



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Comparación de agregados de las canteras formales basada en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm², Tumbes, 2021”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Balladares Córdova, Betsy Alexandra (ORCID: 0000-0002-4841-0362)

Gallardo Tello, José Félix (ORCID: 0000-0002-6253-4476)

ASESORA:

Dra. Villón Prieto, Claudia Rosalía (ORCID: 0000-0003-3787-2120)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

TRUJILLO - PERÚ

2021

Dedicatoria

Con mucho entusiasmo, orgullo y alegría dedico este esfuerzo a mi familia, por apoyarme en cada paso para formarme profesionalmente como ingeniera civil. A mis queridos padres Jorge Balladares y Jackeline Córdova, y, hermano Deivis, fuente de inspiración de vida, orgullo y fuerza. A mis adorables abuelitos, tíos, novio, gracias por ser parte de mis días y apoyarme siempre.

A mi querida y amada esposa, que siempre creyó en mí, brindándome su apoyo incondicional, ayudándome a cumplir uno de mis grandes sueños, ser ingeniero civil. También a mi amada madrecita que desde el cielo me guía, y, a mi querido padre por sus palabras motivadoras para seguir adelante.

Betsy Balladares y José Gallardo

Agradecimiento

A Dios por darme la vida, inteligencia y sabiduría para culminar satisfactoriamente este esfuerzo. A mis queridos padres por sus consejos y siempre estar ahí, siendo motivo de mi vida. A mi compañero de vida Jaime I. C. por apoyarme y motivarme con amor y paciencia en esta investigación. A la Universidad Cesar Vallejo y mi asesora, la Dra. Claudia Villón, por sus enseñanzas conducentes a completar este trabajo. A mi compañero de tesis José Gallardo Tello.

Gracias a Dios, mi amigo, y apoyo ante las adversidades de la vida. A todas las personas que de forma incondicional me apoyaron en el desarrollo y culminación de esta tesis. A mi asesora, la Dra. Claudia Villón y a la Universidad César Vallejo, en especial a la Escuela de Ingeniería Civil, por los conocimientos necesarios para mi formación profesional

Betsy Balladares y José Gallardo

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de la investigación	16
3.2. Variables y su operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	18
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.....	32
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla 1. Diseño de ensayos para la prueba a la compresión del concreto	16
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente.....	17
Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente	18
Tabla 4. Canteras formales en la Región Tumbes	18
Tabla 5. Técnicas e instrumentos empleados en la investigación	19
Tabla 6. Resultados de la resistencia a la compresión para agregados de las canteras formales en la Región Tumbes	22
Tabla 7. Características de los agregados fino y grueso de las canteras formales en la Región Tumbes	24
Tabla 8. Agregado fino (arena gruesa) predominante en las canteras formales en la Región Tumbes (ASTM D – 421).....	25
Tabla 9. Agregado grueso predominante en las canteras formales en la Región Tumbes (MTC E-204, E-107, AASHTO T-27, ASTM D-422)	26
Tabla 10. Diseño de mezcla de concreto 210 Kg/cm ² para ensayos (ASTM C-192)	30
Tabla 11. Resistencia a la abrasión de los agregados gruesos de las canteras formales en la Región Tumbes	31
Tabla 12. Prueba de la hipótesis de trabajo	31

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diseño de la investigación.....	16
Figura 2. Diagrama de secuencia de procedimientos de la investigación.	20
Figura 3. Resistencias a la compresión para concreto elaborado con agregados de las canteras formales en Tumbes.....	23
Figura 4. Desviaciones estándar de los resultados a la resistencia a la compresión de concreto 210 Kg/cm ² elaborado con agregados de las canteras formales en Tumbes.....	23
Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera El Ceibo.....	27
Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera El Ceibo....	27
Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera San Francisco de Corrales.....	28
Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera San Francisco de Corrales.....	28
Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera La Cruz.	29
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera La Cruz...	29

Resumen

En el contexto de los altos estándares actuales de calidad, la cuidadosa elección de cada componente en la cadena del proceso constructivo cobra relevancia por la influencia de la calidad de materiales en la obra terminada, su duración y prestaciones, que, de no satisfacerse, devienen en costosas ejecuciones de garantía. En esta problemática, la investigación se propuso evaluar la calidad de los materiales de las canteras formales existentes en la Región Tumbes, eligiendo la resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm^2 elaborado con diseño ACI a partir de sus agregados, como indicador de calidad. Los resultados muestran ventaja de la cantera San Francisco de Corrales respecto de las canteras El Ceibo y La Cruz, en ese orden, siendo las diferencias entre todas ellas, estadísticamente significativas al 95% de confianza. La metodología ha considerado la granulometría de los agregados además de tres repeticiones de ensayos de resistencia normados para cada una de las tres edades más populares de evaluación en laboratorio del concreto; adicionalmente, se estudió la resistencia a la abrasión como indicador de calidad, coincidiendo en resultados con los antes indicados. Se concluye señalando el orden de calidad de las canteras además de sus principales características físicas y granulométricas.

Palabras clave: canteras de agregados, calidad, resistencia a la compresión del concreto, granulometría.

Abstract

In the context of current high-quality standards, the careful choice of each component in the construction process chain becomes relevant due to the influence of the quality of materials in the finished work, its duration and performance, which, if not satisfied, become in expensive warranty executions. In this problem, the research set out to evaluate the quality of the materials of the existing formal quarries in the Tumbes Region, choosing the compressive strength of the 210Kg / cm² concrete made with ACI design from its aggregates, as a quality indicator. The results show an advantage of the San Francisco de Corrales quarry with respect to the El Ceibo and La Cruz quarries, in that order, with the differences between all of them being statistically significant at 95% confidence. The methodology has considered the granulometry of the aggregates in addition to three repetitions of resistance tests regulated for each of the three most popular ages of concrete evaluation in the laboratory; additionally, abrasion resistance was studied as an indicator of quality, coinciding in results with those indicated above. It is concluded by noting the order of quality of the quarries in addition to their main physical and granulometric characteristics.

Keywords: Aggregate quarries, quality, concrete compressive strength, granulometry.

I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de exigencia de calidad en las obras civiles, y, de acuerdo con los requerimientos de durabilidad exigida en los expedientes técnicos, la respuesta de los profesionales en ingeniería se enfoca en la mejora continua en cada fase de la construcción, desde el diseño hasta la culminación del proceso constructivo (CConsilla y CConsilla, 2018). Es así como el concepto de calidad en las obras civiles se extiende a la selección de los materiales idóneos que permitan, con un adecuado manejo, obras que cumplan con los requerimientos de diseño (Magaz, 2015), dado que en el proceso constructivo, los agregados desempeñan un importante rol en la calidad del producto final, de acuerdo con su condición de componente del concreto, que en sus diferentes formulaciones, se emplea como elemento principal en la construcción.

De acuerdo a sus características geográficas y geológicas, el recurso de las canteras no metálicas de la Región Tumbes está conformado por material aluvial, por lo que el contenido y proporción de áridos es variable de acuerdo con la zona (Ministerio de Energía y Minas & INGEMMET, 2012); en esta línea de ideas, cabe esperar diferencias en los materiales que las canteras proveen, y, que a los involucrados en la construcción corresponde conocer a fin de diseñar adecuadamente el concreto mediante la dosificación de agregados, cemento y agua, buscando cumplir con las exigencias de diseño: en asentamiento y trabajabilidad al momento de aplicarlo, resistencia al evaluarlo y durabilidad al observar su desempeño en el tiempo (Silva, 2020).

La problemática investigada fluye de las ideas previas; en efecto, una elección equivocada o poco cuidada de materiales y/o un diseño de mezcla no adecuado puede resultar en costosas ejecuciones de garantía que fácilmente pudieron controlarse en la fase de campo con diseños adecuados de mezcla (Gordo et al., 2017). Atendiendo a esta problemática, la investigación se enfocó en comparar los agregados de las 3 canteras formales existentes en la Región Tumbes: San Francisco de Corrales en el distrito homónimo, El Ceibo en la provincia de Contralmirante Villar y La Cruz en igual distrito; de cara a lograr el objetivo general, en los objetivos específicos se buscó conocer las características granulométricas de los agregados, diseñando además el concreto de acuerdo con la norma ACI,

y, la prueba de abrasión de los agregados, completando así el set de ayudas para completar exitosamente la investigación.

La metodología consideró un estudio de alcance descriptivo y de aplicación de conocimientos a la solución de problemáticas específicas. Con un enfoque cuantitativo, correspondió un método de investigación hipotético deductivo, habiéndose empleado técnicas de observación para ambas variables, y, como instrumentos, fichas de observación. Las pruebas estadísticas consideraron ensayos de significación t para determinar si las diferencias de calidad de los agregados de las canteras eran estadísticamente significativas. En el aspecto de población, y, debido al reducido número de canteras formales, tres, no se ha realizado muestreo, estudiándose por tanto, todas ellas. En el lado de los procedimientos para determinar la calidad de los agregados de las canteras se consideraron dos: la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm² y la resistencia a la abrasión. El desarrollo del primer procedimiento comprendió ensayos de tres repeticiones para cada una de las tres canteras a los 7, 14 y 28 días de la edad del concreto, ensayado en base a un diseño ACI cuyo desarrollo a manera de ejemplo se adjunta en los anexos de este informe. Del lado de la resistencia a la abrasión se ensayaron tres muestras, de acuerdo con la norma ASTM C-131.

En atención al método hipotético deductivo de la investigación la hipótesis de trabajo se validó en base a los datos obtenidos en campo (Hernández, 2013), que señalan diferencias estadísticamente significativas, al 95% de confianza, para las resistencias a la compresión de las tres canteras estudiadas, señalando su ordenamiento en orden decreciente de acuerdo con la bondad y calidad de sus agregados: la cantera San Francisco de Corrales, El Ceibo y La Cruz, confirmándose esta secuencia con el resultado de la resistencia a la abrasión. La investigación se justifica en la medida que lo encontrado es relevante para la Región Tumbes por conformar una referencia para los involucrados en el sector construcción, al brindar un punto de partida obtenido sistemáticamente y en base a ciertas características de los agregados proveídos de las canteras formales acorde con la zona de explotación, considerando la continuidad geológica de la Región Tumbes, permitiendo así formarse una idea del nivel de calidad de los

agregados suministrados por las canteras, en función de las necesidades de la obra o situación específica. De igual modo para el amplio sector de la autoconstrucción, uno de los más problemáticos a nivel nacional en cuanto a seguridad personal, patrimonial y urbanística (Diario Gestión, 2017), el resultado de la investigación será de utilidad y alerta de lo importante que es la composición y calidad del agregado y el consecuente dosificado de agua, muchas veces no idóneo de acuerdo con la aplicación en particular.

II. MARCO TEÓRICO

Revisando los antecedentes en el ámbito internacional, Lozano y Gonzales, 2017 sustentaron su tesis “Caracterización mineralógica, porosimétrica y estructural de agregados pétreos de canteras del río Guatiquía, margen izquierda de la ciudad de Villavicencio” en la Universidad Católica de Colombia, Colombia, donde realizaron ensayos basados en la difracción y fluorescencia de rayos X y en la inyección de mercurio en la medición de la porosidad para realizar la caracterización de los minerales obtenido para la investigación.

Los investigadores concluyen señalando que el material analizado es compatible para su uso en bases y subbases debido a su dureza de 7 en la escala de Mohs, con una composición mayoritaria (83%) de cuarzo y 17% de moscovita, caracterizándose en consecuencia como las más duras de las rocas para emplear en construcción. Como resultado de ello, la muestra refiere a una cantera con amplias prestaciones de calidad para explotación de materiales destinados a mezclas asfálticas.

Aporte del antecedente: se resalta la importancia de contar no solo con análisis granulométricos sino con avanzadas técnicas de observación mineralógica para tener certeza de las prestaciones del material proveído por la cantera.

De otro lado Soria y Vera (2019) defendieron su tesis “Estudio y análisis comparativo de la calidad de agregados de 4 canteras de la provincia de Santa Elena y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la elaboración de adoquines para tráfico liviano ($f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$)” válida para titularse de ingenieros civiles por la Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador, se propusieron estudiar los agregados de 4 canteras de la zona antes señalada en lo atinente a sus propiedades mecánicas relevantes para la fabricación de adoquines, en el marco de la norma ecuatoriana INEN 1488, justificando el estudio al considerar importante conocer si la calidad de los agregados permitía lograr las características requeridas por la citada norma técnica.

Los investigadores encontraron que los cantos rodados de los ríos resultaron adecuados para los adoquines de hormigón de acuerdo con el requerimiento de baja resistencia indicado por la norma INEN 1488 de 210 Kg/cm^2 . No se observó

diferencia significativa en muestras obtenidas empleando aditivos en comparación con muestras elaboradas sin aditivos. Los agregados, sin embargo, no cumplieron con el requerimiento de alta resistencia requerido en ciertas aplicaciones, debido, según los autores, a lo redondeado de los cantos, que, por carecer de aristas que permitan su adherencia al cemento no resultaron idóneos en estas aplicaciones. Estos cantos rodados, refieren los autores, resultan adecuados en aplicaciones donde no se requiere una alta resistencia del concreto, como adoquines de uso peatonal u ornamental.

Aporte del antecedente: Los agregados de áridos de cantos rodados, por su falta de faces de contacto o aristas, no resultan adecuados en aplicaciones de concreto de alta resistencia; de igual forma se relleva que la mejora en la resistencia a la compresión de algunos aditivos empleados para mejorar la resistencia del concreto no siempre es significativa.

En otro enfoque del problema, Cedeño (2020) defendió su tesis “Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera Constructora Robles Jiménez y Asociados, cantón Esmeraldas” en la Universidad Católica del Ecuador, donde el autor caracterizó las actividades propias de la cantera, en el contexto de su impacto ambiental; de igual forma, se evaluaron los recaudos tomados en el plan de manejo ambiental, proponiendo medidas de mitigación en los procesos donde se evidenciaron dificultades.

La investigación concluye que, en base a la metodología de Leopold, los impactos que resultan de las actividades de la cantera sub examine son severos, pero susceptible de ser mitigados o controlados. Respecto del ruido generado por las máquinas de la cantera, se encontró dentro de la norma; pero, señalando que urgían tareas de capacitación al personal en temas ambientales, sugerencia que se concretó en un paquete de medidas que se recomendó a la administración de la cantera, observar.

Aporte del antecedente: Basado en el aspecto ambiental, este antecedente proporcionó un marco ambiental a observar en las canteras estudiadas, recomendando y exhortando a la administración de las canteras estudiadas, la

observancia de las normas ambientales en todos los aspectos de la explotación de la cantera.

De otro lado, Álzate et al. (2018) en su investigación “Caracterización físico - mecánica de los agregados pétreos del Municipio de Dos Quebradas” presentada en la Universidad Libre Seccional Pereira en Colombia, se propusieron estudiar la idoneidad de los materiales disponibles en la zona: de arrastre y de canteras, para su empleo en obras civiles, en el marco de la normatividad existente. Para ello, definieron las propiedades físico-mecánicas de los materiales comparándola luego con lo requerido por INVÍAS, para luego definir los protocolos de aprovechamiento y explotación de los materiales.

Los autores encontraron que los materiales presentaban una cantidad considerable de agua al momento de su análisis, factor para tener en cuenta a fin de no degradar la resistencia del concreto elaborado. También se refiere que la mayoría de material de arrastre, de quebradas, presentó un valor límite en cuanto a la resistencia a la degradación, probablemente por el continuo arrastre experimentado en su tránsito por la quebrada; de igual forma se valoró positivamente el fácil acceso a una de las quebradas, así como su cercanía y facilidad de extracción. Los autores recomendaron estudios en micro zonas a fin de poder potenciar su uso por constructoras, considerando que el análisis granulométrico señala que, aunque en el límite, el material cumple con la normativa vigente.

Aporte del antecedente: Se destaca la importancia del dosificado de agua en los materiales de la cantera a fin de no exceder la dosis recomendada para la preparación del concreto, evitando así la pérdida de su resistencia; de igual forma se señala la importancia del acceso y facilidad como factor a considerar a la hora de tomar partido por una cantera, considerando desde luego, la idoneidad de su material.

De igual forma, Culma y Rojas (2018) en su investigación “Caracterización Mineralógica y física de los agregados de la cantera Rodeb y Acopios, aplicada a concretos y filtros” defendida en la Universidad Santo Tomás en Colombia, estudiaron la mineralogía de los agregados de la cantera antes señalada con el

fin de evaluar su uso en construcción y esquemas de filtrado de agua, determinando para ello, las características a considerar de acuerdo con las necesidades. El estudio se realizó empleando técnicas de petrografía y rayos X difractados de acuerdo con el marco normativo colombiano.

Los autores concluyeron señalando que para una adecuada resistencia del concreto, los agregados deben tener forma angulada con no más del 10% al 15% de partículas planas y/o alargadas, y una absorción menor al 5% para el agregado fino; de igual forma para el agregado grueso este valor no debe exceder el 3% y un desgaste Los Ángeles máximo del 40%. Otro parámetro señalado es el contenido del $MgSO_4$ el cual no debe exceder el 15% y 3% para el agregado fino y grueso respectivamente, así como libre de materia orgánica y baja cantidad de deleznales con 3% y del 2% al 10% máximos para agregados fino y grueso respectivamente. Se recomienda el uso de material con contenido apreciable en deleznales en aplicaciones no expuestas a la intemperie por la baja sanidad del material resultante. De otro lado, el contenido de minerales no apropiados podría resultar en una reacción alcalina silícica que podría reducir la vida útil del concreto cuando tenga entre 20 y 50 años. Se verificó que la arena de peña no cumple con la granulometría establecida por la normativa colombiana, afectando las proporciones del concreto, y, por ende su durabilidad, dificultando además su trabajabilidad.

Aporte del antecedente: Lo importante de la limpieza del material que, de no cumplirse, afecta negativamente la durabilidad del concreto en cuanto a su sanidad, por posibilitarse la formación de hongos y líquenes en su superficie, factor que se agrava cuando la estructura se encuentra expuesta a la humedad de forma continua. De otro lado se relleva la posibilidad de reacciones de álcali-sílice que resulta en una patología expansiva del concreto.

En el ámbito nacional, Lozada (2018) defendió su tesis “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras - provincia de Utcubamba” en la Universidad Señor de Sipán en La Libertad, válida para titularse de ingeniero civil. En ella, y para concretar el objetivo general explicitado en el título, se realizó un levantamiento topográfico de la zona en evaluación con un posterior estudio de mecánica de

suelos de acuerdo con el manual de ensayos del MTC vigente a la fecha de análisis para luego presentar un diseño de mezcla para afirmado de acuerdo con el material disponible en la cantera.

Las conclusiones del autor precisan que, para la cantera La Loma, y acorde con la clasificación SUCS, la graduación es GC, mientras que en el AASHTO la clasificación es A-2-4 con variedad de diámetros y elevada presencia de finos; de otro lado, la presencia de finos se encuentra dentro del rango permitido por el manual MTC para las carreteras, con una valoración IP de 8.27%. El contenido de sales se evidenció bajo con un CBR al 100% del 46% para 0.1", descalificando el agregado como idóneo para carreteras. Este resultado se repite muy estrechamente para la cantera Las Paguillas, no siendo, de igual forma apta para emplear sus agregados en carreteras. Otra cantera de río, la Limones, tiene mayor cantidad de agregado grueso e IP nulo y según la clasificación SUCS es del tipo GW con un desgaste por abrasión del 17.2%. El autor refiere mezclas de los materiales de las diferentes canteras como una alternativa que puede proveer material adecuado para afirmado de acuerdo con la normativa nacional vigente.

Aporte del antecedente: La posibilidad de mejorar el material de una cantera mediante mezclas de materiales provenientes de otras canteras hasta lograr un material idóneo para afirmado en aplicaciones viales u otras aplicaciones, habilita el inicio de la explotación de la cantera con prestaciones de calidad limitadas, con la desventaja del costo adicional del proceso de mezcla que se verá reflejado en el precio final.

Ante esto, Fernández (2019) en su tesis "Estudio de los agregados de la cantera Parco para uso de concreto proyectado shotcrete" sustentada en la Universidad de Huancavelica para titularse de ingeniero civil, determinó la relación entre los elementos finos y gruesos para la preparación del concreto apto para proyectarse con medios mecánicos, ensayando con tres diseños de mezcla para 210 Kg/cm², 280 Kg/cm² y 300 Kg/cm² y evaluando su resistencia a la compresión a los 28 días.

El autor encontró que el aditivo superplastificante y la fibra en las dosis adecuadas permitió preparar concreto con un valor adecuado de resistencia a la compresión,

que incluso, superó el valor proyectado de diseño, con la ventaja de facilidad de manejo gracias al aditivo empleado. El autor recomendó la continuación de la explotación de la cantera estudiada al cumplir sus agregados con lo requerido por la normativa nacional para este tipo de materiales; de otro lado, se recomendó extender el uso del concreto proyectado por ser un material que permite una fácil aplicación, especialmente en taludes.

Aporte del antecedente: se reliva la aplicación de aditivos ante demandas específicas de diseño de concreto, además de lo necesario que resulta el estudio de canteras para determinar la bondad de sus materiales, particularmente en condiciones de exigencias específicas de estructuras de desempeño crítico.

También Guillén y Llerena (2020) en su tesis “Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto” defendida en la Universidad Ricardo Palma en Lima, consideraron la forma, textura y tamaño de los agregados gruesos, estudiándolos para determinar su influencia en el concreto.

Ambos investigadores concluyen que la forma de los agregados influye en la resistencia del concreto; así los agregados de forma cuboidea -triturados-, y redondeada -rodados- ofrecen mejor resultado que aquellos de forma alargada y plana. De igual forma los cuboides tienen mejor comportamiento plástico mientras que los redondeados le confieren al concreto una consistencia fluida. Respecto de la textura, las que mejor desempeño tuvieron fueron los de superficie áspera y cristalina frente a las lisas, por su menor adherencia. Los agregados redondeados fueron los de menor precio y mayor disponibilidad.

Aporte del antecedente: La forma, textura y tamaño del agregado grueso influyen en el desempeño del concreto. De igual forma la textura áspera es un indicador visual que indica la carencia de agua del agregado grueso; de otro lado, se rescata lo acertado de elegir agregado grueso triturado en vez del agregado rodado, a la vez que requieren mayor dosis de cemento para una relación agua cemento óptima. Estos fueron aspectos considerados al momento de evaluar las características de bondad de las canteras formales estudiadas.

De otro lado Cama y Mendoza (2020) en su tesis “Determinación de las propiedades físico químicas de los agregados de las canteras El Ingenio y Doña Ramona y diseño de mezcla de concreto de resistencia $f'c = 175 \text{Kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$ en la provincia de Cajabamba departamento de Cajamarca” defendida en la Universidad Ricardo Palma en Lima, estudiaron los requisitos físico químicos del concreto respecto de sus agregados y las propiedades de estos en relación con el comportamiento de la resistencia del concreto

Los investigadores encontraron una influencia importante de las propiedades físicas de los agregados, del 86%, en la resistencia a la compresión. Esta relación no se vio influenciada por la zona de toma de agregados. Se hace notar en la investigación que, concretos elaborados con agregados de distintas canteras pueden tener diferencias en cuanto a la tracción y compresión pero similares comportamientos en cuanto a la flexión; sin embargo, no se ha encontrado evidencia respecto de la predictibilidad en las pruebas de resistencia en términos del agregado grueso y fino, de acuerdo con la cantera de procedencia del material. En otro enfoque del desempeño de los agregados, el PH y el contenido de sales de estos sí tuvo un efecto determinante en la resistencia a la tracción, compresión y flexión del concreto elaborado.

Aporte del antecedente: Se pondera la información respecto de la magnitud de la resistencia del concreto de acuerdo con la zona de toma de material, así como la independencia de los indicadores de rendimiento del concreto, y, la fuerte influencia del pH y sales en el valor de resistencia a la compresión, tracción y flexión.

Así mismo Abanto (2019) defendió su tesis “Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$ y $f'c = 245 \text{Kg/cm}^2$ en el distrito de Bagua Amazonas, 2018” en la Universidad César Vallejo, donde, para lograr su cometido, determinaron y compararon las características físico-mecánicas de los agregados de tres canteras en la zona de estudio; consecuentemente, compararon el desempeño mecánico del concreto obtenido con los agregados de ambas canteras y, finalmente propusieron diseños de mezclas para la elaboración, de acuerdo a estándares de calidad del concreto $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$.

La autora concluye señalando que, de las tres canteras estudiadas, solo una cumple con los requerimientos de calidad exigibles de acuerdo con la demanda de alta calidad del concreto deseado. Aunado a ello, se refiere que los resultados de la resistencia a la compresión dependen de las características de los agregados empleados en su elaboración, como se evidencia en los resultados mostrados por la autora en su informe de investigación. La autora finaliza sus conclusiones mostrando su diseño de mezcla para resistencias de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$. Se recomienda la realización de análisis de agregados antes de su empleo en obra a fin de determinar el diseño óptimo, obteniendo así un concreto de acuerdo con las especificaciones requeridas.

Aporte del antecedente: Se reliva la condición de análisis de agregados previa a la elaboración del concreto a modo de aseguramiento de su calidad, evitando así gastos y problemas posteriores de garantía por patologías o resistencia insuficiente del concreto obtenido. En este sentido se considera una medida que favorece la economía de la obra realizada. De igual forma se destaca lo importante que resulta el estudio de canteras dentro de una obra civil de significación, o, donde se desee conservar un nivel idóneo de calidad en la construcción.

Realizada la búsqueda de antecedentes regionales en la Región Tumbes, no se encontraron resultados.

De acuerdo con las variables de la investigación, se definen las bases teóricas necesarias para su correcta operacionalización.

De esta forma, el concreto se define como la mezcla de cemento, piedras, arena y agua que debidamente diseñada y procesada, adquiere propiedades buena facilidad de aplicación y trabajabilidad, y, una vez curado, logra una elevada dureza, resistencia y longevidad, características que son aprovechadas ventajosamente en la construcción.

Componentes del concreto:

- a. Agregados: se distinguen, de acuerdo con sus características, dos tipos de componentes: gruesos y finos:
 - i. Agregados finos: Se obtiene de la pulverización o desintegración natural o industrial de elementos pétreos mayores, los cuales, cuando pasan por el

tamiz de 9.5 mm y resultan retenidos en el N° 200 (74µm). Deben satisfacer la norma NTP 400.012:2021, publicada el 2015, la cual define el marco normativo para los agregados grueso y fino del concreto (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2020).

La granulometría mostrada por los elementos finos debe ser pareja, no debiendo exceder 0.2 en cuanto al módulo de fineza. La trabajabilidad de la mezcla se asegura cuando existe una buena cantidad de material que pase la malla N° 50, pudiendo disminuir si la cantidad de material cementante es elevada; respecto al módulo de fineza, es recomendable un rango entre 2.3 y 3.1. Los porcentajes de agregados finos pueden variar de acuerdo con la formulación de la mezcla, siendo su forma la propia de un perfil angular, libre de materia orgánica y en condición de limpieza.

- ii. Agregados gruesos: De acuerdo con la NTP 400.012 se definen como aquellos que son retenidos por el tamiz N° 4 o de 4.75 mm y que provienen de materiales naturales o mecánicamente desintegrados. Es posible su clasificación, de acuerdo con su procedencia: en grava en caso de provenir de materiales pétreos de canteras, y, piedra chancada en caso de obtenerse por trituración de gravas limpias y que satisfacen la norma ASTM C33.
- b. Cemento: Conglomerado formado por calizas y arcilla calcinada a una temperatura de 1300 °C, la cual debidamente molida, se endurece en reacción exotérmica, cuando entra en contacto con el agua. El proceso de elaboración del cemento, hasta este punto, se denomina fase Clinker. La adición de yeso le confiere mejores propiedades de fragua y endurecimiento. El cemento, mezclado con agregados forma un compuesto de nominado hormigón o concreto de acuerdo con la zona del mundo donde se emplee, según lo refirió Gonzales (como se citó en Cama y Mendoza, 2020).
- c. Agua: es el elemento que permite la reacción del cemento a fin de activar su capacidad de formar el concreto con las características de resistencia deseadas, a la vez que en estado fresco permite su manipulación y aplicación, que, por vaciado, resulta en un volumen que adquiere la forma que lo contiene. El agua debe de ser de preferencia potable, y, de no ser posible que esté libre de aceites, sales, etc. Es necesario verificar que la resistencia a los 7 y 28 días

sea al menos, del 90% de la obtenida empleando agua potable. Se debe cumplir con la norma NTP 339.088.2014 (Revisada el 2019) (INACAL, 2019)

Estudiando los agregados del concreto, se tienen las siguientes características:

- a. Granulometría: Se hace referencia a la determinación de los tamaños y proporciones relativas de los elementos conformantes de la mezcla de agregados. En el caso de no sea posible conocer con exactitud el tamaño de cada componente de los agregados, se emplea la metodología de los tamices, consistente en determinar que pasa y que no pasa por tamices graduados en forma progresiva hacia el menor diámetro, obteniendo así por descarte la composición granulométrica de la mezcla en estudio. En caso de que la muestra contenga elevada cantidad de elementos menores, especialmente en el caso de limos y arcillas, se emplea la técnica de la sedimentación en agua. Cuando se emplea adicionalmente este último método, se dice que trata de un análisis combinado de suelo (Universidad de Alicante, 2009).
- b. Porcentaje de humedad y absorción: La humedad se define como la cantidad de agua saturada sobre una superficie seca, mientras que la absorción es la cantidad de agua que puede ser absorbida por los agregados durante 24 horas y se expresa como una fracción respecto del peso del material seco; ambos valores se expresan como porcentaje y su medición es muy importante, pues, la resistencia del concreto depende inversamente del contenido de agua en la mezcla; así, si el % de humedad supera al % de absorción, habrá que disminuir la dosis de agua; caso contrario, es decir si el % de humedad es menor que el de absorción, corresponderá incrementar la dosis de agua previamente calculada. La absorción del agregado grueso y el peso específico se determinan según la NTP 400.021:2020. Para el agregado fino, la absorción y el peso específico se determinan en el marco de la NTP 400.022:2021 (Arrascue, 2011).
- c. Peso unitario: es la cantidad de materia -masa- necesaria para llenar un recipiente de volumen unitario, donde es preciso considerar el espacio entre partículas, pudiéndose evaluar suelta o compactada. En el diseño de mezcla ACI 211 se emplea este peso unitario compactado; de otro lado el peso unitario

suelto se emplea para especificar el volumen de agregados a comprar, como normalmente se venden, es decir sueltos (Arrascue, 2011).

Peso específico: Se define como la razón entre el peso de un cuerpo dividido entre su volumen. En el caso de los agregados, el peso específico es función de la gravedad específica de sus sólidos y la porosidad del propio material. Es muy importante en condiciones de alto desempeño del concreto ya que el uso de agregados de peso específico adecuado es crucial en la resistencia del concreto, siendo el caso, que un agregado de baja densidad generalmente implica alta porosidad del material y por tanto, no resistente y con alta absorción (Campos Mera, 2017).

Sales solubles totales: Debido al peligro que sustenta la presencia de sulfatos, es importante su determinación considerando el peligro que significa para el concreto, ya que estas sales atacan el cemento agrietándolo por las reacciones expansivas resultantes. Los cloruros causan corrosión del acero debilitándolo y produciendo expansiones que agrietan secciones importantes del concreto.

Nivel de pH: En la durabilidad del acero de refuerzo, una condición de elevado pH en la solución del poro es importante para mantenerlo estable, pues, la carbonatación del concreto inicia el proceso de corrosión del acero resultando finalmente en roturas seccionales del concreto por la expansión producto de la oxidación (León y Reyes, 2018).

Definiendo las características del concreto se señala que es un material de consistencia pétreo conformado por cemento Portland, agregados fino y grueso, agua y aire, que, mezclados en proporciones correctas permite un desempeño predecible, especialmente en términos de resistencia. El cemento en contacto con el agua reacciona ligándose a los agregados vecinos, conformando así un material heterogéneo. En algunos casos, los aditivos pueden modificar el comportamiento del concreto (Budenheim, s/f)

Una de las características relevantes del concreto es su elevada resistencia a la compresión; por ello, cuando se elabora y fragua o cura adecuadamente durante el tiempo reglamentario, adquiere grandes módulos de resistencia a la

compresión, siendo este parámetro uno de los más importantes en el desempeño del concreto. Se define como la característica de resistencia a una carga por unidad de área, normalmente dada en Kg/cm², Mpa o psi. Esta medida es empleada para efectuar los controles de calidad del concreto que se aplica en obra con miras a su aceptación o determinación de su resistencia y desempeño en general de la estructura (CEMEX, 2019). La normativa nacional especifica la NTP 339.033.2021 el marco para las evaluaciones en campo, y, la NTP 339.034.2021 señala lo propio para el ensayo de muestras cilíndricas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación realizada ha sido aplicada, en la medida que técnicas y conocimientos de ingeniería se han empleado en la solución de una problemática específica, en este caso comparar los agregados de las canteras formales por la Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, estudiando si satisfacen los requerimientos de calidad para la elaboración del concreto 210 Kg/cm² (Hernández, 2014).

Diseño de la investigación

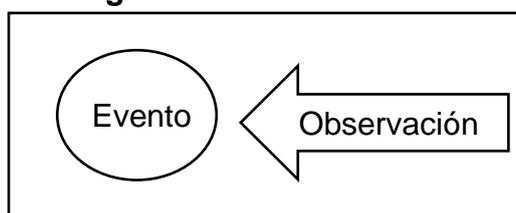


Figura 1. Diseño de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

La investigación ha tenido un diseño no experimental, con alcance descriptivo comparativo en una distribución temporal transversal. En consecuencia, el método de investigación ha sido hipotético deductivo (Pino, 2014).

Tabla 1. *Diseño de ensayos para la prueba a la compresión del concreto 210 Kg/cm²*

Ensayos a la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ Kg/cm ²			
Cantera	Observaciones a los		
	7 días	14 días	28 días
	Repeticiones	Repeticiones	Repeticiones
El Ceibo	3	3	3
Cantera La Cruz	3	3	3
Cantera San Francisco de Corrales	3	3	3

Fuente: elaboración propia.

Nota: en total son $9 \times 3 = 27$ ensayos realizados.

3.2. Variables y su operacionalización

Variable independiente: Los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes.

Definición conceptual: Se definen como materiales compuestos naturales de origen geológico empleados en la construcción; entre ellos se cuentan la piedra, arena y grava (CEMEX, 2021).

Definición operacional: La variable se operativizará mediante una ficha de observación.

Operacionalización de la variable independiente

Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Análisis granulométrico de agregados gruesos	Peso	Razón
	% de retención parcial	Razón
	% de retención acumulada	Razón
	% Pasante	Razón
Análisis granulométrico de agregados finos (arena gruesa)	Material retenido en gr	Razón
	% Material retenido	Razón
	Material pasante en gr	Razón
	% Material pasante	Razón
Análisis físico para ensayo de mezcla de concreto	Peso específico	Razón
	Peso unitario seco y compactado	Razón
	Peso unitario seco y suelto	Razón
	% de absorción de humedad	Razón
	% de humedad	Razón
	Módulo de fineza	Razón
	Diámetro máximo de agregados	Razón
Dureza	% de abrasión	Razón

Fuente: elaboración propia.

Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm²

Definición Conceptual: Es la resistencia que opone el concreto a la compresión, representando su capacidad para soportar una carga. Se expresa usualmente en Kg/cm² (360 en Concreto, 2020).

Definición Operacional: la operacionalización de la variable se realizará empleando una ficha de observación.

Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 3. Operacionalización de la variable dependiente

INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Módulo de resistencia a la compresión	Razón

Fuente: elaboración propia.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población está constituida por las canteras de explotación minera no metálica formales registradas en la Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, que, según la tabla oficial siguiente, totalizan 03.

Tabla 4. Canteras formales en la Región Tumbes

 GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS DE TUMBES 												
N°	N° de RUC	Persona Natural	Tipo de Titularidad	Derecho Minero	Codigo de Ingemmet	Tipo de Sustancia	Departamento	Provincia	Distrito	Sector	Datum WGS 84	
											Norte	Este
1	10003237830	Zapata Medina Cesar	Titular	El Ceibo	030060212	No Metálica	Tumbes	Contralmirante Villar	Zorritos	Las Ánimas	9581812	547100
2	20409250077	La Colonia E.I.R.L.	Titular	Cantera La Cruz	010449311	No Metálica	Tumbes	Tumbes	La Cruz	Qda Charan	9595784	546163
3	10002335935	Clavijo Ynfante Rosa	Titular	Cantera San Francisco De Corrales	010210412	No Metálica	Tumbes	Tumbes	Corrales	Qda Colorado-Corrales	9599708	557709

Fuente: Gobierno Regional de Tumbes, 2021.

Criterio de inclusión: la condición de formalización obtenida por el tenedor o explotador de la cantera.

Criterio de exclusión: La condición de informalidad que detente el tenedor o explotador de la cantera.

Debido al reducido número de canteras formales, no se realizará muestreo, trabajándose en consecuencia con toda la población.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnicas e instrumentos

En la investigación se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos, según las variables:

Tabla 5. *Técnicas e instrumentos empleados en la investigación*

Técnica	Instrumento	Información recogida	Variable
Observación del comportamiento de la variable independiente	Ficha de observación	Datos granulométricos de las muestras de las canteras	Los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes
Observación del comportamiento de la variable dependiente	Ficha de observación	Datos sobre la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm ²

Fuente: elaboración propia.

Validez y confiabilidad de los instrumentos

La naturaleza ingenieril de la investigación solventa dimensiones e indicadores de las variables debidamente normados a nivel nacional e internacional, de modo que la validación (resultado cierto) y confiabilidad (resultado repetible) de los instrumentos se torna innecesaria. Evidencia de ello es el rigor normativo desplegado en los resultados y procedimientos mostrados, donde se detallan la normativa ASTM y la nacional NTP donde corresponde.

3.5. Procedimientos

El diagrama siguiente describe los procedimientos seguidos en la investigación

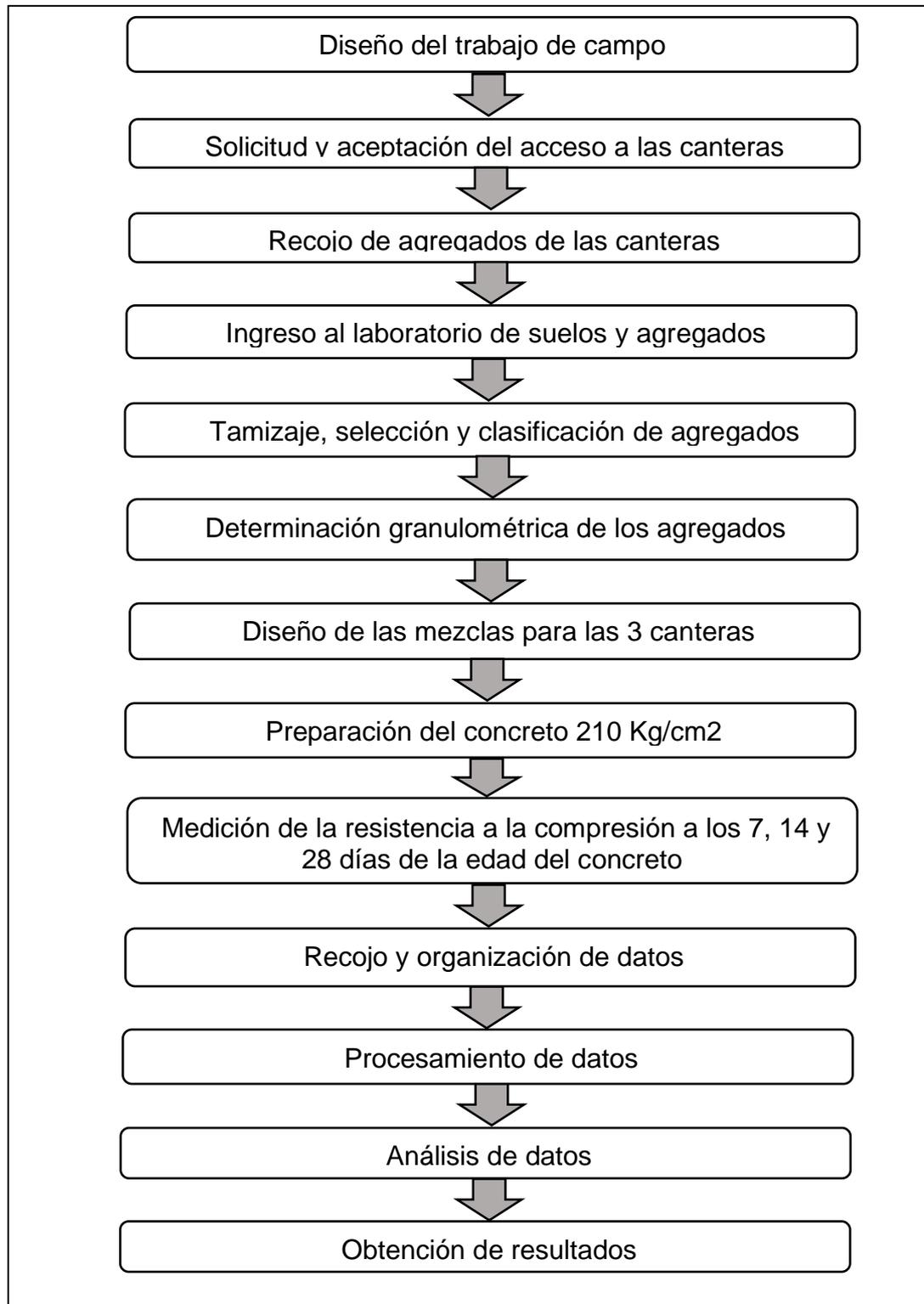


Figura 2. Diagrama de secuencia de procedimientos de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos se analizaron separando los cálculos en dos grupos:

- a. Análisis de datos de ingeniería: Los cálculos se realizaron empleando Microsoft Excel donde aplicó. Los gráficos se generaron con Microsoft Word. La información una vez recogida, tabulada y graficada, se analizó estudiando las diferencias entre los agregados de las canteras para lo cual se realizaron los siguientes cálculos:
 - Los cálculos para el diseño del concreto.
 - Los cálculos conexos comprendieron procedimientos aritméticos simples y valor numérico en operaciones indicadas.
- b. Análisis de datos de la investigación: Estos cálculos se enfocaron principalmente en procedimientos estadísticos orientados a verificar diferencias entre los agregados de las canteras.
 - Una batería de tres pruebas de significación t de Student para muestras no relacionadas, completada con Microsoft Excel.
 - Cálculo de la desviación estándar de cada uno de los set de pruebas para determinar la dispersión de los valores de las resistencias a la compresión.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se desarrolló observando las normas de ética correspondientes a una de este tipo; en efecto, se observaron los siguientes ítems:

- a. Los materiales empleados en la investigación corresponden con los obtenidos de los lugares que se señalan.
- b. Los resultados mostrados son fieles con los obtenidos
- c. Se han respetado los derechos, usos y costumbres de terceras personas involucradas en la investigación.

IV. RESULTADOS

Objetivo general

Este objetivo versa sobre la comparación de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes basada en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm².

La resistencia a la compresión de las tres canteras se muestra en la Tabla 6

Tabla 6. *Resultados de la resistencia a la compresión para agregados de las canteras formales en la Región Tumbes*

Canteras formales en la Región Tumbes						
Edad del concreto	La Cruz		San Francisco de Corrales		El Ceibo	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
7 días	140.33	3.06	163.33	2.52	155.33	3.05
14 días	171.33	1.53	184.67	2.08	178.33	2.08
28 días	215.33	2.52	245.00	4.00	231.67	3.06
	Promedios y desviación estándar en Kg/cm ²					

Fuente: elaboración propia.

La *Figura 3* muestra que el concreto elaborado con agregados de la cantera San Francisco de Corrales fue más resistente que el elaborado con agregados de la cantera El Ceibo, y, este último más resistente que el elaborado con agregados de la cantera La Cruz.

De otro lado, en la *Figura 4* se observan las desviaciones estándar para las resistencias del concreto elaborado con agregados de las canteras formales en la Región Tumbes; así, el estadígrafo aumenta directamente con la edad del concreto, indicando que los valores de resistencia se dispersan, acrecentando la variabilidad interna en cada observación, conforme el concreto adquiere su resistencia final.

Gráficos de los resultados de los ensayos a la compresión

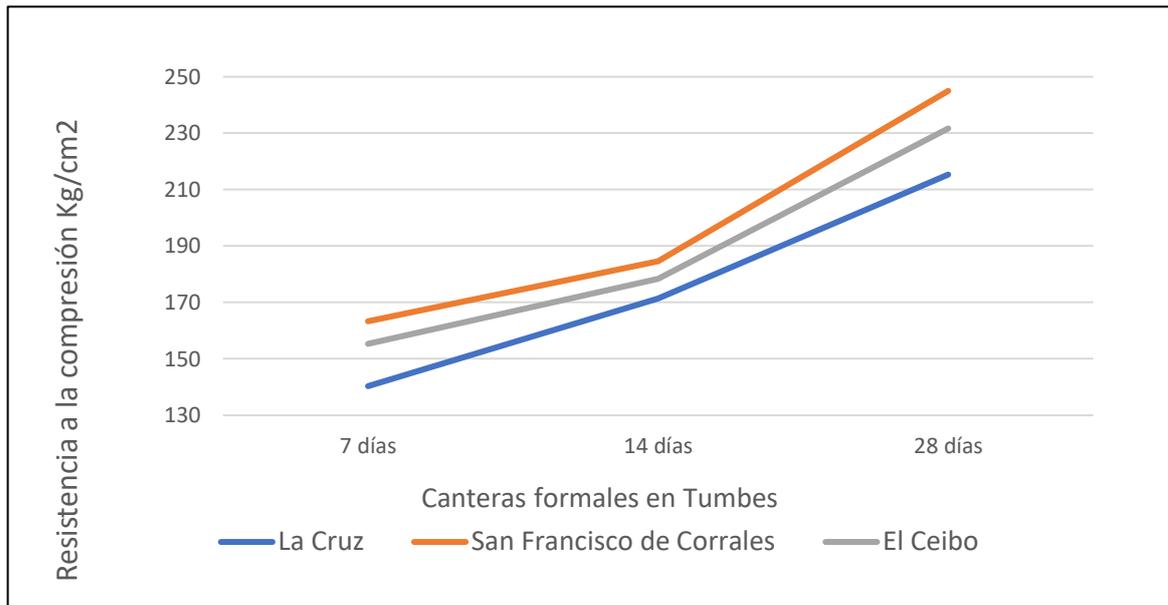


Figura 3. Resistencias a la compresión para concreto elaborado con agregados de las canteras formales en Tumbes.

Fuente: elaboración propia.

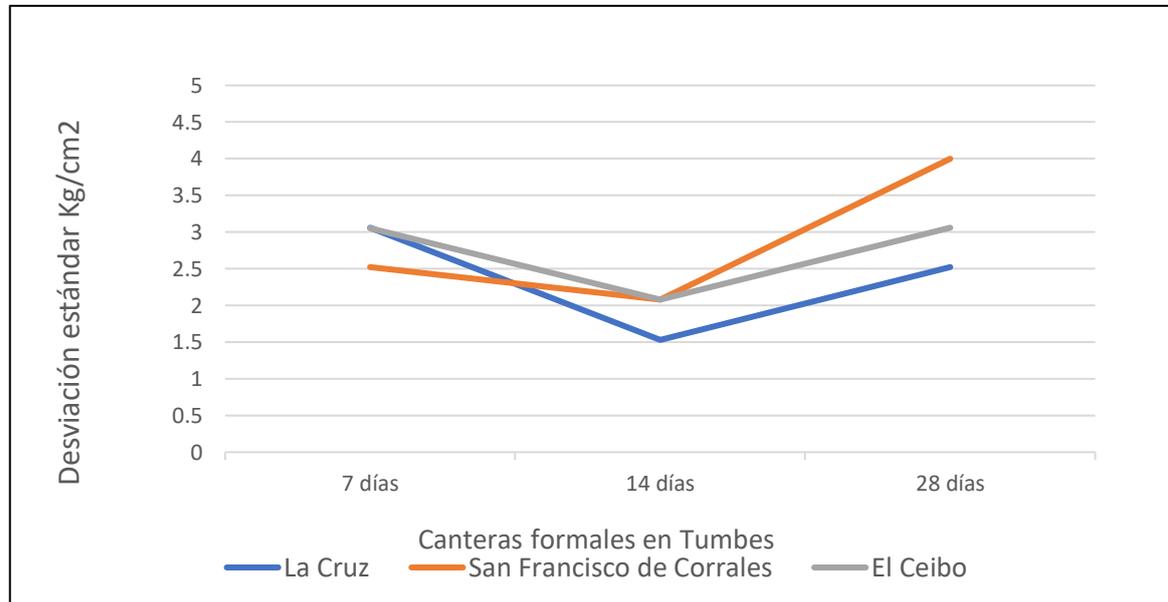


Figura 4. Desviaciones estándar de los resultados a la resistencia a la compresión de concreto 210 Kg/cm² elaborado con agregados de las canteras formales en Tumbes.

Fuente: elaboración propia.

Objetivo específico 1

Este objetivo trata sobre la granulometría y las características físicas de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes.

Tabla 7. Características de los agregados fino y grueso de las canteras formales en la Región Tumbes

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Unidades
Cantera La Cruz			
Peso específico (ASTM C 128), (ASTM C 127)	2.60	2.62	gr/cm ³
Peso unitario seco y compactado (ASTM C 29)	--	1664	Kg/m ³
% de absorción (ASTM C 128), (ASTM C 127)	1.0	0.7	%
Contenido de humedad NTP 339.185.2018	1.5	0.4	%
Módulo de fineza (ASTM C 125)	2.7	--	--
Tamaño máximo agregados	--	½"	Pulgadas
Peso unitario suelto y seco (ASTM C 29), (ASTM C 29)	1528	1543	Kg/m ³
Cantera San Francisco de Corrales			
Peso específico	2.62	2.63	gr/cm ³
Peso unitario seco y compactado	-	1664	Kg/m ³
% de absorción	1.0	0.9	%
Contenido de humedad	0.8	0.5	%
Módulo de fineza	2.8	-	--
Tamaño máximo agregados	-	½	Pulgadas
Peso unitario suelto y seco	1482	1470	Kg/m ³
Cantera El Ceibo			
Peso específico	2.61	2.63	gr/cm ³
Peso unitario seco y compactado	--	1660	Kg/m ³
% de absorción	1.1	0.9	%
Contenido de humedad	1.5	0.7	%
Módulo de fineza	2.7	--	--
Tamaño máximo agregados	--	½"	Pulgadas
Peso unitario suelto y seco	1504	1543	Kg/m ³

Fuente: datos de laboratorio "Suelo Más".

En la Tabla 7 se señalan las características de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes. Se observa que el material de la cantera San Francisco de Corrales es seco para ambos agregados, mientras que para la cantera La Cruz y El Ceibo, el contenido de humedad supero al de absorción en el caso del agregado fino.

Del lado de los agregados finos (arena gruesa), la cantera San Francisco de Corrales muestra porcentajes 50.03% y 31.40% para este material en correspondencia con las aberturas comprendidas entre [0.30 – 1.19 mm] y [1.19 – 4.76 mm], totalizándose 81.43% para el rango completo [0.30 – 4.76 mm]. Los resultados para las otras canteras muestran 47.20% y 27.60% haciendo un total de 74.80% en el caso de la cantera El Ceibo. Para la cantera La Cruz este porcentaje fue 37.00% y 32.00%, totalizando así 69.00% para este agregado.

Tabla 8. Agregado fino (arena gruesa) predominante en las canteras formales en la Región Tumbes (ASTM D – 421)

Cantera	Diámetro (mm)	%	Variación	% del material
El Ceibo	0.30	22.80	47.20	74.80
	1.19	70.00		
	1.19	70.00	27.60	
	4.76	97.60		
San Francisco de Corrales	0.30	17.37	50.03	81.43
	1.19	67.40		
	1.19	67.40	31.40	
	4.76	98.80		
La Cruz	0.30	27.00	37.00	69.00
	1.19	64.00		
	1.19	64.00	32.00	
	4.76	96.00		

Fuente: datos de laboratorio "Suelo Más".

Estudiando el material grueso, en la cantera San Francisco de Corrales se midió un 45.8% y 43.00% pasante para los diámetros entre [4.760 - 9.525 mm] y [9.525 – 12.700 mm] de abertura del tamiz respectivamente, totalizando un 88.8% de piedra en este importante rango de tamaño. En el caso de la cantera El Ceibo los porcentajes son 36.5% y 49.0% que totalizan un 85.5% en este rango de diámetro, mientras que para la cantera La Cruz estos valores son 35.4% y 50.5% totalizando 85.9% en este rango de tamaños. Esto representa un material más uniforme para la cantera del distrito de Corrales, lo que explicaría el mejor resultado en la resistencia a la compresión por parte del concreto elaborado con este material.

Tabla 9. *Agregado grueso predominante en las canteras formales en la Región Tumbes (MTC E-204, E-107, AASHTO T-27, ASTM D-422)*

Cantera	Diámetro (mm)	%	Variación	% retenido
El Ceibo	4.760	8.5	36.5	85.5
	9.525	45.0		
	9.525	45.0	49.0	
	12.700	94.0		
San Francisco de Corrales	4.760	6.3	45.8	88.8
	9.525	52.1		
	9.525	52.1	43.0	
	12.700	95.1		
La Cruz	4.760	6.1	35.4	85.9
	9.525	41.5		
	9.525	41.5	50.5	
	12.700	92.0		

Fuente: datos de laboratorio “Suelo Más”.

En la siguiente sección, se observan las curvas granulométricas para los materiales fino y grueso de las tres canteras estudiadas, evidenciándose gráficamente lo señalado en las dos tablas precedentes.

Gráficos de las curvas granulométrica para la cantera El Ceibo

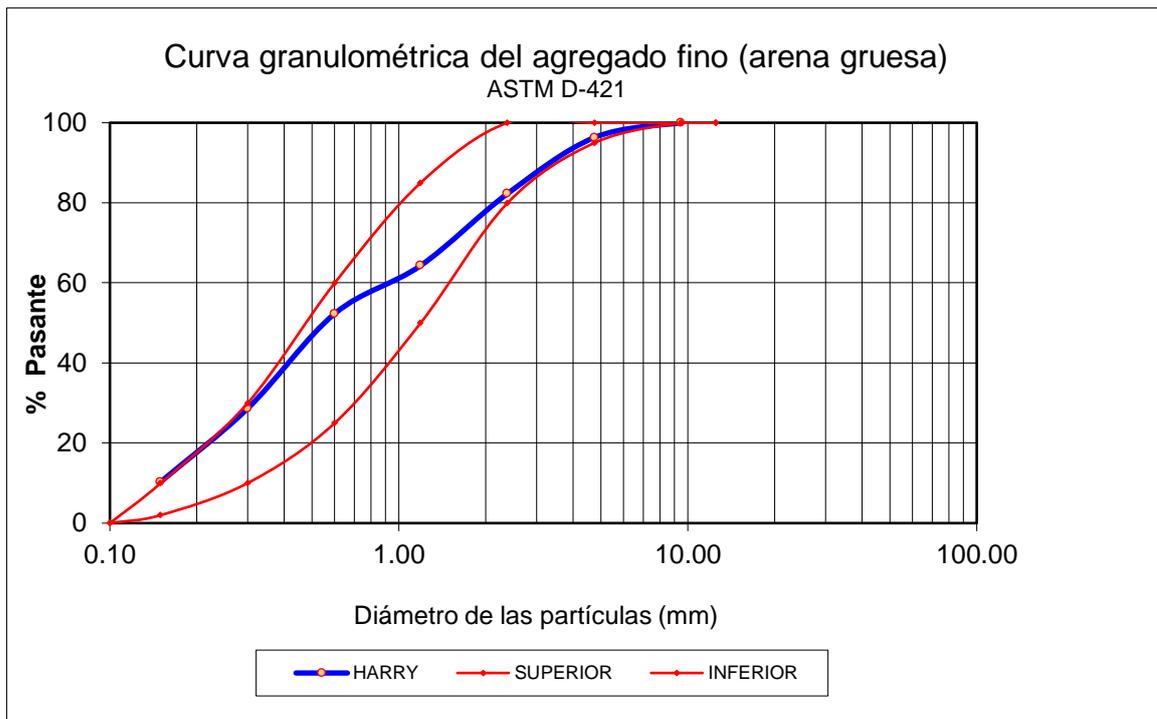


Figura 5. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera El Ceibo.

Fuente: elaboración propia.

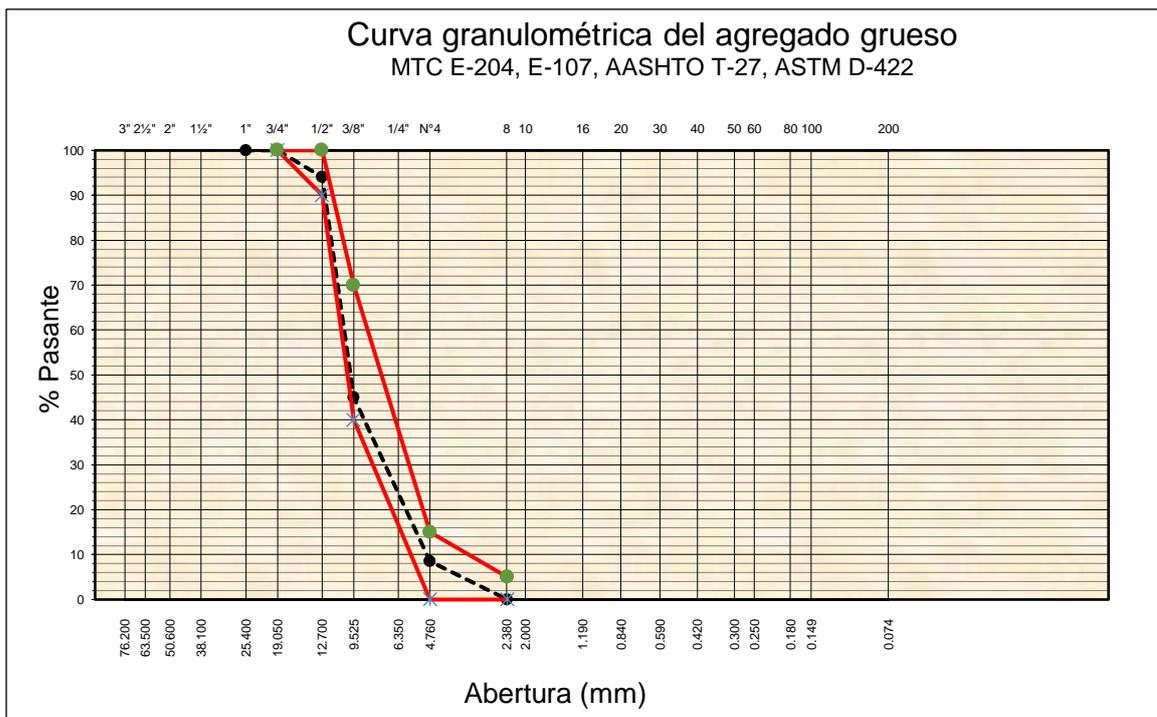


Figura 6. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera El Ceibo.

Fuente: elaboración propia.

Gráficos de las curvas granulométrica para la cantera San Francisco de Corrales

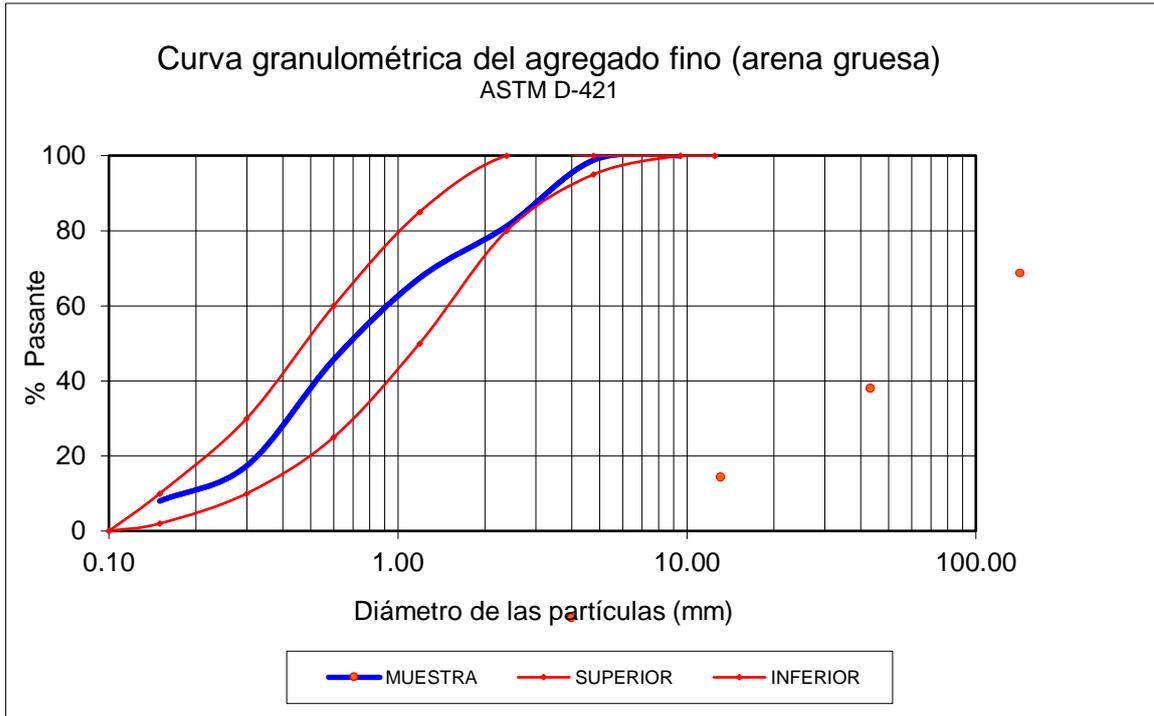


Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera San Francisco de Corrales.

Fuente: elaboración propia.

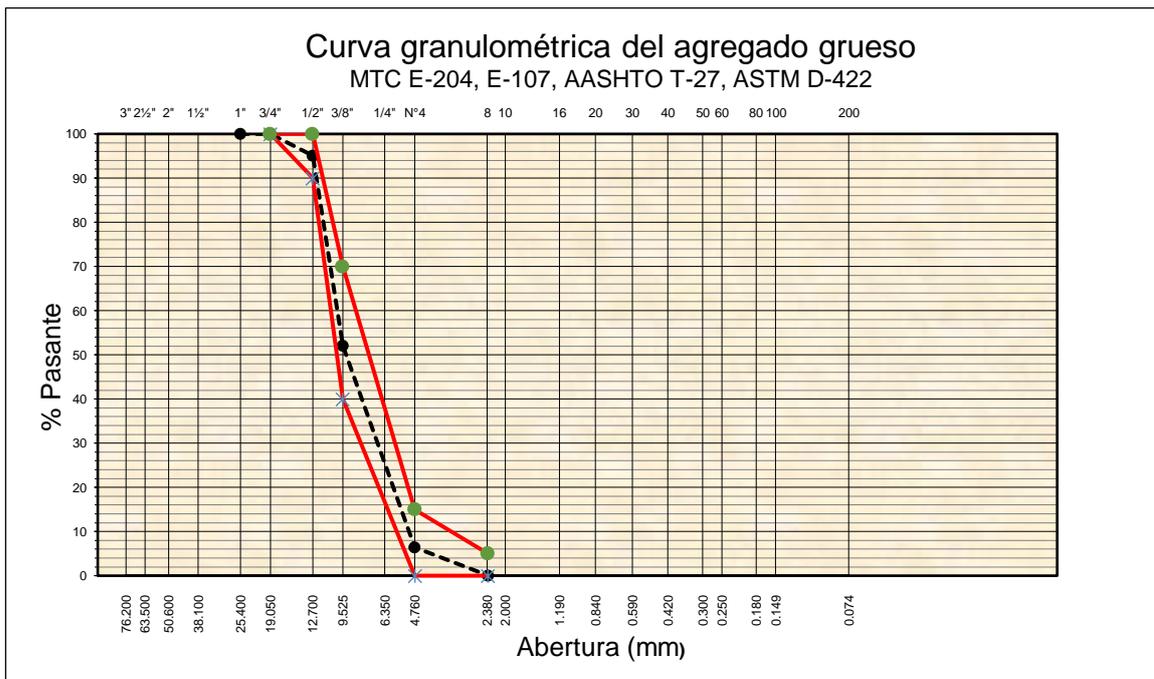


Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera San Francisco de Corrales

Fuente: elaboración propia.

Gráficos de las curvas granulométrica para la Cantera La Cruz

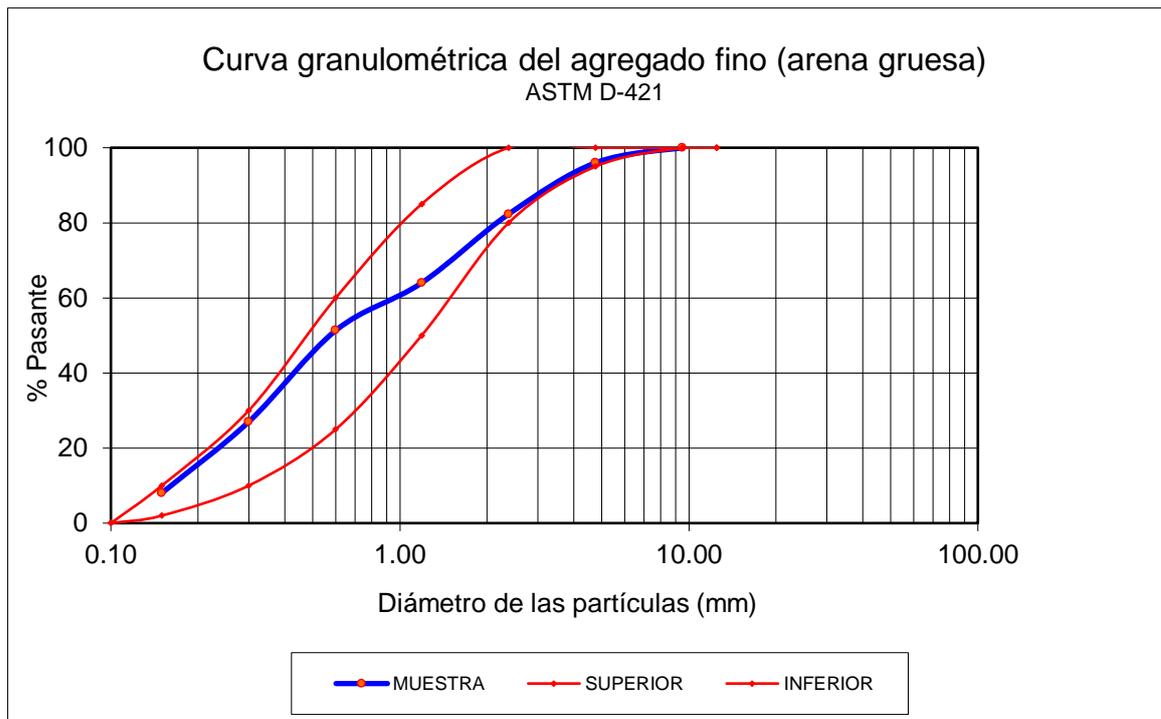


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino para la cantera La Cruz.

Fuente: elaboración propia.

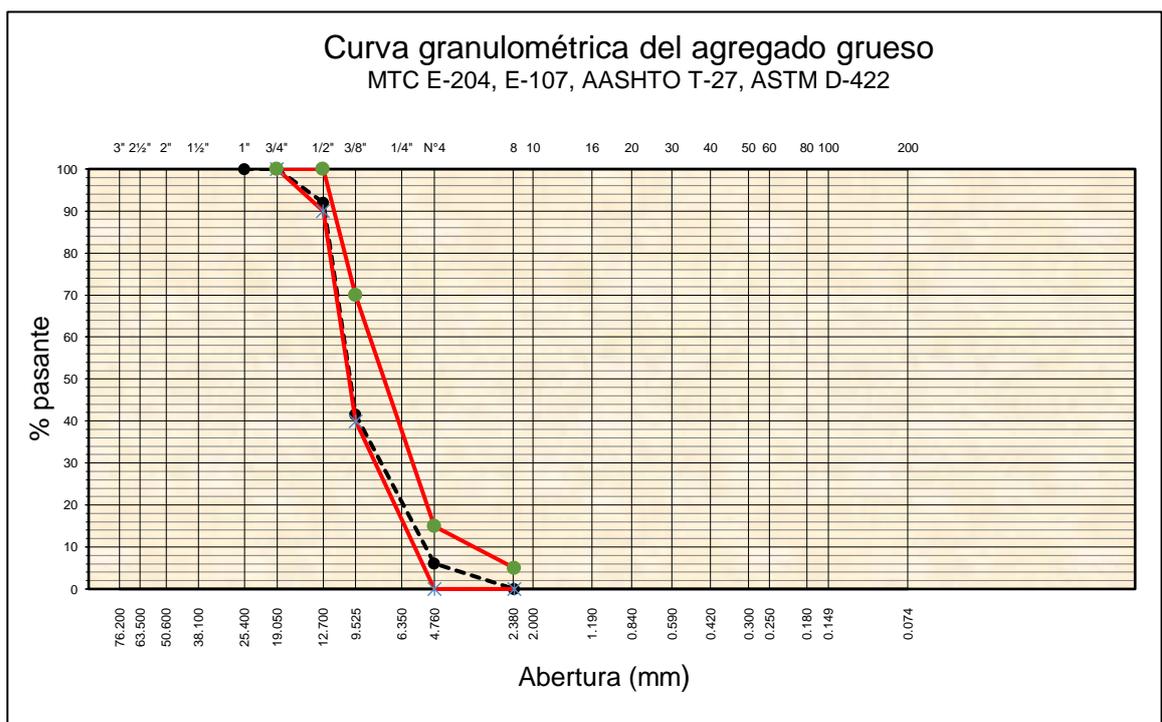


Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso para la cantera La Cruz.

Fuente: elaboración propia.

Objetivo específico 2

El objetivo específico versa sobre el diseño de las mezclas para el concreto con los materiales de las tres canteras estudiadas.

En la siguiente tabla se resumen los tres diseños realizados para los especímenes de concreto a fin de comparar calidades de las canteras. En la Tabla 7 observa que la humedad de las canteras no es la misma; así la escasa humedad superficial de ambos agregados en la cantera San Francisco de Corrales condujo a una proporción o ratio de adición de agua mayor que en las otras canteras.

En las canteras El Ceibo y La Cruz se observa una mayor cantidad o relación del agregado grueso, debido a la condición menos homogénea de este agregado respecto de la de Corrales; de otro lado, el módulo de fineza del agregado fino, mayor en esta cantera que en las otras, refiere agregado más grueso, incrementando en consecuencia la ratio de este agregado en el diseño de la mezcla.

Tabla 10. *Diseño de mezcla de concreto 210 Kg/cm² para ensayos (ASTM C-192)*

Componente del concreto	Cantera La Cruz			Cantera San Francisco de Corrales			Cantera El Ceibo		
	Kg/m ³	Proporción	Kg x Tanda (saco)	Kg/m ³	Proporción	Kg x Tanda (saco)	Kg/m ³	Proporción	Kg x Tanda (saco)
Cemento	364	1	42.5	364	1	42.5	364	1	42.50
Agregado fino	818	2.25	95.62	840	2.31	98.18	829	2.28	96.90
Agregado grueso	936	2.57	109.22	920	2.53	107.52	936	2.57	109.22
Agua	194	22.64	22.64	198	23.10	23.10	194	22.64	22.64

Fuente: elaboración propia.

Objetivo específico 3

Se muestran resultados acerca de las resistencias a la abrasión de los agregados gruesos de las canteras formales en la Región Tumbes.

En la Tabla 11 se reseñan los valores de resistencia a la abrasión de los agregados gruesos de las canteras formales en la Región Tumbes, observándose que la cantera San Francisco de Corrales tuvo mejor desempeño, siendo por tanto, la que exhibe agregados gruesos de mayor dureza; siguen en orden decreciente la cantera El Ceibo y finalmente la cantera La Cruz.

Tabla 11. Resistencia a la abrasión de los agregados gruesos de las canteras formales en la Región Tumbes

Degradación	Cantera La Cruz	Cantera San Francisco de Corrales	Cantera El Ceibo
Abrasión (ASTM C-131)	29.2 %	21.1 %	24.4 %

Fuente: elaboración propia.

Contrastación de hipótesis

En la siguiente tabla se realiza la contrastación de la hipótesis de trabajo:

Tabla 12. Prueba de la hipótesis de trabajo

Hipótesis de trabajo	Resultado de campo	Significación estadística	Docimasia
Los agregados de las canteras formales muestran diferencias significativas al compararlos en base al concreto 210 Kg/cm ² , en la Región Tumbes, año 2021	Los resultados del trabajo de campo muestran que el concreto elaborado con agregados de la cantera San Francisco de Corrales tuvo mayor resistencia a la compresión que el elaborado con los agregados de la cantera El Ceibo, y, este a su vez mayores que los correspondientes a la cantera La Cruz	Las pruebas estadísticas (practicadas con la distribución t de Student, de acuerdo con el tamaño de la muestra) muestran diferencias significativas en los valores de la resistencia a la compresión con un nivel de confianza del 95%	Al haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas al 95% confianza, se valida, en consecuencia, la hipótesis de trabajo

Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que existe diferencia significativa entre los materiales de las canteras estudiadas; en efecto cada una representa una muestra de los escenarios geológicos de la Región Tumbes; es así como la cantera ubicada en el distrito de Corrales pertenece a una formación diferente a la observada cerca del mar, en la Cruz y Contralmirante villar.

De la comparación de las canteras en base al concreto 210 KG/cm^2 se puede referir que la calidad de los agregados de las canteras ordenados decrecientemente es como sigue: San Francisco de Corrales, El Ceibo y La Cruz. Las diferencias encontradas entre ellas respecto de los indicadores de calidad muestran diferencias significativas para la resistencia a la compresión y una diferencia simple para los ensayos a la abrasión. Este es un resultado interesante que sustenta la recomendación de realizar estudio de canteras en cada obra a fin de diseñar correctamente el concreto a emplearse en ella, explicándose esta necesidad por las variaciones en la formación geológica que demuestran los agregados de las diferentes canteras de acuerdo con la zona de extracción, siendo luego el esquema de agua - cemento – agregados muy específico, variando inclusive con el momento de extracción, considerando que la pluviosidad puede variar las necesidades de agua en la mezcla, componente del diseño relacionado directamente con la resistencia y calidad del concreto.

Este resultado coincide igualmente con el módulo de fineza de agregado fino, que es ligeramente mayor para la cantera San Francisco de corrales, por lo que el área expuesta de los áridos finos es mayor, brindando un área mayor para el anclaje - activado por el agua - del cemento, resultando así en un concreto más resistente. Desde el punto de vista de la dureza de la grava, el resultado de la prueba de abrasión arrojó un mejor resultado para la cantera San Francisco de Corrales, lo que conlleva a suponer una conformación geológica más dura y resistente a la abrasión. En este punto se manifiesta la necesidad de contar en la Región Tumbes con un analizador mineralógico de difracción por rayos X que permita observar y determinar las características del retículo cristalino del mineral, pudiendo entonces realizar predicciones con mayor sustento y mejores recomendaciones en cuanto a calidad de agregados. Las otras canteras obtuvieron resultados de menor

calidad, aunque con diferencias significativas entre ellos, donde prima en calidad la cantera El Ceibo sobre la cantera La Cruz.

Los resultados de humedad refieren a la cantera San Francisco de Corrales como más seca, en comparación con las otras canteras, es así que en esta cantera el % de absorción superó al de humedad en ambos agregados -fino y grueso-, por lo que al realizar la corrección por agua superficial en el diseño de la mezcla, hubo necesidad de agregar más agua al valor inicial de diseño; de otro lado, en las otras dos canteras, para el agregado fino, el % de humedad fue mayor que el de absorción mientras que para el agregado grueso, el resultado fue al revés. En este caso, el agua superficial de un agregado compensó un poco el del otro, resultando en un agua neta de corrección de pequeño valor a agregar en el diseño de la mezcla. Este resultado reafirma la necesidad de realizar estudios de agregados, considerando que su esquema de humedad puede variar de un día para otro por pluviosidad o variaciones en la humedad relativa del aire en un momento dado.

Sobre el diseño del concreto se puede afirmar que cada uno de ellos arrojó resultados que coinciden con los resultados granulométricos; así, para la cantera San Francisco de Corrales, el diseño requirió una mayor cantidad de agregado fino por saco de cemento a la par de una menor cantidad de agregado grueso, debido, esto último, a la condición de mayor uniformidad de ese agregado en la importante zona anexa a los 10 mm de abertura del tamiz de medición. El mayor contenido de agua que requirió la cantera del distrito de Corrales se explica porque su porcentaje de humedad, para ambos agregados, fue menor que el de absorción, resultando en una corrección más acusada del agua inicial calculada. Sobre estos cálculos de diseño, se concuerda de forma unánime con los autores revisados, destacándose que el resultado del cálculo puede significar la diferencia entre una obra con pocas probabilidades de acción de garantía por fallas en el concreto y la costosa y complicada condición contraria.

Sobre la resistencia a la abrasión se puede señalar que los áridos provenientes de la cantera San Francisco de Corrales mostraron un mejor resultado con respecto a la abrasión efectuada, lo que se podría explicar por una mayor dureza del material, hecho que hace suponer un material más apropiado para la construcción, considerándose también adecuado para las aplicaciones de

vialidad. El factor geológico sugiere una formación diferente para estos materiales, que a diferencia de los cantos rodados propios de las canteras que se desarrollan en quebradas tiene mayor tiempo de formación geológica y conformación mineralógica de etiología diferente.

Contrastando con los autores, se concuerda con Lozano y Gonzales, (2017) quienes sostuvieron la necesidad de contar con equipos de observación mineralógica que permita realizar observaciones más detalladas de los agregados a emplear en aplicaciones críticas de concreto. De otro lado, al contrastar con Soria y Vera (2019) respecto de las ventajas de la piedra chancada respecto de los cantos rodados en aplicaciones de alta resistencia y lo conveniente que resultan los aditivos en aplicaciones específicas del concreto, se concuerda a cabalidad con los autores. De igual forma, estudiando a Cedeño (2020) se concuerda respecto a la importancia de un manejo ambientalmente responsable de las canteras, considerando que sus recursos, aunque extensos, son finitos, y, la explotación, ruidos y residuos que derivan de ello, afecta sin lugar a duda el paisaje y entorno. Álzate et al. (2018) señaló lo crítico que resulta la dosis correcta de agua como factor determinante en la resistencia del concreto, coincidiéndose plenamente con ellos, siendo este aspecto, recomendable en todo sentido; de igual forma, se concuerda con los autores en lo importante de considerar el acceso a la cantera como un factor a ponderar, y de ser el caso, compensar la calidad de los agregados de la cantera con un cuidadoso diseño del concreto. Con Culma y Rojas (2018) se concuerda y resalta la importancia de la limpieza de los materiales y en particular de los agregados en la preparación del concreto, precaución que previene patologías que deterioran el concreto reduciendo su sanidad, muy especialmente cuando el concreto se expone a humedad o climas adversos; asimismo, se concuerda con Lozada (2018) en la posibilidad de combinar agregados de diferentes canteras a fin de lograr el diseño idóneo que permita lograr un concreto de características idóneas, especialmente en aplicaciones críticas, aunque se señala que el costo adicional puede ser un factor limitante en estos casos. Contrastando a Fernández (2019) se reliva y concuerda con lo conveniente que resultan los aditivos cuando se requiere alguna característica especial del concreto, como mejorar la plasticidad, bombeabilidad, etc., pero sin descuidar el estudio de las canteras por ser datos indispensables para el diseño

correcto del concreto. Guillén y Llerena (2020) señaló que la morfología de los agregados, especialmente los gruesos, influyen grandemente en la resistencia del concreto, recomendando especialmente los triturados, considerando que superan en prestaciones a los cantos rodados, opinión con la que se concuerda ampliamente. Reseñando a Cama y Mendoza (2020) se concuerda con ellos al considerar que, si bien no ha sido materia de estudio, el pH y las sales, influyen en la resistencia del concreto, así como lo es la zona de extracción, inclusive, en una misma cantera. Al estudiar a Abanto (2019), se concuerda en lo económicamente ventajoso de invertir en un estudio de canteras por el ahorro a futuro en reparaciones por ejecuciones de garantía perfectamente evitables en la etapa de diseño.

VI. CONCLUSIONES

1. La cantera San Francisco de Corrales ofrece mejores agregados, seguida por la cantera El Ceibo y en último lugar por la cantera La Cruz, siendo la diferencia entre ellas significativa al 95% de confianza.
2. La granulometría de los agregados de las canteras muestra una ventaja en la uniformidad del agregado grueso para la cantera San Francisco de Corrales respecto de las otras dos canteras de uniformidad muy parecida. Lo mismo se observa para el agregado fino (arena gruesa). El módulo de fineza del agregado fino de la cantera del distrito de Corrales, ligeramente mayor que en las otras dos canteras estudiadas, refiere partículas más gruesas que en las otras dos canteras, las cuales tienen módulos de fineza iguales.
3. El diseño de mezcla depende sensiblemente de los valores de granulometría, fineza, humedad y absorción de los agregados.
4. Los agregados gruesos de la cantera San Francisco de Corrales mostraron mayor dureza que los de la cantera El Ceibo y La Cruz, en ese orden.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los involucrados en la construcción, un estudio del material de las canteras a fin de dosificar adecuadamente el cemento, agua y agregados, garantizando así un concreto que satisfaga los requerimientos específicos.
2. A fin de evitar problemas y sobrecostos por garantías respecto del desempeño del concreto, se recomienda a los relacionados con la construcción observar la normativa y respetar los procedimientos y valores de diseño recomendados.
3. Se recomienda a los interesados en la construcción cuidar las dosificaciones de agua, particularmente en época de lluvia, por la elevada humedad de los agregados, que puede conducir a una degradación en la resistencia del concreto.
4. A los promotores y dueños de laboratorios de suelos y agregados se recomienda la implementación de ensayos por refracción de rayos X conducentes a determinar de una manera más precisa la composición y dureza de los materiales.

REFERENCIAS

360 en Concreto. 2020. Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. ARGOS. [En línea] 2020. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>.

Abanto Rojas, Elsa. 2019. Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ en el distrito de Bagua Amazonas, 2018. Universidad César vallejo. [En línea] 2019. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35370>.

Alzate Buitrago, Alejandro, y otros. 2018. Caracterización físico - mecánica de los agregados pétreos del Municipio de Dos Quebradas. Universidad Libre Seccional Pereira. [En línea] 2018. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17042/CARACTERIZACION%20FISICO-MECANICA%20DE%20LOS%20AGREGADOS.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Arrascue Arévalo, Nahum Asunción. 2011. Determinación de las propiedades físicas de los agregados de tres canteras y su influencia en la resistencia del concreto normal con cemento Portland Tipo I. Universidad Ricardo Palma. [En línea] 2011. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2152>.

Budenheim. s/f. Concreto. [En línea] s/f. <https://www.budenheim.com/es/soluciones/construccion/concreto/>.

Cama Bahamonde, José Alejandro y Mendoza Palacios, Christian Humberto. 2020. Determinación de las propiedades físico químicas de los agregados de las canteras El Ingenio y Doña Ramona y diseño de mezcla de concreto de resistencia $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en la provincia de Cajabamba departamento de Cajamarca. Universidad Ricardo Palma. [En línea] 2020. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3289>.

Campos Mera, Edith. 2017. Determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados extraídos de las canteras "Josecito" y "Manuel Olano" y su influencia

en la calidad del concreto 250Kg/cm² en la ciudad de Jaen". Universidad Nacional de Cajamarca. [En línea] 2017. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1056>.

CConsilla Quispe, Adriana Melany y CConsilla Quispe, Katherine. 2018. Mejora de la calidad en las obras civiles usando gestión por procesos en la empresa Trapexa SAC, 2018. Universidad Cesar Vallejo. [En línea] 2018. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35578>.

Cedeño Castro, Bryan Michel. 2020. Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera Constructora Robles Jiménez y Asociados, cantón Esmeraldas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [En línea] 2020. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2230/1/CEDE%C3%91O%20CASTRO%20BRYAN%20MICHEL.pdf>.

CEMEX. 2019. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? Artículos de construcción. [En línea] 2019. <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.

—. 2021. Agregados. Productos. [En línea] 2021. <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/agregados#:~:text=Los%20agregados%2C%20compuestos%20de%20materiales,convertirse%20en%20fragmentos%20m%C3%A1s%20peque%C3%B1os..>

Culma Piraban, Angie Cristina y Rojas Farfán, Faindry Julieth. 2018. Caracterización Mineralógica y física de los agregados de la cantera Rodeb y acopios, aplicada a concretos y filtros. Universidad sabto Tomás. [En línea] 2018. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10650>.

Diario Gestión. 2017. ¿Cuántas viviendas son producto de la autoconstrucción y que riesgos enfrentan? Inmobiliarias. [En línea] 2017. <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/viviendas-son-producto-autoconstruccion-riesgos-enfrentan-131042-noticia/>.

Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes. 2021?. Canteras Formales en la Región Tumbes. Tumbes : s.n., 2021?

Fernández Castañeda, Brad Erick. 2019. Estudio de los agregados de la cantera Parco para uso de concreto proyectado shotcrete. Universidad Nacional de Huancavelica. [En línea] 2019. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3452/TESIS-2019-ING.%20CIVIL-FERNANDEZ%20CASTA%20C3%91EDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Gobierno Regional de Tumbes. 2021. Mineros formales que cuentan con autorizaciones de inicio y reinicio de actividades mineras. Tumbes : Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, 2021.

Gordo Barreiro, Eduar Mauricio, Potes López, Johana Andrea y vargas Quimbaya, José Luis. 2017. Factores que ocasionan retrasos en obras civiles en Empresas Públicas de Neiva. Universidad Santo Tomás. [En línea] 2017. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10740/Johana%20Potes-2017.pdf>.

Guillén Flores, Luis Fernando y Llerena Tinoco, Idelia Mariela. 2020. Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto. Universidad Ricardo Palma. [En línea] 2020. http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3711/CIV-T030_45802134_T%20%20%20GUILLEN%20FLORES%20LUIS%20FERNANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Hernández Sampieri, Roberto. 2013. Las hipótesis. Celaya, México : s.n., 6 de junio de 2013.

—. 2014. Metodología de la Investigación. s.l. : McGraw Hill, 2014.

INACAL. 2019. Catálogo Normas Técnicas Peruanas. [En línea] 2019. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/catalogo-bibliografico>.

INGEMMET. S/F. Zonas catastrales mineras. [En línea] S/F. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/ANEXOS%20INGEMMET/ANEXO_1.pdf.

León Rivera, Andrés Felipe y Reyes Lozano, Cristian Enrique. 2018. Incidencia del pH del agua de mezclado en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

Universidad Católica de Colombia. [En línea] 2018. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22899/1/INCIDENCIA%20DEL%20PH%20DEL%20AGUA%20DE%20MEZCLADO%20EN%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESI%3%93N%20DE%20CONCRETO%20HIDR%3%81ULICO.pdf>.

Lozada Tiglla, Edwar Francis. 2018. Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras - provincia de Utcubamba. Universidad Señor de Sipán. [En línea] 2018. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5301/Lozada%20Tiglla%20Edwar%20Francis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Lozano Chingate, María Camila y Gonzales Peña, Carlos Andrés. 2017. Caracterización mineralógica, porosimétrica y estructural de agregados pétreos de canteras del río Guatiquía, margen izquierda de la ciudad de Villavicencio . Universidad Católica de Colombia. [En línea] 2017. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16070/1/Caracterizaci%C3%B3n-mineral%C3%B3gica-porosim%C3%A9trica-estructural-agregados-%C3%A9treos-en-canteras-r%C3%ADo-Guatiqu%C3%AD.pdf>.

Magaz, David. 2015. Mejora continua de procesos. Calidad Obra Civil. [En línea] 2015. <http://www.calidadobracivil.com/2015/07/mejora-continua-de-procesos/>.

Ministerio de Energía y Minas & INGEMMET. 2012. Riesgo Geológico en la Región Tumbes. [En línea] 2012. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/292?locale=es>.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2020. Norma técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. [En línea] 2020. <https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view>.

Pino Gotuzzo, Raúl. 2014. Metodología de la Investigación. Lima : Editorial San Marcos, 2014. pág. 516.

Silva, Omar Javier. 2020. Tipos de agregados y su influencia en el diseño de mezcla del concreto. ARGOS. [En línea] 2020.

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-mezcla-de-concreto>.

Soria Baquerizo, Carlos Julio y Vera Laínes, Lizbeth Stefany. 2019. Estudio y análisis comparativo de la calidad de agregados de 4 canteras de la provincia de Santa Elena y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la elaboración de adoquines para tráfico liviano ($F'_{C} = 300 \text{ Kg/cm}^2$). Universidad Estatal Península de Santa Elena. [En línea] 2019. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5222>.

Universidad de Alicante. 2009. Granulometría I. [En línea] 2009. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20_Granulometria%20I_.pdf.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes	Se definen como materiales compuestos naturales de origen geológico empleados en la construcción; entre ellos se cuentan la piedra, arena y grava (CEMEX, 2021).	La variable se operativizó mediante una ficha de observación	Análisis granulométrico de agregados gruesos	Peso	Razón
				% de retención parcial	Razón
				% de retención acumulada	Razón
				% Pasante	Razón
			Análisis granulométrico de agregados finos (arena gruesa)	Material retenido en gr	Razón
				% Material retenido	Razón
				Material pasante en gr	Razón
				% Material pasante	Razón
			Análisis físico para ensayo de mezcla de concreto	Peso específico	Razón
				Peso unitario seco y compactado	Razón
				Peso unitario seco y suelto	Razón
				% de absorción de humedad	Razón
				% de humedad	Razón
Módulo de fineza	Razón				
Diámetro máximo de agregados	Razón				
Dureza	% de abrasión	Razón			

Fuente: elaboración propia

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ²	Es la resistencia que opone el concreto a la compresión, representando su capacidad para soportar una carga. Se expresa usualmente en Kg/cm ² (360 en Concreto, 2020)	la operacionalización de la variable se realizó empleando una ficha de observación.	Módulo de resistencia a la compresión	Razón

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Comparación de agregados de las canteras formales basada en la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² , Tumbes, 2021	GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	Alcance: descriptivo comparativo Tipo: de aplicación de conocimientos Método de investigación: hipotético deductivo Enfoque de la investigación: cuantitativo Diseño de la investigación: no experimental, comparativo y transversal Población: las canteras formales de agregados no mineros en la Región Tumbes Muestra: igual a la población, 3 canteras Técnica de recolección de información: Observación del comportamiento de la variable Instrumentos: Se empleó una ficha de observación para cada una de las variables
	¿Cómo se comparan los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes en base a la resistencia a la compresión del concreto 210 Kg/cm ² en el año 2021?	Comparar los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes en base al concreto 210 Kg/cm ² , en el año 2021	Los agregados de las canteras formales muestran diferencias significativas al compararlos en base al concreto 210 Kg/cm ² , en la Región Tumbes, año 2021	Los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes	
	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	DEPENDIENTE	
	Problema específico 1 ¿Cuáles son las características físicas y granulométricas de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes? Problema específico 2 ¿Cómo es el diseño del concreto 210 Kg/cm ² para los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes? Problema específico 3 ¿Cómo se comparan las resistencias a la abrasión de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes?	Objetivo específico 1 Determinar las características físicas y granulométricas de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes Objetivo específico 2 Definir el diseño del concreto 210 Kg/cm ² para los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes Objetivo específico 3 Comparar las resistencias a la abrasión de los agregados de las canteras formales en la Región Tumbes	Los objetivos específicos 1, 2 y 3 refieren acciones netamente descriptivas por lo que no les corresponde planteo de hipótesis	Resistencia a la compresión del concreto 210Kg/cm ²	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN VARIABLE INDEPENDIENTE			
AGREGADOS DE LAS CANTERAS FORMALES EN LA REGIÓN TUMBES			
CANTERA	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR ENCONTRADO
	Análisis granulométrico de agregados gruesos	Peso	
		% de retención parcial	
		% de retención acumulada	
		% Pasante	
	Análisis granulométrico de agregados finos (arena gruesa)	Material retenido en gr	
		% Material retenido	
		Material pasante en gr	
		% Material pasante	
	Análisis físico para ensayo de mezcla de concreto	Peso específico	
		Peso unitario seco y compactado	
		Peso unitario seco y suelto	
		% de absorción de humedad	
		% de humedad	
		Módulo de fineza	
		Diámetro máximo de agregados	
Dureza	% de abrasión		

Fuente: elaboración propia.

FICHA DE OBSERVACIÓN VARIABLE DEPENDIENTE		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210Kg/cm ²		
CANTERA	INDICADORES	VALOR ENCONTRADO
Repetición		Módulo de resistencia a la compresión a los:
1	7 días	
2		
3		
1	14 días	
2		
3		
1	28 días	
2		
3		

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4. Zonas catastrales para minería



(INGEMMET, S/F)

Anexo 5: Proceso de diseño de la mezcla del concreto 210 Kg/cm² para la cantera San Francisco de Corrales

En este anexo se describe detalladamente el proceso para el diseño de la mezcla para la cantera San Francisco de Corrales, indicándose que el mismo procedimiento y tablas (ACI) fueron empleadas para el diseño del concreto a partir de los datos de las otras canteras. Luego:

1. Se recogen los resultados granulométricos de la cantera referida en la Tabla 13:

Tabla 13. Características de los agregados fino y grueso

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	Unidades
Peso específico	2.62	2.63	gr/cm ³
Peso unitario seco y compactado	-	1664	Kg/m ³
% de absorción	1.0	0.9	%
Contenido de humedad ASTM D2216 y NTP 339.127	0.8	0.5	%
Módulo de fineza ASTM C-125	2.8	-	
Tamaño máximo agregados	-	½	Pulgadas
Peso unitario suelto y seco	1482	1470	Kg/m ³

Fuente: Resultados de laboratorio "Suelo Más".

2. En la Tabla 14 se muestran los valores tabulados empleados para el diseño:

Tabla 14. Valores tabulados para el diseño de la mezcla (ACI)

Descripción	Valor	Tabla
Resistencia de diseño	210 Kg/cm ²	--
Asentamiento (Slump)	7.5 cm	Tabla 15
Volumen unitario de agua	193 L/m ³	Tabla 16
% de aire atrapado	2.5 %	Tabla 17
Relación agua cemento	0.53 L/Kg	Tabla 18
Volumen de agregado grueso por m ³ de concreto	0.55	Tabla 19
Peso específico del cemento Portland	3.15 gr/cm ³	--
Peso específico del agua	1.00 gr/cm ³	--

Fuente: Resultados de laboratorio "Suelo Más"

Con los parámetros señalados supra texto, se continúa el proceso:

3. Se selecciona el asentamiento buscando para el concreto un comportamiento plástico, trabajable, que el llenado de las cubetas se pueda realizar con chuceado y/o vibración ligera. Con este criterio se recurre a la **Tabla 15**, obteniendo un valor de asentado o slump de 7.5 máximo.
4. El volumen unitario de agua (VUA) se determina de la Tabla 16, considerando concreto con aire incorporado que no va a tener exposición a los medios. En estas condiciones, para un asentamiento de 3" – 4" (7.5 cm) y diámetro máximo de ½" se tiene:

$$VUA = 193 \text{ L/m}^3$$

5. De la Tabla 17 se obtiene que para un diámetro máximo de grava ½", el % de aire atrapado es 2.5%; por ello:

$$\% \text{ de aire atrapado} = 2.50\%$$

6. La relación agua cemento en peso se calcula de la Tabla 18, considerando su resistencia, motivo del ensayo, vale decir que no se considera intemperismo, congelamiento, sulfatos, etc. En estas condiciones, para una resistencia 210 Kg/cm² del concreto se tiene una relación agua cemento de 0.53.
7. El factor cemento se calcula considerando que el contenido de agua influye grandemente en la resistencia del concreto; así:

$$f_{CEM} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación agua cemento}} = \frac{193 \text{ L/m}^3}{0.53 \frac{\text{L}}{\text{Kg}}} = 364.15 \text{ Kg/m}^3$$

8. Para determinar el volumen del agregado grueso se recurre a la Tabla 19, donde para un diámetro máximo de ½", módulo de finura de la arena de 2.80, se tiene un volumen del agregado grueso seco y compactado de 0.55; en estas condiciones y considerando que según la granulometría de agregados, el peso seco y compactado del agregado grueso es 1664 Kg/m³ se tiene:

$$\text{PESO AGREGADO GRUESO Y SECO} = 0.55 \times 1664 = 915.20 \text{ Kg/m}^3$$

9. Cálculo de volúmenes absolutos:

$$\rightarrow \text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{364.15 \text{ Kg/m}^3}{3.15 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.116 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow \text{Agua} = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{193 \text{ L/m}^3}{1 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow \text{Aire} = 2.5\% = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow \text{Agregado grueso} = \frac{\text{Peso agregado grueso}}{\text{peso específico del agregado grueso}} = \frac{915.2 \text{ Kg/m}^3}{2.63 \text{ gr/cm}^3 \times 1000} = 0.348 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{Volúmenes absolutos conocidos} = 0.116 + 0.193 + 0.025 + 0.348 = 0.682 \text{ m}^3$$

10. El volumen de arena se calcula por la diferencia con los volúmenes absolutos conocidos; luego:

$$\text{Volumen de arena} = 1 - 0.682 \text{ m}^3 = 0.318 \text{ m}^3$$

El peso de la arena seca se calcula mediante:

$$\text{Peso arena seca} = 0.318 \text{ m}^3 \times 2.62 \text{ gr/cm}^3 \times 1000 = 833.16 \text{ Kg/m}^3$$

11. Los valores de diseño de la mezcla son:

$$\rightarrow \text{Cemento} = 364.15 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rightarrow \text{Agregado fino} = 833.16 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rightarrow \text{Agregado grueso} = 915.20 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rightarrow \text{Agua} = 193.00 \text{ L/m}^3$$

12. Corrección por humedad del agregado

Para el agregado fino se calcula el 0.8 % de su peso de diseño:

$$\text{Humedad} = 0.8\% = 0.008 \text{ m}^3 \times 833.16 \text{ Kg/m}^3 = 6.67 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo} = 833.16 \text{ Kg/m}^3 + 6.67 \text{ Kg/m}^3 = 839.83 \text{ Kg/m}^3$$

De manera análoga se procede para el agregado grueso:

$$\text{Humedad} = 0.5\% = 0.005 \times 915.20 \text{ Kg/m}^3 = 4.58 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo} = 915.20 \text{ Kg/m}^3 + 4.58 \text{ Kg/m}^3 = 919.78 \text{ Kg/m}^3$$

13. Humedad superficial de los agregados

Se determina mediante

$$\text{Humedad superficial del agregado} = \% \text{ humedad del agregado} - \% \text{ de absorción}$$

$$\text{Humedad superficial del agregado fino} = 0.8 \% - 1.0 \% = - 0.2 \%$$

$$\text{Humedad superficial del agregado grueso} = 0.5 \% - 0.9 \% = - 0.4 \%$$

14. Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Aporte de humedad del agregado fino} = 839.83 \text{ Kg/m}^3 \times (- 0.2 \%) = - 1.68 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad del agregado grueso} = 919.78 \text{ Kg/m}^3 \times (- 0.4\%) = - 3.68 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 193.00 \text{ L/m}^3 - (- 1.68 - 3.68) \text{ L/m}^3 = 198.36 \text{ L/m}^3$$

15. Listado de materiales con agua corregida

→ Cemento =	364.15 Kg/m ³	→	364 Kg/m³
→ Agregado fino húmedo =	839.82 Kg/m ³	→	840 Kg/m³
→ Agregado grueso húmedo =	919.78 Kg/m ³	→	920 Kg/m³
→ Agua =	198.36 L/m ³	→	198 L/m³

16. Proporción en peso

Se dividen los valores componentes encontrados entre la cantidad de cemento, así:

$$\frac{364}{364} = \frac{840}{364} = \frac{920}{364} = \frac{198}{8.57} \rightarrow \mathbf{1.00 : 2.31 : 2.53 : 23.10^1 \text{ (cemento : arena : grava : agua)}}$$

¹ Las unidades de 23.10 (agua) son L/saco de cemento; en caso se desee, puede expresarse en L/Kg de cemento, en cuyo caso el valor es: 0.54 L/Kg de cemento.

$$\text{Relación agua cemento de diseño} = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Factor cemento}} = \frac{193}{364.15} = 0.53$$

$$\text{Relación agua cemento corregida} = \frac{\text{Volumen de agua corregida}}{\text{Factor cemento}} = \frac{198.36}{364.15} = 0.54$$

Como se observa, debido a la condición de escasa humedad del material, la relación agua cemento se ha incrementado de 0.53 a 0.54, es decir es necesario adicionar más agua de la originalmente determinada.

17. Peso por tanda de saco de cemento:

→ Cemento =	1 x 42.5 Kg/saco =	42.5 Kg/saco
→ Agregado fino húmedo =	2.31 x 42.5 Kg/saco =	98.18 Kg/saco
→ Agregado grueso húmedo =	2.53 x 42.5 Kg/saco =	107.52 Kg/saco
→ Agua =		23.10 L/saco

Tabla 15. Consistencias del concreto según aplicación

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS	
	MÁXIMO (cm)	MÍNIMO (cm)
Muros armados de fundación y cimientos.	12.5	5
Fundaciones, cajones y muros de concreto en masa.	10	2.5
Losas, vigas y muros armados.	15	7.5
Soportes de edificación.	15	7.5
Pavimentos.	7.5	5
Grandes macizos.	7.5	2.5

Fuente: ACI como se citó en documentación de laboratorio "Suelo Más".

Tabla 16. Volumen unitario de agua

ASENTAMIENTO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO							
	0.375	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	124
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: ACI como se citó en documentación de laboratorio "Suelo Más".

Tabla 17. Aire atrapado de acuerdo con el tamaño máximo de la grava

D n Max.	AIRE (%) ATRAPADO
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Fuente: ACI como se citó en documentación de laboratorio "Suelo Más".

Tabla 18. Relación agua-cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión del concreto

Relación Agua/Cemento	Resistencia probable a compresión a 28 días, en kg cm ²	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto aireado
En peso		
0.35	420	335
0.44	350	280
0.53	280	210
0.62	225	180
0.71	175	140
0.8	140	100

Fuente: ACI como se citó en documentación de laboratorio "Suelo Más"

Tabla 19. Volumen del agregado grueso por volumen del concreto

VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (b/b.)					
D n Max.	MODULO DE FINURA DE LA ARENA				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: ACI como se citó en documentación de laboratorio "Suelo Más".

Anexo 6: Cálculos estadísticos

Pruebas de significación para la comparación de resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de las canteras formales en la Región Tumbes

Tabla 20. Comparación a los 7 días de la edad del concreto

Pruebas de significación <i>t</i> de Student para la comparación de canteras				
Estadística	Corrales	El Ceibo	El Ceibo	La Cruz
Media	\bar{X} corrales = 163.33	\bar{X} ceibo = 155.33	\bar{X} ceibo = 155.33	\bar{X} la cruz = 140.33
Varianza	6.33	9.33	9.33	9.33
Observaciones	3.00	3.00	3.00	3.00
Varianza agrupada	7.83		9.33	
Grados de libertad	4.00		4.00	
Estadístico <i>t</i>	3.50		6.01	
P(T<=t) una cola	0.01		0.00	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	2.13		2.13	
Planteo de hipótesis	$H_0: \bar{X}$ Corrales = \bar{X} Ceibo $H_1: \bar{X}$ Corrales > \bar{X} Ceibo		$H_0: \bar{X}$ Ceibo = \bar{X} La Cruz $H_1: \bar{X}$ Ceibo > \bar{X} La Cruz	
Prueba de hipótesis	3.50 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1		6.01 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1	
Resultados	La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera San Francisco de Corrales es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera El Ceibo		La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera El ceibo es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera La Cruz	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 21. Comparación a los 14 días de la edad del concreto

Pruebas de significación <i>t</i> de Student para la comparación de canteras				
Estadística	Corrales	El Ceibo	El Ceibo	La Cruz
Media	\bar{X} corrales = 184.67	\bar{X} ceibo = 178.33	\bar{X} ceibo = 178.33	\bar{X} la cruz = 171.33
Varianza	4.33	4.33	4.33	2.33
Observaciones	3.00	3.00	3.00	3.00
Varianza agrupada	4.33		3.33	
Grados de libertad	4.00		4.00	
Estadístico <i>t</i>	3.73		4.70	
P($T \leq t$) una cola	0.01		0.00	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	2.13		2.13	
Planteo de hipótesis	$H_0: \bar{X}$ Corrales = \bar{X} Ceibo $H_1: \bar{X}$ Corrales > \bar{X} Ceibo		$H_0: \bar{X}$ Ceibo = \bar{X} La Cruz $H_1: \bar{X}$ Ceibo > \bar{X} La Cruz	
Prueba de hipótesis	3.73 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1		4.70 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1	
Resultados	La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera San Francisco de Corrales es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera El Ceibo		La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera El ceibo es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera La Cruz	

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Comparación a los 28 días de la edad del concreto

Pruebas de significación <i>t</i> de Student para la comparación de canteras				
Estadística	Corrales	El Ceibo	El Ceibo	La Cruz

Media	\bar{X} corrales = 245.00	\bar{X} ceibo = 231.67	\bar{X} ceibo = 231.67	\bar{X} la cruz = 215.33
Varianza	16.00	9.33	9.33	6.33
Observaciones	3.00	3.00	3.00	3.00
Varianza agrupada	12.67		7.83	
Grados de libertad	4.00		4.00	
Estadístico t	4.59		7.15	
P(T<=t) una cola	0.01		0.00	
Valor crítico de t (una cola)	2.13		2.13	
Planteo de hipótesis	$H_0: \bar{X}$ Corrales = \bar{X} Ceibo $H_1: \bar{X}$ Corrales > \bar{X} Ceibo		$H_0: \bar{X}$ Ceibo = \bar{X} La Cruz $H_1: \bar{X}$ Ceibo > \bar{X} La Cruz	
Prueba de hipótesis	4.59 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1		7.15 > 2.13 luego se rechaza H_0 y acepta H_1	
Resultados	La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera San Francisco de Corrales es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera El Ceibo		La resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregados de la cantera El ceibo es significativamente mayor que la observada con agregados de la cantera La Cruz	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 7: Resultados de laboratorio



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO
DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO
CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES**

FC:210Kg/cm²



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

Procedencia: Cantera San francisco de Corrales	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H2O	663.1gr
C) Peso frasco + H2O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H2O en el frasco	972.1gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	191
F) Peso material seco	490.1
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.62

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
- 2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190cm³
- 3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.63gr/Cm³



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material Seco = 495
- 3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 1.0$

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material seco = 495.5
- 3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.9$

HUMEDAD (%) NORMA ASTM D 2216 y la NTP 339.127

MUESTRA	M-1	M-2
Nº DE TARRO	1	
P. DEL TARRO (gr)	170.00	170.00
TARRO+S. HUMEDO (gr)	370.00	670.00
TARRO+S. SECO (gr)	368.40	667.50
P. DEL S. HUMEDO (gr)	200.00	500.00
P. DEL S. SECO (gr)	198.40	497.50
P. DEL AGUA (gr)	1.60	2.50
% DE HUMEDAD	0.80	0.50

MUESTRA M-1: (ARENA GRUESA ZARANDEADA PESO 200gr)
MUESTRA M-2: (PIEDRA ZARANDEADA PESO 500 gr)



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7326
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3361
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1470



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7770
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3805
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1664

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7353
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3388
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1482



SUELO MÁS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMI

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumi

Análisis Granulométrico de Agregados

(MTC E-204, E-107, AASHTO T-27, ASTM D-422)

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra

Gallardo Tello, José Félix

FECHA: 10/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Cantera San Francisco de Corrales

TAMAÑO MÁXIMO: 1/2"

MUESTRA : Piedra Zarandeada de 1/2"

Peso inicial seco: 2000.0 gr.

Peso inestabilidad: 0.0 gr.

Malla (AASHTO T-27)		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Específicas		Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.							
3"	76.200							Material: Piedra Zarandeada de 1/2"
2 1/2"	63.500							
2"	50.600							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050	0.0			100.0	100	100	PESO TOTAL (Wo) = 2000gr
1/2"	12.700	98.0	4.9	4.9	95.1	90	100	
3/8"	9.525	860.0	43.0	47.9	52.1	40	70	
1/4"	6.350							
No4	4.760	915.0	45.8	93.7	6.3	0	15	PORCENTAJE DE AGREGADO
8	2.360	127.0	6.3	100.0	0.0	0	5	
10	2.000							Grava : 100%
16	1.190							Arena : %
30	0.590							Finos : %
40	0.425							
50	0.300							
200	0.074							
pasa								



SUELO MAS E.I.R.L.

 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
 CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**RESISTENCIA A DEGRADACION DE AGREGADOS GRUESOS
ENSAYO DE ABRASION ASTM C-131**

SEÑORES: BALLADARES CÓRDOVA, Betsy Alexandra
GALLARDO TELLO, José Félix

MATERIAL: PIEDRA 1/2
PROCEDENCIA: CANTERA SAN FRANCISCO DE CORRALES
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2021

REFERENCIA: M-1. AGREGADO GRUESO

TAMIZ		PESO INICIAL (Gr.)	PESO FINAL (Gr.)
PASA	RETIENE		
3/4 "	1/2"	2615gr	2240 gr
1/2 "	3/8"	1355 gr	945gr
3/8 "	N 4	1030gr	760gr
PESO ANTES DEL ENSAYO		5000gr	
PESO DESPUES DEL ENSAYO		3945 gr	
PERDIDA		1055 gr	
ABRASION		21.1%	

NOTA :

METODO	B
NUMERO DE ESFERAS	11
NUMERO TOTAL DE REVOLUCIONES	500
TIEMPO DE ROTACION (MINUTOS)	15



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021
CANTERA: San Francisco de Corrales (Tumbes, Tumbes, Corrales)

RESULTADOS DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Estructura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	Repetición	Carga en kN	Carga en kg	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	%	Diseño
Vigas y muros reforzados Diseño: Fc:210Kg/cm ²	13-10-2021	20-10-2021	07	1	126	12848	78.54	163	78	210
				2	124	12644	78.54	161	77	210
				3	128	13052	78.54	166	79	210
		27-10-2021	14	1	141	14378	78.54	183	87	210
				2	142	14480	78.54	184	88	210
				3	144	14683	78.54	187	89	210
		10-11-2021	28	1	186	18966	78.54	241	115	210
				2	189	19272	78.54	245	117	210
				3	192	19578	78.54	249	119	210

1KN = 101.972 Kg

Resistencia esperada del concreto	
Edad (días)	% de resistencia
7	65 - 70
14	80 - 86
21	90 - 96
28	100 - más



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833

Nota: El concreto lo elaboraron los recurrentes en las instalaciones del Laboratorio Suelo Más E.I.R.L.



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO
DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO
CANTERA EL CEIBO**

FC:210Kg/cm²



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

Procedencia: cantera Zorritos	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H2O	663.1gr
C) Peso frasco + H2O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H2O en el frasco	971.5gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos = C - D	191.5
F) Peso material seco	490.1
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.61

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
- 2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190cm³
- 3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.63 gr/Cm³



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material Seco = 494.5
- 3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 1.1$

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material seco = 495.5
- 3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.9$

HUMEDAD (%) NORMA ASTM D 2216 y la NTP 339.127

MUESTRA		M-1	M-2
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	170.00
TARRO+S. HUMEDO (gr)		370.00	670.00
TARRO+S. SECO (gr)		367.00	666.50
P. DEL S. HUMEDO (gr)		200.00	500.00
P. DEL S. SECO (gr)		197.00	496.50
P. DEL AGUA (gr)		3.00	3.50
% DE HUMEDAD		1.50	0.70

MUESTRA M-1: (ARENA GRUESA ZARANDEADA PESO 200gr)

MUESTRA M-2: (PIEDRA ZARANDEADA PESO 500 gr)



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA ZORRITOS

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

- A.- Peso de Material + Molde = 7493
- B.- Peso de Molde = 3965
- C.- Peso de Material = 3528
- D.- Volumen de Molde = 2286
- E.- Peso Unitario C/D = 1543



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7760
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3795
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1660

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA EL CEIBO

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7404
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3439
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1504



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Análisis Granulométrico de Agregados
(MTC E-204, E-107, AASHTO T-27, ASTM D-422)

SEÑORES: **Balladares Córdova, Betsy Alexandra**

Gallardo Tello, José Félix

FECHA: **10/11/2021**

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : **Cantera El Ceibo**

TAMAÑO MAXIMO : **1/2"**

MUESTRA : **Piedra Zarandeada de 1/2"**

Peso inicial seco : **2000.0 gr.**

Peso inmersión h₂O :

Malla (AASHTO T-27)		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones Técnicas AG-7		Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.							
3"	76.200							Material: Piedra Zarandeada de 1/2"
2 1/2"	63.500							
2"	50.600							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050	0.0			100.0	100	100	PESO TOTAL (W_o) = 2000gr
1/2"	12.700	120.0	6.0	6.0	94.0	90	100	
3/8"	9.525	980.0	49.0	55.0	45.0	40	70	
1/4"	6.350							
No4	4.760	730.0	36.5	91.5	8.5	0	15	PORCENTAJE DE AGREGADO
8	2.360	170.0	8.5	100.0	0.0	0	5	
10	2.000							Grava : 100%
16	1.190							Arena : %
30	0.590							Finos: %
40	0.425							
50	0.300							
200	0.074							
pasa								



SUELO MAS E.I.R.L.

Ing. Civil **Fernando Renato Vargas Moran**
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**RESISTENCIA A DEGRADACION DE AGREGADOS GRUESOS
ENSAYO DE ABRASION ASTM C-131**

SEÑORES: BALLADARES CORDOVA, Betsy Alexandra
GALLARDO TELLO, José Félix

MATERIAL: PIEDRA 1/2
PROCEDENCIA: CANTERA EL CEIBO
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2021

REFERENCIA: M-1. AGREGADO GRUESO

TAMIZ		PESO INICIAL (Gr.)	PESO FINAL (Gr.)
PASA	RETIENE		
3/4 "	1/2"	2595gr	2010 gr
1/2 "	3/8"	1480 gr	1015gr
3/8 "	N 4	925gr	755gr
PESO ANTES DEL ENSAYO		5000gr	
PESO DESPUES DEL ENSAYO		3780 gr	
PERDIDA		1220 gr	
ABRASION		24.4%	

NOTA :

METODO	B
NUMERO DE ESFERAS	11
NUMERO TOTAL DE REVOLUCIONES	500
TIEMPO DE ROTACION (MINUTOS)	15



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CJP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021
CANTERA: El Ceibo (Contraalmirante Villar, Zorritos, las Ánimas)

RESULTADOS DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Estructura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	Repetición	Carga en kN	Carga en kg	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	%	Diseño
Vigas y muros reforzados Diseño: Fc:210Kg/cm ²	13-10-2021	20-10-2021	07	1	122	12440	78.54	158	75	210
				2	117	11930	78.54	152	72	210
				3	120	12236	78.54	156	74	210
		27-10-2021	14	1	138	14072	78.54	179	85	210
				2	136	13868	78.54	176	84	210
				3	139	14174	78.54	180	86	210
	10-11-2021	28	1	177	18049	78.54	229	109	210	
			2	181	18456	78.54	235	112	210	
			3	178	18151	78.54	231	110	210	

1KN = 101.972 Kg

Resistencia esperada del concreto	
Edad (días)	% de resistencia
7	65 - 70
14	80 - 86
21	90 - 96
28	100 - más



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833

Nota: El concreto lo elaboraron los recurrentes en las instalaciones del Laboratorio Suelo Más EIRL



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO

CANTERA LA CRUZ

FC:210Kg/cm²



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

Procedencia: cantera la cruz	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H2O	663.1gr
C) Peso frasco + H2O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H2O en el frasco	971.1gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	192
F) Peso material seco	493.4
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.60

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
- 2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190.7cm³
- 3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.62gr/Cm³



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material Seco = 495.0
- 3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 1.0$

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material seco = 496.5
- 3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 0.7$

HUMEDAD (%) NORMA ASTM D 2216 y la NTP 339.127

MUESTRA	M-1	M-2
Nº DE TARRO	1	
P. DEL TARRO (gr)	170.00	170.00
TARRO+S. HUMEDO (gr)	370.00	670.00
TARRO+S. SECO (gr)	367.00	668.00
P. DEL S. HUMEDO (gr)	200.00	500.00
P. DEL S. SECO (gr)	197.00	498.00
P. DEL AGUA (gr)	3.00	2.00
% DE HUMEDAD	1.50	0.40

MUESTRA M-1: (ARENA GRUESA ZARANDEADA PESO 200gr)

MUESTRA M-2: (PIEDRA ZARANDEADA PESO 500 gr)



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7493
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3528
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1543



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Cecil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 330633



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA ½)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7770
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3805
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1664

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA LA CRUZ

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7459
B.- Peso de Molde = 3965
C.- Peso de Material = 3494
D.- Volumen de Molde = 2286
E.- Peso Unitario C/D = 1528



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Análisis Granulométrico de Agregados

(MTC E-204, E-107, AASHTO T-27, ASTM D-422)

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra

Gallardo Tello, José Félix

FECHA: 10/11/2021

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Cantera La Cruz

TAMAÑO MÁXIMO : 1/2"

MUESTRA : Piedra Zarandeada de 1/2"

Peso inicial seco : 2000.0 gr.

Peso humedad :

Malla (AASHTO T-27)		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones Técnicas AG-7		Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.							
3"	76.200							Material: Piedra Zarandeada de 1/2"
2 1/2"	63.500							
2"	50.600							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							PESO TOTAL (W₀) = 2000gr
3/4"	19.050	0.0			100.0	100	100	
1/2"	12.700	160.0	8.0	8.0	92.0	90	100	
3/8"	9.525	1010.0	50.5	58.5	41.5	40	70	PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350							
No4	4.760	708.0	35.4	93.9	6.1	0	15	Grava : 100%
8	2.360	122.0	6.1	100.0	0.0	0	5	Arena : %
10	2.000							Finos : %
16	1.190							
30	0.590							
40	0.425							
50	0.300							
200	0.074							
pasa								



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**RESISTENCIA A DEGRADACION DE AGREGADOS GRUESOS
ENSAYO DE ABRASION ASTM C-131**

SEÑORES: BALLADARES CÓRDOVA, Betsy Alexandra
GALLARDO TELLO, José Félix

MATERIAL: PIEDRA 1/2
PROCEDENCIA: CANTERA LA CRUZ
FECHA : 11 DE OCTUBRE 2021

TAMIZ		PESO INICIAL (Gr.)	PESO FINAL (Gr.)
PASA	RETIENE		
3/4"	1/2"	2850	2020
1/2"	3/8"	1310	945
3/8"	N 4	840	577
PESO ANTES DEL ENSAYO		5000 gr	
PESO DESPUES DEL ENSAYO		3542 gr	
PERDIDA		1458 gr	
ABRASION		29.2 %	

NOTA :	
METODO	B
NUMERO DE ESFERAS	11
NUMERO TOTAL DE REVOLUCIONES	500
TIEMPO DE ROTACION (MINUTOS)	15



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

SEÑORES: Balladares Córdova, Betsy Alexandra
Gallardo Tello, José Félix
FECHA: 10/11/2021
CANTERA: La Cruz (Tumbes, Tumbes, La Cruz)

RESULTADOS DEL ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Estructura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	Repetición	Carga en kN	Carga en kg	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	%	Diseño
Vigas y muros reforzados Diseño: Fc:210Kg/cm ²	13-10-2021	20-10-2021	07	1	106	10809	78.54	137	66	210
				2	110	11216	78.54	143	68	210
				3	109	11114	78.54	141	67	210
		27-10-2021	14	1	131	13358	78.54	170	81	210
				2	134	13664	78.54	173	83	210
				3	132	13460	78.54	171	82	210
		10-11-2021	28	1	164	16723	78.54	213	101	210
				2	166	16927	78.54	215	103	210
				3	168	17131	78.54	218	104	210

1KN = 101.972 Kg

Resistencia esperada del concreto	
Edad (días)	% de resistencia
7	65 - 70
14	80 - 86
21	90 - 96
28	100 - más



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833

Nota: El concreto lo elaboraron los recurrentes en las instalaciones del Laboratorio Suelo Más EIRL

Anexo 8: Planos de ubicación de las canteras estudiadas

Cantera La Cruz

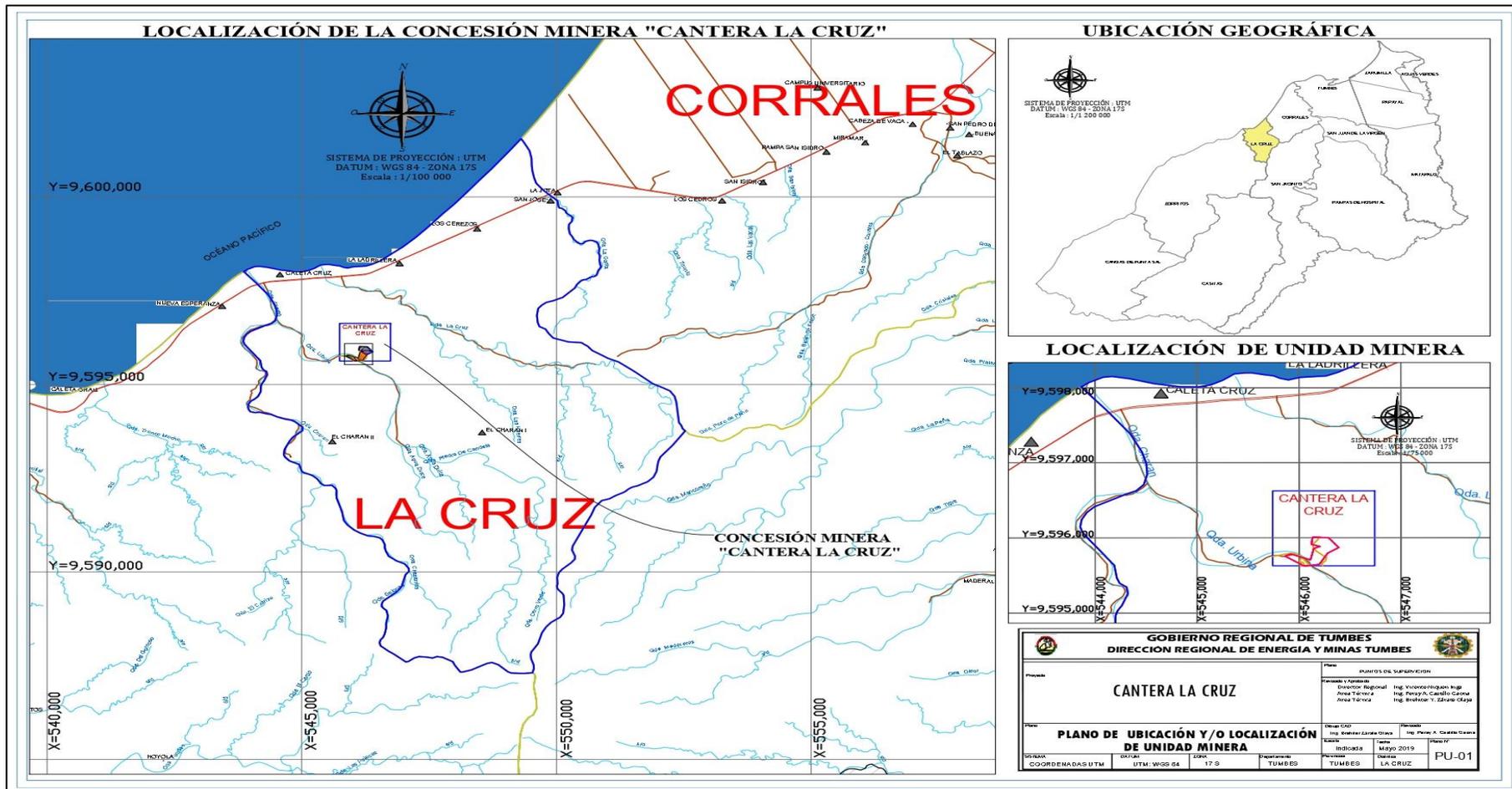


Figura 11. Plano de ubicación de la cantera La Cruz

Fuente: Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, 2021

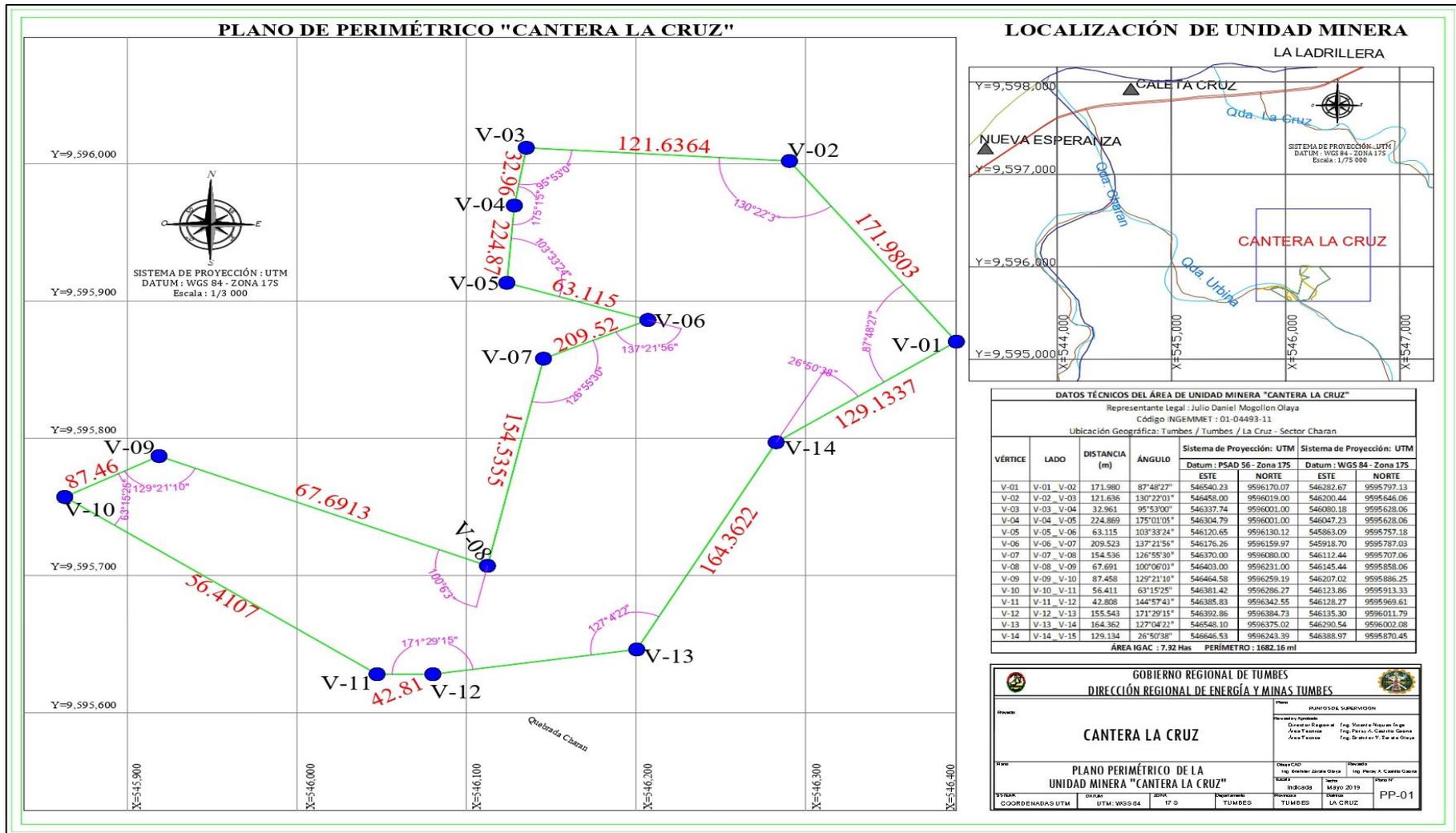


Figura 12. Plano perimétrico de la cantera La Cruz

Fuente: Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, 2021

Cantera San Francisco de Corrales

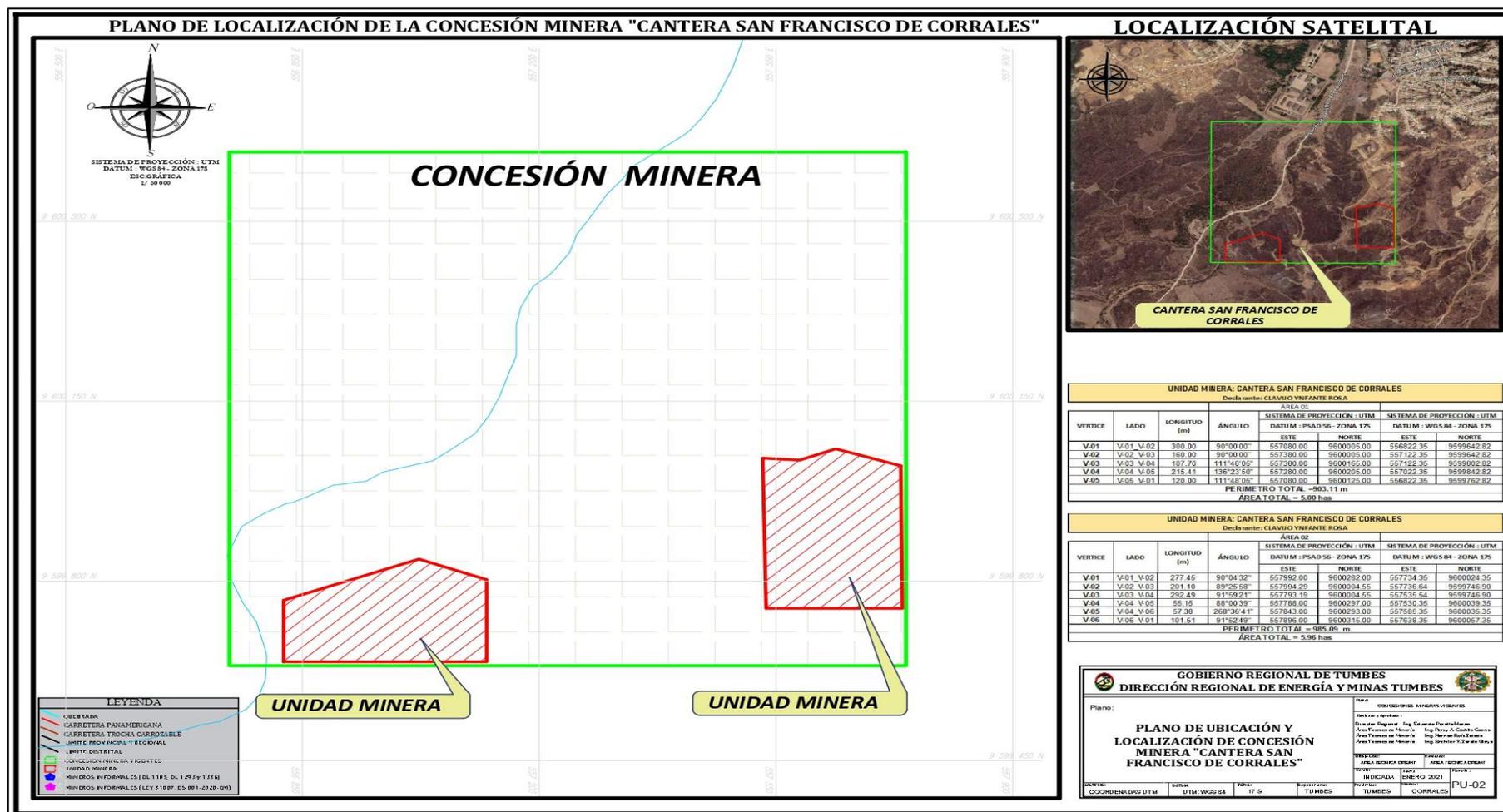


Figura 13. Plano de ubicación de la cantera San Francisco de Corrales

Fuente: Dirección Regional de Energía y Minas de Tumbes, 2021

Anexo 9: Galería fotográfica

Granulometría



Figura 14. Agregando materiales para el pesado



Figura 15. Pesado en balanza electrónica



Figura 16. Tomando nota del peso del matraz



Figura 17. Agregando agua para la decantación



Figura 18. Observando las fases decantadas



Figura 19. Agregando material en la columna



Figura 20. Tomando nota de datos



Figura 21. Agregando material para colocar en autoclave



Figura 22. Introduciendo la muestra en el autoclave

Resistencia a la abrasión



Figura 23. Verificando los materiales



Figura 24. Introduciendo los balines en la máquina Los Ángeles



Figura 25. Cerrando el equipo Los Ángeles

Medición del asentamiento en cono



Figura 26. Verificando el cono de Abrams



Figura 27. Pesando cemento para medir el asentamiento



Figura 28. Mezclando el concreto



Figura 29. Llenado del cono de Abrams *Figura 30. Midiendo el asentamiento*



Figura 31. Detalle de la medición del asentamiento (slump)

Preparativos y elaboración de concreto para ensayos a la compresión



Figura 32. Verificando materiales para el ensayo



Figura 33. Verificando las cubetas



Figura 34. Verificando el trompo de mezclado



Figura 35. vaciado del concreto a la carretilla



Figura 36. Batido del concreto previo al llenado



Figura 37. Llenado de las cubetas



Figura 38. Rasando el concreto en las cubetas



Figura 39. Colocando la fecha y clave en el concreto

Ensayos



Figura 40. Inspeccionando el equipo de prueba



Figura 41. Ensayo de resistencia a la compresión

Maquinarias y equipos empleados en los ensayos de laboratorio



Figura 42. Interior de máquina Los Ángeles



Figura 43. panel de control del equipo Los Ángeles



Figura 44. Trompo mezclador



Figura 45. Equipo de ensayo a rotura por compresión

Recojo de materiales en la cantera El Ceibo



Figura 46. Arena gruesa en la cantera El Ceibo



Figura 47. Agregado grueso en la cantera El Ceibo

Recojo de agregados en la cantera San Francisco de Corrales



Figura 48. Arena gruesa en la cantera San Francisco de Corrales



Figura 49. Agregado grueso en la cantera San Francisco de Corrales

Recojo de agregados en la cantera La Cruz



Figura 50. Arena gruesa en la Cantera La Cruz



Figura 51. Agregado grueso en la cantera La Cruz

Anexo 10. Certificados de calibración del equipamiento de laboratorio

METROTEC		METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.	
		Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio	
Área de Metrología Laboratorio de Fuerza		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 007 - 2021	
		Página 1 de 3	
1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.		
3. Dirección	Jr. Cahulde N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del Instrumento de medición o a reglamento vigente.	
4. Equipo	PRENSA CBR		
Capacidad	50 kN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
Marca	A&A INSTRUMENTS		
Modelo	STCBR		
Número de Serie	13311		
Identificación	NO INDICA		
Procedencia	CHINA		
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
5. Indicador	ANALÓGICO		
Marca	BAKER	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
Número de Serie	SLA518		
División de Escala / Resolución	0,0001 pulg.		
6. Fecha de Calibración	2021-01-20		
Fecha de Emisión	2021-01-25	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
		Firmado digitalmente por Eleazar Cesar Chavez Raraz Fecha: 2021.01.26 16:03:13 -05'00'	
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA Telf: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282		ventas@metrologiatecnicas.com metrologia@metrologiatecnicas.com www.metrologiatecnicas.com	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 006 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

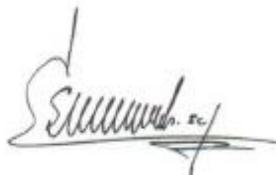
1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	2000 N	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	130612	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	
Número de Serie	130612	
División de Escala / Resolución	1 N	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:02:20
-05'00'

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 005 - 2021**

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	131218	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Ceşar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:59:09
-05'00'

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LP - 005 - 2021**

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuipe N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Instrumento de Medición	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)	
Alcance de indicación	0 % a 22 %	
División de Escala / Resolución	0,2 %	
Marca	SOLOTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	15034	
Procedencia	BRASIL	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	ANALOGICA	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:58:12
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 003 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.		
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES		
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES		Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Fabricante	A&A INSTRUMENTS		
Número de Serie	181013		
Modelo	STMH-3		
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta		
Identificación	NO INDICA		
Procedencia	CHINA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Tipo de indicación	DIGITAL		
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES		

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:06:21
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 009 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	210015
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 El Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-1A
Número de Serie	121010
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-01-20

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:54:17
-05'00'



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 021 - 2021

Página 1 de 4

1. Expediente	210015
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.
3. Dirección	Jr.Cahuipe N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	15000 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	II
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	WT150001XEJ
Número de Serie	120607066
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
5. Fecha de Calibración	2021-01-22

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2021-01-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:53:29
-05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 010 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Dív. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	YA 501	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	15034 (*)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:52:52
-05'00'

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 001 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

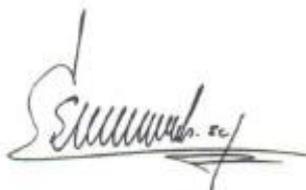
1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de Indicación	0 mm a 10 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
Marca	NO INDICA	
Modelo	YBD-10	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Identificación	130612 (*)	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:04:22
-05'00'