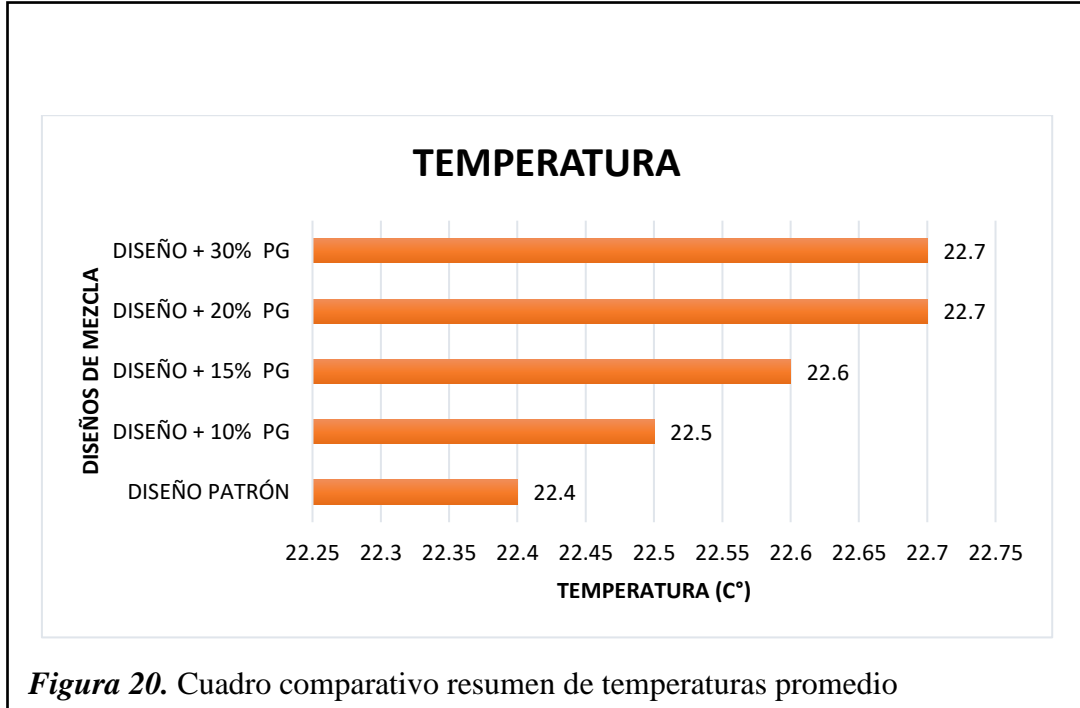


Figura 20. Cuadro comparativo resumen de temperaturas promedio

Fuente: Elaboración propia.

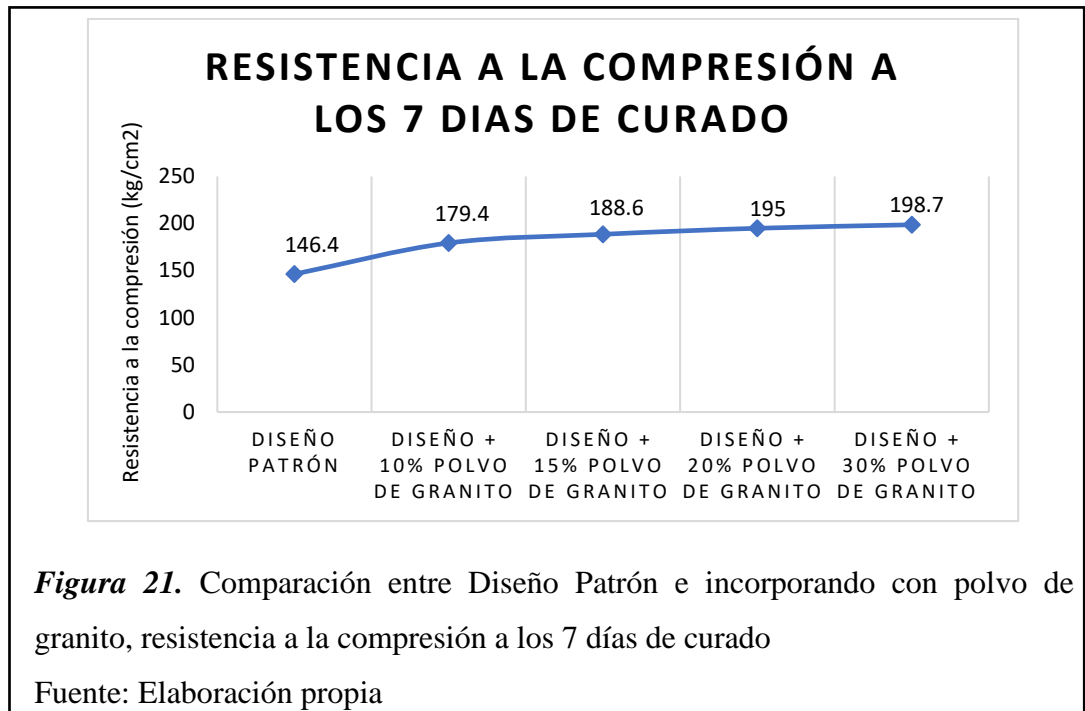
3.1.3.2. Ensayo estado endurecido.

Se procede a comparar los resultados obtenidos de las 9 probetas de concreto patrón a sus diferentes edades, respecto a las 36 probetas de concreto incorporando con polvo de granito en diferentes porcentajes.

Compresión

Compresión a los 7 días de curado

Se realizó la comparación entre el concreto patrón y el incorporando polvo de granito en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 30% a la edad de 7 días de curado, observándose una tendencia de aumentar su resistencia a la compresión a más porcentaje de polvo de granito.



Compresión a los 14 días de curado

Al igual que en la edad de 14 días de curado se realizó la comparación entre el concreto patrón y el concreto incorporando con polvo de granito, sobresaliendo el Diseño + 30 % polvo de granito obteniendo a los 14 días de curado la resistencia de 235.2 kg/cm² a comparación del concreto patrón que solo obtuvo 192.3 kg/cm² observándose una mejora respecto al diseño de concreto patrón los resultados promedio se muestran en la figura 22:

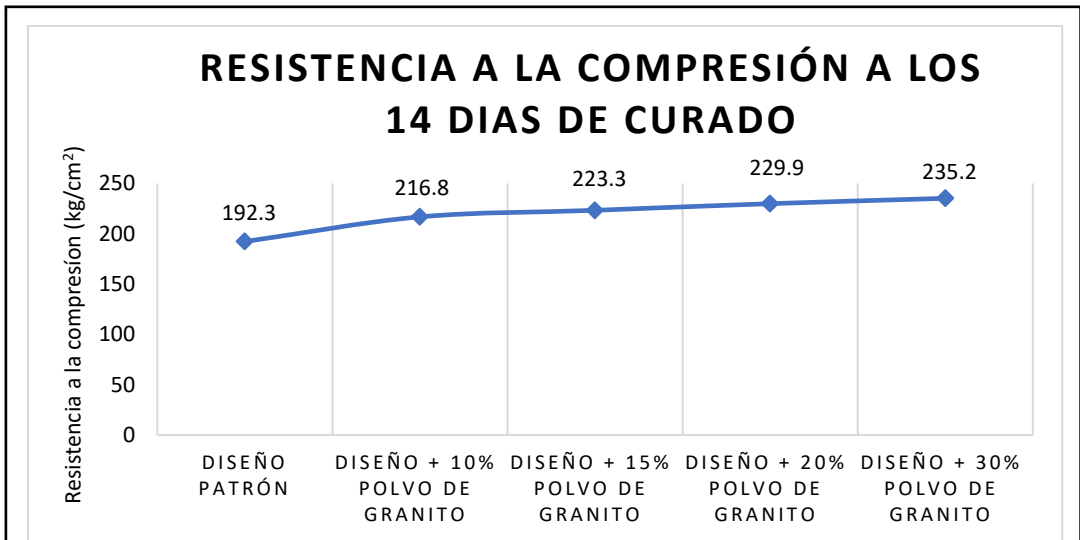
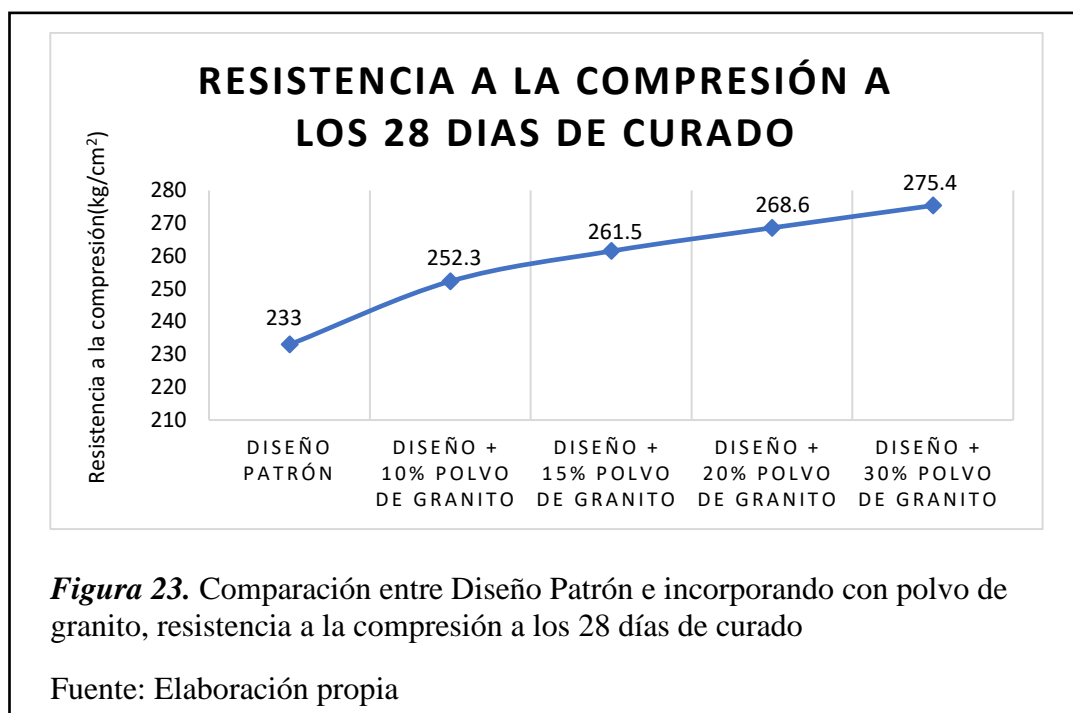


Figura 22. Comparación entre Diseño Patrón e incorporando con polvo de granito, resistencia a la compresión a los 14 días de curado

Fuente: Elaboración propia

Compresión a los 28 días de curado

En la figura 23 se muestran los resultados promedios de cada diseño; todos los diseños con Polvo de granito a los 28 días obtuvieron una mayor resistencia respecto al concreto patrón, hasta alcanzando 275.4 kg/cm² como mayor resistencia a la compresión promedio en el diseño incorporado con 30 % polvo de granito, subsecuente 20 % polvo de granito con 268.6 kg/cm².



Flexión

Se elaboró 45 vigas de concreto, siendo 9 para el concreto patrón y 36 incorporado con polvo de granito como reemplazo parcial de la arena al 10%,15%,20% y 30%; donde se halló el módulo de rotura, generalmente para ser un resultado óptimo debe estar entre el 10% al 20% de la resistencia a compresión.

Flexión a los 28 días

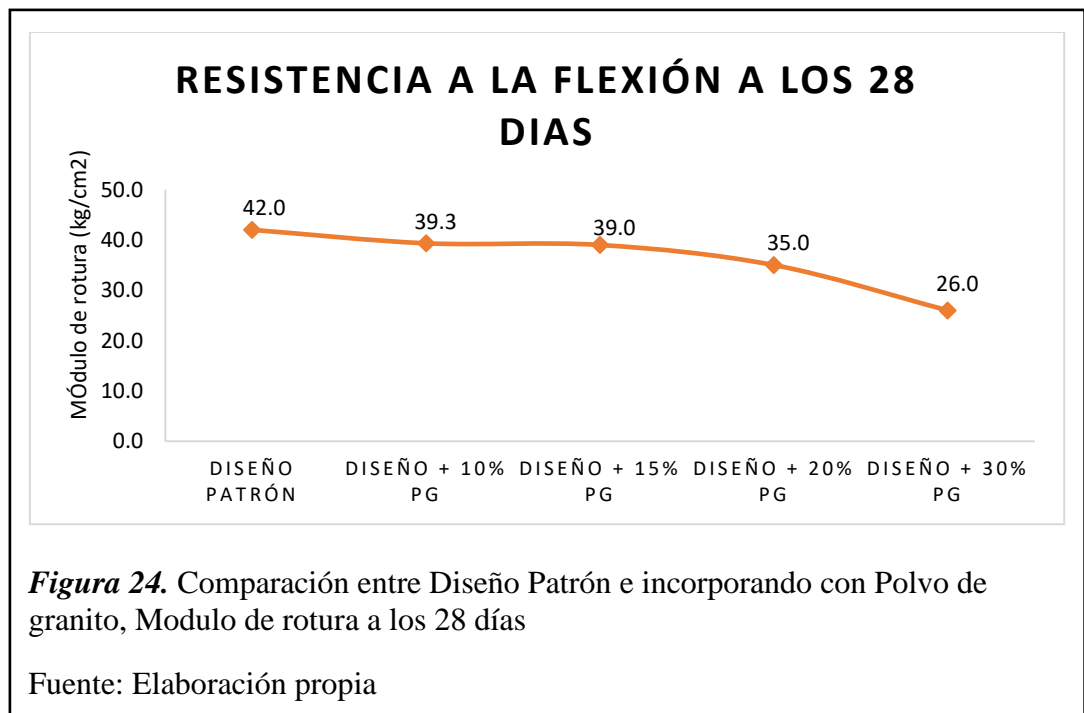
Se aplicó el ensayo de resistencia a la flexión, donde se realizó 9 viguetas de concreto de medidas 15 cm x 15 cm por cada diseño determinando su módulo de rotura en kg/cm² a los 7,14 y 28 días de fraguado, aplicando carga en los puntos tercios de la vigueta ASTM C78 (2015), En la tabla 8 se muestran los resultados promedios por cada diseño y en la figura 26 los resultados promedio a los 28 días de fraguado, donde se evidencia que a mayor porcentaje incorporado de Polvo de granito en el diseño reduce la flexión cumpliendo con los parámetros de flexión mínima en el concreto hasta el diseño de 20% PG, mientras que el diseño de 30% PG no cumple con los parámetros debido a que el módulo de rotura mínimo debe estar entre 10% a 15% del $f'c$. National Ready Mixed Concrete Association, 2021; American Society for Testing and Materials, (2016)

Tabla 8

Ensayo de resistencia a la flexión del concreto.

DISEÑOS DE MEZCLA CONCRETO					
Test	CONCRETO PATRÓN	DISEÑO + 10% PG	DISEÑO + 15% PG	DISEÑO + 20% PG	DISEÑO + 30% PG
días	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
7	37.3	29.7	29.7	31.7	23.0
14	42.0	34.7	36.3	33.3	25.0
28	42.0	39.3	39.0	35.0	26.0

Fuente: Elaboración propia



3.1.4. Análisis de resultados obtenidos en los ensayos realizados en el laboratorio entre los diferentes Diseños de Mezcla

En la tabla 9 se muestra el análisis de los resultados de Diseño Patrón de 210 kg/cm², Diseños incorporando con Polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en porcentajes 10%, 15% y 20% a los 28 días de curado donde se obtuvo mejores resultados al usar polvo de granito; en la trabajabilidad se notó

una tendencia a disminuir a mayor cantidad de porcentaje de polvo de granito obteniendo una mezcla trabajable hasta el 20 % con polvo de granito obteniendo un Slump de 2.7”, mientras que al 30 % ya la mezcla tiende a ser seca por ende poco trabajable, se obtiene un temperatura promedio de 24° centígrados adecuada al tiempo de vaciado, respecto a la resistencia a la compresión en el diseño con 30 % de polvo de granito como reemplazo parcial del arena se logra mejorar hasta en un 17% en comparación al concreto patrón, y al 20 % PG mejoró en un 13% respecto al diseño patrón, en la figura 25 se indica la variabilidad de los resultados de resistencia a la compresión ; en consecuencia su resistencia a la Flexión se observó una tendencia a disminuir a mayor porcentaje de granito hasta el 20 % PG obtuvo como módulo de rotura 35 kg/cm² estando dentro de los parámetros mínimos de resistencia a la flexión entre los rangos del 10 % a 20 % respecto a su resistencia a la compresión, mientras que al 30 % PG con un Módulo de rotura de 26 kg/cm² se encuentra abajo del mínimo siendo el 9% de su resistencia a la compresión; en la figura 26 se muestra la variabilidad de los resultados de resistencia a la flexión a los 28 días.

Tabla 9

Resumen de resultados obtenidos

DISEÑO DE MEZCLA	Slump (pulg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión Modulo de rotura (kg/cm ²)
DISEÑO PATRÓN 210 kg/cm ²	4	233	42
DISEÑO + 10% PG	3.5	241.3	39.3
DISEÑO + 15% PG	3.2	246.3	39
DISEÑO + 20% PG	2.7	262.3	35
DISEÑO + 30% PG	2	272.5	26

Fuente: Elaboración propia

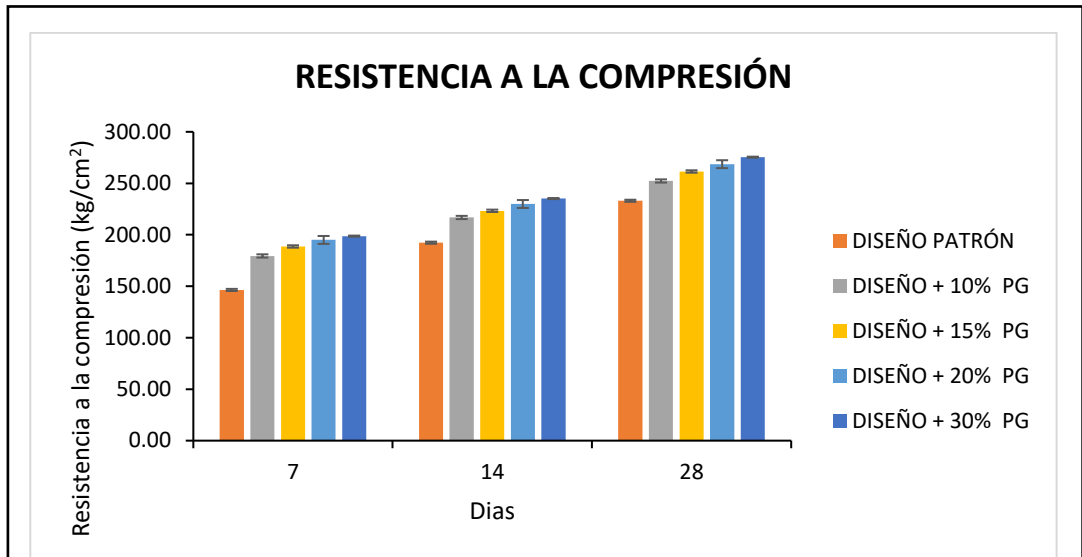


Figura 25. Variabilidad de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días

Fuente: Elaboración propia

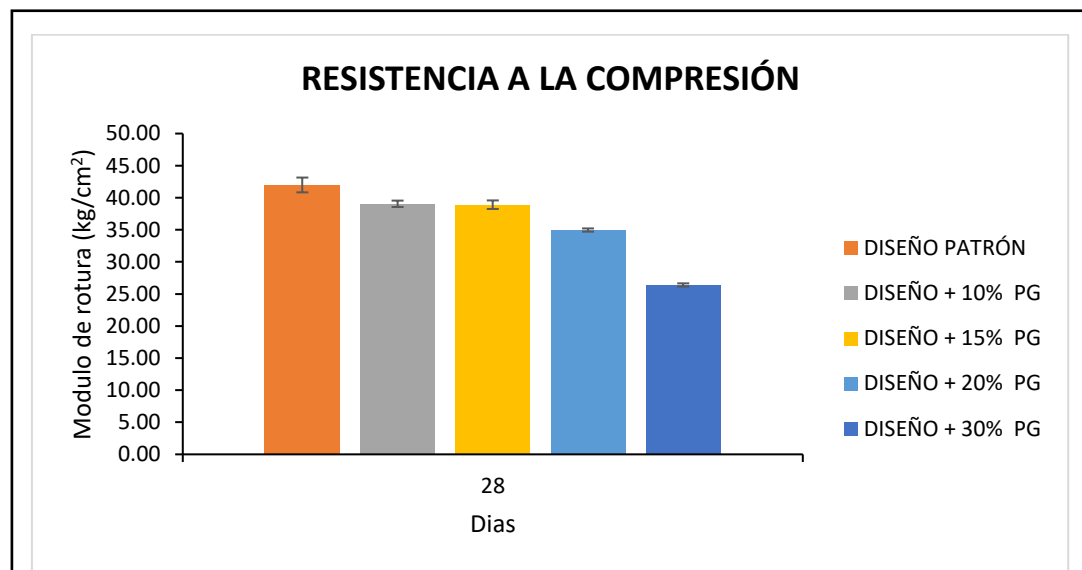


Figura 26. Variabilidad de la resistencia a la Flexión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Proponer la dosificación ideal para diseño de mezclas en función a la mejor proporción.

Al analizar las propiedades del concreto de los diferentes diseños realizados, las normativas tales como el NTP, ACI, ASTM y; se propone como diseño óptimo el concreto incorporando polvo de granito al 20% como reemplazo

parcial de la arena en el concreto debido sus resultados se encuentran dentro de los rangos establecido por las diferentes normativas; en la tabla 9 se observa que a los 28 días el diseño 20% PG obtuvo una resistencia a la compresión de 268.6 kg/cm² aumentando en un 13% con respecto al resultado promedio obtenido en el concreto patrón, con un Slump de 2.7" ingresando al rango de mezcla trabajable con una consistencia plástica y una resistencia a la flexión dentro de los rangos recomendados por el ASTM C293 siendo el módulo de rotura un 13.04 % de su resistencia a la compresión, en la tabla 10 se muestra la dosificación ideal propuesta al 20 % con polvo de granito incorporado como reemplazo parcial del arena.

Tabla 10

Propuesta de dosificación ideal para diseño con polvo de granito al 20 % PG

PROPORCIÓN EN VOLUMEN					
Resistencia (kg/cm ²)	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua (L)	Agregado Polvo de granito
210	1	1.68	2.6	19.9	0.42

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Análisis de costo de investigación.

Para realizar el análisis de costo en la investigación se procede analizar las diversas tablas donde se obtuvo el costo de material por metro cúbico para los diferentes diseños utilizados en la investigación, análisis de costos por cada diseño mostrados en la tabla 11,12,13,14 y 15

Tabla 11

Costo total de 1 m³ de concreto patrón

Materiales	Und.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Total (S/)
Concreto Patrón - f'c=210 kg/cm²					
Cemento	Bls.	10	25	250	
Arena	m ³	0.863	60	51.78	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	0.944	70	66.08	368.56
Agua	m ³	0.183	2.5	0.7	
Costo total de 1m³ de concreto patrón (S/)					368.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12*Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 10 %*

Materiales	Und.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Total (S/)
Cemento	Bls.	10	25	250	
Arena	m ³	0.7767	60	46.602	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	0.944	70	66.08	406.532
Agua	m ³	0.183	2.5	0.7	
Granito	m ³	0.0863	500	43.15	
Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 10 % (S/)					406.532

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13*Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 15 %*

Materiales	Und.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Total (S/)
Cemento	Bls.	10	25	250	
Arena	m ³	0.73355	60	44.013	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	0.944	70	66.08	425.518
Agua	m ³	0.183	2.5	0.7	
Granito	m ³	0.12945	500	64.725	
Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 15 % (S/)					425.518

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14*Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 20 %*

Materiales	Und.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Total (S/)
Cemento	Bls.	10	25	250	
Arena	m ³	0.6904	60	41.424	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	0.944	70	66.08	444.504
Agua	m ³	0.183	2.5	0.7	
Granito	m ³	0.1726	500	86.3	
Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 20 % (S/)					444.504

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15*Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 30 %*

Materiales	Und.	Cant.	Precio Unitario	Sub Total	Total (S/)
Cemento	Bls.	10	25	250	
Arena	m ³	0.6041	60	36.246	
Piedra Chancada 1/2"	m ³	0.944	70	66.08	482.476
Agua	m ³	0.183	2.5	0.7	
Granito	m ³	0.2589	500	129.45	
Costo total de 1 m³ de concreto con Polvo de granito al 30 % (S/)					482.476

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra la comparación de costos por metro cúbico para los diferentes diseños con polvo de granito respecto al concreto patrón.

Tabla 16*Comparación de diferencia de costos de concreto Patrón y con polvo de granito.*

Tipo de Concreto	Resistencia (kg/cm²)	Resistencias promedio obtenida (kg/cm²)	Precio de material x m³	Diferencia de costos con concreto patrón
Concreto Patrón	210	233	368.56	0
Diseño 10 % PG		241.3	406.532	37.972
Diseño 15 % PG		246.3	425.518	56.958
Diseño 20 % PG		262.3	444.504	75.944
Diseño 30 % PG		272.5	482.476	113.916

Fuente: Elaboración propia

3.2. Discusión de resultados

Se evaluó las propiedades del concreto incorporado con Polvo de granito, con la finalidad de sugerir el mejor porcentaje a incorporar para mejorar sus propiedades del concreto, se tuvo en cuenta lo siguiente:

3.2.1. Discusión 1

Se diseño el concreto patrón de f'c 210 kg/cm² el cual fue diseñado con los agregados de la cantera La Cría – “Pátapo” al analizar los agregados nos da como resultado:

El agregado fino posee un módulo de fineza de 2.78 y el polvo de granito de 0.53, tamaño máximo nominal en ambos de ¼" y el agregado grueso de 1 "; los ensayos se realizaron según el NTP 400.012. En el agregado fino el contenido es de 3.90%, agregado grueso es de 0.87% y polvo de granito de 0.32 %; los ensayos mencionados se realizaron según NTP 339.185; el peso unitario suelto seco y húmedo del agregado grueso es 1419 kg/cm³ y 1504 kg/cm³, respectivamente. El peso unitario seco y húmedo del agregado fino es de 1587 kg/cm³ y 1546 kg/cm³ respectivamente según NTP 400.017. El peso específico del agregado fino y la masa seca superficial saturada es de 2.574 gr/cm³ y 2.609 gr/cm³, respectivamente, obteniendo una tasa de absorción de 1.35% y del agregado grueso un peso específico de 2.678 gr/cm³ y superficial saturada de 2.705 gr/cm³, respectivamente, la tasa de absorción es 1.01%, realizado bajo la normativa NTP 400.022 y NTP 400.021.

Con respecto al antecedente (Díaz & Rodríguez, 2019) obtuvo resultados de sus agregados finos, polvo de granito y gruesos, bajo normativa técnica peruana, teniendo el peso específico de 2.67 y 2.73, peso unitario 1781 kg/m³ y 1652 kg/m³, contenido de humedad 0.7% y 0.8%, absorción de 1% y 1.33% y un módulo de fineza 2.46, ¾" de tamaño máximo nominal y con respecto al polvo de granito solo realizaron los ensayos de peso específico 2.31% y absorción 0.4%.

3.2.2. Discusión 2:

Con los datos obtenidos en los ensayos a los agregados se realiza el diseño de mezcla patrón de 210 kg/cm² y consecuente a ello los diseños de mezcla incorporando polvo de granito al 10%, 15 %, 20 % y 30 % como reemplazo parcial de la arena en el concreto, todo se realizó bajo la normativa ACI 211.

Con respecto al antecedente Díaz & Rodríguez (2019) también realizó los ensayos bajo la misma normativa ACI 211 al igual que el uso de los agregados dentro de la normativa peruana E.060 donde se establece que una dosificación de concreto debe tener una buena trabajabilidad, consistencia, resistencia a las condiciones y que cumpla con los ensayos de resistencia establecidos.

3.2.3. Discusión 3

Teniendo los diseños patrón de 210 kg/cm^2 e incorporados con polvo de granito al 10% ,15%, 20% y 30 % , se analizó las propiedades físico-mecánicas del concreto, para su estado fresco se realizó el ensayo de cono de Abrams para obtener el asentamiento promedio del concreto patrón 210 kg/cm^2 donde se obtuvo 4” y al incorporar polvo de granito al 10 % , 15 % , 20 % y 30% 3.5” , 3.2” , 2.7” y 2” respectivamente evidenciando que el asentamiento va reduciendo a mayor de porcentaje de PG haciéndolo menos trabajable, los resultados demuestran que el PG reduce la trabajabilidad del concreto, no obstante hasta el 20 % tiene la trabajabilidad óptima necesaria para moldearse y su uso en diversas estructuras, al 30 % tiene una trabajabilidad muy baja, para este ensayo se tuvo en cuenta el NTP 339.035.

Los resultados obtenidos concuerdan con Kumar *et al* (2017) quienes incorporaron PG al 20% y 40 % para un diseño de 210 kg/cm^2 , sus resultados de Slump redujeron de 3” a 1” por ello señalan que la trabajabilidad del concreto se vio afectada proporcionalmente al incorporar mayor cantidad de PG, recomendaron encontrar un equilibrio en la relación de agua / cemento para poder mejorar la trabajabilidad, la tendencia decreciente en el Slump también fue notada por Cordeiro *et al.* (2016) se analizó la trabajabilidad con 30 % y 50 % PG en un concreto de 210 kg/cm^2 , evidenciando una reducción en la absorción del agua, por consecuencia su trabajabilidad se vio afectada al mayor porcentaje, manifestando una consistencia seca y un Slump de 1” al 50 % PG, Neciosup (2018) en su investigación también realizó un concreto patrón de 210 kg/cm^2 obteniendo un asentamiento de 4” y al incorporar granito en polvo al 10% y 7 %, obtuvo como resultado asentamiento de 3.2” y 3” donde también se indica una reducción en el asentamiento al aumentar el porcentaje de polvo de granito, resultados que concuerdan con esta investigación.

La Temperatura máxima que llegó esta investigación fue en el concreto incorporado con Polvo de granito fue según la hora de vaciado, ASTM C1064 (2015) se menciona que en el concreto fresco debe tener una temperatura no muy alta, la presente investigación llegó alcanzar una temperatura de 24° centígrados

permitiéndola estar dentro de un rango aceptable cabe mencionar que en la E 060 RNE (2018) nos indica que la temperatura en el concreto en proceso de hidratación no debe ser mayor a los 32° centígrados, con respecto a los antecedentes el mismo comportamiento lo obtienen los investigadores Calmeiro & Rodrigues (2016) quienes realizaron ensayos de temperatura incorporando PG al 17 % en un diseño de 210 kg/cm² consecuencia el concreto fresco no se ve afectado con la incorporación de PG manteniendo en el rango de temperatura ambiente además realizaron pruebas de alta temperatura donde evidencian un comportamiento de a mayor es la temperatura y más rápido es el proceso de enfriamiento, llegando a resistir hasta 600 °C sin afectar al concreto, Chavarry (2018) también estuvo dentro del rango aceptable manteniendo en todos sus diseños con polvo de granito un promedio de 26 °.

3.2.4. Discusión 4

En su estado endurecido se procedió a evaluar la resistencia a la compresión para el concreto patrón e incorporado con polvo de granito, a los 7, 14 y 28 días bajo los alineamientos del NTP 339.034.

Se comparo y analizo la resistencia a la compresión del concreto del diseño patrón y los diseños experimentales incorporando el granito polvo y granular en los porcentajes de 10%, 15 %, 20 % y 30% como reemplazo parcial del arena, todo se realizó siguiendo los lineamientos del Método del A.C.I, obteniendo un resultado óptimo en todos los diseños con polvo de granito respecto al concreto patrón, alcanzando 275.4 kg/cm² a los 28 días como mayor resistencia a la compresión promedio en el diseño incorporado con 30 % PG como reemplazo parcial de la arena, subsecuente 20 % PG con 268.6 kg/cm².

Los resultados obtenidos concuerdan con Saeid Ghorbani *et al* (2018) quienes obtuvieron un aumento en la compresión al incorporar Polvo de granito al 10% , incrementando hasta en un 11% respecto a su diseño patrón, al igual que Prokopski *et al* (2020) quienes incorporan Polvo de granito al 28.4% y 45 % como reemplazo parcial de la arena para un diseño de 210 kg/m² aumentando la resistencia en un 19 % y 25 % respecto al diseño patrón; confirmando la tendencia los investigadores Jain & Sancheti (2022), quienes agregaron Polvo de granito en

10%, 20%, 30%, 40% y 50% por peso de arena en el concreto 210 kg/cm², obteniendo un resultado óptimo al 30% de polvo de granito, obteniendo un aumento de 20 % en su resistencia a la compresión e incluso los resultados obtenidos para el PG al 50% también son aceptables pero se observa una reducción en otras propiedades, los resultados reafirman una mejora directamente proporcional a mayor porcentaje de PG; Díaz & Rodríguez (2019) en su investigación realizó la sustitución del 10% de arena gruesa por polvo de roca granito donde concluye que el polvo de granito es una nueva tecnología por lo que sobrepasa a los 210 kg/cm² de en qué se basó su diseño, indicando que en su concreto con polvo de granito obtuvo a los 7 días 263 kg/cm², a los 14 días 303 kg/cm² y a los 28 una resistencia de días 337 kg/cm², obteniendo resultados similares a esta investigación, contradiciendo a Neciosup (2018) quien al sustituir 7% y 10% del peso del cemento por polvo Granito para un diseño de 210 kg/cm² obtuvo una disminución en la resistencia a la compresión en 11.83% y 18.62% respectivamente, similar a Chávarry (2018) quien incorporo el polvo de granito al 5%, 10% y 15%, en función al peso del cemento, aumentando la resistencia a la compresión en sus diseños de 350 kg/cm², 420 kg/cm² y 500 kg/cm², pero al 15 % ya no se aprecian mejoras.

La resistencia a flexión del concreto se realizó bajo el alineamiento del NTP 339.078, donde se realizaron 9 viguetas de concreto de medidas 15 cm x 15 cm por cada diseño determinando su módulo de rotura en kg/cm² a los 7,14 y 28 días de fraguado donde se halló el módulo de rotura del concreto y se analizó la comparación entre las vigas patrón y vigas incorporando con Polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en diferentes porcentajes 10%, 15%, 20% y 30%; generalmente para ser un resultado óptimo debe estar entre el 10% al 20% de la resistencia a compresión, se evidencia que a mayor porcentaje incorporado de Polvo de granito reduce la resistencia a la flexión, cumpliendo con los parámetros de flexión mínima en el concreto hasta el diseño de 20% Polvo de granito, mientras que el diseño de 30% no cumple con los parámetros debido a que se recomienda que el módulo de rotura mínimo debe estar entre 10% a 15% de la resistencia a la compresión del concreto según National Ready Mixed Concrete Association, (2021).

La tendencia también se manifiesta en los resultados de Tangaramvong *et al* (2021) quienes incorporaron al 20%, 30% y 50 % de Polvo de granito como reemplazo parcial de la arena para un concreto de 254 kg/cm², obteniendo pérdidas del 8 %, 12 % y 20 % respectivamente en su resistencia a la flexión evidenciando que a mayor incorporación de Polvo de granito disminuye la resistencia a la flexión; Shwetha *et al* (2022) realizaron pruebas de incorporación de Polvo de granito al 4% , 10% y 15 % para un diseño de 210 kg/cm² y también obtuvo dicha tendencia a disminuir en su resistencia hasta en un 8% respecto a su diseño patrón, todos resultados contradicen lo informado por Singh *et al* (2016) donde demuestra un aumento del 10 % en la resistencia a la flexión para el concreto 210 kg/cm² que contiene 50 % PG.

3.3. Conclusiones y recomendaciones

3.3.1. Conclusiones:

Se identificó las características geotécnicas de los agregados fino, grueso y polvo de granito, los agregados fueron extraídos de la cantera La Cría – “Pátapo” y el polvo de granito se obtuvo de las fábricas de corte de granito ubicadas en el cercado de Lima, cuyos ensayos indican un módulo de fineza de 2.78 y el polvo de granito de 0.53, tamaño máximo nominal en ambos de ¼” y el agregado grueso de 1”, el contenido de humedad del agregado fino y grueso es de 3.9% y 0.87%. respectivamente, siendo verificados bajo las normativas del NTP y ASTM, sus resultados cumplen con los parámetros establecidos.

De acuerdo con los resultados de las pruebas de agregado se realizó el diseño de mezcla patrón de 210 kg/cm² aplicando el Método del A.C.I. para resistencia de 210 kg/cm² donde se obtuvo la siguiente proporción para un metro cúbico de concreto donde se debe usar 10 bolsas de cemento con una relación agua cemento de 0.47.

Se elaboró probetas y vigas incorporando granito en polvo al 10%, 15%, 20% y 30 % como reemplazo parcial de la arena en el concreto, obteniendo resultados en su estado fresco tales como, temperatura según la hora de vaciado y en su estado endurecido del concreto se demostró mejoras en la resistencia a la compresión y una flexión óptima.

Se concluye después de comparar las propiedades del concreto patrón de 210 kg/cm² y los diseños incorporando granito en polvo como reemplazo parcial de la arena en porcentajes 10%, 15%, 20% y 30%, a los 7,14 y 28 días de curado lo siguiente de acuerdo a las normativas; el concreto en su estado fresco obtuvo una reducción de asentamiento a mayor cantidad de polvo de granito obteniendo asentamientos de 3.5” a 2” en comparación a los 4” obtenidos del concreto patrón, la temperatura no se vio afectada ya que se mantuvo según la hora de vaciado obteniendo como máxima temperatura 24° C y en su estado endurecido obtuvo un aumento en la resistencia a la compresión a mayor porcentaje de polvo de granito, donde se obtuvo un aumento hasta el 17% en el diseño con 30% de Polvo de granito con una resistencia promedio de 272.5 kg/cm² y al 20 % obtuvo un promedio de 262.3 kg/cm² en comparación al concreto patrón de 233 kg/cm², se logró mejorar la resistencia a la compresión hasta en un 13%; en su resistencia a la flexión se obtuvo un módulo de rotura promedio de 40 kg/cm² mientras que el concreto con polvo de granito al 20 % obtuvo 35 kg/cm² estando en un rango óptimo según los parámetros estipulados.

Se propone como diseño óptimo el Polvo de granito al 20 % como reemplazo parcial de la arena donde obtuvo un promedio de 268.6 kg/cm² mientras que el concreto patrón alcanzó los 233 kg/cm², se logró mejorar la resistencia a la compresión hasta en un 13%; respecto de la resistencia a la flexión se evidenció un módulo de rotura promedio de 40 kg/cm² a comparación de los 35 kg/cm² obtenidos en el concreto con Polvo de granito, además indicó buenos resultados en su trabajabilidad, temperatura, flexión, de acuerdo a sus características este diseño puede llegar a ser aplicado en la elaboración de elementos estructurales sin afectarlos negativamente.

3.3.2. Recomendaciones.

Utilizar la normativa A.C.I. 211 para realizar los diseños de mezcla, ya que muestra los parámetros establecidos para facilitar llegar a las cantidades de materiales necesarias en el concreto.

Tener cuidado en la manipulación del polvo de granito, el uso de lentes y mascarilla protectoras de polvo, debido a que es perjudicial para la salud y su respiración puede dañar seriamente los pulmones.

Se recomienda ingresar el polvo de granito junto al cemento a la mezcladora de concreto, ya que de esta manera se podrá optimizar el uso de esta adición evitando desperdicios.

Se recomienda tener en cuenta el costo beneficio al incorporar el Polvo de granito en un diseño de concreto a comparación a del uso de aditivos, puede llegar a ser una buena alternativa.

Se recomienda en la dosificación de la mezcla con polvo de granito tener en cuenta que a mayor cantidad de polvo de granito se obtiene una mezcla más seca por ende menos trabajable y tendrá efectos negativos en su capacidad de flexión.

Bibliografía

- Angulo, S., Bodenbender, G., & Codina, R. H. (2015). *Construir también es diseñar*. Editorial Brujas. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=4183296>.
- Xargay, H., Ripani, M., Caggiano, A., Folino, P., & Martinelli, E. (2019). Using recycled materials in cementitious composites. *Tecnura*, 23(60), 38-51. <https://doi.org/10.14483/22487638.14697>
- Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos. Obtenido de <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/5021/Tecnologia-del-concreto>
- ACI 211.1. (2015). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. American Concrete Institute. Obtenido de <https://www.concrete.org/ACI-PRC-211.1-91>
- Amani, A., Babazadeh, A., Sabohanian, A., & Khalilianpoor, A. (2019). Mechanical properties of concrete pavements containing combinations of waste marble and granite powders. *International Journal of Pavement Engineering*, 22, 1531-1540. <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1702662>
- Andina. (7 de Agosto de 2011). *Andina Agencia peruana de noticias*. (E. Peru, Editor) Obtenido de *Andina Agencia peruana de noticias*: <https://andina.pe/agencia/noticia-contaminacion-industria-construccion-lima-supera-seis-veces-limites-permitidos-372842.aspx>
- ASTM C 1064. (2015). *Standard Test Method for Measurement of Temperature of Hydraulic Cement Concrete*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c1064_c1064m-17.html
- ASTM C1064. (2015). *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic Cement Concrete*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-172.html>
- ASTM C127-15 . (2015). *Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/c0127-15.html>
- ASTM C136. (2015). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-165.html>
- ASTM C138. (2016). *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-192.html>
- ASTM C143. (2015). *Slump of Portland Cement Concrete*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c0143_c0143m-20.html

- ASTM C293. (2016). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*. ASTM International. Obtenido de https://www.astm.org/c0293_c0293m-16.html
- ASTM C39. (2015). *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-174.html>
- ASTM C78 . (2015). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-175.html>
- ASTM D422. (2015). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis (Standard Withdrawn)*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-156.html>
- ASTM D422. (2015). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-156.html>
- ASTM D75. (2015). *Standard Practice for Sampling Aggregates*. ASTM International. Obtenido de <https://www.astm.org/astm-tpt-154.html>
- ASTM D854. (2015). *Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*. Obtenido de <https://www.astm.org/d0854-14.html>
- Bermejo, I. (18 de Octubre de 2019). *La Razon*. Obtenido de Actualidad: <https://www.larazon.es/atusalud/tres-sustancias-cancerigenas-pondran-en-riesgo-su-salud-mientras-trabaja-LH25339507/>
- Caballero Arredondo, P. W. (2019). *Optimización del concreto mediante la adición de nanosílice, empleando agregados de la cantera de Añashuayco de Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10500/ICcaarpw.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabanillas Guillén, H. H. (2020). *Concreto de alta resistencia, utilizando nanosílice y superplastificante*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Calmeiro dos Santos, C., & C. Rodrigues, J. P. (2016). Calcareous and granite aggregate concretes after fire. *Journal of Building Engineering*, 8, 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2016.09.009>
- Chavarry Boy, G. (2018). *Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén*. Tesis de Grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Lambayeque, Chiclayo.
- Cordeiro, G. C., Monteiro Soares, L., de Alvarenga, C., & Abelha Rocha, C. A. (2016). Rheological and mechanical properties of concrete containing crushed granite fine aggregate. *Construction and Building Materials*, 111,

766-773. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.178>

- Cruz Orduña, A. H. (2017). *Comparación de la Resistencia Mecánica a la Compresión del Concreto elaborado con Residuos de Mármol*. Tesis de Grado, Universidad de Huánuco, Huanuco, Huanuco.
- Degliomini Kirchhof, L., Antochaves de Lima, R. C., da Silva Santos Neto, A. B., Costa Quispe, A., & Pinto da Silva Filho, L. C. (2020). Effect of Moisture Content on the Behavior of High Strength Concrete at High Temperatures. *Revista Materia*, 25(1). <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0898>
- Díaz Alayo, J. J., & Rodríguez Reyna, J. S. (2019). *Mejoramiento de la resistencia de un concreto fc 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo en la ciudad de Chepen – La Libertad*. Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Ferreira Sánchez, A., Alba Rodríguez, M. D., Ramírez de Arellano, A., & Marrero, M. (2016). Recalce en condiciones de emergencia: 40 viviendas cercanas al río Guadalquivir España. *Informes de la Construcción*, 68(541). <https://doi.org/10.3989/ic.14.132>
- Gestión. (23 de Julio de 2019). *Gestion.pe*. Obtenido de *Gestion.pe*: <https://gestion.pe/economia/peru-setimo-mayor-proveedor-baldosas-ceramicas-piedra-natural-ee-uu-273882-noticia/>
- Ghorbani, S., Taji, I., de Brito, J., Negahban, M., Sahar, G., Tavakkolizadeh, M., & Davoodi, A. (2019). Mechanical and durability behaviour of concrete with granite waste dust as partial cement replacement under adverse exposure conditions. *Construction and Building Materials*, 194, 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.023>
- Guevara Fallas, G., Hidalgo Madrigal, C., Pizarro García, M., Rodríguez Valenciano, I., Rojas Vega, L. D., & Segura Guzmán, G. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25(2). <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.1632>
- ICG. (2019). *Manual de la Construcción*. Lima: Editorial ICG.
- Jain, K. L., & Sancheti, G. (2022). Effect of granite fines on mechanical and microstructure properties of concrete. *Advances in Concrete Construction*, 13, 461-470. <https://doi.org/10.12989/acc.2022.13.6.461>
- Karmegam, A., & Kalidass, A. (2019). Reusing granite sawing waste in self-compacting concrete with polypropylene fiber at low-volume fractions. *Structural Concrete*, 20(2), p766-773 8p. <https://doi.org/10.1002/suco.201800155>
- Kiran Kumar, N., B. Damodhara, R., & S. Aruna, J. (2017). An Experimental Investigation on Selected Durability Properties of Granite-Fines Concrete. *IUP Journal of Structural Engineering*, 10(4), 30-39. Obtenido de

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=126845082&lang=es&site=ehost-live>

- Kumar Gupta, L., & Kumar Vyas, A. (2018). Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder. *Construction and Building Materials*, *191*, 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.203>
- Kumar Sharma, N., Kumar, P., Kumar, S., Skariah Thomas, B., & Chandra Gupta, R. (2017). Properties of concrete containing polished granite waste as partial substitution of coarse aggregate. *Construction and Building Materials*, *151*, 158-163. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.081>
- Lemus Báez, F., & Andrade Pardo, S. (2015). *Concreto Reforzado Fundamentos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/reader.action?docID=4499008&ppg=1>
- Llenque Sánchez, J. L. (2016). *Resistencia de un concreto $f'c$ 210 kg/cm² sustituyendo el cemento 7% por una combinación de polvo de roca granito y conchas de abanico*. Tesis de Grado, Universidad San Pedro. Facultad De Ingeniería, Ancash, Chimbote.
- Lozano Lunar, A., Dubchenko, I., Bashynskyi, S., Rodero, A., Fernández, J., & Jiménez, J. (2020). Performance of self-compacting mortars with granite sludge as aggregate. *Construction and Building Materials*, *251*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118998>
- Luhar, S., & Chaudhary, S. (2016). Effect of different parameters on the compressive strength. *Multi-disciplinary Sustainable Engineering: Current and Future Trends – Tekwani*. <https://doi.org/10.1201/b20013-13>
- Marulanda, J. (2018). *Materiales de Construcción*. Buenos Aires: El Cid editor. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/detail.action?docID=5349944>.
- Minam Peru. (17 de Mayo de 2018). *Ministerio del medio ambiente Peru*. Obtenido de Ministerio del medio ambiente Peru: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Montenegro, A., Pacheco, F., Christ, R., & Tutikian, B. (2020). Estudio do concreto através de suas propriedades no estado endurecido. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*. <https://doi.org/10.1590/s1983-41952020000100007>
- National Ready Mixed Concrete Association. (2021). *CIP 16 - Flexural Strength of Concrete*. Obtenido de <https://www.nrmca.org/>
- Neciosup Tapia, J. J. (2018). *Resistencia mecánica de un concreto $f'c=210$ kg/cm²*

sustituido en 7% y 10% del peso del cemento por polvo de Roca de Granito.
Tesis de grado, Universidad de San Pedro, Ancash, Chimbote.

- NTP 334.082. (2016). *Cemento Pórtland. Requisitos de desempeño*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 334.090. (2018). *CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados* (Primera ed.). Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 339 078. (2018). *Ensayo de Flexión*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. (Cuarta ed.). Lima: INDECOPI. Obtenido de www.inacal.gob.pe
- NTP 339.035. (2018). *Metodo para la medicion del asentamiento del concreto con el cono de abrams*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/>
- NTP 339.046. (2018). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://servicios.inacal.gob.pe/>
- NTP 339.184. (2018). *Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 339.185. (2018). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado 2ª Edición*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 400.012. (2018). *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global* (Tercera ed.). Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 400.017. (2018). *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 400.021. (2018). *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- NTP 400.022. (2018). *Metodo peso especifico y absorcion del agregado fino*. Lima: INDECOPI. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/>
- Özcan, F., & Emin Koç, M. (2018). Influence of ground pumice on compressive strength and air content of both non-air and air entrained concrete in fresh and hardened state. *Construction and Building Materials*, 187, 382-393. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.183>
- Parrales Cantos, G. N., Moreno Ponce, L. A., Alvarez Alvarez, M. J., Cordero

- Garcés, M. O., Peralta Delgado, J. A., Zavala Vasquez, C. J., . . . Carvajal Rivadeneira, D. D. (2018). *Conservación de Edificaciones* (Vol. II). Alcoi, España: 3Ciencias Editorial Area de Inovación y Desarrollo,S.L. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2018.30>
- Pérez Val, C., De la Fuente, A. M., Rodríguez Sáiz, Á., & Calderón Carpintero, V. (2012). *Manual de problemas de dosificación de hormigones*. Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibsipansp/reader.action?docID=3221220&ppg=7>
- Prokopski, G., Marchuk, V., & Huts, A. (2020). The effect of using granite dust as a component of concrete mixture. *Case Studies in Construction Materials*, 13, e00349. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00349>
- Rajasekar, A., Arunachalam, K., & Kottaisamy, M. (2018). Durability of ultra high strength concrete with Waste Granite Sand as partial substitute for aggregate. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 15(2), 446-452. <https://doi.org/10.1166/jctn.2018.7108>
- Rathan Siva , A., & V., S. (2020). Mechanical and microstructural study on interlocking concrete block pavers using waste granite dust. *International Journal of Pavement Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1746312>
- RNE E.060. (2019). *Concreto Armado*. Lima: ICG RNE. Obtenido de <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/10/E.060.pdf>
- Saeed Zafar, M., Javed , U., Arsalan Khushnood , R., Nawaz, A., & Zafar, T. (2020). Sustainable incorporation of waste granite dust as partial replacement of sand in autoclave aerated concrete. *Construction and Building Materials*, 250, 118878. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118878>
- Savadkoohi, M., & Reisi, M. (2020). Environmental protection based sustainable development by utilization of granite waste in Reactive Powder Concrete. *Journal of Cleaner Production*, 266(121973). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121973>
- SENAMHI. (2014). Evaluación de la calidad del aire en Lima Metropolitana. *Servicio nacional de metereologia e hidrologia del Peru*. Obtenido de Servicio nacional de metereologia e hidrologia del Peru .
- Sencico. (2014). *Manual de preparación, colocación y cuidados del Concreto*. Lima: CARTOLAN EDITORES SRL. Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/>
- Shwetha, K., Mahesh Kumar, C., Dalawai, V., Anadinni, S., & Sowjanya, G. (2022). Comparative study on strengthening of concrete using granite waste. *Materials Today: Proceedings*, 62, 5317-5322. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.389>

- Silva de Almeida, K., Lima Soares, R. A., & Elias de Matos, J. M. (2020). Efeito de resíduos de gesso e de granito em produtos da indústria de cerâmica vermelha: revisão bibliográfica. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 25(1), e-12568. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620200001.0893>
- Singh, S., Khan, S., Ravindra , K., Arun , C., & Ravindra , N. (2016). Performance of sustainable concrete containing granite cutting waste. *Journal of Cleaner Production*, 119, 86-98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.008>
- Taji, I., Ghorbani, S., De Brito, J., Y. Tam, V. W., Sharifi, S., Davoodi, A., & Tavakkolizadeh, M. (2019). Application of statistical analysis to evaluate the corrosion resistance of steel rebars embedded in concrete with marble and granite waste dust. *Journal of Cleaner Production*, 210, 837-846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.091>
- Tangaramvong, S., Nuaklong, P., Khine, M. T., & Jongvivatsakul, P. (2021). The influences of granite industry waste on concrete properties with different strength grades. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00669. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00669>
- Villanueva Sanchez, F. A. (2015). *Obtención de un concreto de alta resistencia para un $f'c=800\text{kg/cm}^2$ usando agregados de la cantera El Chiche - Cajamarca, aditivos y adición mineral*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Zhang, H., Ji, T., He, B., & He, L. (2019). Performance of ultra-high performance concrete (UHPC) with cement partially replaced by ground granite powder (GGP) under different curing conditions. *Construction and Building Materials*, 213, 469-482. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.058>

IV. ANEXOS

Anexo 01-Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><u>Problema:</u></p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena en el concreto?</p>	<p><u>Objetivo General:</u></p> <p>Incorporar residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de arena en el concreto.</p> <p><u>Objetivo Específico:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las características geotécnicas de los agregados fino, grueso y polvo de granito. 2. Elaborar probetas de concreto para un diseño de mezcla patrón. 3. Incorporar el polvo de granito al 10%, 15%, 20% y 30 % como reemplazante parcial de la arena en el diseño de mezcla. 4. Comparar el concreto patrón y del concreto 	<p><u>Antecedentes:</u></p> <p><u>Internacional:</u> Prokopski et al., (2020) Rathan & Sunitha (2020) Singh et al., (2016) K. Gupta & K. Vyas (2018) Jain & Sancheti (2022) Shwetha et al., (2022) Kumar et al., (2017) Tangaramvong et al., (2021) Karmegam & Kalidass (2019) Kiran et al., (2017) Ghorbani et al., (2018) Calmeiro & Rodrigues (2016) Cordeiro et al., (2016)</p> <p><u>Nacional:</u> Llenque (2016) Cruz (2017) Díaz & Rodríguez (2019) Neciosup (2018) Cabanillas (2020)</p> <p><u>Local:</u> Chavarry (2018)</p>	<p><u>Hipótesis General:</u></p> <p>La incorporación de residuos de polvo de granito como reemplazo parcial de la arena influye en el concreto incrementado sus propiedades físico-mecánico.</p> <p><u>Variables:</u></p> <p>Variable dependiente: Concreto</p> <p>Variable Independiente: Polvo de granito.</p>	<p><u>Método de Investigación:</u></p> <p><u>Tipo de Investigación:</u></p> <p>Cuantitativa</p> <p><u>Diseño de Investigación:</u></p> <p>Experimental</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $f'c= 210$ kg/cm².</p> <p><u>Muestra:</u></p>

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
	<p>incorporando polvo de granito como reemplazante parcial de la arena.</p> <p>5. Proponer las dosificaciones ideas de incorporación de polvo de granito como reemplazante parcial de arena.</p>	<p><u>Teorías relacionadas al tema:</u> Propiedades físicas y mecánicas del concreto, en concreto fresco como: Trabajabilidad y temperatura, en concreto endurecido resistencias a compresión y flexión. Propiedades físicas del polvo de Granito.</p>		<p>La muestra estará constituida por 45 probetas y 45 vigas de concreto. patrón e incorporado con polvo de granito al 10%, 15 %, 20% y 30 %, 9 muestras por diseño.</p> <p><u>Técnicas de recolección de datos:</u> Observación Instrumentos de recolección de datos Formato para cada ensayo normado tanto en agregados como en el concreto.</p> <p><u>Técnicas de Análisis y Proc.:</u> Por los diversos resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio se utilizaron software para procesar los datos como Excel, Microsoft office Word y otros programas que nos faciliten el procesamiento de datos.</p> <p><u>Criterios éticos:</u> La presente investigación está basada en documentos muy importantes. Se recolectan datos reales, lo que se pretende con esta investigación dar información real.</p>



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
(CEMENTO PORTLAND TIPO I)


PROYECTO:

**"INCORPORACIÓN DE
RESIDUOS DE POLVO DE
GRANITO COMO REMPLAZO
PARCIAL DE ARENA EN
CONCRETO".**

MAYO 2021

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO *

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

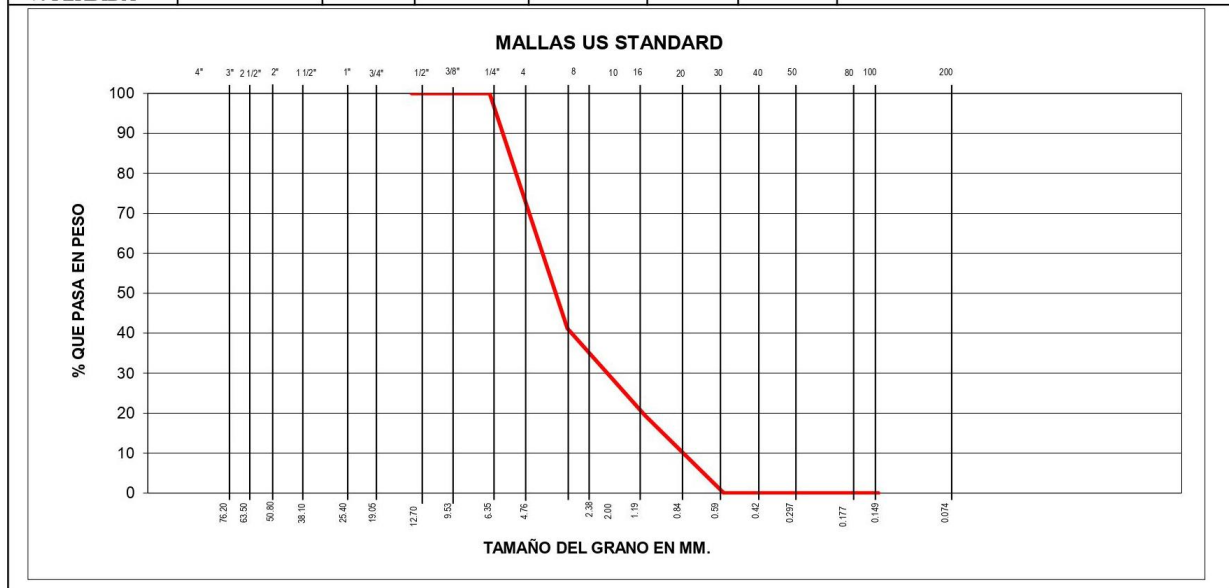
RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Granito granular

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						TAMAÑO MAX. 1/4"
1/2"	12.700						PESO TOTAL: 500.0 gr
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760				100.0		MODULO DE FINEZA : 2.18
Nº 8	2.380	294.0	58.8	58.8	41.2		
Nº 10	2.000	96.9	19.4	78.2	21.8		PESO HUMEDO : 500.0 gr
Nº 16	1.190	109.1	21.8	80.6	19.4		PESO SECO : 498.5 gr
Nº 20	0.840						Cont. Humedad : 0.30
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
PAN							
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO *

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

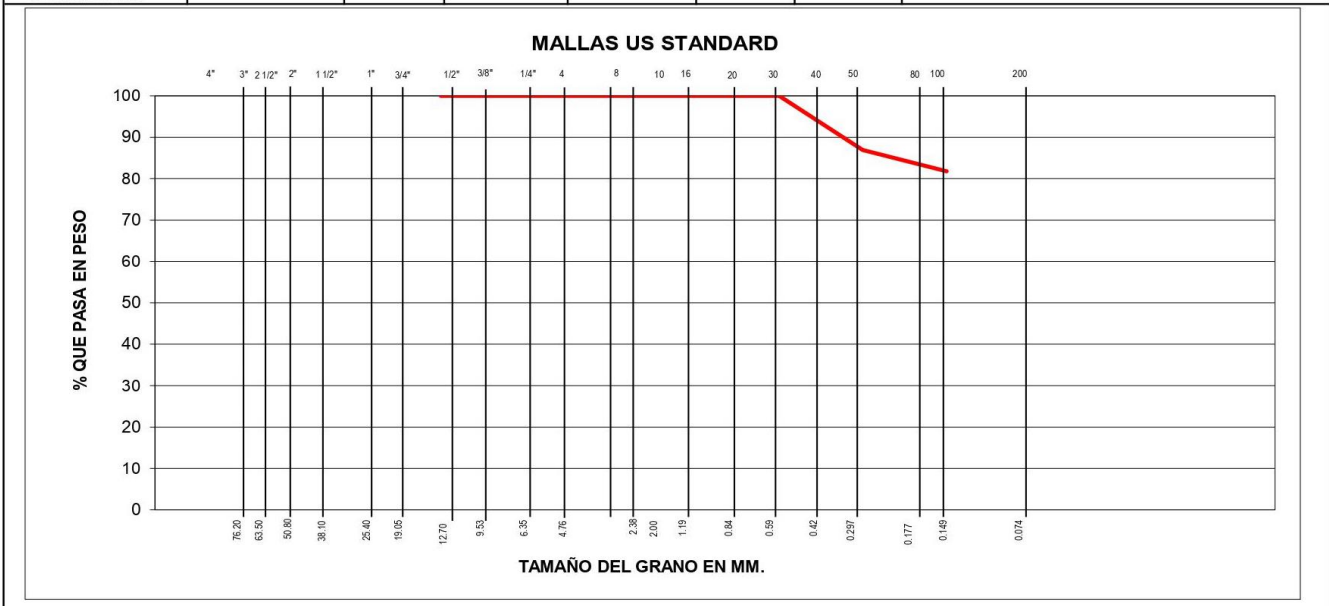
RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Granito fino

DATOS DEL ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	
3"	76.200						TAMAÑO MAX. 1/4" PESO TOTAL: 500.0 gr
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 8	2.380						MODULO DE FINEZA : 0.53
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						PESO HUMEDO : 500.0 gr
Nº 20	0.840						PESO SECO : 498.4 gr
Nº 30	0.590				100.0		Cont. Humedad : 0.32
Nº 40	0.420	19.7	3.9	3.9	96.1		
Nº 50	0.297	65.3	13.1	13.1	86.9		
Nº 60	0.250	68.6	13.7	17.7	82.3		
Nº 100	0.149	25.8	5.2	18.2	81.8		
Nº 200	0.074	150.1	30.0	47.7	52.3		
PAN		170.5	34.1	52.3	47.7		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 205 **FECHA DE ENSAYO** : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

MATERIAL : Granito fino


DATOS DEL ENSAYO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.00	300.00		
B	Peso Frasco + agua	660.40	661.24		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	960.40	961.24		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	853.60	854.40		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	106.80	106.84		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	298.90	298.87		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	105.70	105.71		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.799	2.797		2.798
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.809	2.808		2.808
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.828	2.827		2.828
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.368	0.378		0.37%


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

CLIENTE : Atoche Zamora Jorge Junior

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

FECHA DE RECEPCION : 1/06/2021

FECHA DE EMISION : 6/06/2021

ING. ESPECIALISTA : Secundino Burga Fernandez

TECNICO LABORATORIO : Cesar Adán Díaz Saavedra

NOTA :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 206 **FECHA DE ENSAYO** : 2/06/2021
METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.
CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.
MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1656.30	1524.83		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	1045.50	959.74		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	610.80	565.09		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1639.80	1509.56		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	594.30	549.82		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.685	2.671		2.678
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.712	2.698		2.705
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.759	2.746		2.752
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.006	1.012		1.01%

Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

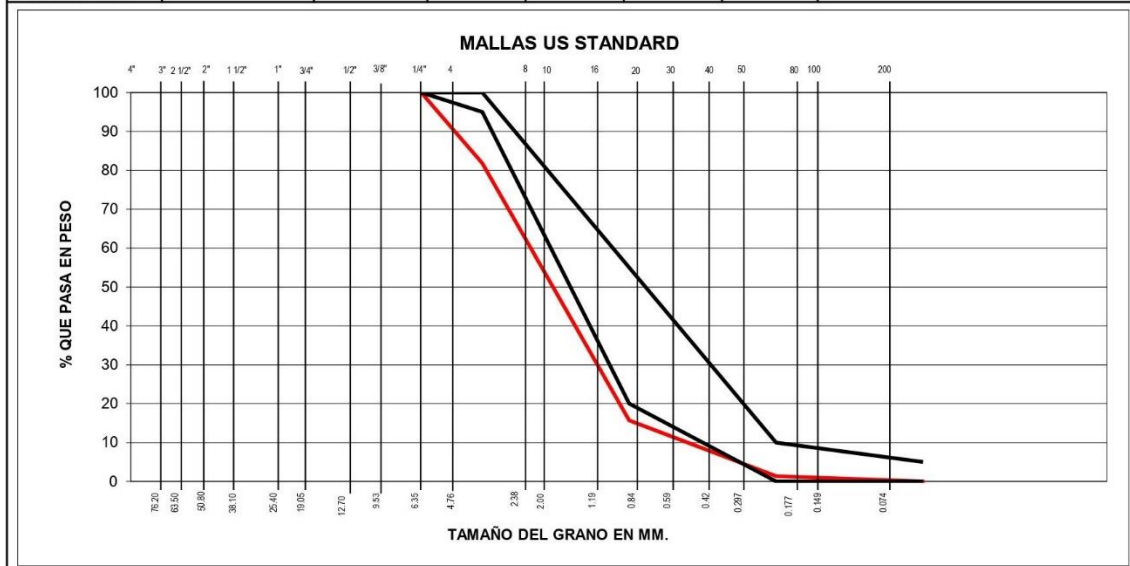
RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones AG-2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0	100 - 100	TAMAÑO MAX. 1"
3/4"	19.050	2606.0	18.2	18.2	81.8	95 - 100	PESO TOTAL: 14347.0 gr
1/2"	12.700	7616.0	53.1	71.2	28.8		
3/8"	9.525	1877.0	13.1	84.3	15.7	20 - 55	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	2058.0	14.3	98.7	1.3	0 - 10	PESO HUMEDO : 1200.0
Nº 8	2.380	190.0	1.3	100.0	0.0	0 - 5	PESO SECO : 1189.6
Nº 10	2.000						C.H.% : 0.87
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
PAN							
TOTAL		14347					
% PERDIDA							



Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.128

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Grueso

Peso unitario suelto						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	18850	18795	18800		
Peso del recipiente	(gr)	6255	6255	6255		
Peso de la muestra	(gr)	12595	12540	12545		
Volumen	(cm ³)	8849	8849	8849		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.423	1.417	1.418		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.423	1.417	1.418		1.419

Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19600	19550	19550		
Peso del recipiente	(gr)	6255	6255	6255		
Peso de la muestra	(gr)	13345	13295	13295		
Volumen	(cm ³)	8849	8849	8849		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.508	1.502	1.502		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.508	1.502	1.502		1.504

Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

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

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.019 **FECHA DE ENSAYO** : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Grueso


DATOS DEL ENSAYO					
Tamiz		A	B	C	D
Pasa	Retiene				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250			
1/2"	3/8"	1250			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº4				
Nº4	Nº8				
Peso total		5000			
Peso retenido tamiz Nº12		3945			
Perdida después del ensayo		1055			
Nº de esferas		12			
Peso de las esferas		4944			
Tiempo de rotación (m)		15			
Porcentaje de desgaste (%)		21.1			


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA : (NTP 339.152)

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO


Muestra	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	105.63	124.51			
Peso Tarro + agua + sal	151.19	174.51			
Peso Tarro Seco + sal	105.65	124.53			
Peso de Sal	0.02	0.02			
Peso de Agua	45.56	50.00			
Porcentaje de Sal	0.04	0.03			0.04


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA

: (NTP 339.177, NTP 339.178)

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO

: Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO

: S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL

: Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	106	0.0106	LEVE
Contenido de sulfatos (SO4-2)	68	0.0068	LEVE

Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO *

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

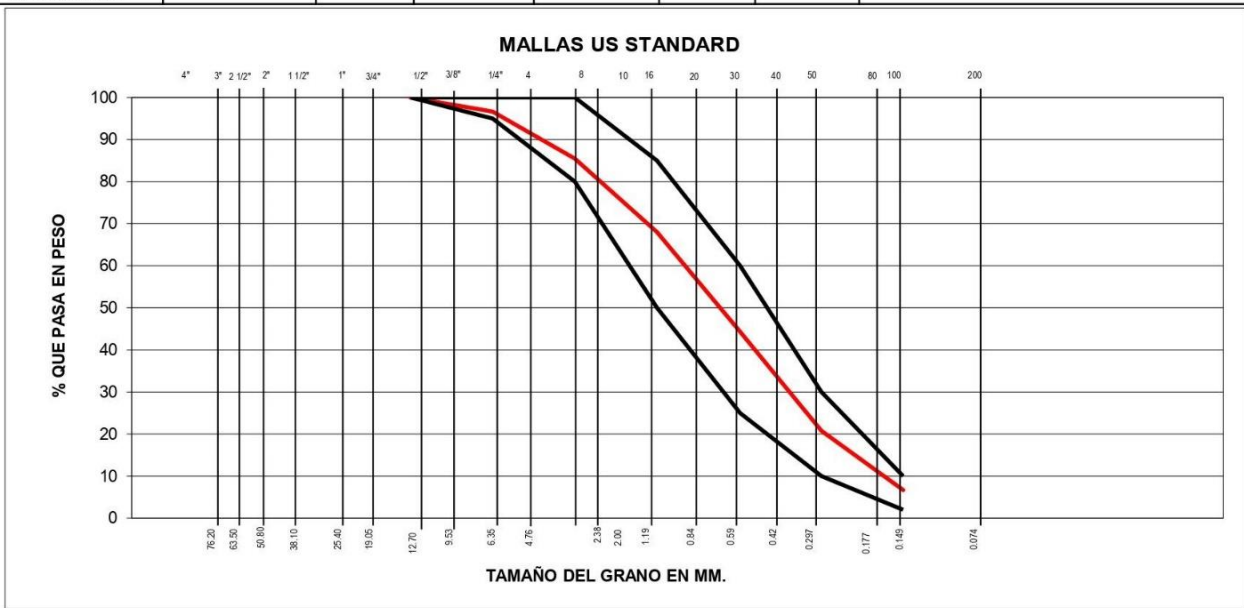
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificac iones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700					100	
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.350					100	
Nº 4	4.760	16.8	3.4	3.4	96.6	95 - 100	TAMANO MAX. 1/4" PESO TOTAL: 500.0 gr
Nº 8	2.380	56.0	11.2	14.6	85.4	80 - 100	MODULO DE FINEZA : 2.78
Nº 10	2.000						PESO HUMEDO : 1200.0 gr
Nº 16	1.190	87.2	17.4	32.0	68.0	50 - 85	PESO SECO : 1155.0 gr
Nº 20	0.840						Cont. Humedad : 3.90
Nº 30	0.590	118.3	23.7	55.7	44.3	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	118.0	23.6	79.3	20.7	10 - 30	
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	70.2	14.0	93.3	6.7	2 - 10	
Nº 200	0.074	22.6	4.5	97.8	2.2		
PAN		10.9	2.2	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 205 **FECHA DE ENSAYO** : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.00	300.00		
B	Peso Frasco + agua	677.72	673.60		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	977.72	973.60		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	862.54	858.81		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	115.18	114.79		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	295.99	296.00		
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	111.17	110.79		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.570	2.579		2.574
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.605	2.613		2.609
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.662	2.672		2.667
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.355	1.351		1.35%

Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.128

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino

Peso unitario suelto						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19916	19942	19968		
Peso del recipiente	(gr)	6261	6261	6261		
Peso de la muestra	(gr)	13655	13681	13707		
Volumen	(cm ³)	8849	8849	8849		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.543	1.546	1.549		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.543	1.546	1.549		1.546


Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20270	20290	20345		
Peso del recipiente	(gr)	6261	6261	6261		
Peso de la muestra	(gr)	14009	14029	14084		
Volumen	(cm ³)	8849	8849	8849		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.583	1.585	1.592		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.583	1.585	1.592		1.587


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : EQUIVALENTE DE ARENA

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.146

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	08:22	08:24	08:26		
Hora de salida	08:32	08:34	08:36		
Hora de entrada	08:34	08:36	08:38		
Hora de salida	08:54	08:56	08:58		
Altura de nivel Material fino (A)	8.5	8.3	8.2		
Altura de nivel Arena (B)	3.1	3.0	3.0		
Equivalente de arena (B x 100/A)	36.5%	36.1%	36.6%		
Promedio		36.4%			


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.152

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino


DATOS DEL ENSAYO						
Muestra	Identificación				Promedio	
	1	2				
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	67.83	81.57				
Peso Tarro + agua + sal	110.13	131.57				
Peso Tarro Seco + sal	67.86	81.60				
Peso de Sal	0.03	0.03				
Peso de Agua	42.30	50.00				
Porcentaje de Sal	0.07	0.06				0.07


Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : **CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.177, NTP 339.178

FECHA DE ENSAYO : 2/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	134	0.0134	LEVE
Contenido de sulfatos (SO4-2)	87	0.0087	LEVE

Observaciones:

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

f Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

whatsapp 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 6/06/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : C.A.D.S.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo I

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP) :	3"- 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO :	3.15

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO	GRUESO
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.667	2.752
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m ³ .	1546.00	1419.00
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m ³ .		1504.00
4	PORCENTAJE DE ABSORCION %	1.35	1.01
5	CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.90	0.87
6	MODULO DE FINEZA	2.78	
7	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL Pulg.	N°04	3/4
8			

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) Pulg.	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA Lt/m ³ .	B	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO %	C	2.00
D	RELACION AGUA - CEMENTO	D	0.53
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M ³ m ³ .	E	0.62
H	PESO DEL CEMENTO Kg/m ³	H	B/D 389.6
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO Kg/m ³	I	2G*E 935.5
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO m ³ .	J	H/(PC*1000) 0.124
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA m ³ .	K	B/1000 0.205
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE m ³ .	L	C/100 0.020
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO m ³ .	M	I/(1G*1000) 0.340
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO m ³ .	N	1-(J+K+L+M) 0.311
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO Kg.	O	N*(1F*1000) 830.5
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO Kg.	P	O*(1+(4F/100)) 862.9
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO Kg.	Q	I*(1+(4G/100)) 943.6
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO %	R	4F-3F 2.55
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO %	S	4G-3G 0.14
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO Lt.	T	0*(R/100) 21.18
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO Lt.	U	I*(S/100) 1.31
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS Lt.	V	T+U 22.49
W	AGUA EFECTIVA Lt.	W	B-V 182.51

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)				
CEMENTO :	390 Kg.	AGUA :	205 Lt.	AGREG. FINO : 830 Kg. AGREG. GRUESO : 935 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
CEMENTO :	390 Kg.	AGUA :	183 Lt.	AGREG. FINO : 863 Kg. AGREG. GRUESO : 944 Kg.

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO								
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCION EN PESO				PROPORCION EN VOLUMEN			
	SECO		CORREGIDA POR HUMED.		SECO		CORREGIDA POR HUMED.	
CEMENTO	1		1		1		1	
AGREGADO FINO	2.1		2.2		2.1		2.1	
AGREGADO GRUESO	2.4		2.4		2.5		2.6	
AGUA (En litros/bol.)	22.4		19.9		22.4		19.9	
El Nuevo Rendimiento Teórico es:	9.2							
Agregado grueso: T. Max. Nominal (")	3/4							
Agregado Fino: T. Max. Nominal	N°04							

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.034 - 2015

NOMBRE DEL PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

AUTOR : Atoche Zamora Jorge Junior

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm ²)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²	%
1	M21-001	DISEÑO PATRON F'c = 210 kg/cm ²	8/06/2021	15/06/2021	7	4	210	151.0	17907.9	252.6	14.11	143.8	68.5
2	M21-002		8/06/2021	15/06/2021	7	4	210	151.0	17907.9	250.4	13.98	142.6	67.9
3	M21-003		8/06/2021	15/06/2021	7	4	210	151.0	17907.9	268.4	14.99	152.8	72.8
4	M21-004		8/06/2021	22/06/2021	14	4	210	151.0	17907.9	323.7	18.08	184.3	87.8
5	M21-005		8/06/2021	22/06/2021	14	4	210	151.0	17907.9	335.9	18.76	191.3	91.1
6	M21-006		8/06/2021	22/06/2021	14	4	210	151.0	17907.9	353.6	19.75	201.3	95.9
7	M21-007		8/06/2021	6/07/2021	28	4	210	151.0	17907.9	411.3	22.97	234.2	111.5
8	M21-008		8/06/2021	6/07/2021	28	4	210	151.0	17907.9	408.5	22.81	232.6	110.8
9	M21-009		8/06/2021	6/07/2021	28	4	210	151.0	17907.9	407.9	22.78	232.3	110.6

* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

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

* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual está destinado única y exclusivamente al cliente.

* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brinda toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados

César A. Díaz Saavedra
 TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CTR. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm ²) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCU

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.034 - 2015

NORMATIVA NOMBRE DEL PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

AUTOR : Atoche Zamora Jorge Junior

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D. R

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²	%
1	M21-001	DISEÑO + 10% DE POLVO DE GRANITO	21/07/2021	28/07/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	319.6	17.85	182.0	86.7
2	M21-002		21/07/2021	28/07/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	312.7	17.46	178.1	84.8
3	M21-003		21/07/2021	28/07/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	313.0	17.48	178.2	84.9
4	M21-004		21/07/2021	4/08/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	382.4	21.35	217.7	103.7
5	M21-005		21/07/2021	4/08/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	380.7	21.26	216.8	103.2
6	M21-006		21/07/2021	4/08/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	379.1	21.17	215.9	102.8
7	M21-007		21/07/2021	18/08/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	445.6	24.88	253.7	120.8
8	M21-008		21/07/2021	18/08/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	440.1	24.58	250.6	119.3
9	M21-009		21/07/2021	18/08/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	443.5	24.77	252.5	120.3

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

FIN DE DOCUMENTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Berroa Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.T. 16927R



Concretos normales	
Edad (días)	f'c (Kg/cm ²) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.034 - 2015

NORMATIVA NOMBRE : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

DEL PROYECTO AUTOR : 'Atoche Zamora Jorge Junior

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO: Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D. R

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm ²)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²	%
1	M21-001	DISEÑO + 15% DE POLVO DE GRANITO	21/07/2021	28/07/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	331.5	18.51	188.8	89.9
2	M21-002		21/07/2021	28/07/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	330.2	18.44	188.0	89.5
3	M21-003		21/07/2021	28/07/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	332.0	18.54	189.0	90.0
4	M21-004		21/07/2021	4/08/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	393.3	21.96	224.0	106.6
5	M21-005		21/07/2021	4/08/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	392.8	21.93	223.6	106.5
6	M21-006		21/07/2021	4/08/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	390.4	21.80	222.3	105.9
7	M21-007		21/07/2021	18/08/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	459.3	25.65	261.5	124.5
8	M21-008		21/07/2021	18/08/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	457.2	25.53	260.3	124.0
9	M21-009		21/07/2021	18/08/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	461.2	25.75	262.6	125.1

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Páez Fernández
ING. CIVIL
REG. SUP. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	f'c (Kg/cm ²) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 8 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.034 - 2015
NORMATIVA NOMBRE : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto
DEL PROYECTO AUTOR : 'Atoche Zamora Jorge Junior
TIPO DE PRODUCTO : Concreto
RESISTENCIA : F'c = 210 kg/cm²

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D. R.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm ²)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm ²)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm ²	%
1	M21-001	DISEÑO +20% DE POLVO DE GRANITO	21/07/2021	28/07/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	343.4	19.18	195.5	93.1
2	M21-002		21/07/2021	28/07/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	338.7	18.91	192.9	91.8
3	M21-003		21/07/2021	28/07/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	345.3	19.28	196.6	93.6
4	M21-004		21/07/2021	4/08/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	403.2	22.52	229.6	109.3
5	M21-005		21/07/2021	4/08/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	402.5	22.48	229.2	109.1
6	M21-006		21/07/2021	4/08/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	405.5	22.64	230.9	110.0
7	M21-007		21/07/2021	18/08/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	464.5	25.94	264.5	126.0
8	M21-008		21/07/2021	18/08/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	477.8	26.68	272.1	129.6
9	M21-009		21/07/2021	18/08/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	472.8	26.40	269.2	128.2

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Borda Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.R. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm ²) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongacion Bolognesi)

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

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

REFERENCIA : NTP 339.034 - 2015
NORMATIVA NOMBRE DEL PROYECTO AUTOR : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto
 : Atoche Zamora Jorge Junior
TIPO DE PRODUCTO : Concreto
RESISTENCIA : F'c = 210 kg/cm2

FECHA DE ENSAYO: Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D. R

PROBETA Nº	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO +30% DE POLVO DE GRANITO	8/05/2022	15/05/2022	7	2	210	151.0	17907.9	350.7	19.58	199.7	95.1
2	M21-002		8/05/2022	15/05/2022	7	2	210	151.0	17907.9	344.2	19.22	196.0	93.3
3	M21-003		8/05/2022	15/05/2022	7	2	210	151.0	17907.9	352.0	19.66	200.4	95.4
4	M21-004		8/05/2022	22/05/2022	14	2	210	151.0	17907.9	413.7	23.10	235.5	112.2
5	M21-005		8/05/2022	22/05/2022	14	2	210	151.0	17907.9	408.2	22.79	232.4	110.7
6	M21-006		8/05/2022	22/05/2022	14	2	210	151.0	17907.9	417.3	23.30	237.6	113.2
7	M21-007		8/05/2022	5/06/2022	28	2	210	151.0	17907.9	483.5	27.00	275.3	131.1
8	M21-008		8/05/2022	5/06/2022	28	2	210	151.0	17907.9	484.6	27.06	275.9	131.4
9	M21-009		8/05/2022	5/06/2022	28	2	210	151.0	17907.9	482.8	26.96	274.9	130.9

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que se libere toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 César A. Díaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundo Berra Fernández
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

ASTM C78

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

ESTRUCTURA : Vigas de Concreto

SOLICITANTE : 'Atoche Zamora Jorge Junior

RESISTENCIA : Mr. = 34 kg/cm²

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

PROBETA N°	ESTRUCTURA	Mr	Fecha		Edad	L	b	h	P	P	Mr	Mr	%
		Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	días	(cm)	(cm)	(cm)	(KN)	(carga kg)	(kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	
1	VIGA PATRÓN	34	3/08/2021	10/08/2021	7	54.5	15	15	22.3	2274.0	37	37	109%
2		34	3/08/2021	10/08/2021	7	54.5	15	15	22.3	2274.0	37		
3		34	3/08/2021	10/08/2021	7	54.5	15	15	23	2345.3	38		
4		34	3/08/2021	17/08/2021	14	54.5	15	15	25.6	2610.5	42	42	124%
5		34	3/08/2021	17/08/2021	14	54.5	15	15	25.5	2600.3	42		
6		34	3/08/2021	17/08/2021	14	54.5	15	15	25.8	2630.9	42		
7		34	3/08/2021	31/08/2021	28	54.5	15	15	26	2651.3	43	42	123%
8		34	3/08/2021	31/08/2021	28	54.5	15	15	24.7	2518.7	41		
9		34	3/08/2021	31/08/2021	28	54.5	15	15	25.8	2630.9	42		

Observaciones:

Mr.: Módulo de Rotura en (kg/cm²)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Cesar A. Díaz Saavedra
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Berra Fernandez
ING. CIVIL
REG. C.M. 149278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

ASTM C78

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

ESTRUCTURA : Vigas de Concreto

SOLICITANTE : 'Atoche Zamora Jorge Junior

RESISTENCIA : Mr. = 34 kg/cm²

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

PROBETA N°	ESTRUCTURA	Mr	Fecha		Edad	L	b	h	P	P	Mr	Mr	%
		Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	dias	(cm)	(cm)	(cm)	(KN)	(carga kg)	(kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	
1	VIGA + 10% G. POLVO	34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	18.9	1927.3	31	29.7	88%
2		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	17.2	1753.9	28		
3		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	18.3	1866.1	30		
4		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	21.5	2192.4	35	34.7	103%
5		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	20.9	2131.2	34		
6		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	21.2	2161.8	35		
7		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	23.4	2386.1	39	39.3	115%
8		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	24	2447.3	40		
9		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	23.75	2421.8	39		

Observaciones:

Mr.: Módulo de Rotura en (kg/cm²)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

ASTM C78

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

ESTRUCTURA : Vigas de Concreto

SOLICITANTE : 'Atoche Zamora Jorge Junior

RESISTENCIA : Mr. = 34 kg/cm²

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

PROBETA N°	ESTRUCTURA	Mr Kg/cm ²	Fecha		Edad días	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (Kg/cm ²)	%
			Moldeo	Rotura									
1	VIGA + 15% G. POLVO	34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	18.8	1917.1	31	29.7	87%
2		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	18.1	1845.7	30		
3		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	17.3	1764.1	28		
4		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	22	2243.4	36	36.3	107%
5		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	21.7	2212.8	36		
6		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	22.3	2274.0	37		
7		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	23.7	2416.7	39	39	114%
8		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	23.2	2365.8	38		
9		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	24	2447.3	40		

Observaciones:

Mr.: Módulo de Rotura en (kg/cm²)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

ASTM C78

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

ESTRUCTURA : Vigas de Concreto

SOLICITANTE : 'Atoche Zamora Jorge Junior

RESISTENCIA : Mr. = 34 kg/cm²

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

PROBETA N°	ESTRUCTURA	Mr	Fecha		Edad	L	b	h	P	P	Mr	Mr	%
		Kg/cm ²	Moldeo	Rotura	dias	(cm)	(cm)	(cm)	(KN)	(carga kg)	(kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	
1	VIGA + 20% G. POLVO	34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	19.6	1998.7	32	31.7	93%
2		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	18.7	1906.9	31		
3		34	11/08/2021	18/08/2021	7	54.5	15	15	19.3	1968.1	32		
4		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	20.7	2110.8	34	33.3	98%
5		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	20.3	2070.0	33		
6		34	11/08/2021	25/08/2021	14	54.5	15	15	20	2039.4	33		
7		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	21.1	2151.6	35	35	103%
8		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	21.4	2182.2	35		
9		34	11/08/2021	8/09/2021	28	54.5	15	15	21.2	2161.8	35		

Observaciones:

Mr.: Módulo de Rotura en (kg/cm²)

Cesar A. Diaz Saavedra
 TÉCNICO LABORATORISTA

Secundino Baza Fernandez
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 142228



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



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chidlayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

ASTM C78

PROYECTO : Incorporación de residuos de polvo de granito como remplazo parcial de arena en concreto

ESTRUCTURA : Vigas de Concreto

SOLICITANTE : 'Atoche Zamora Jorge Junior

RESISTENCIA : Mr. = 34 kg/cm²

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. RESP. : H.D.R.

PROBETA N°	ESTRUCTURA	Mr Kg/cm ²	Fecha		Edad dias	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr (Kg/cm ²)	%
			Moldeo	Rotura									
1	VIGA + 30% G. POLVO	34	8/05/2022	15/05/2022	7	54.5	15	15	13.8	1407.2	23	23	67%
2		34	8/05/2022	15/05/2022	7	54.5	15	15	14.0	1427.6	23		
3		34	8/05/2022	15/05/2022	7	54.5	15	15	13.6	1386.8	22		
4		34	8/05/2022	22/05/2022	14	54.5	15	15	14.9	1519.4	25	25	73%
5		34	8/05/2022	22/05/2022	14	54.5	15	15	15.2	1550.0	25		
6		34	8/05/2022	22/05/2022	14	54.5	15	15	15.3	1560.2	25		
7		34	8/05/2022	5/06/2022	28	54.5	15	15	15.9	1621.3	26	26	78%
8		34	8/05/2022	5/06/2022	28	54.5	15	15	16.0	1631.5	26		
9		34	8/05/2022	5/06/2022	28	54.5	15	15	16.2	1651.9	27		

Observaciones:

Mr.: Módulo de Rotura en (kg/cm²)

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barria Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 16927#



Anexo 03-Certificado de calidad Cemento Portland tipo MS (MH)

Pacasmayo



Cemento Portland tipo MS(MH) Requisitos Normalizados

NTP 334.082 / Resultado promedio de nuestros productos.

Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm ² /g)	A	4820
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.06
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.99
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	9.3
3 días	11	22.3
7 días	18	32.5
28 días ⁽¹⁾	28	44.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	155
Final, no mayor que:	420	279

Propiedades de desempeño

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Expansión de la barra de mortero (%) ⁽²⁾	0.020 máx.	0.007
Resistencia a la expansión de sulfatos (%) a 6 meses ⁽³⁾	0.10 máx.	0.04
Calor de hidratación a 7 días (kcal/kg) ⁽⁴⁾	70 máx.	63

A No específica.

(1) Requisito opcional.

(2) Método de ensayo NTP 334.093

(3) Método de ensayo NTP 334.094

(4) Método de ensayo NTP 334.064

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.082.2016.

Anexo 04-Evidencias fotográficas



Figura 27 *Agregado fino Granito Granular*

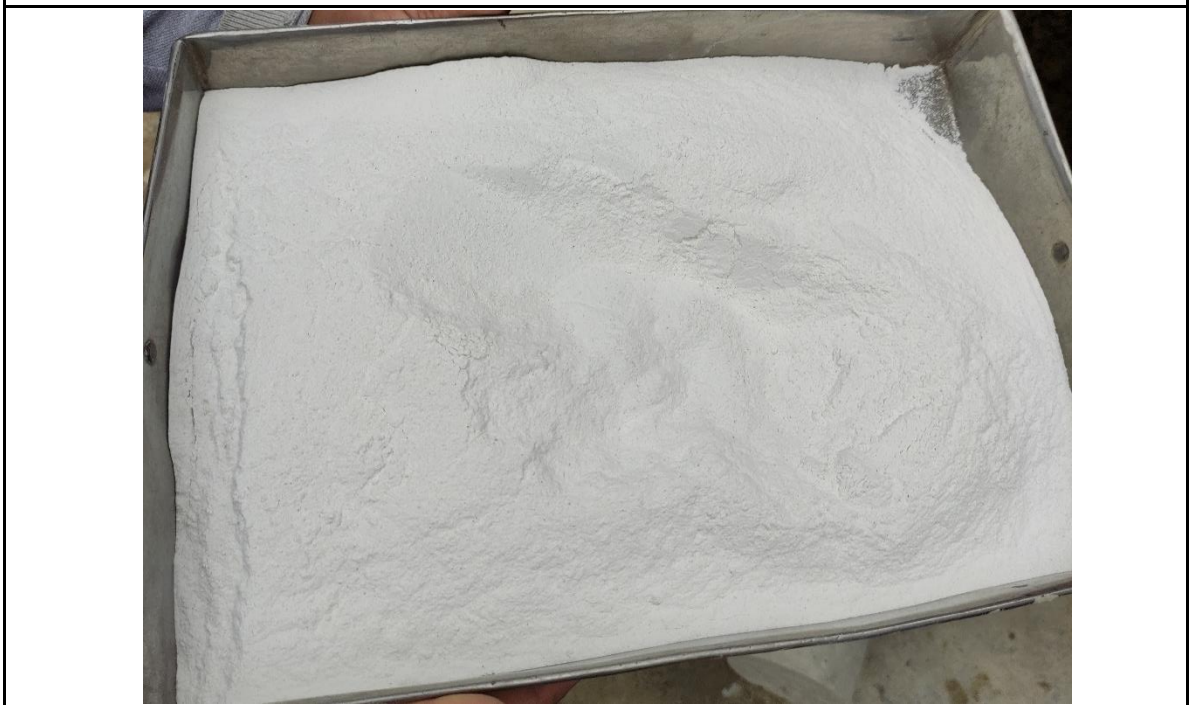


Figura 28 *Agregado fino Polvo de Granito*



Figura 29 *Alistando los Agregados para sus ensayos*

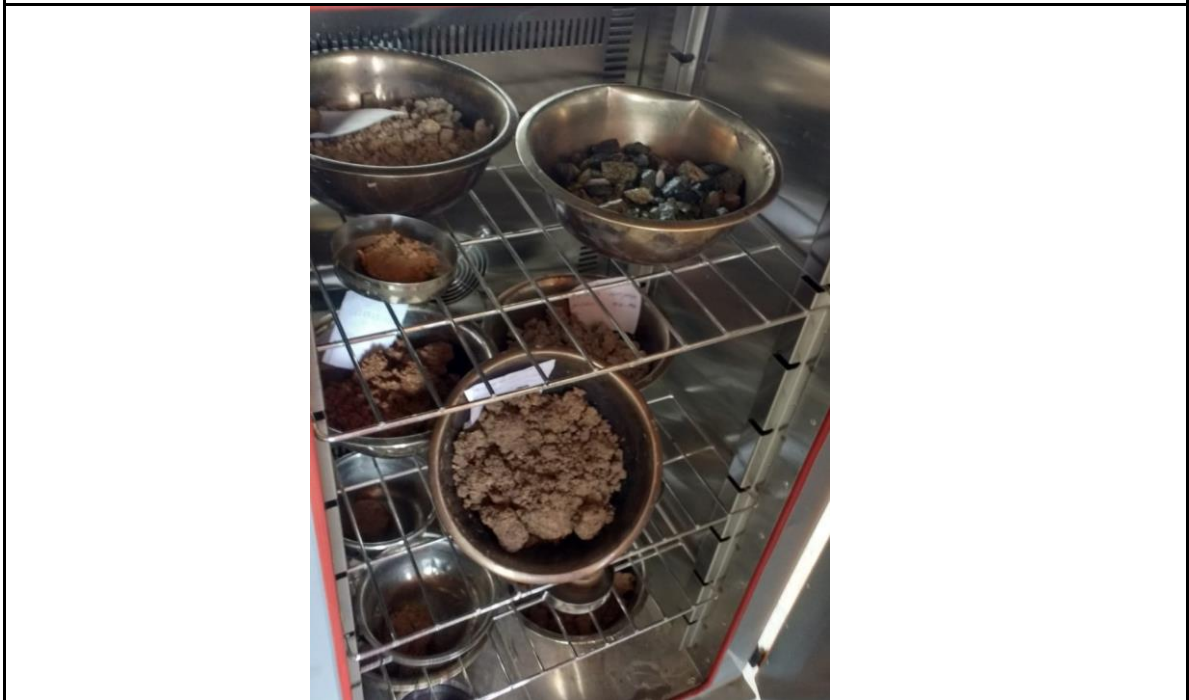


Figura 30 *Agregados en el Horno*



Figura 31 *Peso Sumergido del agregado grueso*



Figura 32 *Equipo para llenado de concreto en moldes de vigas y probetas*



Figura 33 *Ensayo de Slump*



Figura 34 *Incorporando Polvo de Granito en la mezcla*



Figura 35 *Obtención de temperatura del concreto*

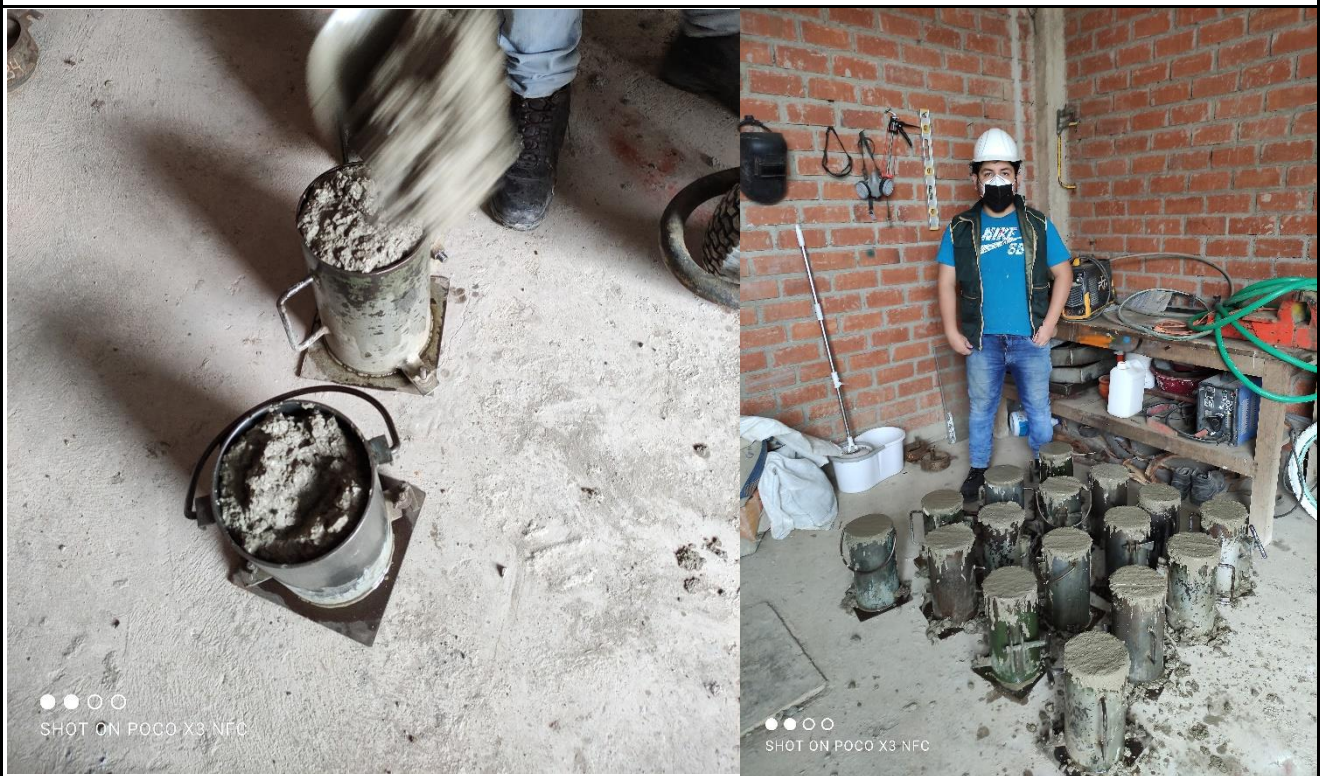


Figura 36 *Vaciado de concreto en Probetas.*



Figura 37 *Vaciado de concreto en Moldes de Vigas*



Figura 38 *Curado de Probetas y Vigas de concreto*



Figura 39 *Ensayo de Resistencia a la compresión*



Figura 40 *Ensayo de Resistencia a la flexión*