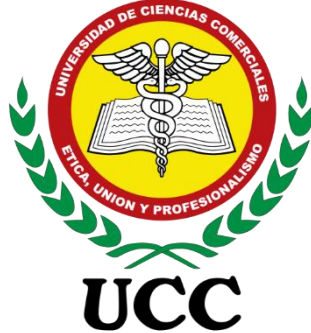


# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## UCC – CAMPUS LEON



### COORDINACIÓN DE INGENIERIAS

#### **Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de Ingeniería Civil.**

TEMA: ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA ARENA PARA CONCRETO DE LOS BANCOS DE MATERIALES CERRO MOTASTEPE - CAUCE LAS MARIAS - CAUCE RÍO COCO. PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2022

#### **ELABORADO POR:**

Br. Picado Arce Edgard Antonio

Br. Amaya Guzmán Jeffri Gamaliel

Br. Sandoval Fúnez Osmar Raúl

**TUTOR TÉCNICO:** Arq. César Valladares

**TUTOR METODOLÓGICO:** Arq. Lennar Vanegas.

**LEON, 18 DE DICIEMBRE DEL 2022.**

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

## UCC – CAMPUS LEON



### COORDINACIÓN DE INGENIERIAS.

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de grado**

#### **AVAL DEL TUTOR**

Arq. César Valladares. Arq. Lennar Vanegas. tienen a bien:

#### **CERTIFICAR**

**Que:** El Proyecto de Investigación con el título: “ANÁLISIS DE CALIDAD EN LA ARENA PARA CONCRETO DE LOS BANCOS DE MATERIALES CERRO MOTASTEPE - CAUCE LAS MARIAS - CAUCE RÍO COCO. PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2022.”, elaborado por los estudiantes, Edgard Antonio Picado Arce, Jeffri Gamaliel Amaya Guzmán, Osmar Raúl Sandoval Fúnez ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Sede/Campus a **fecha de año**.

---

**Fdo. Arq. César Valladares**  
**Tutor Técnico**

---

**Fdo. Arq. Lennar Venegas**  
**Tutor Metodológico**

## DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el camino correcto, porque nunca me ha abandonado, gracias por haberme dado una familia admirable que representan los valores personales y por los cuales son las bases de nuestra ética como futuros profesionales para afrontar los nuevos retos de la vida. A nuestros docentes del curso de culminación que estuvieron dispuestos en apoyarnos sin importar la hora.

A mi madre **Erika Elieth Funez Osorto**, por ser el motor que me impulsa a ser una mejor persona y me recuerda que todo en la vida cuesta. A Mi Padre **Osmar Sandoval Muños** un ejemplo a seguir y mi modelo de lo que significa ser un Ing. Civil. A mis Tíos y en especial a **Marlon Funez** por confiar en mí y siempre tener tiempo para enseñarme un poco más.

A nuestros abuelos por enseñarnos que todo en la vida con un poco de esfuerzo y sacrificio se puede lograr nuestras metas y objetivos. **“dame un punto de apoyo y moveré el mundo”**. En esta nueva modalidad virtual, donde ya no se alcanza a ver a niños y jóvenes jugando en las calles, y ser influencers es el único oficio en la mente de todos los jóvenes, ya no se aspira a ser profesionales donde cada vez más hacen falta más doctores, Ingenieros, Licenciados, Profesores y sobre todo personas profesionales con la ética suficiente para poder ayudar a impulsar un país en desarrollo. **“no existe tal cosa como un almuerzo gratis”**, la vida es maravillosa, con altos y bajos que la vuelven increíble.

Osmar Raúl Sandoval Funez.

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la gran oportunidad de realizar este trabajo, estando a mi lado en todo momento.

A mis padres: Félix Cardoza y Margarita Guzmán por su amor incondicional, confianza y cariño durante esta etapa y el transcurso de mi vida.

A mis hermanos: Keyla Amaya y Yader Alexander por su apoyo y aliento. Durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Jeffri Gamaliel Amaya Guzmán.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo, culminado con mucho esfuerzo, pero también con mucho amor especialmente a mis padres que siempre me acompañan y sé que están orgullosos de mí.

A mi hermana por creer en mí, por su cariño y admiración, y por ser motivo de inspiración, por ser mi guía y siendo siempre un ejemplo para mí.

A todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera, contribuyeron a que lograra esta meta que me propuse en la vida, y que me ha permitido crecer intelectualmente como persona y como ser humano.

Edgard Antonio Picado Arce.

## **AGRADECIMIENTOS**

Lo primero es expresar nuestro agradecimiento infinito a Dios por regalarnos la vida y nos permita día a día darnos una oportunidad de lograr finalizar esta etapa tan importante en nuestras vidas.

En especial agradecimiento a nuestras familias por su incondicional apoyo y confianza depositada, por impulsarnos y alimentarnos con esa hambre de lograrlo todo.

A la Consultoría y Construcción S.A. (CYCSA) por haber facilitado las puestas de su laboratorio y permitirnos accesos a sus herramientas para poder realizar los estudios pertinentes donde logramos obtener los resultados necesarios para la elaboración del presente trabajo. AL Ing. Saul de la Constructora MULTICONS por facilitar parte de las muestras de Agrados Finos, necesarios para realizar los estudios y finalización de nuestra investigación.

También manifestamos nuestro agradecimiento a los Docentes que fueron parte en la formación académica para obtener logros trascendentales en la vida tanto a nivel profesional como personal, especialmente al Arq. Cesar Valladares (Tutor Técnico) y Arq. Lennar Venegas (Tutor Metodológico) por aceptar ser nuestros tutores y saber orientarnos con sus conocimientos y habilidades para desarrollar esta investigación.

## Índice de Contenido

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION.....	3
1.1. Antecedentes y Contexto del Problema .....	3
1.1.1. Antecedente Internacional .....	3
1.1.2. Antecedente Nacional.....	3
1.1.3 Antecedente Local e institucional .....	5
1.2.- Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
1.3. Descripción del Problema .....	7
1.3.1. Pregunta de Investigación .....	7
1.4.- Justificación .....	8
1.5.- Limitaciones.....	9
1.5.1. Limitaciones de la investigación .....	9
1.6.- Hipótesis .....	10
1.6.1. Hipótesis Alternativa .....	10
1.6.2. Hipótesis Nula.....	10
1.7.- Variables.....	11
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL .....	12
2.1.- Estado del arte.....	12
2.1.1. Google Académico:.....	12
2.1.2. SciELO:.....	12
2.1.3. Dialnet:.....	12
2.1.4. Título de Investigación .....	13

2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas.....	16
2.3 Marco Institucional .....	32
2.3.1 Universidad de Ciencias Comerciales Campus León (UCC) .....	32
2.3.2. Consultoría y Construcción S.A. (CYCSA) .....	33
2.4 Marco Contextual .....	34
2.5. Marco Legal .....	37
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO .....	39
3.1. Tipo de Investigación .....	39
3.1.1. Diseño de investigación. ....	39
3.2.1. Macro localización. ....	40
3.2.2 Micro localización, Rio coco.....	41
3.2.3 Micro localización, Cauce las Marias. ....	42
3.2.4 Micro localización, Cerro Motastepe .....	43
3.3. Unidades de Análisis.....	44
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	44
3.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos. ....	44
3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información.....	45
3.7. Operalización de variables .....	46
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
4.1. Determinación del Análisis Granulométrico de los Agregados Finos y el Módulo de Finura.....	49
4.2. Determinación de los Límites de Atterberg ASTM D-4318.....	54
• Determinación del límite líquido (LL) .....	54
.....	55
• Determinación del límite plástico (LP). ....	55

4.3. Determinación de las impurezas orgánicas en el agregado fino para mezclas de concreto ASTM C – 40.....	56
.....	56
4.4. Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino ASTM C – 128.....	57
4.5. Determinación del porcentaje de humedad de los agregados .....	59
4.6. Determinación de los pesos unitarios seco sueltos y seco compacto de los agregados finos ASTM C – 29 .....	59
4.7. Azul de metileno, ASSHTO t 330-07(2011) .....	62
4.7. Valor Equivalente de Arena de Agregado Fino ASTM D 2419.....	63
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....	72
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	75
ANEXOS .....	79

## Índice de Tablas

<b>Tabla1</b>	Variables de la investigación.....	11
<b>Tabla2</b>	Publicaciones sobre "Análisis de la calidad de los agregados para concreto" .....	13
<b>Tabla3</b>	Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado .....	13
<b>Tabla4</b>	Tamices establecidos por la norma ASTM-C-33 para determinar la curva granulométrica de las arenas .....	21
<b>Tabla5</b>	Leyes generales, decretos ejecutivos y normativas .....	37
<b>Tabla 6</b>	Operalización de las variables .....	47
<b>Tabla7</b>	Ensayos realizados en el laboratorio SYCSA .....	48
<b>Tabla8</b>	Análisis granulométrico de Arena Rio Coco.....	50
<b>Tabla9</b>	Análisis granulométrico Arena Motastepe.....	51
<b>Tabla10</b>	Análisis granulométrico arena las Marías .....	52
<b>Tabla11</b>	Módulo de finura .....	53
<b>Tabla12</b>	Resultados de las impurezas orgánicas.....	57
<b>Tabla13</b>	Resultados de la gravedad específica y el porcentaje de absorción .....	58
<b>Tabla14</b>	Resultados del porcentaje de humedad natural de las arenas .....	59
<b>Tabla15</b>	Pesos volumétricos de las arenas .....	61
<b>Tabla16</b>	Desempeño esperado de azul de metileno.....	62
<b>Tabla17</b>	Resultados de azul de metileno .....	62
<b>Tabla18</b>	Resultados del equivalente de arena .....	63
<b>Tabla19</b>	Contenido de materia orgánica obtenido de las arenas analizadas.....	66

## Índice de Figuras

<b>Figura1</b> Curva Granulométrica .....	22
<b>Figura2</b> Colorimetría.....	25
<b>Figura3</b> Clasificación de SUCS .....	31
<b>Figura4</b> Logo de UCC.....	32
<b>Figura5</b> Logo de CYCSA .....	33
<b>Figura6</b> Cerro Motastepe.....	34
<b>Figura7</b> Cauce Rio Coco .....	35
<b>Figura8</b> Cauce Las Marías .....	35
<b>Figura9</b> Macro localización de los Bancos en estudio .....	40
<b>Figura10</b> Micro localización de arena Rio Coco .....	41
<b>Figura11</b> Micro localización de arena Las Marías .....	42
<b>Figura12</b> Micro localización arena Motastepe .....	43
<b>Figura13</b> Tamices para el análisis granulométrico del agregado fino.....	49
<b>Figura14</b> Curva granulométrica - Arena Rio Coco.....	50
<b>Figura15</b> Curva Granulométrica - Arena Motastepe .....	51
<b>Figura16</b> Curva granulométrica - Arena las Marías .....	52
<b>Figura17</b> Ensayo de límites de consistencia, muestras, y copa Casagrande para el ensayo.....	55
<b>Figura18</b> Color estándar de referencia .....	56
<b>Figura19</b> Impurezas orgánicas en las muestras.....	56
<b>Figura20</b> Determinación de la gravedad especifica en las muestras de arena .....	58
<b>Figura21</b> Muestra peso volumétrico seco suelto .....	60
<b>Figura22</b> Muestra peso volumétrico seco compactado .....	61
<b>Figura23</b> Resultado granulométrico de las tres muestras en estudio .....	64
<b>Figura24</b> Resultados de módulo de finura.....	65
<b>Figura25</b> Resultados del porcentaje de absorción de las muestras .....	67
<b>Figura26</b> Resultados de la gravedad especifica de las arenas.....	67
<b>Figura27</b> Resultado del porcentaje de humedad natural de las muestras.....	68
<b>Figura28</b> Peso volumétrico seco suelto y seco compactado de las arenas analizadas .....	69

<b>Figura29</b>	Resultados del azul de metileno en las muestras analizadas .....	70
<b>Figura30</b>	Resultados de equivalente de arena en las muestras analizadas .....	71

## **Índice de Anexos**

<b>Anexo1</b>	Solicitud para ensayos en laboratorios SYCSA.....	79
<b>Anexo2</b>	Factura de Sycsa.....	80
<b>Anexo3</b>	Extracción de la muestra de arena motastepe .....	81
<b>Anexo4</b>	Extracción de la muestra de arena Cauce las Marías .....	82
<b>Anexo5</b>	Extracción de muestra de arena de Rio Coco .....	83
<b>Anexo6</b>	Muestras de las arenas en estudio.....	84
<b>Anexo7</b>	Cuarteo manual de arena motastepe .....	85
<b>Anexo8</b>	Cuarteo manual arena de rio Coco.....	86
<b>Anexo9</b>	Cuarteo manual arena de cauce Las Marías.....	87
<b>Anexo10</b>	Ensayos realizados en laboratorios SYCSA.....	88

## RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó la siguiente investigación con el objetivo de analizar la calidad de la arena de cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce río coco y su comportamiento para la elaboración del concreto. La investigación es de tipo experimental donde se realizaron 11 pruebas de ensayos a las tres muestras de arena, estas pruebas fueron, granulometría, módulo de finura, clasificación, límites, colorimetría, gravedad específica, % absorción, % humedad natural, PVSC, PVSS, azul de metileno, equivalente de arena. Los resultados obtenidos darán certeza de la calidad de la arena de acuerdo con las normativas ASTM. Para esta investigación se contó con la colaboración de laboratorios SYCSA donde se realizaron dichos ensayos. Se concluyó con éxito todos los objetivos planteados en la investigación y se determinó que no todas las arenas cumplen con la calidad necesaria para la elaboración del concreto.

**Palabras claves:** Ensayos, Calidad, Arena, Normativa, Concreto

## EXECUTIVE SUMMARY

The following investigation was carried out with the objective of analyzing the quality of the sand from Cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce Río Coco and its behavior for the preparation of concrete. The investigation is of an experimental type where 11 tests were carried out on the three sand samples, these tests were: granulometry, fineness modulus, classification, limits, colorimetry, specific gravity, % absorption, % natural humidity, PVSC, PVSS, methylene blue, sand equivalent. The results obtained will give certainty of the quality of the sand in accordance with ASTM regulations. For this research we had the collaboration of SYCSA laboratories that allowed us to be present in all the tests carried out. All the objectives set out in the investigation were successfully concluded and it was determined that not all the sands meet the necessary quality for the preparation of concrete.

**Keywords:** Tests, Quality, Sand, Regulations, Concrete

## **INTRODUCCIÓN**

La falta de revisión de calidad en los agregados del concreto aumenta en gran medida la posibilidad de que se presenten afectaciones inmediatas o futuras que encarezcan la obra, ya sea porque se requiera su reparación o, en el peor de los casos, la demolición de elementos construidos. Cuando el constructor conoce los resultados del análisis sobre la calidad de los materiales utilizados en la construcción mediante un laboratorio, tiene la seguridad y garantía de las obras realizadas. Entre las materias primas que integran el concreto está la arena, técnicamente conocida como agregado fino y objeto de estudio en esta investigación.

La arena es uno de los componentes del concreto y es útil para cubrir los huecos que se forman entre las partículas del agregado grueso. Para ello, la arena debe cumplir con requerimientos que la hacen eficiente dentro del concreto.

Este estudio facilitará información sobre los agregados de los bancos en cuestión, permitiendo así mejorar la calidad y utilización de la arena en futuros proyectos en Nicaragua.

El presente trabajo de investigación, ha sido elaborado con la finalidad de analizar la calidad de arena de Cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce río coco y su comportamiento para la elaboración del concreto. Para esto se extrajo una muestra representativa de cada banco de material y se requirió de un análisis en el laboratorio cumpliendo con lo establecido en las normativas ASTM.

Esta investigación es de enfoque cuantitativo ya que se realizará recolección de datos medibles, experimental porque se realizará un análisis para conocer el uso adecuado de estos materiales mediante ensayos de laboratorio.

Las pruebas de calidad a analizar en el presente estudio son: Granulometría, módulo de finura, clasificación, límites, colorimetría, gravedad específica, % absorción, % humedad natural, PVSC, PVSS, azul de metileno, equivalente de arena.

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



El trabajo está estructurado en 6 capítulos. En el Capítulo I: Planteamiento del problema, se aborda los antecedentes, objetivos de la investigación, descripción del problema, justificación, hipótesis, limitantes y variables. En el Capítulo II: Marco referencial se hará referencia de conceptos de algunos autores con respecto al tema de investigación que se aborden en este trabajo. En el Capítulo III: Diseño Metodológico, se plantea el tipo de investigación y las fuentes que servirán para dicho estudio. En el Capítulo IV: Análisis de resultados, se da respuesta a los objetivos, problema o hipótesis planteadas a partir de las mediciones efectuadas y los datos resultantes de los ensayos realizados en el laboratorio. En el Capítulo V: Conclusiones y futuras líneas de investigación, se brindan las diferentes conclusiones que resaltan del todo el proceso investigativo del documento, además se puntualizan las futuras líneas de investigación a desarrollar para la continuidad y extensión del trabajo investigativo. En el Capítulo VI: Recomendaciones, se brindan las diferentes recomendaciones que surgen de la realización del trabajo.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. Antecedentes y Contexto del Problema**

Existen estudios similares que tienen relevancia al tema de investigación que permiten sustentar el trabajo, encontrándose dos antecedentes a nivel internacional y dos antecedentes a nivel nacional.

#### **1.1.1. Antecedente Internacional**

La primera tesis a nivel internacional titulada “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles” (Ortega, 2013). Su objetivo general fue estudiar la calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato, Ecuador, y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. La metodología es del tipo mixto debido a que se realizó el estudio de las propiedades de los agregados que influyen en la resistencia del hormigón. Se concluyó con el resultado realizado a las tres canteras obteniendo el peso unitario suelto, peso unitario compactado, además de la resistencia de cada agregado.

La segunda tesis titulada “Análisis de calidad físico y mecánico de los agregados pétreos para concreto, de los principales bancos de materiales de la zona oriental de El Salvador” (Guzman, et.al 2014). Su objetivo fue estudiar las propiedades físicas y mecánicas de agregados pétreos de la zona oriental, a través de normas ASTM. El tipo de estudio fue una investigación explorativa que tuvo como propósito recabar información enfocada a la realización de pruebas de ensayos, para determinar la calidad de los agregados para ser utilizados en el concreto. Se concluyó que los agregados de cada cantera indican que son aptos y/o recomendados para la elaboración de concreto, siempre y cuando sean utilizados en proporciones adecuadas y en las condiciones favorables según las características de cada obra.

#### **1.1.2. Antecedente Nacional**

La primera tesis titulada “Análisis de la calidad de los bancos de materiales utilizados en el municipio de Rivas para la construcción de la capa Sub-base y Base de la superficie de rodamiento” (Lopez & Martinez, 2014). Su objetivo general fue analizar

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



la calidad de los bancos de materiales utilizados en el municipio de Rivas para la construcción de la capa Sub-base y Base de la superficie de rodamiento. La investigación es de tipo descriptiva porque caracteriza las propiedades físicas y mecánicas de los tres bancos en estudios y experimental porque se realizó un análisis para conocer el uso adecuado de estos materiales en la construcción de la capa sub-base y base de la carpeta de rodamiento, mediante los ensayos de laboratorios. Se concluyó que los bancos de materiales analizados en el municipio de Rivas presentaban visiblemente buenas características, pero por medio de la realización de ensayos se determinó que estos presentan diferentes características para conformar la estructura de pavimento.

La segunda tesis Nacional titulada “Estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino de los bancos de Motastepe, Miraflores y los Martínez para ser utilizados en proyectos de construcción en la ciudad de managua” (Areas & Rivera, 2021). Su objetivo fue realizar un estudio comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino de los bancos de arena de Motastepe, Miraflores y los Martínez, para ser utilizados en mezclas de mortero y concreto en proyectos de construcción en la ciudad de Managua. El trabajo de campo consistió en realizar una inspección visual, delimitación del área en estudio y extracción de muestras para analizarlas en laboratorio. Los resultados a la compresión obtenidos fueron satisfactorios en los diseños con arena Motastepe y Miraflores, cumpliendo en 100% la resistencia de diseño, en cambio, el agregado fino del banco de los Martínez, no logro cumplir con la resistencia a la compresión requerida para mezclas de mortero y concreto.

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



### **1.1.3 Antecedente Local e institucional**

Se realizó consultas a nivel institucional en nuestra casa de estudio, además de búsquedas en los repositorios universitarios de la ciudad y no se encontró documentos o antecedentes académicos relacionados a esta investigación, siendo así el presente trabajo el primero en realizarse no solo en la institución si no a nivel local de la ciudad de León, por lo que se espera sea un importante aporte a futuras investigaciones.

# **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



## **1.2.- Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar la calidad de arena de cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce río coco y su comportamiento para la elaboración del concreto, realizado en la ciudad de León en el periodo de Julio a Diciembre 2022.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Obtener las muestras de los bancos de arena de cerro Motastepe, Cauce las Marías y Cauce río coco.
2. Realizar pruebas y ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, utilizando las normativas ASTM.
3. Interpretar los resultados obtenidos según los ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados.

### **1.3. Descripción del Problema**

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y mecánicas de ellos, especialmente de los agregados.

El desconocimiento de la calidad de los agregados es un tema poco investigado o desconocido en el contexto de las construcciones civiles, esto provoca que al momento de realizar la homogenización de los agregados, se utilicen cantidades asumidas a través de la experiencia del constructor o del mismo maestro de obra; sin embargo; al adentrarse en el campo de la dosificación se sabrá que al momento de calcularla esta varía según de donde sea el banco de material debido a que las propiedades de los materiales no van a ser nunca las mismas. Por todas estas razones resulta interesante orientar este trabajo a analizar la calidad de los agregados

#### **1.3.1. Pregunta de Investigación**

¿Los agregados finos de los bancos de materiales Cerro Motastepe, Cauce Las Marías y Cauce Río Coco, cumplen con las especificaciones técnicas establecidas en las normativas ASTM, para la elaboración de concreto de grado estructural y mortero, en obras de construcción civil?

# **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



## **1.4.- Justificación**

El presente trabajo se justifica al ser una herramienta técnica que permita estandarizar de acuerdo a las normas nacionales e internacionales los procesos de construcción, uso adecuado de agregados (arena) obtenidos de bancos de material de referencia nacional y asegurar construcciones de obra civil seguras, confiables, económicas y duraderas.

Esta información será de mucha utilidad para las compañías constructoras, contratistas, estudiantes, entidades públicas u otras instituciones interesadas en el tema, ya que podrán tener acceso a dicha investigación y conocer las propiedades de los agregados de estos bancos de materiales, información importante en la toma de decisiones en cuanto a materiales requeridos en la construcción. Esto responde a la carencia de información de las características de los agregados que utilizan los ingenieros y constructores al momento de calcular la cantidad de material que se utilizara en la elaboración del concreto, lo que les ocasiona resultados no esperados debido a las diferentes propiedades que pueden tener los agregados de un banco de material a otro.

De igual forma, este trabajo de investigación se realiza para optar al grado de ingeniero civil obtenido en el curso de culminación de estudios, donde se aplicarán los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

# **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



## **1.5.- Limitaciones**

Durante el desarrollo de este trabajo investigativo surgieron las siguientes limitantes:

### **1.5.1. Limitaciones de la investigación**

- Falta de información, debido a que no se han realizado estudios previos u documentos anteriores en la ciudad de León, que sean de utilidad para el tema de investigación.

Cabe destacar que las limitaciones antes mencionadas no fueron impedimento para la realización de este trabajo.

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



### **1.6.- Hipótesis**

#### **1.6.1. Hipótesis Alternativa**

La calidad de los agregados finos para concreto de grado estructural y mortero, en obras de construcción civil, de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce Río Coco, cumplen las pruebas de ensayos establecidos en las normativas ASTM.

#### **1.6.2. Hipótesis Nula**

La calidad de los agregados para concreto de grado estructural y mortero, en obras de construcción civil, de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce Río Coco, no cumplen las pruebas de ensayos establecidos en las normativas ASTM.

# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## 1.7.- Variables

**Tabla1**

*Variables de la investigación*

VARIABLE DETERMINANTES	VARIABLE CONDICIONANTES
<ul style="list-style-type: none"><li>• Granulometría</li><li>• Módulo de finura</li><li>• Clasificación</li><li>• Límites</li><li>• Colorimetría</li><li>• Gravedad específica</li><li>• % Absorción</li><li>• % Humedad natural</li><li>• PVSC</li><li>• PVSS</li><li>• Azul de metileno</li><li>• Equivalente de arena</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Granulometría de los agregados.</li><li>• Impurezas del material.</li><li>• Porcentaje de Absorción.</li><li>• Densidad relativa.</li><li>• Peso Volumétrico</li></ul>

*Fuente:* Elaboración propia de los autores

## **CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL**

### **2.1.- Estado del arte**

Para la realización del estado del arte se acudió a las siguientes bases de datos que permitieron la recopilación de artículos y citas científicas utilizadas correspondientes a la investigación desarrollada:

**2.1.1. Google Académico:** Es un buscador especializado en resultados académicos creado por Google, para que pueda ser utilizado sobre todo en el mundo de la educación. El contenido que vas a encontrar es académico y científico, dejando fuera los resultados más mundanos del buscador principal. Aunque los algoritmos de su motor de búsqueda son diferentes. Indexa sobre todo editoriales, bibliotecas, repositorios, o bases de datos bibliográficas, permitiéndote encontrar citas, enlaces de libros, artículos en revistas científicas de referencia, comunicaciones, informes, tesis y otros tipos de archivos de este ámbito. (Fernandez, 2020)

**2.1.2. SciELO:** SciELO (Scientific Electronic Library Online) es un modelo para la publicación de revistas científicas en Internet. Su objetivo principal es aumentar la difusión y visibilidad de la ciencia generada en Latinoamérica, el Caribe, España y Portugal.

Es un modelo cooperativo descentralizado que agrupa colecciones nacionales y temáticas de revistas científicas que cumplen unos ciertos criterios de calidad. Su filosofía es facilitar el acceso universal y gratuito a las publicaciones científicas del ámbito latinoamericano y de este modo aumentar su visibilidad. (Bojo , et. al, 2008)

**2.1.3. Dialnet:** Es un portal que recopila la producción científica hispana en los ámbitos de las ciencias humanas y sociales. En su base de datos, de acceso libre, se pueden encontrar los índices de las revistas científicas y humanísticas, así como monografías y tesis doctorales, y en muchos casos los documentos aparecen a texto completo. (Ucv, 2020)

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**2.1.4. Título de Investigación**

“Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos cerro motastepe - cauce las Marías - cauce río coco, en la ciudad de león, periodo julio a diciembre de 2022”

Publicaciones sobre “Análisis de la calidad de los agregados para concreto”

**Tabla2**

*Publicaciones sobre "Análisis de la calidad de los agregados para concreto"*

<b>Bases de datos científicas utilizadas</b>	<b>No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo a la base de datos</b>	<b>No. De publicaciones con mayor reconocimiento científico</b>	<b>Tipos de publicaciones identificadas</b>
<b>Google Académico</b>	88,800 resultados encontrados	31 citables	Trabajos múltiples
<b>SciELO</b>	3 resultados encontrados	3 citables	Artículo de revista
<b>Dialnet</b>	113 resultados encontrados	0 tesis citables	Tesis Artículo de revista Libro

*Fuente:* Elaboración propia de autores.

**Tabla3**

Principales teorías, aportes y contribuyentes a la línea o tema de investigación seleccionado

<b>Autor(es) y año en orden cronológico</b>	<b>Principales teorías y aporte al tema de Investigación</b>
<b>(Rojas, 2019).</b> Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c:210\text{kg/cm}^2$ y $f'c:245\text{kg/cm}^2$ , distrito de Bagua- Amazonas - 2018	El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal realizar el análisis de calidad de los agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c 245 \text{ kg/cm}^2$ . Se realizó el estudio de investigación usando los agregados de las canteras

	<p>Jhosema, Guevara y Puerto Rentema del distrito de Bagua – Amazonas, a partir de la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas, realizar los diseños de mezclas, la comparación de los agregados teniendo en cuenta las normas técnicas, la selección de las canteras donde se desarrollará la investigación. Para seleccionar las canteras que fueron estudiadas para extraer agregados, se elaboró una ficha de observación en lugar del estudio de acuerdo con su acceso, años de extracción, comercialización y el tratamiento que se realiza a los agregados, la autorización o certificación para su funcionamiento; Las canteras son las siguientes: la cantera Jhosema (rio Utcubamba), Cantera Guevara (rio Marañón), cantera Puerto Rentema (rio Marañón).</p>
<p><b>(Ferrel &amp; Moreano, 2019).</b> Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca - Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurimac,2018</p>	<p>Para el análisis de las canteras, primero se procedió a recolectar las muestras de las canteras, con los pesos necesarios para realizar los ensayos, para llevarlos posteriormente al laboratorio. Con las muestras en el laboratorio, se empezó con las pruebas para establecer las propiedades físicas (Granulometría de los agregados grueso y fino, contenido de humedad, peso específico, absorción, abrasión del agregado) y químicas (PH, sulfatos, sales solubles y cloruros). En conclusión, el agregado de las canteras del sector de Pachachaca-Abancay utilizado en la elaboración</p>

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



	<p>del concreto de las obras civiles de Abancay aportan significativamente propiedades mecánicas al concreto; sin embargo, el agregado fino en estado natural no cumple con los límites máximos y mínimos establecidos por la norma.</p>
<p><b>(Gonzales, 2021).</b> Evaluación de la calidad de los agregados de tres canteras utilizadas para la elaboración de concreto en la ciudad de Jaén.</p>	<p>Este proyecto de tesis se plantea como principal objetivo, determinar la calidad característica de los áridos de tres distintas canteras: Arenera de Jaén, Santa Rosa y Ocaña, ubicadas en la ciudad de Jaén y analizar de qué manera influyen en la conducta mecánica de los concretos diseñados con dichos materiales. Según los resultados adquiridos después de haberse realizado cada ensayo experimental requerido por la norma, podemos afirmar que los áridos de cada cantera en estudio muestran propiedades y características similares, y todas cumplen con los parámetros estipulados, por lo que se recomienda dichas canteras para la provisión de materiales en el proceso de elaboración de proyectos a base de concreto en la ciudad de Jaén.</p>

Fuente: Elaboración propia de los autores

## **2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas.**

### **2.2.1. Agregados**

Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto.

La importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto, e influyen fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, en las propiedades de la mezcla del concreto.

Los agregados deben de ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla, tienen que cumplir con las especificaciones técnicas establecidas en las normas ASTM C33. (Yura, S.A, 2022)

### **2.2.2 Clasificación de los agregados.**

Los agregados se pueden clasificar, según su procedencia y según su tamaño:

#### **2.2.2.1 Por su Procedencia:**

- **Agregados naturales.** Formados por procesos geológicos.
- **Agregados artificiales.** Proviene de un proceso de transformación de los agregados naturales, dichos agregados artificiales son productos secundarios. Algunos de estos agregados son los que constituyen la escoria siderúrgica, la arcilla horneada, el hormigón reciclado, piedra triturada (chancada), etc.
- **Piedra triturada.** Producto que resulta de la trituración artificial de rocas, piedra boleada o pedruscos grandes, del cual todas las caras poseen aristas bien definidas, resultado de la operación de trituración.

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



- **Escoria siderúrgica:** Residuo mineral no metálico, que consta en esencia de silicatos y aluminosilicatos de calcio y otras bases, y que se produce simultáneamente con la obtención del hierro.

### 2.2.2.2. Por su Tamaño:

- **Agregado grueso:** Agregado retenido de modo predominante por el tamiz No. 4 (de 4.75mm); o bien, aquella porción de un agregado que es retenida por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm).

El agregado grueso utilizado en nuestro medio es denominado “Grava”, que resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta.

- **Agregado fino:** Agregado que pasa por el tamiz de 3/4 in (9.5 mm) y casi pasa por completo por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm). y es retenido de modo predominante por el tamiz No. 200 (de 75  $\mu$ m); o bien, aquella porción de un agregado que pasa por el tamiz No. 4 (de 4.75 mm) y es retenida de modo predominante por el No. 200 (de 75  $\mu$ m).

El agregado fino utilizado en nuestro medio se denomina “Arena”, este resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta. (EDDYHRDS, 2010)

### 2.2.3. Agregados Finos (Arenas)

El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto.

Una falta de arena se refleja en la aspereza de la mezcla y un exceso de arena demanda mayor cantidad de agua para producir un asentamiento determinado, ya que entre más arena tenga la mezcla se vuelve más cohesiva y al requerir mayor cantidad de agua se necesita mayor cantidad de cemento para conservar una determinada relación agua cemento. (Jimenez, 2009)

#### **2.2.4. La Importancia de los Agregados en el Concreto.**

El uso de agregados en el concreto tiene como objetivo reducir los costos en la producción de la mezcla (relleno adecuado para la mezcla, ya que reduce el contenido de pasta de cemento por metro cúbico), ayudar a controlar los cambios volumétricos (cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, de curado y secado de la mezcla de concreto) y aportar a la resistencia final del material.

Es un material que tiene una participación entre el 65% y el 70% del total de la mezcla de concreto. La forma y textura superficial de las partículas individuales de cualquier tipo de agregado tienen una influencia importante en la manejabilidad del concreto en su estado fresco y en otras características físicas de su estado sólido.

El uso de diferentes tipos de agregados finos puede generar variaciones en el asentamiento de la mezcla de concreto, por ejemplo, las arenas angulares tendrán un menor asentamiento que una mezcla diseñada con agregados finos redondeados y lisos. Esto puede generar la necesidad de hacer un cambio en relación agua/material cementante.

Aunque la forma y textura de los agregados gruesos también influye en dicha relación, se afecta en mayor medida la resistencia a través de la relación adherencia agregado/pasta de cemento.

Existe un límite en el contenido de agregados gruesos dado por la trabajabilidad del concreto. Si la cantidad de agregados gruesos es excesiva, ocurrirá el fenómeno de segregación. De la misma forma los agregados finos deben estar dosificados de forma tal que permitan una buena trabajabilidad y brinden cohesión a la mezcla, pero a la vez no deben estar en exceso porque perjudicarían la manejabilidad y la resistencia del concreto.

Como conclusión se debe optimizar la proporción de cada material de forma tal que se logren las propiedades deseadas y necesarias según el diseño de mezcla. Los agregados deben cumplir y ser partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



de productos químicos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la mezcla de concreto. (Paredes, 2018)

### **2.2.5. Concreto Estructural**

El concreto o hormigón es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (grava, gravilla y arena) y agua. La mezcla de cemento con arena y agua se denomina mortero. Existen hormigones que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el hormigón asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla.

El concreto al igual que otros materiales, se diseña para utilizarse en elementos estructurales que soportaran esfuerzos de carga a la compresión y a la flexión, en el primero de los casos elementos como las cimentaciones, pavimentos, columnas, y en el segundo caso las vigas, o que soporte una combinación de estas cargas como las losas de piso.

Es necesario indicar que el concreto por sí solo no puede soportar grandes cargas y esfuerzos, para soportar cargas de compresión en un pavimento este puede variar sus resistencias dependiendo del uso que se dé a este, pero si va a soportar cargas que impliquen flexión este deberá ser reforzado con un alma de acero, conformadas con varillas de acero corrugadas, que conjunto con el concreto, conforman lo que se conoce como, concreto u hormigón armado. (Carbajal, 2014)

### **2.2.6. Bancos de Materiales**

Se trata de un lugar natural, formado por roca, arcilla, grava o arena que puede utilizarse en construcción y que previamente ha sido estudiado para determinar si es posible extraer de allí materiales y por tanto utilizarse como banco.

Los bancos de materiales son las excavaciones a cielo abierto destinadas a extraer material para la formación de cuerpos de terraplenes, ampliaciones de las coronas, bermaso tendido de los taludes de terraplenes existentes, capas subyacentes o subrasantes. (ASDASDAS, 2019)

### **2.2.7. Granulometría**

El análisis granulométrico de la arena tiene por objeto determinar las cantidades en que están presentes partículas de ciertos tamaños en el material. La distribución de los tamaños de las partículas se realiza mediante el empleo de mallas de aberturas cuadradas, de los tamaños siguientes: 3/8", y números de los tamices número 4, 8, 16, 30, 50 y 100 respectivamente.

La granulometría es la distribución de las partículas de materiales granulares de varios tamaños, que generalmente se expresa en términos de porcentajes acumulados mayores o menores en cada una de las series de tamaños o de aberturas de mallas, o los porcentajes entre ciertos rangos de aberturas de mallas. Los requisitos de granulometría están establecidos por la norma ASTM C-33 "Especificación Normalizada de Agregados para Concreto".

La granulometría más conveniente para el agregado fino o arenas depende del tipo de mezcla para la cual sea empleada, la cual puede ser desde un mortero hasta un concreto; en las cuales el contenido de cemento tiene grandes afectaciones, tanto económicas como mecánicas. Por ejemplo, el implementar arenas con una elevada cantidad de finos, será necesario una mayor cantidad de cemento y agua en la mezcla. En caso de implementar una mayor cantidad de agregados gruesos en la mezcla, lo que se obtendrá serán morteros o concretos con menor trabajabilidad. En ambos casos la resistencia del material se ve afectada por no mantener una granulometría como lo establece la normativa. Por lo tanto, al realizar una mezcla de agua-cemento donde se adicione una arena que presente una adecuada granulometría, se obtendrán mezclas con mejores características físicas durante el estado fresco, mejorando su trabajabilidad y obteniendo una resistencia a la compresión mayor, en comparación de una mezcla donde la arena no tenga una adecuada granulometría. (Tahuiton, 2017)

**Tabla4**

*Tamices establecidos por la norma ASTM-C-33 para determinar la curva granulométrica de las arenas*

<b>Malla o tamiz</b>
<b>9.5mm (3/8)</b>
<b>4.75mm (No. 4)</b>
<b>2.36mm (No. 8)</b>
<b>1.18mm (No. 16)</b>
<b>600µm (No. 30)</b>
<b>300µm ((No. 50)</b>
<b>150µm (No. 100)</b>

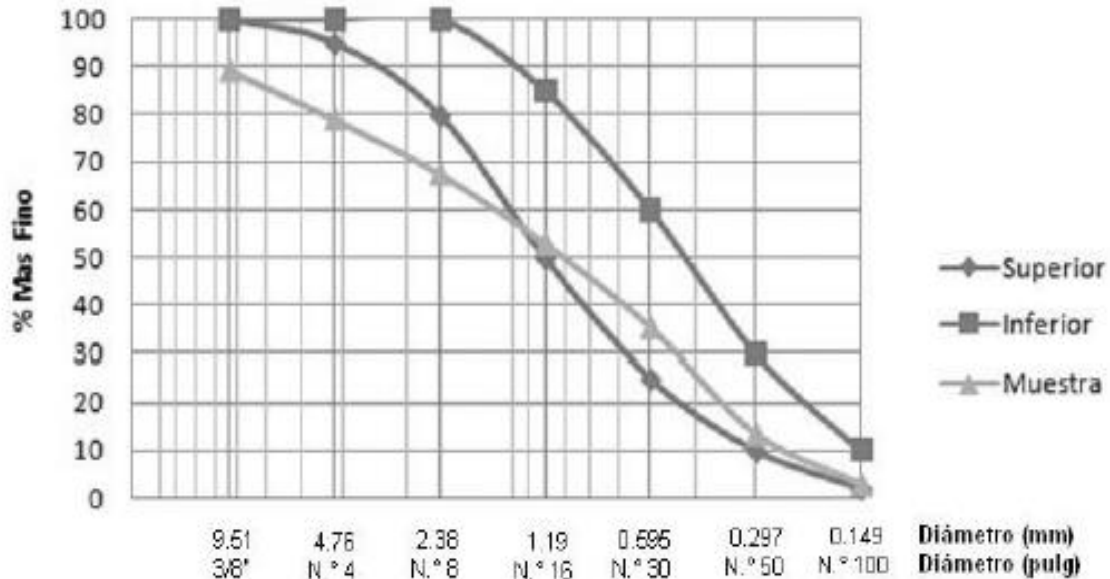
*Fuente:* Tomada de Laboratorios de Materiales y Sistemas Estructurales (LMSE)

### **2.2.8. Curva Granulométrica**

La granulometría de las arenas es una característica que se plasma gráficamente en un diagrama conocido como “curva granulométrica” en la cual se representa por medio de una línea curva la distribución de los diferentes tamaños de partículas que conforman a las arenas. La curva granulométrica de las arenas se obtiene después de separar por tamaño los granos de la arena siguiendo los procedimientos y equipos establecidos en la norma ASTM-C-136-05 “Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso” y su principal uso es determinar si la arena se encuentra dentro de los parámetros granulométricos establecidos en la norma ASTM C 33 “Especificación Normalizada de Agregados para Concreto” o en su defecto, si nos encontramos ante una arena con exceso de partículas finas o exceso de partículas gruesas.

Para graficar la granulometría se utilizan los rangos máximos y mínimos que establece la norma ASTM C 33, lo cual como su nombre lo especifica, definen los valores máximos o mínimos que deberá tener la arena de los diferentes tamaños de partícula. (Tahuiton, 2017)

**Figura1**  
Curva Granulométrica



*Nota:* Ejemplo de curva real comparada con los entornos especificados. Tomada de (Toirac, 2012)

### 2.2.9. Módulo de Finura

El MF, es un índice para determinar características granulométricas de los agregados, se define como el número que se obtiene al dividir por 100 la suma de los porcentos retenidos acumulados en los tamices de la serie normalizada. El valor aumenta cuando el agregado contiene granos más gruesos, y decrece cuando sus granos disminuyen de tamaño. El agregado fino deberá tener un módulo de finura que no sea menor de 2.3 ni mayor de 3.1. (Toirac, 2012)

$$MF = \frac{\% \text{ RETENIDO ACUMULADO}}{100}$$

### 2.2.10. Limites

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado

sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólidos, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg. (Sanchez, 2020)

### **2.2.11. Límites de Atterberg**

- **Limite Líquido (LL):** Es el contenido de humedad por debajo del cuales el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso. Esta propiedad se pide en el laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que la zanja que previamente se ha recortado, se cierra en una longitud de 12mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25, la humedad del suelo corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre en la longitud de 12mm exactamente con 25 golpes, se grafica el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas normales, y se interpola para la humedad correspondiente a 25 golpes, que será el límite líquido.

Casagrande concluyo que cada golpe en un dispositivo estándar para límite líquido corresponde a una resistencia contante del suelo de aproximadamente 1g/cm<sup>3</sup>. Por consiguiente, el límite de un suelo de grano fino da el contenido de agua para el cual la resistencia cortante del suelo es aproximadamente de 25g/cm<sup>3</sup>. (Sanchez, 2020)

- **Limite Plástico (LP):** Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico. Es el contenido de agua, en porcentaje con el cual el suelo al ser enrollado en rollitos de 3.0mm de diámetro, se desmorona. Para esto se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3.0mm de diámetro y si se vuelve el suelo quebradizo, el contenido de humedad es el límite plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

La propiedad del suelo de ser moldeado se llama plasticidad. Según el contenido de humedad, adopta una consistencia determinada. Los límites líquido y plástico se utilizan para clasificar e identificar los suelos. (Sanchez, 2020)

### **2.2.12. Colorimetría**

En los agregados finos naturales a veces se presentan impurezas orgánicas, las cuales menoscaban la hidratación del cemento y el desarrollo consecuente de la resistencia del concreto. Normalmente esas impurezas se evitan por medio del despejado adecuado del depósito, para eliminar por completo la tierra vegetal, y un enérgico lavado en la arena. La detección del alto contenido orgánico en la arena se lleva a cabo con facilidad por medio de la prueba colorimétrica con hidróxido de sodio, que detalla la norma ASTM C 40. Algunas impurezas en la arena pueden dar indicación de un elevado contenido orgánico, pero, en realidad, no ser dañino. Se puede determinar esta posibilidad por medio de desarrollar el ensayo descrito en ASTM C 87.

En resumen, la prueba consiste en colocar al interior de unos botes de vidrio claros y transparentes un determinado volumen de arena, añadiendo a continuación una solución de hidróxido de sodio al 3% en un volumen ligeramente mayor que el de la arena. Se tapa el bote se agita vigorosamente de forma tal que la solución se mezcle completamente con todas las partículas de arena y se deja reposar. Al cabo de 24 horas se observa la intensidad de coloración de la solución que está por encima de la arena y se compara a trasluz con un color patrón que puede generarse elaborando una solución de dicromato de potasio grado reactivo ( $K_2Cr_2O_7$ ) en ácido sulfúrico concentrado (de 2 gravedad específica 1.84) en una relación de 0.250 g/100 mL de ácido (cuya elaboración no debe ser de más de 2 horas) y reportar si el color del líquido

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



por encima de la muestra de arena es más claro, más oscuro o igual al color de la solución de color patrón. También puede compararse con una placa orgánica de colores la cual contiene 5 vidrios colores estándar montados en un plástico perforado de tonos que van amarillo claro a café oscuro y numeradas del 1 (más claro) al 5 (más oscuro) y cuyo color patrón es el color No. 3; en este caso se reporta cuál de los cinco vidrios de color estándar es más cercano al de la muestra. (Waddell & Dobrowski, 1997)

**Figura2**  
*Colorimetría*



*Nota:* Comparación de colores entre la solución con arena (luego de 24 horas) y la placa orgánica de colores Gardner. Tomada de Laboratorio de Materiales de Construcción (UCA, 2018)

### 2.2.13. Gravedad específica

La Gravedad Específica es la relación entre la densidad del agregado y la del agua (1000kg/cm<sup>3</sup>). Sin embargo, todos los agregados son porosos hasta cierto punto, lo que permite la entrada de agua en los espacios de los poros o capilares cuando se colocan en la mezcla de hormigón, o bien, ya están húmedos cuando entran al hormigón. Por lo tanto, la definición cuidadosa de la gravedad específica debe tomar en cuenta tanto el peso como el volumen de la porción de agua contenida dentro de las partículas. El agua libre que se encuentra sobre las superficies exteriores del agregado húmedo no entra en el cálculo de la gravedad específica, pero contribuye a la relación A/C del hormigón. (S.A, 2016)

#### **2.2.14. Porcentaje de absorción**

La Absorción se define como el incremento de peso de un árido poroso seco, hasta lograr su condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua a sus poros permeables.

La absorción es el valor de la humedad del agregado cuando tiene todos sus poros llenos de agua, pero su superficie se encuentra seca. En esta condición se hacen los cálculos de dosificación para elaborar el hormigón. Sin embargo, el agregado en los acopios puede tener cualquier contenido de humedad (estados 2 a 4). Si la humedad del agregado es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al hormigón para compensar la que absorberán los agregados. Por el contrario, si la humedad supera a la absorción, habrá que disminuir la cantidad de agua que se pondrá a la mezcla ya que los agregados estarán aportando agua.

El valor de la absorción es un concepto necesario para el ingeniero en obra, en el cálculo de la relación A/C de la mezcla de hormigón, pero, en algunos casos, puede ser que también refleje una estructura porosa que afecte la resistencia a la congelación y deshielo del hormigón.

No se suelen fijar límites de aceptación para la absorción debido a que ésta no solo depende de la porosidad de la roca, sino también de otros aspectos tales como la distribución granulométrica, contenido de finos, tamaño máximo de los agregados, forma de las partículas. Sin embargo, se puede considerar como rocas de buena calidad aquellas que presentan una absorción menor 3% para agregado grueso, y menores a 5% para el caso de agregado fino. (S.A, 2016)

#### **2.2.15. Porcentaje de Humedad Natural**

Esta propiedad física del agregado es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los agregados en la construcción están regidos, por la cantidad de agua que contienen. El contenido de humedad de un agregado es la relación del cociente del peso de las partículas sólidas y el peso del agua que guarda, esto se expresa en términos de porcentaje.

### **2.2.16. Peso Volumétrico**

En ASTM C 29 se define la densidad total o bruta (bulk density) o peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas. De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción y se expresa en lbf/pie<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>). Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para el proporcionamiento de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

El procedimiento de este ensayo consiste en que, en base al tamaño máximo nominal del agregado, se selecciona el volumen mínimo apropiado del molde a utilizar para determinar el peso unitario. (Waddell & Dobrowski, 1997)

Asimismo, se establecen otros requerimientos para los moldes tales como que sean de forma cilíndrica (cuya relación diámetro a altura sean similares; la altura no debe ser menor que el 80% ni mayor que 150% del diámetro), que disponga de asas, que sea impermeable y con la parte superior e inferior planos y nivelados para que mantenga su forma ante la carga que se aplique. Por otra parte, que el borde superior sea liso y plano en 0.01" (0.25 mm) y ser paralelo al fondo dentro de 0.5°, la pared interior debe ser lisa y continua y si va a ser utilizado para la determinación del peso unitario en concreto (según norma ASTM C 138) entonces el molde debe estar hecho de acero u otro metal que no permita o sea sujeto de inmediato al ataque de la pasta de cemento

- **Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS):** Este procedimiento se utiliza para agregados que tengan un tamaño máximo nominal menor o igual 1 ½" (37.5 mm), básicamente se introduce el agregado en el molde seleccionado en su estado suelto, llenándolo por medio de una cuchara o pala a una altura que no exceda de 2" por encima del borde superior del molde hasta que el material rebose el molde; teniendo el cuidado de evitar en la medida de lo posible la

segregación. A continuación, se nivela la superficie con una regla enrasadora (en agregado fino o grueso) teniendo el cuidado de no presionar mucho para no compactar ligeramente su estado suelto o nivelando directamente con los dedos (en agregado grueso) de forma tal que ninguna pieza se proyecte o balancee los huecos en la superficie por debajo del borde del recipiente. A continuación se determinan los pesos del molde con el agregado y del peso del molde solo (con una precisión de al menos 0.1 lb o 0.05 kg) y se procede a realizar la serie de cálculos (con las unidades consistentes).

- **Peso Volumétrico Seco Compactado (PVSC):** Este procedimiento se utiliza con agregado que tenga un tamaño máximo nominal mayor que 1 ½", consiste en introducir el agregado en el molde seleccionado y llenándolo en tres capas de igual altura; cada capa es compactada por medio de la aplicación de 25 golpes (igualmente espaciados sobre su superficie) con una varilla lisa de acero de 5/8" de diámetro y 24" de largo cuyos extremos están redondeados con punta semiesférica. La primera capa se debe nivelar con los dedos su superficie, a continuación, se varilla la capa de agregados con 25 golpes uniformemente distribuidos sobre su superficie; al varillar la primera capa no se debe permitir que la varilla toque el fondo del recipiente. A continuación se llena el recipiente a dos tercios de su altura, se vuelve a nivelar y varillar (para la segunda y tercera capa se procura aplicar golpes vigorosos pero de forma tal que la varilla no penetre la capa anterior), finalmente se llena el recipiente hasta rebosarlo y se varilla de la forma descrita anteriormente, Se nivela la superficie del agregado con los dedos o regla enrasadora de tal forma que ninguna partícula del agregado grueso sobresalga, balancee los huecos por debajo del borde del recipiente. A continuación se determinan los pesos del molde con el agregado y del peso del molde solo (con una precisión de al menos 0.1 lb o 0.05 kg) y se procede a realizar la serie de cálculos (con las unidades consistentes). (UCA, 2018)

#### **2.2.17. Azul de Metileno (AASHTO T 330)**

El objetivo principal de esta prueba es determinar la cantidad de material potencialmente dañino (incluyendo arcilla y material orgánico) presente en la fracción

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



fina de un agregado mediante la determinación del valor de azul de metileno y verificar las condiciones de calidad de dicho agregado para ser usado en una base granular.

Este ensayo tiene por objeto determinar el valor de azul de metileno de la fracción granulométrica 0/2 mm de los áridos finos o de la mezcla total de los áridos. Se fundamenta en la adición de pequeñas dosis de disolución de azul de metileno a una suspensión de la muestra de ensayo en agua, comprobando la absorción decolorante por parte de la muestra y realizando una prueba de coloración sobre papel de filtro. Los materiales que no presentan arcilla no participan en el fenómeno de absorción, siendo el valor azul la relación de la superficie externa como interna de la fracción arcillosa, en consecuencia, por definición, la superficie es el producto del peso de la arcilla por su superficie específica siendo esta última la que indica la naturaleza de la arcilla y será más elevado el valor mientras más activa sea la misma.

El ensayo de equivalente de arena y azul de metileno pueden ser desarrollados en conjunto con el fin de obtener información precisa acerca de la cantidad y posible comportamiento de la fracción fina (pasa tamiz No 200) de determinado material, en donde tienen mayor relevancia las arcillas y el material orgánico, cuyo papel frente a un análisis estructural y funcional para bases, subbases granulares, mezclas asfálticas y demás, es determinante. (Adolfo, 2019)

### **2.2.18. Equivalente de Arena (ASTM D2419)**

Esta prueba de equivalente de arena tiene como objetivo principal el determinar la calidad que tiene un suelo que se va emplear en las capas de un pavimento, esta calidad es desde el punto de vista de su contenido de finos indeseables de naturaleza plástica. Este método cuantifica el volumen total de material no plástico deseable en la muestra, fracción gruesa, denominando su proporción volumétrica como equivalente de arena. Debido a que una buena cimentación de un camino necesita la menor cantidad de finos posible, sobre todo de arcillas, que son los materiales que en contacto con el agua causan un gran daño al pavimento. (Adolfo, 2019)

### **2.2.19. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)**

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Clasificación System (USCS), fue presentado por Arthur Casagrande, usado para describir la textura y el

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se puede clasificar suelos con tamaños menores de tres (3) pulgadas; se representa mediante un símbolo con dos letras.

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N°. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N°. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo.

El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos. (GEONEXT, 2019)

Esta clasificación divide los suelos en:

Suelos finos. El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuya frontera es  $LI = 50\%$ . Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (low compressibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (light compressibility). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelos:

ML: Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

OL: Limos y arcillas orgánicas.

CL: Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

CH. Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

MH: Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

OH: arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Figura3**  
*Clasificación de SUCS*

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Sufijo</b>
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobrementemente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

*Nota:* Símbolos utilizados en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. Tomada de (GEOXNET, 2019)

## **2.3 Marco Institucional**

El Marco Institucional es el conjunto de políticas y leyes de un país, departamento o municipio que determinan el marco en el que las instituciones del estado y otras organizaciones actúan en un proyecto; desde un punto de vista práctico es importante toda la información de la o las instituciones que intervienen en el proyecto. (Escobar, 2019)

Para la realización del presente trabajo fue fundamental contar con instituciones certificadas para confiabilidad y validación de la investigación. En este punto es importante informar clara y profundamente acerca de las instituciones que sirvieron para el respaldo de esta investigación.

### **2.3.1 Universidad de Ciencias Comerciales Campus León (UCC)**

**Figura4**  
*Logo de UCC*



La primera institución a la que se recurrió fue a nuestra alma mater, Universidad de Ciencias Comerciales (UCC), que en el proceso de investigación brindó el acompañamiento técnico y metodológico de alta calidad, lo que nos permitió desarrollar con éxito el presente trabajo.

La Universidad de Ciencias Comerciales (UCC) remonta su historia al año 1964, cuando se funda el Instituto de

Ciencias Comerciales en la ciudad de León. Esto bajo el liderazgo del Carlos Narváz Moreira. En 1990, con la creación del CNU, este centro educativo tramita oficialmente su estatus de Universidad, grado que le es concedido en 1997. A partir de 1997 la UCC comienza un proceso de crecimiento que la impulsa a abrir un gran abanico de carreras y también nuevos centros regionales de estudios en otros departamentos del país.

UCC ha sido líder dentro de conjunto de universidades privadas en la implementación de metodologías modernas de enseñanza, tanto en el aula de clase como de plataformas virtuales de educación. Además, esta universidad ha conseguido ir ampliando su oferta académica, adecuándose a los tiempos cambiantes que conlleva la modernidad.

### **2.3.2. Consultoría y Construcción S.A. (CYCSA)**

**Figura5**  
*Logo de CYCSA*



CYCSA fundada en 2009 y consolidada en 2015 es una empresa privada establecida para realizar consultorías en el ámbito ingenieril, diseños estructurales, elaboraciones de planos y diseños arquitectónicos, construcciones de obras verticales y menores horizontales.

Se realizaron las pruebas de laboratorios de los agregados, donde se permitió estar presente en todos los procesos brindando un servicio con estándar de calidad.

## 2.4 Marco Contextual

### Banco de Motastepe

#### Figura6

*Cerro Motastepe*



Este banco de materiales está ubicado en el km 8 de la carretera nueva a León, siendo el banco más explotado y su arena la más utilizada del país, siendo referencia para proyectos en la ciudad de Managua por más de 50 años. El grupo ANSA es el encargado de la explotación del banco de arena con una concesión de 2,200 hectáreas. Ansa se dedica a la explotación mecanizada de áridos para

la construcción, (arenas, hormigón y tierras para relleno) estos productos han sido extraídos y utilizados desde la época de los 50. Diariamente se explota alrededor de 400 m<sup>3</sup> a 500 m<sup>3</sup>. Según estudios realizados por Ansa el corazón del cerro es de hormigón.

A pesar de la enorme importancia económica del Motastepe, porque de él se sacan miles de toneladas de arena para construcciones de todo tipo en la Ciudad de Managua y en todo el Municipio capitalino, virtualmente es escasa la literatura científica sobre su formación y evolución geológica como «cono-montículo apagado», según la definición escuetísima del doctor Jaime Incer Barquero, autor de la única Geografía temática de Nicaragua.

Sin embargo, se presume que su formación y evolución forma parte del llamado «cinturón de fuego» que afecta a Nicaragua con la Cordillera de los Volcanes Maribios, la cual comienza en la Península de Cosigüina, se ve interrumpida en el Volcán Momotombo (continúa en el graven de la Península de Chiltepe, donde están los Volcanes antiguos, extintos o en «reposo», Apoyeque, Xiloá y Chiltepe), sigue en el Volcán Masaya y concluye en los Volcanes Madera y Concepción, en el Lago de Nicaragua.

El Cerro Motastepe está situado en el Departamento de Managua. Sin embargo, comparten su dominio territorial los Municipios de Ciudad Sandino y de Managua. La

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



frontera de ambos Municipios está establecida en el centro de la cúspide de este Cerro Motastepe. (Pérez, 2009).

### Cauce Rio Coco

#### Figura7

*Cauce Rio Coco*



El municipio de San Juan del Río Coco se encuentra ubicado en la parte norte de Nicaragua, ocupando el extremo este del departamento de Madriz.

Se encuentra a 243 kilómetros de distancia de Managua, la capital del país y a 68 kilómetros de Somoto, cabecera departamental. Limita al norte y al este con Quilalí, al sur con San Sebastián de Yalí y al oeste con Telpaneca. (Turismo, s.f.)

La explotación de este material es utilizada en gran parte en la zona norte de Nicaragua, siendo aprovechada para proyectos Gubernamentales y edificaciones privadas.

### Cauce Las Marías

#### Figura8

*Cauce Las Marías*



Las Marías está ubicada entre las coordenadas 12°39'47.76"N latitud Norte y los 86°52'16.18"O longitud Oeste, pertenece al departamento de León, limitando al Norte con el municipio de Villanueva, al Sur con el municipio de león, al Este con el municipio Larreynaga y al Oeste con el municipio de Quezalguaque y Posoltega.

La accesibilidad a los posibles cauces de las Marías resulta factible, ya que se encuentra a una distancia de 2 kilómetros del puente Mocoron, carretera panamericana Malpaisillo –

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



Villanueva (NN-252), el camino que inicia desde la entrada hacia las Marías es un poco accidentado debido al paso de las corrientes de agua en invierno.

Las Áreas de estos cauces se encuentran rodeadas con zonas de abundante vegetación, En la actualidad estos son explotados con instrumentos manuales (palas) por personas aledañas. Donde cada uno tiene posicionamiento de los cauces, por el cual venden el permiso a extraer la arena a un costo de 200 córdobas por camión. Este material es utilizado para la elaboración de mezclas de mortero y concreto. En los municipios de Larreynaga, Nagarote, La Paz Centro, Villa Nueva entre otros.

## 2.5. Marco Legal

En la ingeniería de la construcción se cuenta con un conjunto de especificaciones técnicas establecidas para normalizar la calidad de los materiales y la realización de los ensayos de laboratorio y determina su aplicación en la construcción de la obra. Para realizar correctamente un estudio de materiales, es indispensable, sin duda, conocer detalladamente los parámetros que lo orientan.

Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.

En materia ambiental, los instrumentos jurídicos establecidos en Nicaragua, facultan para la gestión socio-ambiental, a los diferentes actores gubernamentales y de la sociedad civil y, además, proveen el marco político, legal y administrativo dentro del cual se pueden realizar los proyectos.

La Carta Magna de la República de Nicaragua, establece un medio ambiente sano como un derecho social de los nicaragüenses, así como el deber del Estado de garantizar la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales (Artículo 60). También establece que los recursos naturales son patrimonio nacional y que corresponde al Estado su preservación y conservación, desarrollo y explotación racional. El Estado podrá celebrar contratos de explotación de estos recursos, cuando el interés nacional así lo requiera (Artículo 102). Esto afecta las concesiones para los bancos de materiales.

Leyes generales, Decretos Ejecutivos y Normativas.

### Tabla 5

*Leyes generales, decretos ejecutivos y normativas*

<b>Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo (Ley 290) y su Reforma (Ley 612).</b>	
<b>Leyes generales</b>	Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217).
	Ley de Municipios (Ley 40 y 261).
	Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal (Ley 462).

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



	Ley especial sobre exploración y explotación de minas (ley 387)
<b>Decretos</b>	Decretos Sistema de Evaluación Ambiental (Decreto No. 76-2006).
	Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, Decreto No. 01-2007.
	Reglamento Sobre Calidad De Materiales De Construcción Y Uso De Los Mismos. Decreto Legislativo No. 90 -1973
<b>Normas</b>	Norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de materiales de préstamo para la construcción (NTON 05-016-02).

*Fuente:* Elaboración propia de los autores

### **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La investigación cuantitativa es aquella que utiliza métodos cuantitativos e inferencia estadística con el objetivo de extrapolar los resultados de una muestra a una población. (Arias, 2021)

Esta investigación es de enfoque cuantitativo ya que se realizará recolección de datos medibles, experimental porque se realizará un análisis para conocer el uso adecuado de estos materiales mediante ensayos de laboratorio, con técnicas de recolección cuantitativas ya que está orientada hacia la descripción, predicción y explicación de datos medidos u observables, y los datos pueden ser analizados numéricamente con la ayuda de herramientas del campo de la estadística.

##### **3.1.1. Diseño de investigación.**

El Diseño de esta investigación de corte transversal porque se realizó en un periodo de tiempo determinado de Julio a Diciembre del año 2022.

#### **3.2. Área de estudio**

El área de estudio serán los tres bancos de materiales de donde se extrajeron las muestras que fueron utilizadas en el laboratorio. Estos bancos corresponden al norte y Occidente del país.

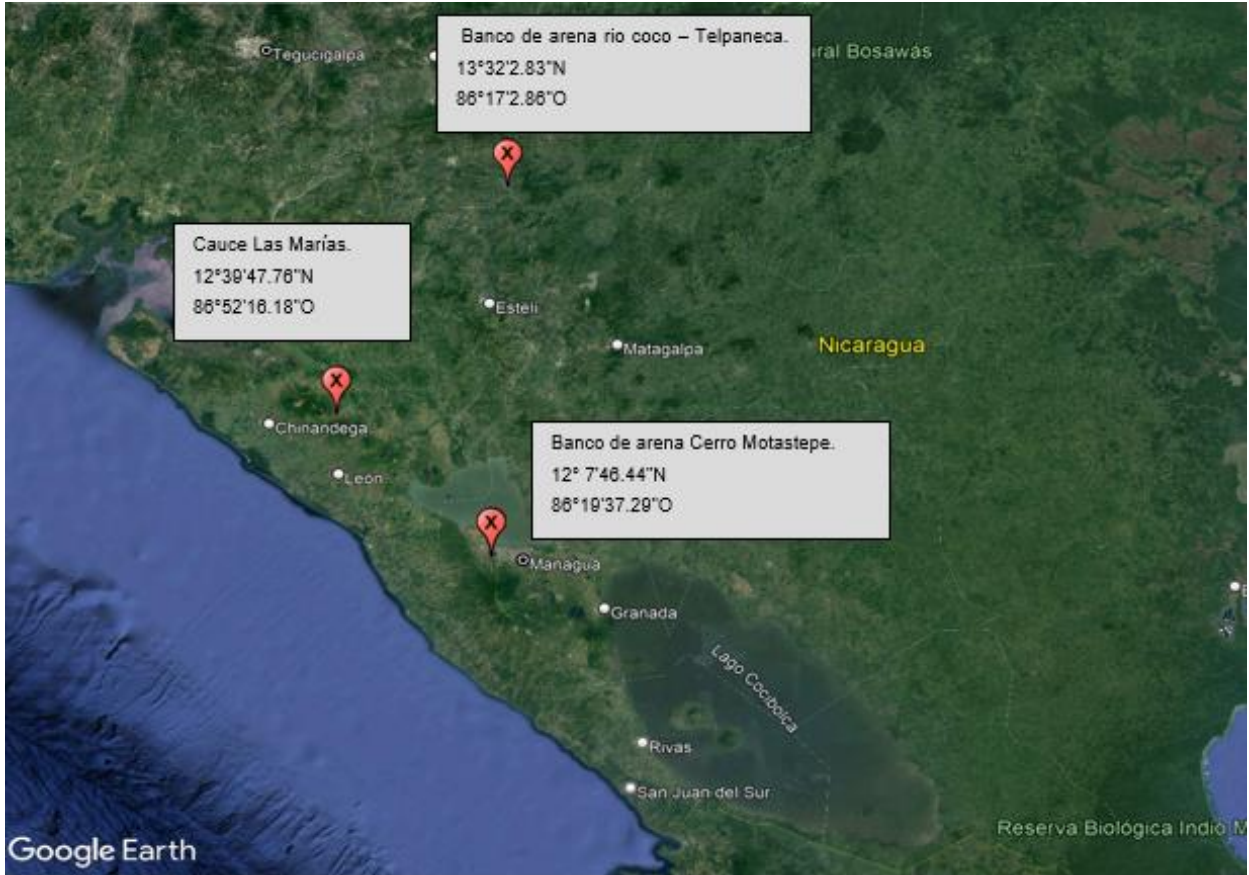
# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## 3.2.1. Macro localización.

**Figura9**

*Macro localización de los Bancos en estudio*



*Fuente: Tomada de Google Earth.*

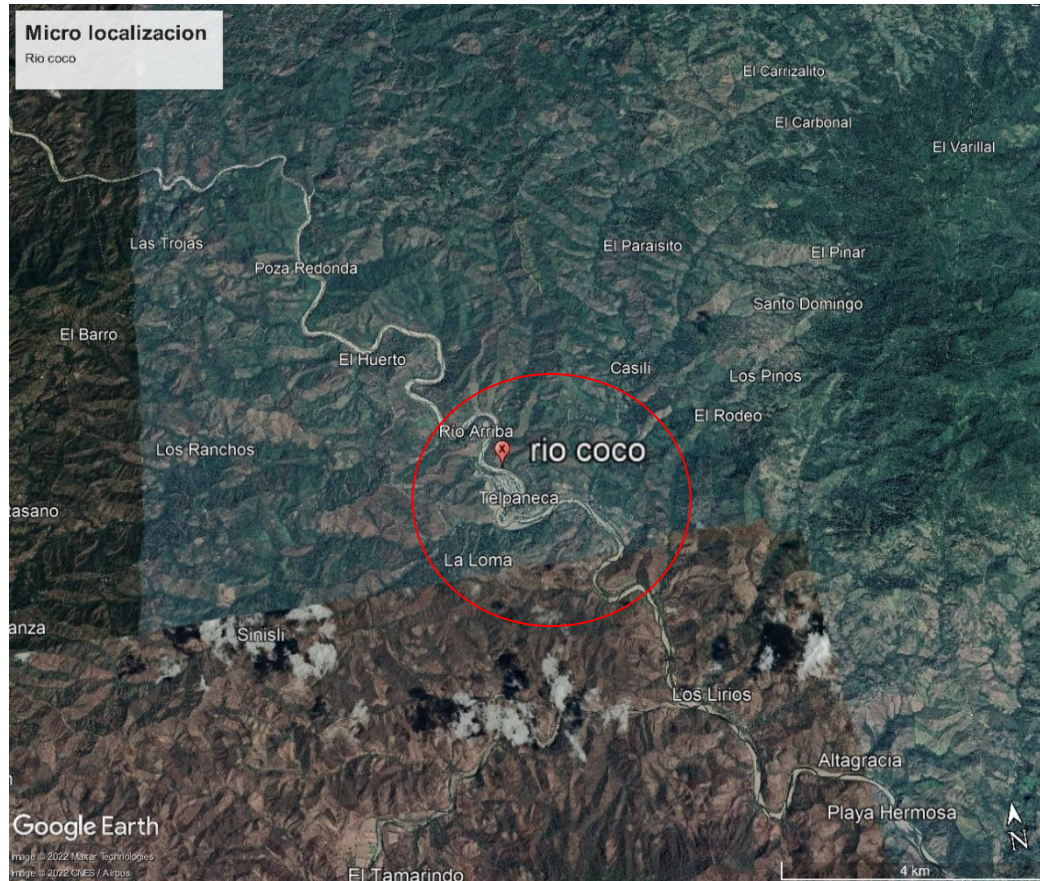
# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## 3.2.2 Micro localización, Río coco

Figura10

*Micro localización de arena Rio Coco*



Fuente: Tomada de Google Earth

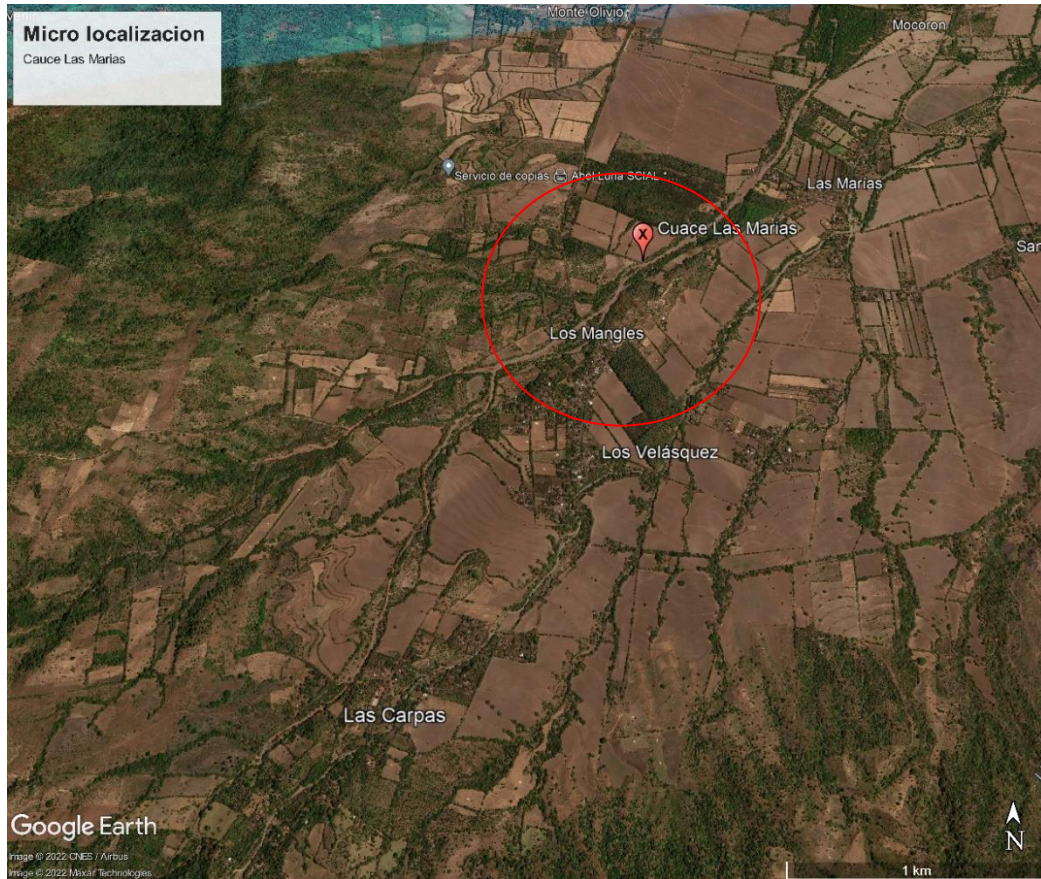
# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## 3.2.3 Micro localización, Cauce las Marías.

**Figura11**

*Micro localización de arena Las Marías*



*Fuente:* Tomada de Google Earth

# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## 3.2.4 Micro localización, Cerro Motastepe

Figura12

*Micro localización arena Motastepe*



Fuente: Tomada de Google Earth

## **Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



### **3.3. Unidades de Análisis**

Banco de Agregados finos en el occidente y zona norte del país (Mostatepe-Managua, Cauce Las Marías-León, Cauce Rico Coco Telpaneca-Estelí).

La cantidad de material extraído de cada uno de los bancos de arena fue aproximadamente de 100 libras, tomando en cuenta la normativa ASTM D-75 que la cantidad mínima de muestra en campo es de 25 libras.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la realización de este trabajo se utilizaron fuentes de recolección primaria y secundaria:

#### **Fuentes primarias.**

- Ensayos de laboratorio para identificar la calidad de los agregados finos

#### **Fuentes secundarias**

- Libros.
- Artículos.
- Tesis.
- Sitios web.

### **3.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos.**

A través de varios ensayos realizados en el laboratorio CYCSA para determinar la calidad de los Agregados (Finos) tomando en cuenta que está avalado por la ONA (Oficinal Nacional de Acreditación).

Cuenta con instrumentos y Herramientas calificadas que permiten realizar los múltiples ensayos normados por las normativas ASTM, brindando confiabilidad en cada una de las pruebas realizadas.

### **3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información**

**Microsoft Word.** Para elaborar el procesamiento del presente trabajo. Una de las Ventajas que presenta este programa es facilitar la redacción sobre el tema a investigar, permitiendo tener una estructura, presentación y dando diferentes opciones de insertado de Imágenes, dando la facilidad de citar documentos relacionados con el proyecto investigativo.

**Google Earth Pro.** posee una serie de funcionalidades indispensables para la realización de ciertas tareas, en la cual se utilizó para tener una representación geográfica de donde se encuentran los materiales que se están investigando y también para determinar el área en m<sup>3</sup> en que contiene de reservas en arena.

**Microsoft Excel:** se utilizó para la elaboración una hoja de cálculo con los datos obtenido de los ensayos realizados en el laboratorio.

**Alfresco.** Luego de exportar la base de datos de Excel, Se ocupa un programa personalizado por CYCSA para elaborar los reportes y graficas de las pruebas realizadas de los agregados.

### 3.7. Operalización de variables

Objetivos	Variable	Tipo de Variable	Definición Conceptual	Dimensión Operacional	Técnicas e instrumentos
<b>Analizar la calidad de arena de cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce río coco y su comportamiento para la elaboración del concreto.</b>	Calidad de la Arena	Dependiente	La calidad es un conjunto de propiedades y característica de un producto o servicio que le dan la aptitud de satisfacer los requisitos expresados o tácitos.	Pruebas en laboratorios normadas por la ASTM.	Observación.
<b>Obtener las muestras de los bancos de arena de cerro Motastepe, Cauce las Marías y Cauce río coco.</b>	Extracción de muestras de los bancos de arena.	Independiente	Se desarrolló con la finalidad de estudiar y determinar las características de los materiales que serán utilizados en las distintas capas estructurales del pavimento, por lo general los áridos provienen de la fragmentación de rocas ya sea por un proceso de disgregación natural, o bien promedio de un proceso mecánico.	Aplicación de normativa ASTM D-75.	Recolección de muestras.

<b>Realizar pruebas de laboratorio a los agregados finos basados en las normativas ASTM.</b>	Pruebas de laboratorio a los agregados finos	Dependiente	Sirve para evaluar la limpieza de los áridos finos o suelos poco plásticos, a través de un índice relativo a la proporción de material.	Aplicación de normativas ASTM C-33	Observación.
<b>Interpretar los resultados obtenidos según los ensayos realizados para determinar la calidad de los agregados.</b>	Resultados de laboratorio	Dependiente	Son obtenidos a través de un centro de pruebas para la determinación de la calidad de agregados, De los cuales suele ser expresados en Gráficas, tablas y conclusiones.	Gráficos, tablas y conclusiones.	Microsoft Excel y plataforma de Alfresco

**Tabla 6** Operalización de las variables

Fuente: Elaboración propia de los autores

#### **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADO.**

Para este capítulo se procedió a realizar las pruebas de laboratorio para agregado fino de la arena de Cerro Motastepe - Cauce Las Marías y Cauce río coco, para posteriormente interpretar los resultados obtenidos de dichas pruebas conforme las normativas ASTM C-33.

Todos estos ensayos se realizaron en el laboratorio de CYCSA de la ciudad de León.

Los ensayos que se realizaron para el agregado fino, fueron los siguientes:

**Tabla7**

Ensayos realizados en el laboratorio SYCSA

<b>Ensayos realizados</b>	<b>Método de referencia</b>
Granulometría	ASTM C136M-14
Módulo de finura	ASTM C136-06
Clasificación	Método SUCS
Limites	ASTM D-4318
Colorimetría	ASTM C40
Gravedad específica	ASTM C128-15
% Absorción	ASTM C128-15
% Humedad natural	ASTM C566-19
PVSS	ASTM C29
PVSC	ASTM C29
Azul de metileno	AASHTO T330
Equivalente de arena	ASTM D-2419.

*Fuente:* Elaboración propia de los autores

Antes de someter las muestras de arenas a los diferentes ensayos que se le realizaron, fue necesaria una preparación previa, conocida como cuarteo. El objetivo del cuarteo de la muestra es el de homogenizarla para que la muestra sea representativa, de tal manera que los resultados obtenidos para cada ensayo sean representativos.

#### **4.1. Determinación del Análisis Granulométrico de los Agregados Finos y el Módulo de Finura**

- **Granulometría**

Consiste en separar por medio de mallas, los diferentes tamaños de agregados que componen la muestra de arena. La norma indica que la granulometría de los materiales debe estar contenida dentro de ciertos límites, para que el material presente una calidad adecuada. Para este ensayo se realizó el siguiente procedimiento:

Se prepara una muestra representativa del agregado a ensayar, posterior a esto se colocan los tamices a usar de mayor a menor diámetro de la siguiente manera: 3/8", No. 4, No 8, No.16, No.30, No. 50, No. 100, No. 200 y un fondo.

#### **Figura13**

*Tamices para el análisis granulométrico del agregado fino*



*Nota:* Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA

Una vez colocados los tamices se deposita el material y se criba por medio de un movimiento de vaivén por un periodo de 5 minutos, pasado este tiempo se pesa lo retenido por cada tamiz

- **Módulo de finura**

El objetivo es obtener el número empírico denominado módulo de finura del material fino; con ayuda de la granulometría efectuada. Este resultado debe estar contenido dentro del parámetro de 2.3 a 3.2

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**

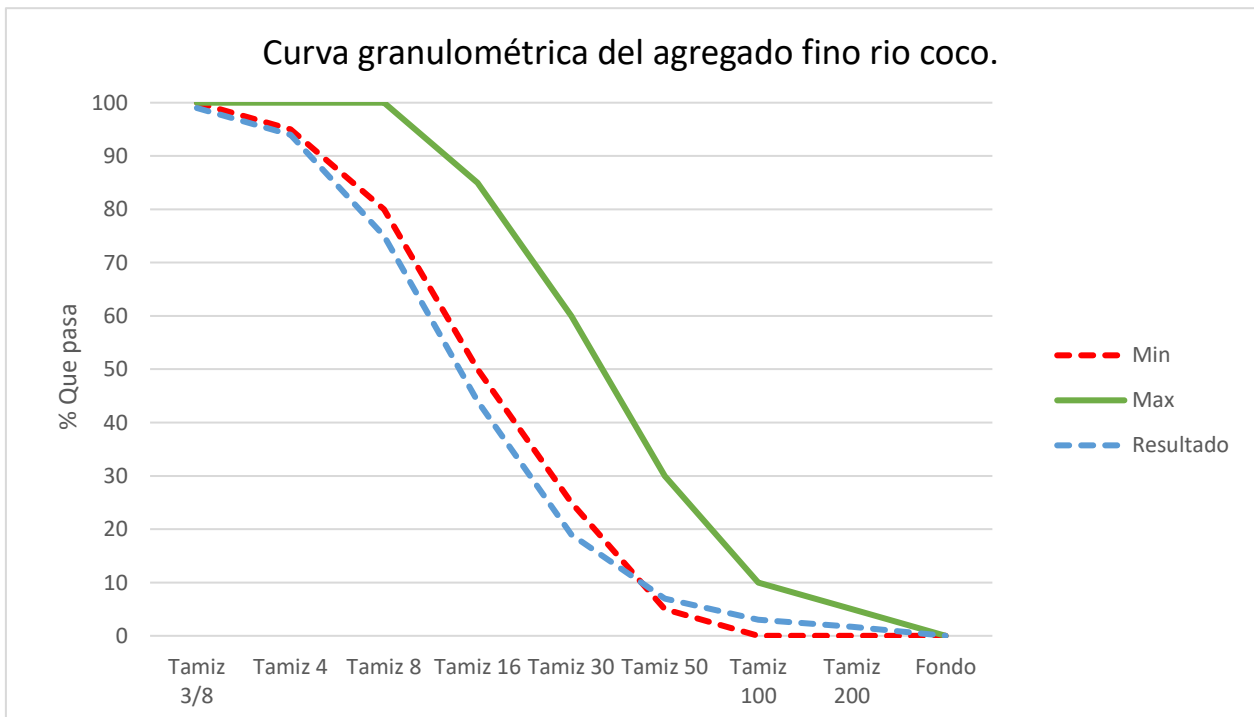


**Tabla8**  
*Análisis granulométrico de Arena Rio Coco*

Descripción	Unidad	Resultado	Método de referencia	Min	Max
<b>Tamiz 3/8</b>	(%) (P/P)	99	ASTM C136M-14	100	100
<b>Tamiz 4</b>	(%) (P/P)	94	ASTM C136M-14	95	100
<b>Tamiz 8</b>	(%) (P/P)	75	ASTM C136M-14	80	100
<b>Tamiz 16</b>	(%) (P/P)	44	ASTM C136M-14	50	85
<b>Tamiz 30</b>	(%) (P/P)	19	ASTM C136M-14	25	60
<b>Tamiz 50</b>	(%) (P/P)	7	ASTM C136M-14	5	30
<b>Tamiz 100</b>	(%) (P/P)	3	ASTM C136M-14	0	10
<b>Tamiz 200</b>	(%) (P/P)	1.70	ASTM C136M-14	0	5
<b>Fondo</b>	(%) (P/P)	0	ASTM C136M-14	0	0

Fuente: Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

**Figura14**  
*Curva granulométrica - Arena Rio Coco*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**

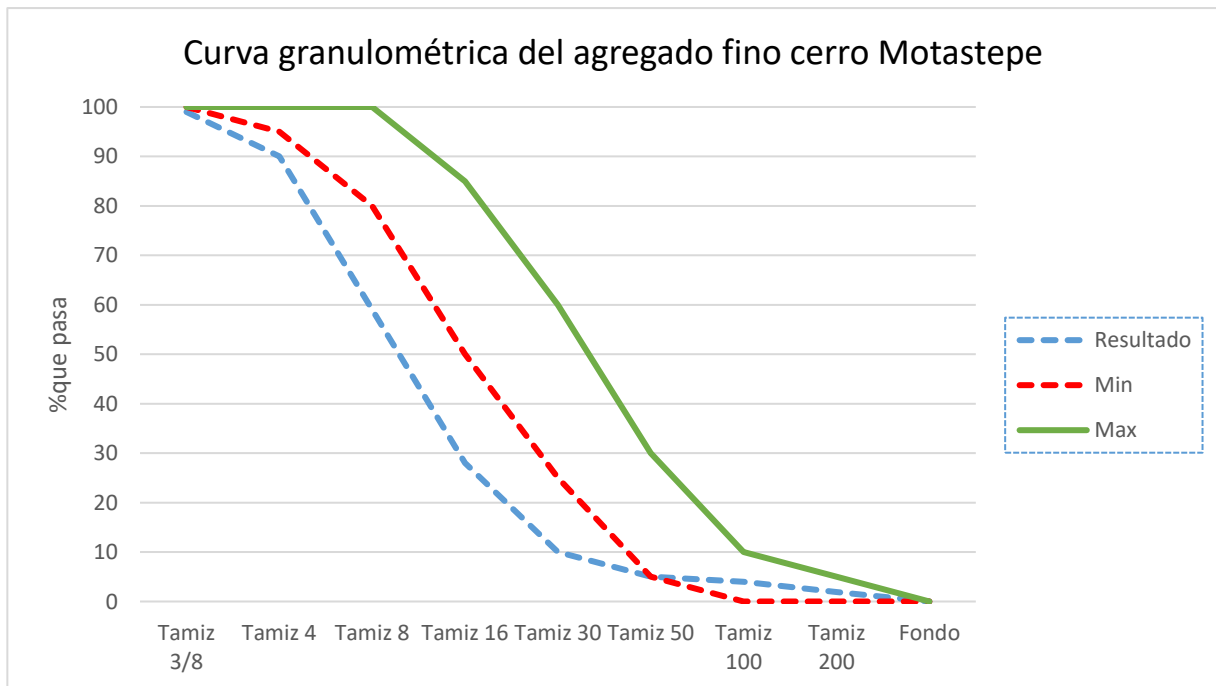


**Tabla9**  
*Análisis granulométrico Arena Motastepe*

Descripción	Unidad	Resultado	Método de referencia	Min	Max
<b>Tamiz 3/8</b>	(%) (P/P)	99	ASTM C136M-14	100	100
<b>Tamiz 4</b>	(%) (P/P)	90	ASTM C136M-14	95	100
<b>Tamiz 8</b>	(%) (P/P)	59	ASTM C136M-14	80	100
<b>Tamiz 16</b>	(%) (P/P)	28	ASTM C136M-14	50	85
<b>Tamiz 30</b>	(%) (P/P)	10	ASTM C136M-14	25	60
<b>Tamiz 50</b>	(%) (P/P)	5	ASTM C136M-14	5	30
<b>Tamiz 100</b>	(%) (P/P)	4	ASTM C136M-14	0	10
<b>Tamiz 200</b>	(%) (P/P)	1.90	ASTM C136M-14	0	5
<b>Fondo</b>	(%) (P/P)	0	ASTM C136M-14	0	0

Fuente: Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

**Figura15**  
*Curva Granulométrica - Arena Motastepe*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Tabla10**

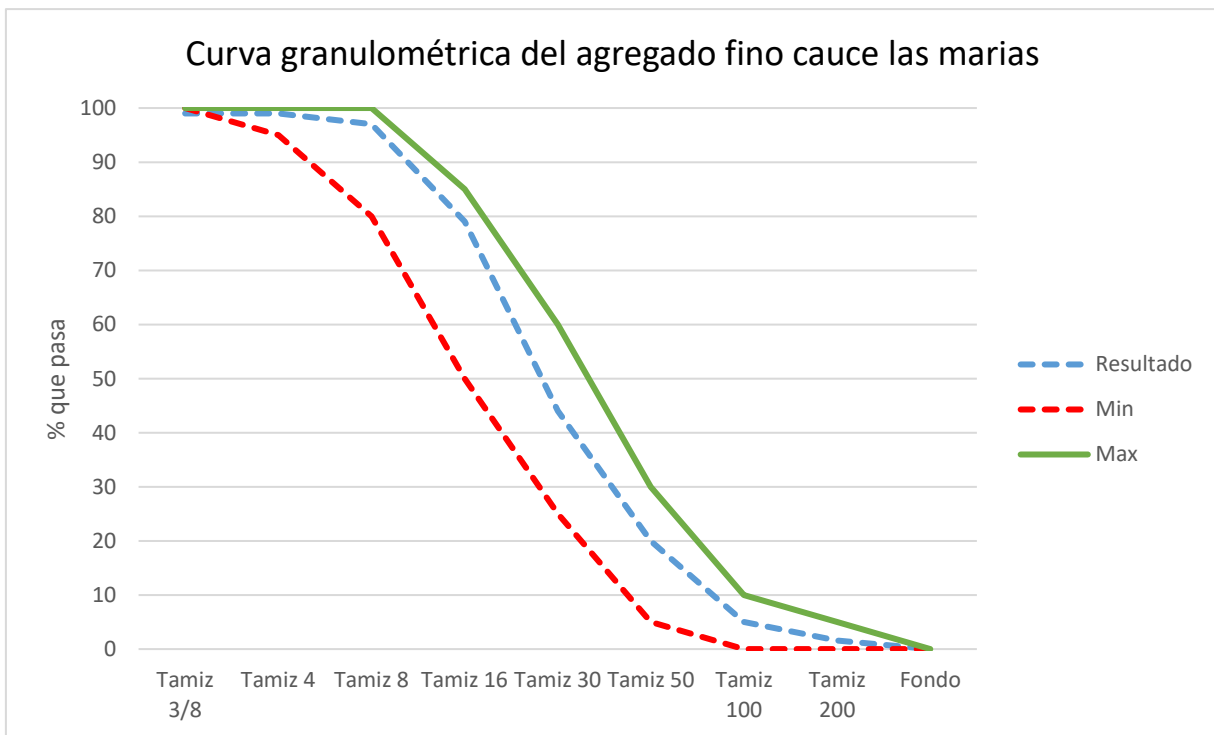
*Análisis granulométrico arena las Marías*

Descripción	Unidad	Resultado	Método de referencia	Min	Max
<b>Tamiz 3/8</b>	(%) (P/P)	99	ASTM C136M-14	100	100
<b>Tamiz 4</b>	(%) (P/P)	99	ASTM C136M-14	95	100
<b>Tamiz 8</b>	(%) (P/P)	97	ASTM C136M-14	80	100
<b>Tamiz 16</b>	(%) (P/P)	79	ASTM C136M-14	50	85
<b>Tamiz 30</b>	(%) (P/P)	44	ASTM C136M-14	25	60
<b>Tamiz 50</b>	(%) (P/P)	20	ASTM C136M-14	5	30
<b>Tamiz 100</b>	(%) (P/P)	5	ASTM C136M-14	0	10
<b>Tamiz 200</b>	(%) (P/P)	1.60	ASTM C136M-14	0	5
<b>Fondo</b>	(%) (P/P)	0	ASTM C136M-14	0	0

Fuente: Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

**Figura16**

*Curva granulométrica - Arena las Marías*



# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



**Tabla11**

*Módulo de finura*

Método de Referencia		ASTM C-136-06
<b>Código de Laboratorio</b>	Nombre Muestra	Módulo de finura ((%) (P/P))
<b>MS-10804-22</b>	BANCO RIO COCO	3.60
<b>MS-10805-22</b>	BANCO MOTASTEPE	4.05
<b>MS-10806-22</b>	BANCO MARIAS	2.57

*Fuente:* Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

## **Resultados:**

Según los límites que establece la especificación ASTM C-33, a continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de las arenas en estudio:

### Arena Rio Coco

- Como puede observarse en la figura 14, la granulometría se cumple en los tamices n°50, n°100, n°200, y en los demás no. Por lo tanto, la granulometría en general no está dentro de la especificación.
- El módulo de finura es 3.60, la especificación indica que el módulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, ni que varíe en más de 0.2 del valor típico de la fuente del abastecimiento del agregado. No cumple

### Arena Motastepe

- Como puede observarse en la figura 15, la granulometría se cumple en los tamices n°50, n°100, n°200, y en los demás no. Por lo tanto, la granulometría en general no está dentro de la especificación.
- El módulo de finura es 4.05, por lo que mencionado en el anterior resultado. No cumple

### Arena Las Marías

- Como puede observarse en la figura 16, la granulometría se encuentra dentro de los límites. Por lo tanto, la granulometría en general está dentro de la especificación.
- El módulo de finura es 2.57. Si cumple, el valor está dentro del rango.

#### **4.2. Determinación de los Límites de Atterberg ASTM D-4318**

- **Determinación del límite líquido (LL)**

El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, que debe tener un suelo moldeado para que una muestra del mismo en que se haya moldeado una ranura de dimensiones estándar al someterlo a 25 golpes bien definidos, se cierre sin resbalar en su apoyo. En el laboratorio se determina esta propiedad de los suelos.

#### **Procedimiento**

1. El material a ensayar se criba por la malla No. 40 con una fracción de suelo considerada para la realización de dicho ensayo.
2. Se ajustó la altura de caída de la copa de Casagrande, para que la copa tenga una altura de caída de 1 cm aproximadamente.
3. Se coloca una muestra de arena en el plato de porcelana, y se le agrega pequeñas cantidades de agua. Con ayuda de la espátula se mezcla hasta obtener una pasta homogénea y de consistencia suave.
4. Parte de la mezcla se coloca en la copa, presionando y extendiendo con la espátula hasta formar una capa de 1 cm de espesor en el centro, con el cuidado de que no quedaran burbujas de aire atrapadas.
5. Con ayuda del ranurador, se corta un canal de la arena cuidando de no desplazar la arena adyacente a la ranura.
6. Una vez colocada la muestra, se dio vuelta a la manija de la copa de Casagrande a una velocidad de dos golpes por segundo, dando diecisiete golpes. Una vez terminado los diecisiete golpes la ranura deberá tener una distancia de 13 mm.
7. Se toma una muestra de arena de la copa y se coloca en una pequeña tara limpia y seca, determinando su peso húmedo.
8. Se limpia la copa y se repite los pasos 2, 4, 5, 6 y 7 para dos diferentes contenidos de humedad, con la diferencia que en vez de diecisiete golpes como lo fue para el primero, se den veinticinco y treinta y tres golpes respectivamente.

**Figura17**

*Ensayo de límites de consistencia, muestras, y copa Casagrande para el ensayo*



*Fuente: Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA*

- **Determinación del límite plástico (LP).**

El límite plástico se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje, cuando comienza a agrietarse un rollo formado con el suelo de 3mm de diámetro, al rodarlo con la mano sobre una superficie lisa y absorbente.

Procedimiento:

1. Se toma aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de la muestra que se usa en el ensayo de límite líquido, procurando que tenga una humedad uniforme cerca de la humedad óptima.
2. Se amasa con la mano, formando rollitos sobre la placa de vidrio hasta que se forma un cilindro de 3 mm de diámetro.
3. Se vuelve amasar el suelo y a formar los cilindros, repitiendo esta operación tantas veces como fuese necesario para reducir, gradualmente, la humedad por evaporación, hasta que el cilindro se empiece a endurecer.
4. El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta al ser reducido a 3 mm de diámetro.
5. Se divide en proporciones y se ponen los pedazos en dos taras pequeñas.
6. Se pesa en la balanza y se registra su peso.

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



7. Se introduce la muestra en el horno por un periodo de 24 horas y se determina su peso seco.

### Resultados:

Por medio del ensayo de los límites de Atterberg se pudo dar cuenta que el material es no plástico, ya que la realización tanto del límite líquido como del límite plástico se hizo imposible su determinación, a pesar de haberse tratado de realizar el ensayo dos veces.

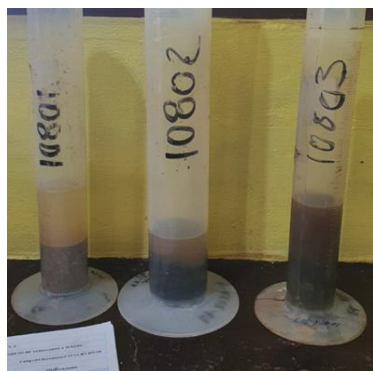
### 4.3. Determinación de las impurezas orgánicas en el agregado fino para mezclas de concreto ASTM C – 40.

Procedimiento:

1. Se toma por cuarteo 500 gramos de arena que pase la malla No.4. 2.
2. Con ayuda del embudo, se llena una botella hasta la marca correspondiente a 130 ml. con la muestra de arena que se vaya a ensayar y se añade la solución de hidróxido de sodio, hasta que el volumen de la arena y del líquido sea de 200 ml, finalmente, se tapa la botella se agita vigorosamente durante 2 minutos, como existe penetración de solución en las arenas durante el agitado, se completa nuevamente a 200 ml con la solución y se deja reposar durante 24 horas.
3. Transcurrido el tiempo indicado, se compara el color del líquido que quede sobre la muestra (después del asentamiento de la arena) con la tabla de color estándar de referencia.

**Figura19**

*Impurezas orgánicas en las muestras*



**Figura18**

*Color estándar de referencia*



Fuente: Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA

# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



**Tabla12**

*Resultados de las impurezas orgánicas*

Método de Referencia		ASTM C40
Código de laboratorio	Nombre muestra	Color
MS-10804-22	BANCO RIO COCO	1
MS-10805-22	BANCO MOTASTEPE	4
MS-10806-22	BANCO MARIAS	4

*Fuente:* Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

## **Resultados:**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las impurezas orgánicas en las arenas en estudio:

Arena Rio Coco, color de la solución es 1, por lo que está en el rango establecido por la norma. Si cumple

Arena Motastepe, color de la solución es 4, por arriba de los establecido en la norma. No cumple

Arena Las Marías, color de la solución es 4, por arriba de lo establecido en la norma. No cumple

## **4.4. Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino ASTM C – 128**

Antes de realizar este ensayo se prepara previamente una muestra del material, y se selecciona el método gravimétrico para determinar la gravedad específica. Una vez obtenida la muestra a ensayar se llena el picnómetro con agua y se le agrega la muestra preparada anteriormente, luego se le agrega agua adicional hasta llenar el 90% el picnómetro, concluido esto manualmente se rodó y agio el picnómetro para eliminar burbujas de aire atrapadas en la muestra.

Se introduce la muestra en el horno por un periodo de  $1 \pm \frac{1}{2}$  hora y se determina el peso.

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Figura20**

*Determinación de la gravedad específica en las muestras de arena*



*Fuente:* Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA

**Tabla13**

*Resultados de la gravedad específica y el porcentaje de absorción*

Método de Referencia		ASTM C128-15	ASTM C128-15	ASTM C128-15	ASTM C128-15
		Gravedad Específica.	Gravedad Específica (SSS)	Gravedad Específica Aparente	Absorción ((%) (P/P))
Código de laboratorio	Nombre muestra				
MS-10804- 22	BANCO RIO COCO	2.4	2.44	2.51	1.89
MS-10805- 22	BANCO MOTASTEPE	2.25	2.31	2.4	2.77
MS-10806- 22	BANCO MARIAS	2.19	2.47	3.03	11.18

*Fuente:* Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



### 4.5. Determinación del porcentaje de humedad de los agregados

Procedimiento:

1. Se toma una muestra representativa colocada en una bolsa de plástico negro cuando se realiza el proceso de extracción de la muestra en cada uno de los bancos.
2. Se pesa la muestra húmeda.
3. Se coloca la muestra en una tara y se deposita en el horno durante 24 horas aproximadamente.
4. Se retira la muestra del horno y se determina su peso seco.
5. Se calcula el contenido de humedad en porcentaje del agregado

**Tabla14**

*Resultados del porcentaje de humedad natural de las arenas*

Método de referencia		ASTM C566-19
Código de laboratorio	Nombre muestra	Humedad natural ((%) (P/P))
<b>MS-10804-22</b>	Banco de Rio Coco	7.30
<b>MS-10805-22</b>	Banco de Motastepe	14.14
<b>MS-10806-22</b>	Banco la María	12.27

*Fuente:* Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

### 4.6. Determinación de los pesos unitarios seco sueltos y seco compacto de los agregados finos ASTM C – 29

- **Determinación del peso volumétrico o peso unitario seco suelto (PVSS)**

Procedimiento

1. Se seleccionó una muestra representativa de la arena, previamente seca.
2. Se tomó nota del peso y volumen del molde que se utilizó.

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



3. Se depositó el material en el molde, realizándolo con la ayuda del cucharón a una altura constante sobre la parte superior del molde, la cual no excedió los cinco centímetros.
4. Una vez llenado el molde, se enraso con ayuda de la regla metálica.
5. Se anotó el peso del molde con el material contenido.

### Figura21

*Muestra peso volumétrico seco suelto*



*Fuente:* Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA

- **Determinación del peso volumétrico o peso unitario seco compacto (PVSC)**

### Procedimiento

Al igual que en el PVSC, se seleccionó, peso y se calibro el recipiente a usar, luego con ayuda de un cucharón y a una altura no mayor de cinco centímetros se depositó el material en el recipiente en tres capas, cada capa a un tercio de la altura del recipiente, a cada capa se le aplicó veinticinco golpes con ayuda de la varilla punta de bala, se distribuyó los golpes en toda el área procurado que esta no tocara el fondo del recipiente.

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



Se realizó en mismo procedimiento para las dos capas siguientes, una vez llenado el recipiente se enraso y se tomó el peso del recipiente más el molde.

**Figura22**

*Muestra peso volumétrico seco compactado*



*Fuente:* Elaboración Propia. Tomada durante los ensayos en Laboratorios CYCSA

**Tabla15**

*Pesos volumétricos de las arenas*

Método de Referencia		ASTM C29	ASTM C29	ASTM C30
Código de laboratorio	Nombre muestra	PVSS (kg/m <sup>3</sup> )	PVSC (kg/m <sup>3</sup> )	Diferencia (kg/m <sup>3</sup> )
<b>MS-10804-22</b>	BANCO RIO COCO	1430	1640	210
<b>MS-10805-22</b>	BANCO MOTASTEPE	1230	1360	130
<b>MS-10806-22</b>	BANCO MARIAS	1430	1580	150

*Fuente:* Datos obtenidos del Laboratorio CYCSA

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**4.7. Azul de metileno, ASSHTO t 330-07(2011)**

El Valor de Azul de Metileno determinado mediante este estándar se puede utilizar para estimar la cantidad de arcillas dañinas y materia orgánica presente en el agregado.

Un valor alto de azul de metileno indica una gran cantidad de arcilla o materia orgánica presente en la muestra.

**Tabla16**

*Desempeño esperado de azul de metileno*

<b>Azul de Metileno (mg/g)</b>	<b>Desempeño Esperado</b>
<b>≤ 6</b>	Excelente
<b>7 – 12</b>	Marginalmente aceptable
<b>13 – 19</b>	Problemas/ posibles fallas
<b>≥ 20</b>	Falla

*Fuente: Tomada de la AASHTO T 330*

**Procedimiento:**

Tamizar la muestra de arena

- Se trabaja con lo que pase la malla No 200 secado a peso constante.
- Preparar solución de azul de metileno y colocarla en bureta de 50 ml.
- Preparar suspensión de finos pasa 200 con agua.
- Titular la suspensión de finos con la solución de azul de metileno hasta que se forme un halo azul en una gota de prueba en papel filtro.

**Tabla17**

*Resultados de azul de metileno*

<b>Método de referencia</b>		<b>AASHTO T330</b>
<b>Código de laboratorio</b>	Nombre muestra	Azul de Metileno (mg/g)
<b>MS-10804-22</b>	Banco Rio Coco	6
<b>MS-10805-22</b>	Banco Motas tepe	6

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



<b>MS-10806-22</b>	Banco la Marías	5
--------------------	-----------------	---

*Fuente:* Datos obtenidos del laboratorio. CYCSA

### 4.7. Valor Equivalente de Arena de Agregado Fino ASTM D 2419

Un volumen medido de suelo o agregado fino y una pequeña cantidad de solución floculante son colocados dentro de un cilindro plástico graduado y es agitado para aflojar los revestimientos de arcilla en las partículas de arena en el espécimen de ensayo. Entonces el espécimen es “irrigado” usando solución floculante adicional forzando al material de arcilla entrar en suspensión sobre la arena. Después de un período de sedimentación prescrito, la altura de arcilla floculada es leída y la altura de arena en el cilindro es determinada. El equivalente de arena es la relación de la altura de arena a la altura de arcilla por 100.

Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, finura y carácter de material de arcilla presente en el espécimen de ensayo.

Un valor mínimo de equivalente de arena puede ser especificado para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en un agregado.

Este método de ensayo provee un método de campo rápido para determinar cambio en la calidad de los agregados durante la producción o colocación.

**Tabla18**

*Resultados del equivalente de arena*

<b>Método de referencia</b>		<b>ASTM D-2419</b>
<b>Código de laboratorio</b>	Nombre muestra	Equivalente de arena. ((%) (P/P))
<b>MS-10804-22</b>	Banco Rio Coco	98
<b>MS-10805-22</b>	Banco Motas tepe	99
<b>MS-10806-22</b>	Banco la Marías	99

*Fuente:* Datos obtenidos del laboratorio. CYCSA

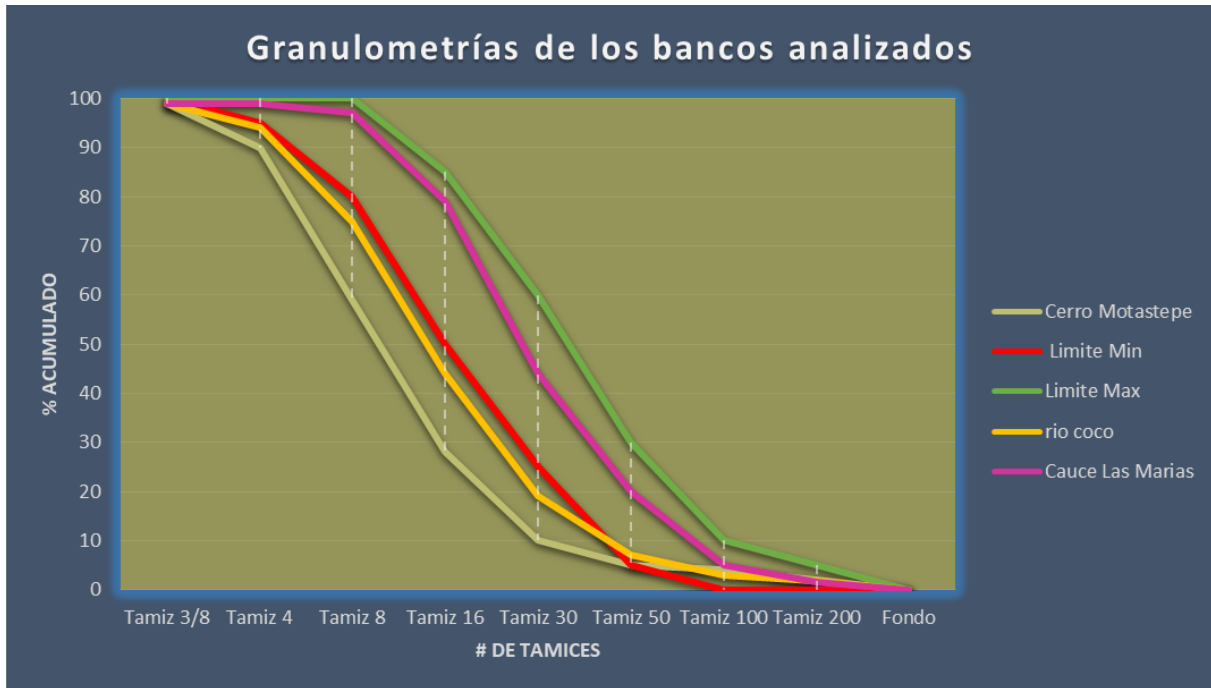
# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



- Análisis de Granulometrías:

**Figura23**

*Resultado granulométrico de las tres muestras en estudio*



*Fuente:* Elaboración propia de los autores

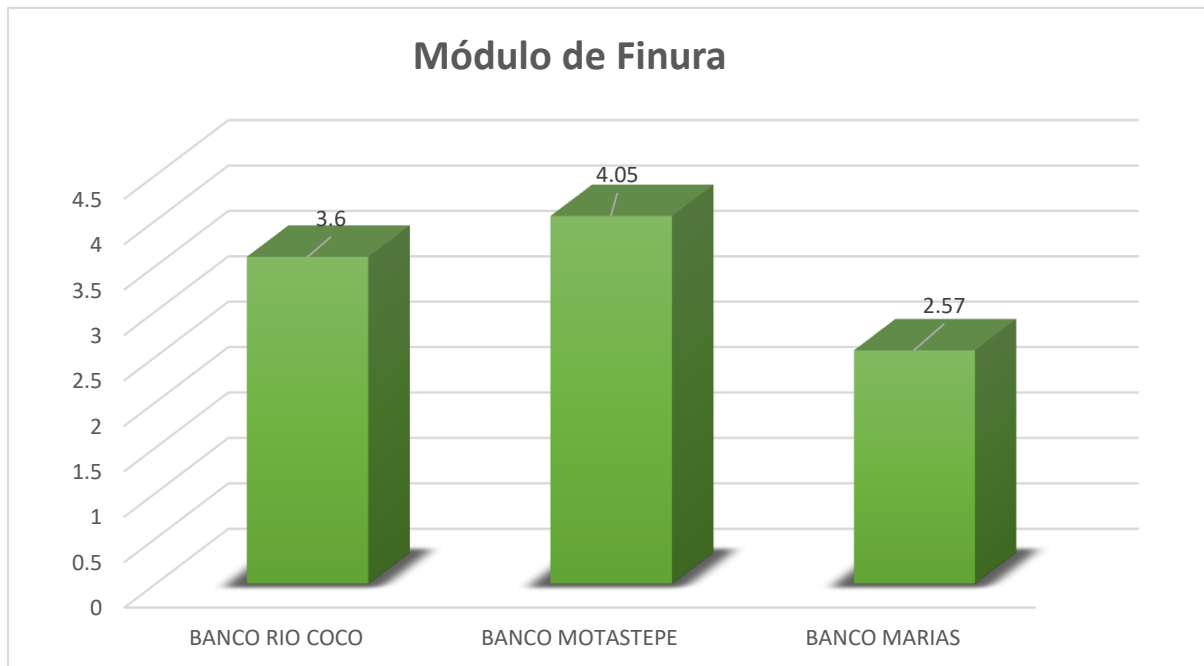
La granulometría permite conocer un dato importante en la dosificación del concreto, que es el módulo de finura, que se ocupa tanto para el método del ACI, como para el de curvas de Abrams.

Se puede observar en el gráfico que solo la arena del Cauce Las Marías, cumple con la especificación de granulometría al estar dentro del límite mínimo y máximo de acuerdo con lo establecido en las normativas ASTM. Mientras que las granulometrías de la arena de Cerro Motastepe y Cauce Río Coco se encuentran fuera de estos límites en los tamices (n°50, n°100, n°200).

Así mismo, se presentan los resultados obtenidos del módulo de finura de las arenas analizadas que ocupa el método de curvas de Abrams, para determinar la relación grava-arena por peso<sup>2</sup> en diferentes tamaños de grava, mismo que ayuda en la determinación de contenido de agua requerido en la dosificación.

Figura24

Resultados de módulo de finura



Fuente: Elaboración propia de los autores

Se sabe que el Módulo de Finura representa un tamaño ponderado de la muestra de arena más no una distribución de las partículas. Según la norma ASTM, la arena debe tener un módulo de finura entre valores de 2.3 y 3.1. Esta especifica que la variación del módulo de finura de la arena no debe variar en  $\pm 0.2$  de la base del módulo para una determinada obra.

En la apreciación del módulo de finura, se estima que:

$2.2 \leq MF \leq 2.8$  Arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.

$2.8 \leq MF \leq 3.2$  Arenas comprendidas entre los módulos 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

Los resultados muestran que solo la arena de Las Marías, está dentro de los parámetros, y las arenas de Río Coco y Motastepe están por encima de lo establecido, lo cual afecta directamente en la resistencia del concreto.

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



- **Análisis de Colorimetría (Impurezas orgánicas):**

**Tabla19**

*Contenido de materia orgánica obtenido de las arenas analizadas*

Nombre muestra	Contenido de materia orgánica	Cumple / No cumple.
<b>Banco Rio Coco</b>	1	<b>Cumple</b>
<b>Banco Motastepe</b>	4	<b>No cumple</b>
<b>Banco Las Marías</b>	4	<b>No cumple</b>

*Fuente:* Elaboración propia de los autores

Se puede observar que las arenas de Motastepe y Las Marías, no cumplen con la especificación de calidad ya que para aprobarla se requiere que tenga un contenido bajo o nulo de materia orgánica, de acuerdo con la tabla de colores.

Esto puede deberse en gran medida a diferentes factores como malas condiciones de almacenamiento del material, ya que puede existir vegetación cercana en la zona, o muchas veces el material amontonado se ve expuestos al aire, a la humedad y/o al efecto de la materia orgánica.

Se aconseja realizar más pruebas antes de aprobar al agregado fino para uso en hormigón. Ya que la materia orgánica puede no ser dañina para el concreto, o el color puede deberse a minerales con contenido de hierro. Por esta razón, se requieren más pruebas. Se hacen cubos de concreto utilizando el agregado mencionado, y se compara su resistencia con la de otro concreto hecho con las mismas proporciones en la mezcla, pero con un agregado de calidad conocido.

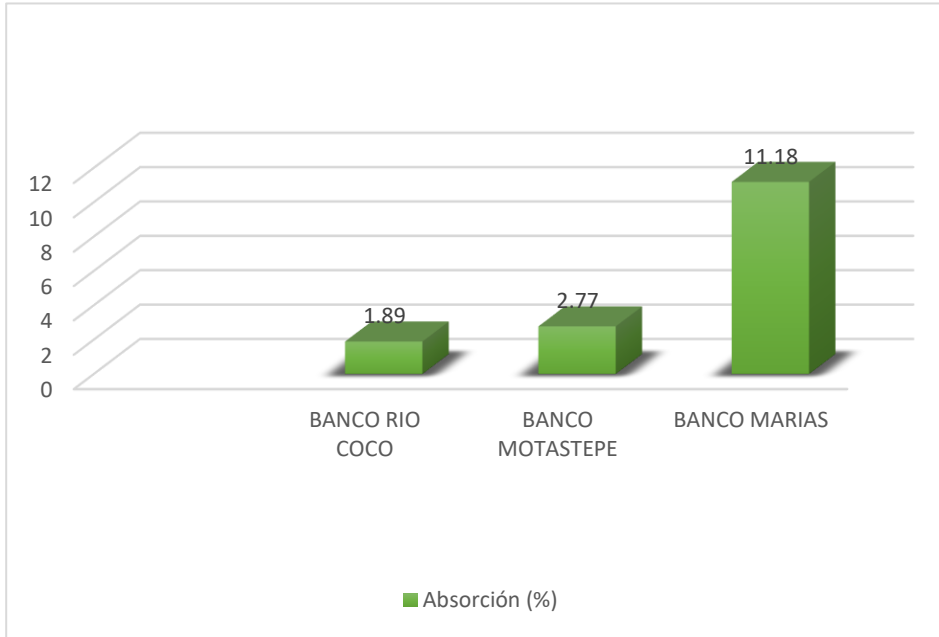
# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



- Análisis del porcentaje de absorción y gravedad específica de las arenas

**Figura25**

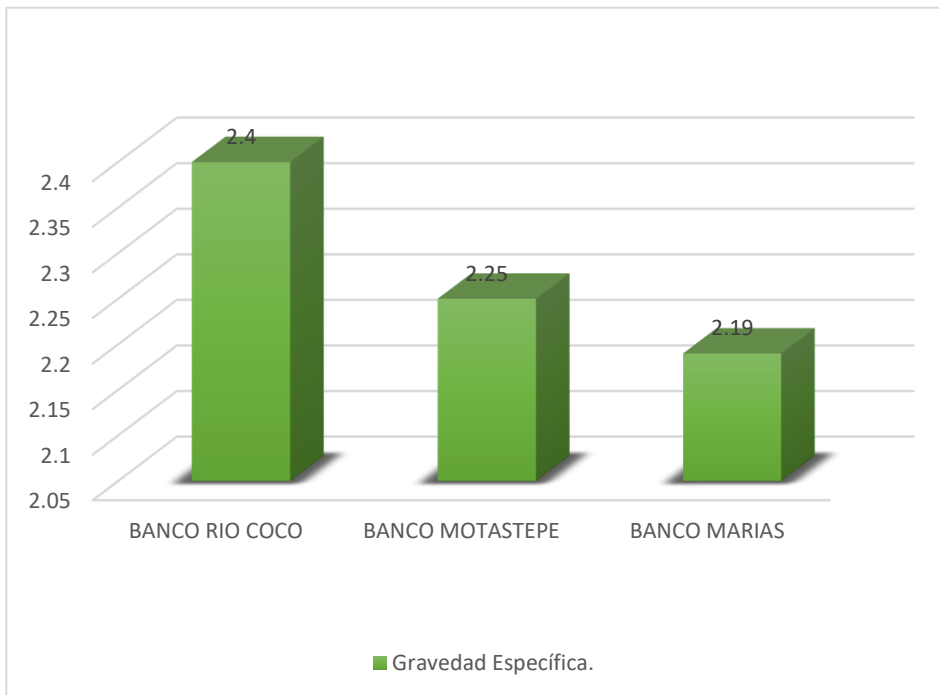
*Resultados del porcentaje de absorción de las muestras*



Fuente: Elaboración propia de los autores

**Figura26**

*Resultados de la gravedad específica de las arenas*



Fuente: Elaboración propia de los autores

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



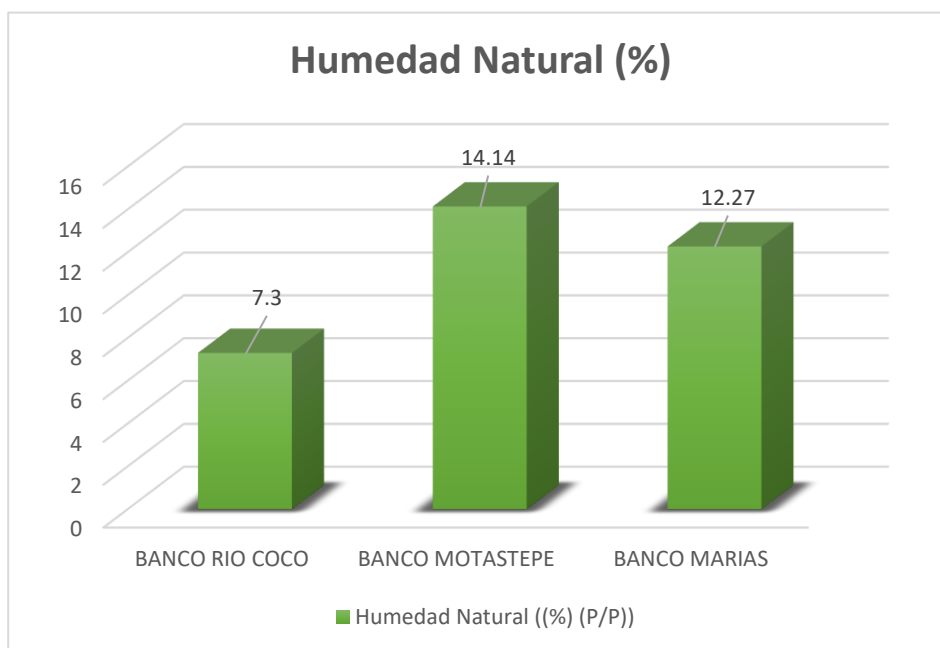
Los resultados de absorción de agua en las arenas y los de contenido de humedad, son requeridos para hacer correcciones en la cantidad de agua de una dosificación. Son presentadas en la figura 25, donde se puede determinar cuál de estas tiene mayor absorción debido a la porosidad y tipo de rocas que conforman a las arenas.

Las densidades obtenidas de las diferentes muestras de arena, presentan valores que se indican en la figura 26. Este es un dato requerido para realizar el cálculo de dosificación del concreto hidráulico en cuanto a la cantidad de arena requerida, ya sea por peso o por volumen.

- **Análisis del porcentaje de humedad natural**

**Figura27**

*Resultado del porcentaje de humedad natural de las muestras*



*Fuente:* Elaboración propia de los autores

El comportamiento de las arenas analizadas presenta diferentes contenidos de humedad de acuerdo con la fecha de revisión y porosidad del material. Este dato es relevante para la dosificación, en cuanto a la relación agua/cemento requerido y la afectación que se produce en la resistencia del concreto hidráulico. Es necesario hacer

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



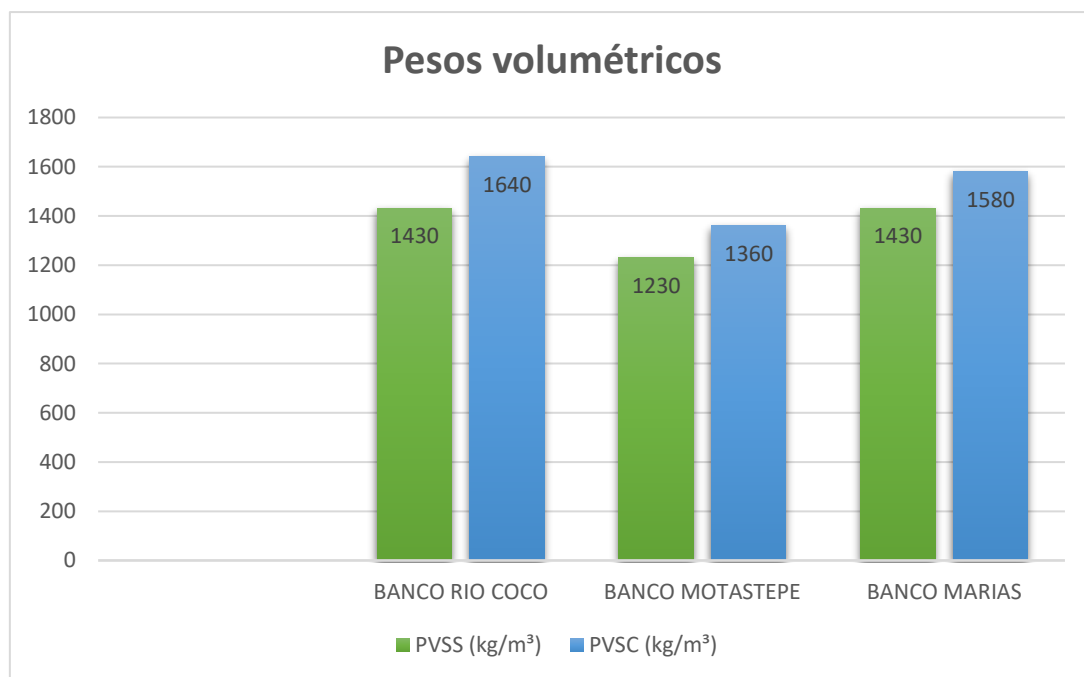
constantes mediciones del contenido de agua de las arenas para hacer las correcciones de la cantidad de agua en las dosificaciones para diferentes resistencias del concreto. Una arena con menor capacidad de agua retenida permite realizar una corrección con menores posibilidades de error para la cantidad de agua requerida en el concreto.

En los resultados obtenidos el contenido de humedad de las arenas, se debe tomar en cuenta que este parámetro varía durante el año dependiendo del clima bajo el cual se encuentre afectado el material. Cabe mencionar que las muestras se extrajeron en periodo de invierno.

- **Análisis de los PVSS Y PVSC:**

**Figura28**

*Peso volumétrico seco suelto y seco compactado de las arenas analizadas*



*Fuente:* Elaboración propia de los autores

Los análisis de los pesos volumétricos ya sea seco suelto o seco compactado (PVSS, PVSC), presenta variaciones de acuerdo con el tipo de roca de la cual se formaron las arenas, de los componentes minerales si son más pesados o menos, así como de la

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco

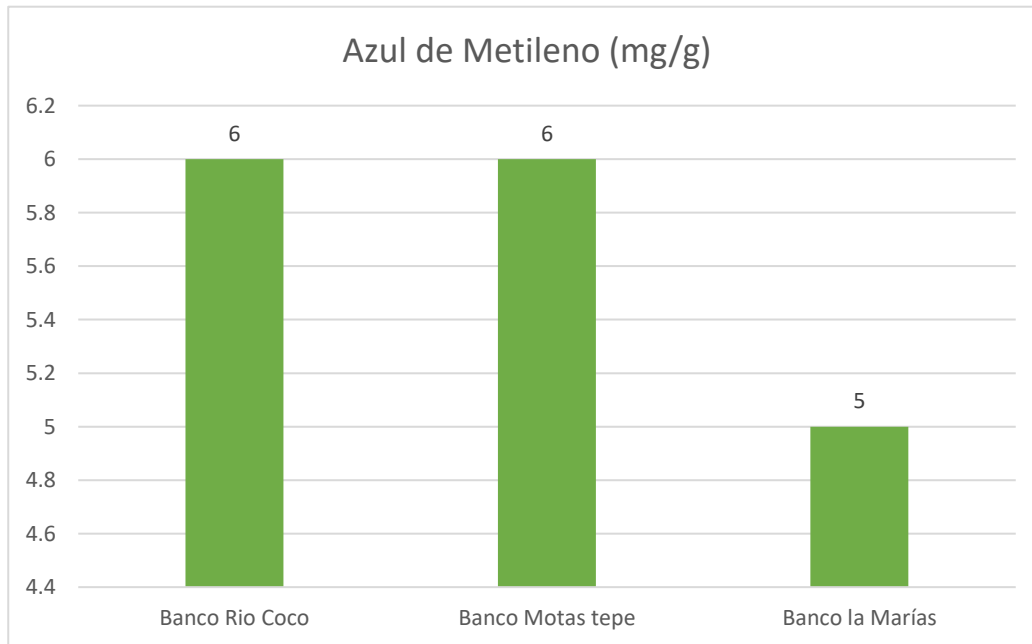


porosidad de la arena, una mayor cantidad de poros significa mayor vacío dentro de la partícula de arena y menor peso en consecuencia. El método de curvas de Abrams para la dosificación del concreto, toma en cuenta el valor del peso volumétrico seco suelto de la arena para determinar el volumen del concreto, donde a mayor peso volumétrico seco suelto, menor volumen de arena. En el transporte de materiales, un mayor peso volumétrico indica que se puede trasladar menor cantidad de material en los camiones de carga por lo tanto se encarece y afecta el costo de producción del concreto.

- **Análisis del azul de metileno y equivalente de arena**

**Figura29**

*Resultados del azul de metileno en las muestras analizadas*



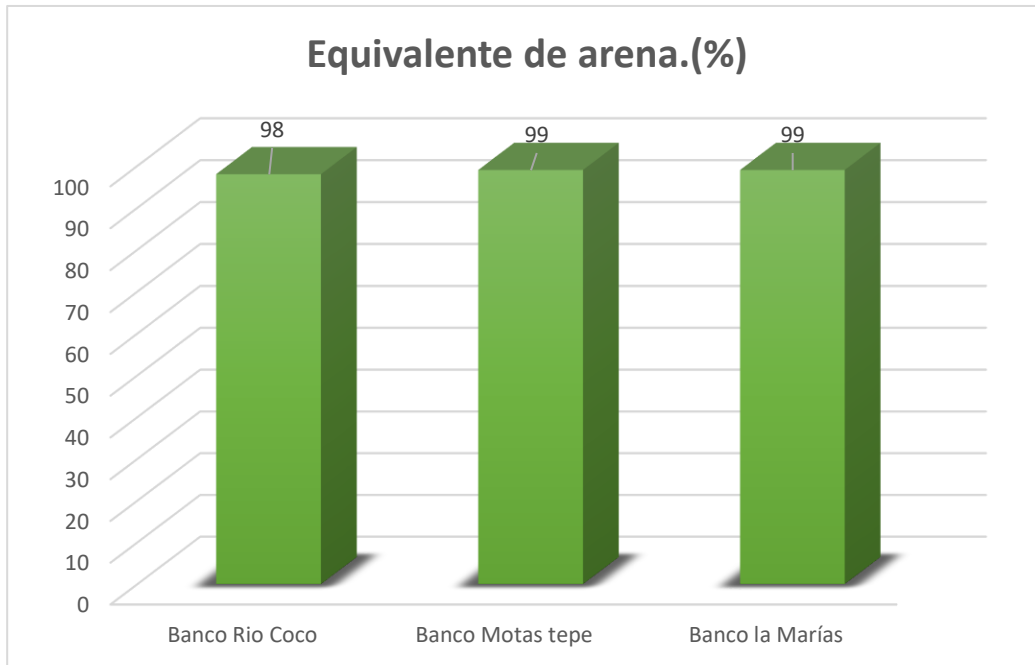
*Fuente:* Elaboración propia de los autores

## Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



**Figura30**

*Resultados de equivalente de arena en las muestras analizadas*



*Fuente:* Elaboración propia de los autores

El ensayo de equivalente de arena y azul de metileno pueden ser desarrollados en conjunto con el fin de obtener información precisa acerca de la cantidad y posible comportamiento de la fracción fina (pasa tamiz No 200) de determinado material, en donde tienen mayor relevancia las arcillas y el material orgánico, cuyo papel frente a un análisis estructural y funcional para bases, subbases granulares, mezclas asfálticas y concreto, es determinante.

Para la elaboración de concreto el equivalente de arena debe ser mayor al 70% y en el azul de metileno el resultado no puede ser mayor de 6 mg/g. Por lo que se concluye que todas las arenas analizadas cumplen con estos parámetros.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES**

En cumplimiento del objetivo principal de esta investigación que es analizar la calidad de arena de Cerro Motastepe - Cauce Las Marías - Cauce río coco y su comportamiento para la elaboración de concreto, en el periodo comprendido de Julio a Diciembre 2022, se concluye que:

- Se lograron obtener las muestras de los tres bancos en estudio, los cuales fueron recolectados con éxito, para la realización de los ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas, utilizando la normativa ASTM- D75.
- Se realizaron las pruebas y ensayos en el laboratorio SYCSA, en el cual se hicieron 11 pruebas a cada uno de los bancos de arena antes mencionados, utilizando las normativas de la ASTM para la determinación de la calidad de la arena.
- Conforme a la obtención e interpretación de los resultados, se determina que las muestras de agregado fino de los tres bancos de materiales en estudio, no cumplen con algunas de las especificaciones de las normas correspondientes por lo tanto son consideradas inadecuadas para mezcla de concreto.
- Todos los materiales ensayados del agregado fino no presentan plasticidad, de los cual se concluye que la presencia de arcilla dentro del contenido de fino es nula.

### **FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION**

Como futuras líneas de investigación están resumidos aquellos aspectos que resultaron ser potencialmente muy interesantes para desarrollar en trabajos complementarios y que deberán ser analizados próximamente, ya que su alcance escapa a los primariamente planificados.

Es necesario investigar las calidades de los Agregados fino y su comportamiento en concretos de alta resistencia para obras gris en los parámetros de obras verticales y horizontales.

Realizar investigaciones de los sitios explotados para identificar los volúmenes que pueden ser extraídos y aprovechados en la construcción, cumpliendo leyes de impacto ambiental en el país y normativas que identifiquen la calidad de cada uno de los Agregados.

Elaborar ensayos de laboratorio con muestras de concretos con diferentes propuestas de diseño para identificar las propiedades mecánicas de los Agregados estudiados.

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los constructores, ingenieros, arquitectos y a todo aquel que utiliza las arenas como parte de una mezcla con cemento realizar análisis de laboratorio que permitan conocer y reconocer cuales son los materiales más convenientes para las obras. Con estos estudios se garantiza la calidad de los materiales utilizados en la infraestructura civil y arquitectónica.
- En el caso de las impurezas orgánicas, el reducir el tono del color ámbar de medio o alto a uno bajo se puede lograr mezclando materiales limpios o mediante el lavado del material por malla 200 para eliminar las arcillas.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Adolfo, A. (19 de 06 de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de PRUEBAS DE EQUIVALENTE DE ARENA Y AZUL DE METILENO: <https://es.scribd.com/document/397810782/Pruebas-de-Equivalente-de-Arena-y-Azul-de-Metileno>
- Areas, M., & Rivera, M. (2021). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL AGREGADO FINO DE LOS BANCOS DE MOTASTEPE, MIRAFLORES Y LOS MARTINEZ PARA SER UTILIZADOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN LA CIUDAD DE MANAGUA. MANAGUA.*
- Arias, E. (05 de 02 de 2021). *ECONOMIPEDIA*. Obtenido de INVESTIGACION CUANTITATIVA: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-cuantitativa.html>
- ASDASDAS. (02 de 04 de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/presentation/404043124/Banco-de-materiales>
- Bojo , C., Fraga, C., Primo, E., & Hernandez, S. (08 de ENERO de 2008). *SCIELO: UN PROYECTO COOPERATIVO PARA LA DIFUSION DE LA CIENCIA*. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1575-06202009000200004#:~:text=SciELO%20%28Scientific%20Electronic%20Library%20Online%29%20es%20un%20modelo,generada%20en%20Latinoam%C3%A9rica%2C%20el%20Caribe%2C%20Espa%C3%B1a%20y%20Portugal](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-06202009000200004#:~:text=SciELO%20%28Scientific%20Electronic%20Library%20Online%29%20es%20un%20modelo,generada%20en%20Latinoam%C3%A9rica%2C%20el%20Caribe%2C%20Espa%C3%B1a%20y%20Portugal).
- Carbajal, J. (18 de 11 de 2014). *SCRIBD*. Obtenido de CONCRETO ESTRUCTURAL: <https://es.scribd.com/presentation/247015169/concreto-estructural>
- CASTREJON, A. (2016). *ANALISIS DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS PARA ELABORACION DE CONCRETO, EN LAS PRINCIPALES CANTERAS DEL DISTRITO DE CHIMBOTE. PERU.*

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



- EDDYHRDS. (04 de 05 de 2010). *INGENIERIA CIVIL* . Obtenido de INGENIERIA CIVIL: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/05/clasificacion-de-los-agregados-para.html>
- Escobar, J. (29 de 03 de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de EL MARCO INSTITUCIONAL: <https://es.scribd.com/document/403549535/El-Marco-institucional-docx>
- Fernandez, Y. (29 de ABRIL de 2020). *GOOGLE ACADEMICO: QUE ES Y COMO FUNCIONA*. Obtenido de XATAKA BASICS: <https://www.xataka.com/basics/google-academico-que-como-funciona>
- Ferrel, H., & Moreano, E. (2019). *EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE LAS CANTERAS EN EL SECTOR DE PACHACHACA-ABANCAY Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EMPLEADO EN OBRAS CIVILES DE ABANCAY-APURIMAC,2018*. PERU.
- GEONEXT. (04 de 08 de 2019). *GEOLOGIA PUBLICACIONES*. Obtenido de <https://post.geoxnet.com/clasificacion-de-suelos/>
- Gonzales, J. (2021). *EVALUACION DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE TRES CANTERAS UTILIZADAS PARA LA ELABORACION DE CONCRETO EN LA CIUDAD DE JAEN*. PERU.
- GUZMAN, A., ZAMBRANO , M., & ZAVALA, M. (2014). "ANÁLISIS DE CALIDAD FÍSICO Y MECÁNICO DE LOS AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETO, DE LOS PRINCIPALES BANCOS DE MATERIALES DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR". EL SALVADOR .
- Jimenez, R. (30 de 04 de 2009). *EL CONCRETO.BLOGSPOT*. Obtenido de EL CONCRETO: <https://elconcreto.blogspot.com/2009/04/el-agregado-fino-del-concreto.html>
- Lopez, F., & Martinez, M. (2014). *ANALISIS DE LA CALIDAD DE LOS BANCOS DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL MUNICIPIO DE RIVAS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA*. MANAGUA.

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



Ortega, A. (2013). "LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE TRES CANTERAS DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN EMPLEADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES". AMBATO-ECUADOR.

Paredes, J. (28 de 07 de 2018). SCRIBD. Obtenido de LA IMPORTANCIA DE LOS AGREGADOS EN EL CONCRETO: <https://es.scribd.com/document/384901184/La-Importancia-de-Los-Agregados-en-El-Concreto>

Pérez, P. E. (16 de noviembre de 2009). *libros de Pablo Emilio Barreto Pérez*.

Rojas, E. (2019). *Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto f'c:210kg/cm<sup>2</sup> y F'C:245kg/cm<sup>2</sup>, distrito de Bagua- Amazonas - 2018. PERU.*

S.A. (03 de 06 de 2016). CUEVA DEL INGENIERO CIVIL. Obtenido de GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (ASTM C127 y ASTM C128): <https://www.cuevadelcivil.com/2011/04/gravedad-especifica-y-absorcion-astm.html?m=0#:~:text=La%20Gravedad%20Espec%C3%ADfica%20es%20la%20relaci%C3%B3n%20entre%20la,bien%2C%20ya%20est%C3%A1n%20h%C3%BAmedos%20cuando%20entran%20al%20hormig%C3%B3n.>

Sanchez, A. (24 de 05 de 2020). SCRIBD. Obtenido de Norma Astm d423 Limite Liquido y Plastico: <https://es.scribd.com/document/462872038/norma-astm-d423-limite-liquido-y-plastico>

silva, o. (s.f.). *360enconcreto*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-mezcla-de-concreto/>

Tahuiton, A. (2017). *LABORATORIO DE MATERIALES Y SISTEMAS ESTRUCTURALES*. Obtenido de LMSE: [file:///C:/Users/EDGARD%20PICADO/Downloads/recursos\\_archivos\\_86738\\_8](file:///C:/Users/EDGARD%20PICADO/Downloads/recursos_archivos_86738_8)

**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



6738\_801\_03-granulometria-obtencion-de-la-curva-granulometrica-de-las-arenas-de-construccion.pdf

Toirac, J. (07 de 30 de 2012). *CIENCIA Y SOCIEDAD*. Obtenido de CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ARENA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, SU IMPACTO EN LA CALIDAD Y COSTO DEL HORMIGÓN:  
<https://doi.org/10.22206/cys.2012.v37i3.pp293-334>

Turismo, M. N. (s.f.).

UCA. (12 de 05 de 2018). *UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA "JOSE SIMEON CAÑA"*. Obtenido de LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION:  
[https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/PESO S%20UNITARIOS%20Y%20%25%20VACIOS.pdf](https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/PESO%20UNITARIOS%20Y%20%25%20VACIOS.pdf)

Ucv. (13 de MAYO de 2020). *UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALENCIA*. Obtenido de <https://blogs.ucv.es/biblioteca/2020/05/13/conoces-la-base-datos-dialnet/>

Waddell, J., & Dobrowski, J. (1997). *MANUAL DE LA CONSTRUCCION CON CONCRETO I*. MC GRAW HILL 3RA EDICION.

Yura, S.A. (2022). *CEMENTO YURA*. Obtenido de CEMENTO YURA:  
<https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

# Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco



## ANEXOS

### Anexo1

Solicitud para ensayos en laboratorios SYCSA



Edgard Picado Arce 21 oct.

para nquintana ▾



Saludos cordiales.

Por medio de la presente se solicita un ensayo para obtener la calidad de las muestras de arena extraídas de Motastepe, Río Coco y Mina el Limón. Los integrantes que estarán presente para el laboratorio son:  
Edgard Antonio Picado Arce  
Jeffri Gamaliel Amaya Guzman

Gracias.



Noel Quintana - CYCSA 21 oct.

para Consultoría, Lic., Jorge, calidad... ▾



Elieth

Favor cotizar a los muchachos, estudiantes de la ucc, 3 ensayos en muestras de arena. Cada ensayo tendra un costo individual de \$100 mas iva. Es un precio especial porque es para una monografía.

Los ensayos a realizar en las muestras de arena son.

Granulometría

Modulo de finura

Limites

Clasificación, para ver que tipo de arena sale.

Color

Gravedades especificas

% de absorción

% de humedad natural

Pvss

Pvsc

Azul de metileno

Equivalente de arena

Los 2 muchachos abajo mencionados, deben estar presentes durante el ensayo.

Gracias.



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo3**

*Extracción de la muestra de arena motastepe*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo4**

*Extracción de la muestra de arena Cauce las Marías*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo5**  
*Extracción de muestra de arena de Rio Coco*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo6**

*Muestras de las arenas en estudio*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo7**

*Cuarteo manual de arena motastepe*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo8**  
*Cuarteo manual arena de rio Coco*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



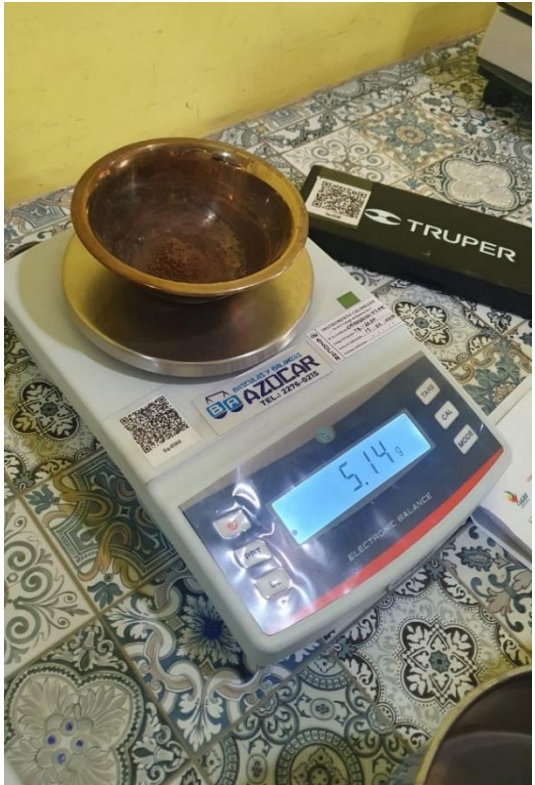
**Anexo9**  
*Cuarteo manual arena de cauce Las Marías*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Anexo10**  
*Ensayos realizados en laboratorios SYCSA*



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**



**Análisis de calidad en la arena para concreto de los bancos de materiales  
Cerro Motastepe - Cauce las marías - Cauce Río Coco**

