

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS
AGREGADOS FINOS Y GRUESOS CON MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD
DE TUNJA.**

FABIAN ANDRES RODRÍGUEZ APARICIO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2015**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS
AGREGADOS FINOS Y GRUESOS CON MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD
DE TUNJA.**

FABIAN ANDRES RODRÍGUEZ APARICIO

**Trabajo de grado presentado para optar el título de
INGENIERO CIVIL**

Directores

EVER HUMBERTO SÁCHICA CASTILLO

Físico

WILSON ALFREDO MEDINA SIERRA

Ingeniero civil

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA**

2015

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primordialmente a **DIOS** quien fue mi guía y fuente de inspiración para culminar este logro durante todo estos años de estudio.

A mis **QUERIDOS PADRES** Belisario Rodríguez y Ruth Aparicio quienes me dieron la vida y siempre estuvieron a mi lado para apoyarme en mis dificultades y mis triunfos y además por los valores inculcados a partir de mis primeros años de vida, por las enseñanzas y consejos que me han dado en todos estos años y lo mejor mostrarme el verdadero significado de la palabra la familia.

A mis **HERMANOS** gracias a ellos cada día me formo como mejor persona y siempre están ahí para apoyarme y darme consejos.

A mi **FAMILIA PATERNA Y MATERNA** por cada enseñanza y sus consejos que me han brindado en todos estos años de mi vida, gracias a ellos me he formado como una excelente persona, y siempre he contado y contare con el apoyo de cada uno de ellos.

A mis **AMIGOS** en los cuales en todos estos años he encontrado un apoyo incondicional en los momentos más difíciles, y me han brindado consejos en los momentos más oportunos.

A mis **MAESTROS** quienes nunca desistieron a enseñarme, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí para llegar a ser un profesional.

A todos y cada uno ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Y les hago esta dedicatoria.

FABIAN ANDRES RODRÍGUEZ APARICIO

AGRADECIMIENTO

El autor expresa el agradecimiento:

A la **Universidad Santo Tomás seccional Tunja** por su apoyo, ya que hicieron posible desarrollar este proyecto de grado, brindando los servicios de laboratorios de la facultad de ingeniería civil obteniendo excelente resultados.

A la **Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia seccional Tunja** por su apoyo, ya que nos brindó los servicios de laboratorios de INCITEMA obteniendo excelente resultados para la culminación del presente proyecto de grado.

Al Director y Profesor de Física **Ever Humberto Sachica Castillo**, por su colaboración, trabajo y empeño que ha dispuesto a lo largo de todo este tiempo y agradecer infinitamente por la confianza brindada y por su indispensable ayuda para la creación y desarrollo de este proyecto.

Al Codirector Ingeniero **Wilson Alfonso Medina** Sierra por brindarnos el tiempo necesario, colaboración y aporte para culminar satisfactoriamente este proyecto con su experiencia.

A los compañeros y estudiantes de Geología **Yorlen Emilio Camargo Cuesto** y **Francisco Javier Alfonso Orozco** de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia seccional Sogamoso por brindarnos sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

A nuestros compañeros de estudio y demás amigos los cuales nos brindaron su apoyo en los momentos más decisivos.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Tunja, 8 de septiembre de 2015

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	18
INTRODUCCIÓN.....	20
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	21
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	22
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	23
1.4 OBJETIVOS.....	24
1.4.1 Objetivo general.....	24
1.4.2 Objetivos específicos.....	24
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 INVESTIGACIONES A NIVEL MUNDIAL.....	25
2.1.1 Estudio de materiales de construcción neolíticos mediante diferentes técnicas instrumentales. Martínez Mira. I, Vilaplana Ortego. E, Juan. J, Such Basañe .I, Cazorla. Amorós. D.....	25
2.2 INVESTIGACIONES A NIVEL LATINOAMÉRICA.....	25
2.2.1 Estudios de calidad de agregados para concretos (en Guatemala)	

Aplicando las normas astm c-33, c-131, c-295 y c-289. LUNA AROCHE, J.R y SALGUERO GIRON.....	25
2.2.2 Influencia de los agregados pétreos en las características del Concreto. CHAM YAM, José Luis, SOLIS CARCAÑO Romel y MORENO, Eric Iván.....	25
2.2.3 Calidad de agregados producidos en Guatemala, Ortiz de león, Evelin Elizabeth.....	26
2.3 INVESTIGACIONES A NIVEL NACIONAL.....	26
2.3.1 Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de Carreteras. BELTRAN C, Gloria I.....	26
2.3.2 Estudio petrográfico y mineralógico de granitoides y rocas afines utilizados como agregados pétreos en la cantera de explotación “Manuel pertuz” del municipio de santa marta (magdalena). FIGUEROA MADERO, Nancy Paola y MENDOZA ORTIZ, Sandra Paola.....	26
2.3.3 Caracterización fisicoquímica de arcillas del municipio de guapi-costa Pacífica caucana (Colombia), Muñoz Meneses R.A, Muñoz Chaves J.A, Mancilla. P, Rodríguez-Páez J.E.....	27
2.4 INVESTIGACIONES A NIVEL REGIONAL.....	27
2.4.1 Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja. IBAÑEZ SUAREZ Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO Leonardo Alberto.....	27

2.4.2	Análisis de agregados para concretos de la zona de Tunja. Flores Martínez Luis Ariel y PEREZ CRISTIANO Willer.....	27
2.4.3	Evaluación de los agregados pétreos de los ríos cravo sur, unete, cusiana y charte en el departamento de Casanare utilizados en concretos de Alta resistencia. CASTRO NAGLES Wladimir y ALFONSO RIAÑO Wilmer Reinaldo.....	27
3.	APROXIMACIÓN CONCEPTUAL.....	28
3.1	LOS AGREGADOS PÉTREOS.....	28
3.2	CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS.....	29
3.2.1	Clasificación por tamaño.....	29
3.2.2	Clasificación por origen.....	29
3.2.3	Clasificación por densidad.....	30
3.2.4	Clasificación según su forma.....	31
3.2.5	Clasificación según su textura.....	31
3.3	PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	32
3.3.1	Criterios para la elección de agregados.....	32
3.3.2	Propiedades químicas.....	33
3.3.3	Propiedades físicas.....	34
3.3.4	Propiedades mecánicas.....	39

3.3.5	Técnica de fluorescencia de rayos x.....	40
3.3.6	Compuestos químicos presentes en los agregados finos y gruesos.....	41
3.3.7	Enlaces químicos presentes en agregados finos y gruesos.....	42
3.3.8	Propiedades de los enlaces químicos.....	42
3.3.9	Geología de fuentes de extracción agregado fino y grueso.....	45
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
4.1	MATERIALES.....	46
4.1.1	Diagnóstico.....	46
4.1.2	Tiempo y lugar.....	47
4.1.3	Caracterización de la población.....	47
4.2	RELACIÓN DE HERRAMIENTA.....	47
4.2.1	Herramientas y maquinas	47
5.	MARCO METODOLÓGICO.....	50
5.1	MÉTODOS.....	50
5.1.1	Método cuantitativo.....	50
5.1.2	Método cualitativo.....	50
5.1.3	Método aplicativo.....	50
5.1.4	Método analítico.....	50
5.1.5	Método descriptivo.....	50

5.2 METODOLOGÍA.....	51
5.2.1 Materiales a utilizar.....	51
5.2.2 Recopilación del material.....	52
5.2.3 Realización de ensayos de calidad a los agregados.....	52
5.2.4 Realización de ensayos de composición química a los agregados.....	57
5.2.5 Análisis.....	58
6. ANÁLISIS.....	59
6.1 ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIAL DE AGREGADO FINO.....	59
6.1.1 Fuente de material fino Andrés Barrera.....	59
6.1.2 Fuente de material fino Marcos Cárdenas.....	62
6.1.3 Fuente de material fino Bertha Moreno.....	65
6.1.4 Fuente de material fino Julio Vicente González.....	67
6.1.5 Fuente de material fino Camilo Moreno.....	69
6.2 ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIAL DE AGREGADO GRUESO.....	72
6.2.1 Fuente de material de grava Piedras y Gravas s.a.....	72
6.2.2 Fuente de material de grava Santa Lucia.....	75
6.2.3 Fuente de material de grava Víctor Manuel.....	78
6.2.4 Fuente de material de grava La Colina.....	80
6.2.5 Fuente de material de grava Ingeniería de Vías.....	83
7. DISCUSIÓN.....	86

7.1 DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA A LA ARENA.....	86
7.2 DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA A LA GRAVA.....	90
8. CONCLUSIONES.....	92
9. RECOMENDACIONES.....	94
10. GLOSARIO.....	96
11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99
ANEXOS.....	102

INDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación Según su Tamaño.....	29
Tabla 2. Clasificación de los agregados según su densidad.....	30
Tabla 3. Clasificación de los agregados según su forma.....	31
Tabla 4. Clasificación de la textura superficial de los agregados.....	32
Tabla 5. Tipos de minerales presentes en gravas y arenas	41
Tabla 6. Propiedades De Los Enlaces	44
Tabla 7. Materiales Utilizados.....	46
Tabla 8. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Andrés Barrera.....	60
Tabla 9. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Andrés barrera.....	60
Tabla 10. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Marcos Cárdenas.....	63
Tabla 11. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Andrés barrera.....	63

Tabla 12. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Bertha Moreno.....	66
Tabla 13. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Julio Vicente Gonzales.....	68
Tabla 14. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Camilo Moreno.....	70
Tabla 15. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado grueso Piedras y Gravas S.A.....	73
Tabla 16. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Piedras y Gravas S.A.....	74
Tabla 17. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado grueso Santa Lucia.....	76
Tabla 18. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Santa Lucia.....	77
Tabla 19. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Víctor Manuel.....	79
Tabla 20. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso La colina.....	81
Tabla 21. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Ingeniería de Vías.....	84
Tabla 22. Resultados de laboratorios para agregados fino.....	89
Tabla 23. Resultados de laboratorios para agregados grueso.....	91

INDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estado de Saturación del Agregado.....	38
Figura 2. Máquina de los Ángeles.....	49
Figura 3. Máquina de fluorescencia de rayos x, Panalytical Minipal 2.....	49
Figura 4. Toma de muestra del agregado fino y grueso.....	52
Figura 5. Reducción del tamaño de la muestra.....	52
Figura 6. Laboratorio de granulometría.....	53
Figura 7. Laboratorio de humedad natural.....	54
Figura 8. Laboratorio de densidad y absorción del agregado grueso.....	54
Figura 9. Laboratorio de desgaste de la máquina de los ángeles.....	55
Figura 10. Laboratorio de gravedad específica.....	56
Figura 11. Preparación de muestras de fluorescencia.....	57
Figura 12. Análisis de muestras por método de fluorescencia de rayos x.....	58
Figura 13. Ruta de acceso fuente de material fino Andrés Barrera.....	59
Figura 14. Fuente De Material Fino Andrés Barrera.....	59

Figura 15. Ruta de acceso fuente de material fino Marcos Cárdenas.....	62
Figura 16. Fuente de material fino Marcos Cárdenas.....	62
Figura 17. Ruta de acceso fuente de material fino Bertha Moreno.....	65
Figura 18. Fuente de material fino Bertha Moreno.....	65
Figura 19. Ruta de acceso fuente de material fino Julio Vicente González.....	67
Figura 20. Fuente de material fino Julio Vicente González.....	68
Figura 21. Ruta de acceso fuente de material fino Camilo Moreno.....	70
Figura 22. Fuente de material fino Camilo Moreno.....	70
Figura 23. Ruta de acceso fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.....	72
Figura 24. Fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.....	73
Figura 25. Ruta de acceso fuente de material grueso Santa Lucia.....	75
Figura 26. Fuente de material grueso Santa Lucia.....	76
Figura 27. Ruta de acceso fuente de material grueso Víctor Manuel.....	78
Figura 28. Fuente de material grueso Víctor Manuel.....	79
Figura 29. Ruta de acceso fuente de material grueso La colina.....	81
Figura 30. Fuente de material grueso La colina.....	81
Figura 31. Ruta de acceso fuente de material grueso Ingeniería de Vías.....	83
Figura 32. Fuente de material grueso Ingeniería de Vías.....	83

INDICE DE GRÁFICAS

pág.

Gráfica 1. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Andrés Barrera.....	60
Gráfica 2. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Andrés Barrera.....	61
Gráfica 3. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Marcos Cárdenas.....	63
Gráfica 4. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Marcos Cárdenas.....	64
Gráfica 5. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Bertha Moreno.....	66
Gráfica 6. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Julio Vicente González.....	68
Gráfica 7. Resultado de ensayo de granulometría en laboratorio, fuente de material fino camilo moreno.....	71
Gráfica 8. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado grueso Piedras y Gravas S.A.....	73
Gráfica 9. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.....	74

Gráfica 10. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos, x Agregado grueso Santa Lucia.....	76
Gráfica 11. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Santa Lucia.....	77
Gráfica 12. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Víctor Manuel.....	79
Gráfica 13. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso La colina.....	82
Gráfica 14. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Ingeniería de Vías.....	84

RESUMEN

Este estudio se basa en la necesidad de caracterizar los agregados finos y gruesos usados para la elaboración de concretos, de las 5 principales canteras que suministran a la ciudad de TUNJA.

se proyecta realizar un estudio de caracterización a los agregados, usados como base del concreto, a las 5 canteras de agregado fino y grueso que cumplen con la normatividad y que tienen mayor demanda en la ciudad de Tunja, lo anterior seleccionado con base en el trabajo realizado por Ibáñez, Jhon y Núñez, Leonardo (“las 20 canteras de agregado fino y grueso con mayor demanda en la ciudad de Tunja con sus respectivos análisis de calidad a cada uno de ellos”), sujeto a las normas colombianas para la caracterización de agregados propuesta.

En este sentido se toma lo establecido por el ICONTEC con los ensayos, NTC 3674, NTC 98, NTC 77, NTC 1776, NTC 176, realizándolos a el material extraído de 5 fuentes de extracción de grava y 5 fuentes de extracción de arena, adquiriendo la información de los ensayos, se procede a seleccionar 2 fuente de extracción de grava y 2 fuentes de extracción arena, que se encuentran dentro del rango establecido por los ensayos seleccionados del Icontec, posteriormente se determina la composición química con la técnica de caracterización por espectroscopia de fluorescencia de rayos x a las 2 fuente de extracción de grava y 2 fuentes de extracción arena seleccionadas, de tal forma que la metodología permite, a partir de esta composición química, explicar la respuesta del agregado a los ensayos seleccionados establecidos por el ICONTEC.

En el futuro, queda abierta la posibilidad de proponer un método de caracterización, modificaciones y manipulación de los agregados provenientes de

ciertas regiones identificadas, actualizando los resultados según las vetas, con el fin mejorar las aplicaciones requeridas en un entorno ingenieril.

ABSTRACT

This study is based on the need to characterize the thin and thick aggregations used for the making of concrete, and selected of the principal quarries that give the city of Tunja.

As intention is tried to realize a study of characterization to the aggregations used as base of the concrete one, to 5 quarries of thin and thick aggregation that expire with the rules and that have major demand in the city of Tunja, the chosen previous thing with base in the work realized by Ibáñez, Jhon and Núñez, Leonardo (" 20 quarries of thin and thick aggregation with major demand in the city of Tunja with his respective analyses of quality to each of them "), I hold to the Colombian norms for the characterization of aggregations proposal.

In this sense NTC 176 takes the established as the ICONTEC with the essays, NTC 3674, NTC 98, NTC 77, NTC 1776, realizing them to 5 quarries of gravel and sand, acquiring the information of the essays, there is proceeded to select 1 sample of the quarry of gravel and 1 of sand with the most ideal results, and in turn 1 sample of the quarry of gravel and 1 of sand with not such good results, that they are inside the status established by the chosen essays of the ICONTEC, later the chemical composition decides with the skill of characterization for spectroscopy of fluorescence of x-rays, in such a way that the methodology allows, from this chemical composition, to explain the response of the aggregation to the chosen essays established by the ICONTEC.

In the future, there remains open the possibility of proposing a method of characterization, modifications and manipulation of the aggregations proveniences of certain identified regions, updating the results as the seams, with the end to improve the applications needed in an environment engineering

.

INTRODUCCIÓN

En Colombia últimamente ha tomado fuerza la caracterización de agregados para generar concretos, mediante la realización de investigaciones y estudios sobre los agregados, debido a que su naturaleza pétreo y geológica varia, dependiendo la zona que se esté estudiando.

Este estudio se justificó con investigaciones relacionadas a caracterización de agregados que se han realizado en diferentes lugares a nivel mundial como a nivel nacional, estableciendo la falta de investigaciones acerca de los las propiedades físicas y mecánicas de los agregados y su comportamiento según su composición mineralógica de las principales fuentes de extracción que suministran a Tunja, ya que hasta el momento no se han implementado estudios relacionados con caracterizaciones químicas de los agregados comparándolos con los resultados de calidad de estos .

El propósito de este trabajo es caracterizar, los agregados más utilizados en la ciudad de Tunja para crear concretos, con el fin de establecer la calidad según el ICONTEC y posteriormente compararlos con la composición química presente, para determinar su comportamiento; se estudiaron las principales 5 fuentes de extracción de agregado grueso y 5 fuentes de extracción de agregado fino que suministra a la ciudad y se determinan la calidad a cada una de las fuentes, teniendo los resultados esperados, se procede a seleccionar las 2 fuentes de extracción de grava y 2 fuentes de extracción de arena y se procede a realizarle, ensayos de composición química a través del método de fluorescencia de rayos x, de tal forma que la metodología permite, a partir de esta composición química, realizada, explicar la respuesta del agregado a los ensayos seleccionados establecidos por el ICONTEC.

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS CON MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD DE TUNJA

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Los agregados finos y gruesos son los materiales versátiles e importantes en el sector de la construcción de la sociedad moderna, por tal motivo, investigaciones y estudios realizados sobre los agregados aparecen y se realizan a diario tanto en Colombia como en el mundo. Debido a su naturaleza pétrea y del origen geográfico y geológico, la composición química y elemental, no es exactamente la misma en cada región del planeta y subsecuentemente para la diversa geografía Colombiana.

Tunja es un foco de desarrollo urbano, por lo que investigaciones y ensayos sobre la calidad de los agregados gruesos y finos comercializados en la ciudad, adquieren una gran relevancia. En el último tiempo se han hecho esfuerzos por tener caracterizaciones de los agregados, por medio de diferentes ensayos como lo estipula la normativa ICONTEC pero no se ha tenido la posibilidad de trabajar con métodos que determinen la composición química de los agregados finos y gruesos en la ciudad de Tunja y así determinar el origen de los resultados obtenidos.

Según estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas en la tesis “caracterización de agregados del concreto con mayor demanda en la ciudad de Tunja”, se determinaron mediante encuestas realizadas a Ingenieros, maestros de obra, ferreterías y construcciones de la ciudad, las 10 principales canteras que suministran agregados finos (arena) y las 10 principales canteras de extracción de agregados gruesos (grava).

Compilando muestras de estas canteras, a las cuales se les realizaron ensayos según lo concertado por ICONTEC para verificar la calidad de los agregados, los resultados obtenidos evidencian que el 60 % de los materiales recopilados en canteras de extracción de grava y el 80 % de los materiales extraídos canteras de arena,¹ no cumplen con lo estipulado por ICONTEC, que rige los ensayos para verificar y establecer la calidad de los agregados; teniendo así un problema técnico evidente.

1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

• PREGUNTA GENERAL

¿Cuáles son las propiedades físico químicas presentes en la arena y grava estudiada, que generan diferentes comportamientos en el agregado para generar concretos?

• PREGUNTA ESPECÍFICA

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas seleccionadas, de las fuentes de extracción de agregados finos a estudiar?

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas seleccionadas, de las fuentes de extracción de los agregados gruesos a estudiar?

¿Cuál es la composición química de las 2 fuentes de extracción de arena seleccionadas?

¿Cuál es la composición química de las 2 fuentes de extracción de grava seleccionadas?

¹IBAÑEZ SUAREZ Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO Leonardo Alberto, Trabajo de grado, Universidad Santo Tomas, Tunja 2013, “*Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja*”.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El propósito esencial de esta investigación es determinar, por medio del método microscópicos de fluorescencia de rayos x, las características químicas generales de los agregados finos y grueso con mayor demanda en Tunja, y así tener el criterio para determinar la naturaleza de la respuesta a las especificaciones que establece la normativa vigente de ICONTEC con respecto a la calidad, es así que se realizan estudios de fluorescencia de rayos X, ya que de esta manera se tendrá a disposición una base de estudio más esencial y profundo acerca de la composición química que poseen los agregados en cuestión; llegando así a obtener fundamento teórico, orientado hacia el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas que poseen los agregados con respecto a la composición química que conforman a estos.

En el futuro, quedaría abierta la posibilidad de proponer un método de caracterización, manipulación y modificación para los agregados gruesos y finos, provenientes de ciertas regiones identificadas y seleccionadas dependiendo del contraste que se obtengan con las características de las propiedades físicas y mecánicas según lo estipulado por la normativa ICONTEC con las pruebas microscópicas estudiadas a partir de métodos de fluorescencia de rayos x, llegando así a mejorar las aplicaciones requeridas en un entorno ingenieril.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general.

- Caracterizar las particularidades físico-químicas de los agregados finos y gruesos usados para la elaboración de concreto con mayor demanda en la ciudad de Tunja, y su respuesta a las pruebas de calidad propias para estos agregados.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar la calidad de los agregados finos de 5 canteras que suministran a la ciudad de Tunja a través de ensayos como análisis de tamizado de agregados finos NTC 77, contenido de humedad NTC 1776, establecidos por ICONTEC, gravedad específica y absorción INV-128-07.
- Establecer la calidad de los agregados gruesos de 5 canteras que suministran a la ciudad de Tunja a través de ensayos tales como el análisis de tamizado de agregados gruesos NTC 77, contenido de humedad NTC 1776, densidad del agregado grueso NTC 176 y desgaste de la máquina de los ángeles NTC 98 ,establecidos por ICONTEC.
- Caracterizar químicamente los agregados finos de 2 fuentes de extracción seleccionadas, que proveen a la ciudad de Tunja, a través estudios de microscopía fluorescencia de rayos X.
- Caracterizar químicamente los agregados gruesos de 2 fuentes de extracción seleccionadas que suministran a la ciudad de Tunja, a través estudios de microscopía fluorescencia de rayos X.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 INVESTIGACIONES A NIVEL MUNDIAL

2.1.1 Estudio de materiales de construcción neolíticos mediante diferentes técnicas instrumentales. Martínez Mira. I, Vilaplana Ortego. E, Juan. J, Such Basañe .I, Cazorla.² Amorós. D. Muestra las técnicas de análisis usadas como la fluorescencia de rayos x (FRX), difracción de rayos x (DRX), microscopio electrónico de barrido (SEM-EDX), entre otros métodos de estudio; a fragmentos de materiales obtenidos de yacimientos localizados en la provincia de Alicante (España), con el fin de determinar su composición mineralógica, química y fases cristalinas y así evidenciar su contenido para ser utilizado de una manera más adecuada en la ciudad.

2.2 INVESTIGACIONES A NIVEL LATINOAMÉRICA

2.2.1 Estudios de calidad de agregados para concretos (en Guatemala) aplicando las normas astm c-33, c-131, c-295 y c-289. LUNA AROCHE, J.R y SALGUERO GIRON, R.A³. Analiza la calidad de los agregados utilizados especialmente para la elaboración de concretos en Guatemala, determinando y analizando las propiedades físicas, mecánicas, características químicas y mineralógicas de los agregados usando la normativa ASTM, donde se establece que la mayoría de canteras o bancos que suministran el agregado estudiado no cumplen con lo estipulado por la norma para la elaboración de concretos.

2.2.2 Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. CHAM YAM, José Luis, SOLIS CARCAÑO Romel y MORENO, Eric Iván⁴. Presenta avances en el tema de los agregados usados para la elaboración de concretos, donde se evidencia la influencia que tiene los agregados pétreos en las propiedades del concreto fresco y la influencia que tiene el material en el

²Martínez Mira. I, Vilaplana Ortego. E, Juan Juan. J, Such Basañe .I, Cazorla Amorós. D, Artículo, Universidad de Alicante, España, “estudio de materiales de construcción neolíticos mediante diferentes técnicas instrumentales”.

³Luna-Aroche, J.R. y Salguero-Girón, R.A., Artículo, Universidad San Carlos de Guatemala, “Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289. *Boletín Geológico y Minero*”.

⁴CHAM YAM, José Luis, SOLIS CARCAÑO Romel y MORENO, Eric Iván, Artículo, Universidad Autónoma de Yucatán, México, “Influencia de los Agregados pétreos en las Características del Concreto”.

concreto endurecido, permitiendo resaltar la importancia que tiene el agregado en la elaboración del concreto final.

2.2.3 Calidad de agregados producidos en Guatemala, ortiz de leon, Evelin Elizabeth⁵. Analiza 5 plantas trituradoras localizadas en Guatemala que suministran agregados grueso y fino para elaboración de concretos, donde a partir de ensayos que examinan propiedades físicas, mecánica, y de composición mineralógicas; se determina y evalúa el cumplimiento de las normativas establecidas por la ASTM para garantizar la calidad de los agregados.

2.3 INVESTIGACIONES A NIVEL NACIONAL

2.3.1 Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de carreteras. BELTRAN C, Gloria I⁶. Presenta la utilización de técnicas mineralógicas y petrográficas para analizar concretos asfálticos, donde realizan estudios a los agregados pétreos a partir de la utilización de ensayos de microscopía óptica y fluorescencia de rayos x (FRX) donde se obtuvo como resultado caracterizaciones mineralógicas y químicas desde el punto de estructura interna, propiedades físicas y de calidad de los agregados, concluyendo así el gran potencial que tienen las técnicas usadas para estudiar y evaluar el control de calidad de los agregados y mezclas para realizar concretos asfálticos.

2.3.2 Estudio petrográfico y mineralógico de granitoides y rocas afines utilizados como agregados pétreos en la cantera de explotación “Manuel pertuz” del municipio de santa marta (magdalena). FIGUEROA MADERO, Nancy Paola y MENDOZA ORTIZ, Sandra Paola.⁷ Presenta referencia al estudio de agregados que suministra la cantera Manuel Pertuz, ubicada en el distrito de santa marta, donde proceden a realizar ensayos de caracterización física, química, mineralógica y petrográfica, estableciendo la optimización del material suministrado por la cantera para utilizarse como agregado pétreo.

⁵ORTIZ de LEON, Evelin Elizabeth, Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala 2004, “calidad de agregados producidos en Guatemala”.

⁶BELTRAN C, Gloria. Artículo, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Colombia, 2011 “Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de carreteras”.

⁷FIGUEROA MADERO, Nancy Paola y MENDOZA ORTIZ, Sandra Paola, trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2012 “ Estudio petrográfico y mineralógico de granitoides y rocas afines utilizados como agregados pétreos en la cantera de explotación “Manuel Pertuz” del municipio de santa marta (magdalena)”.

2.3.3 Caracterización fisicoquímica de arcillas del municipio de guapi-costa pacífica caucana (Colombia), Muñoz Meneses R.A , Muñoz Chaves J.A, Mancilla. P, Rodríguez-Páez J.E.⁸. Habla sobre la caracterización física y química de arcillas extraídas de la región GUAPI del (CAUCA), a partir de la utilización de métodos como: espectroscopia infrarroja (FTIR), difracción de rayos x (DRX), Fluorescencia de rayos x (FRX), Análisis térmicos (ATD /TG) y Microscopio electrónico de transmisión (MET) con el fin de obtener estudios más detallados de su composición química y estructuras y asimismo llegando a optimizar sus propiedades para formular pastas en la fabricación de cerámicas.

2.4 INVESTIGACIONES A NIVEL REGIONAL

2.4.1 Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja. IBAÑEZ SUAREZ Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO Leonardo Alberto⁹. Esta investigación efectúa un estudio a la calidad de los agregados gruesos y finos de las canteras que suministran a la ciudad de Tunja con mayor demanda, usando normativa técnica colombiana NTC, donde se establecieron estándares de calidad a las diferentes canteras verificando si cumplen o no la normativa vigente, con el fin de definir los materiales óptimos para el diseño de mezclas y elaboración de concretos.

2.4.2 Análisis de agregados para concretos de la zona de Tunja. Flores Martínez Luis Ariel y PEREZ CRISTIANO Willer¹⁰. El propósito de este trabajo es conocer las propiedades de los agregados finos y gruesos de fuentes de extracción y lavaderos utilizados para hacer concretos, mediante ensayos de laboratorio que son soporte para la comparación y caracterización de las calidades, en donde se evidencia el desgaste de los agregados como principal característica que afecta en gran medida la resistencia del concreto.

2.4.3 Evaluación de los agregados pétreos de los ríos cravo sur, unete, cusiana y charte en el departamento de Casanare utilizados en concretos de

⁸Muñoz Meneses R.A, Muñoz Chaves J.A, Mancilla. P, Rodríguez-Páez J.E,Artículo, Universidad del Cauca, 2007, "Caracterización fisicoquímica de arcillas del municipio de guapi-costa pacífica caucana (COLOMBIA)".

⁹IBAÑEZ SUAREZ Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO Leonardo Alberto, Trabajo de grado, Universidad Santo Tomas, Tunja 2013, "*Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja*".

¹⁰ FLOREZ MATINES Luis Ariel y PEREZ CRISTIANO Willer, trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, Tunja 2006, " Análisis de agregados para concretos de la zona de Tunja"

alta resistencia. CASTRO NAGLES Wladimir y ALFONSO RIAÑO Wilmer Reinaldo¹¹. Este trabajo se evidencia el estudio de las características físicas de los agregados pétreos extraídos de ríos como cravo sur, charte, cusiana, únete; utilizados para la producción de concretos de alta resistencia a partir de ensayos realizados en laboratorio como granulometría, desgaste máquina de los ángeles, masa unitaria, peso específico y resistencia, dando una guía para establecer de una manera más óptima el papel importante y comportamiento que ejercen los agregados extraídos de ríos en el concreto.

3. APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

3.1 LOS AGREGADOS PÉTREOS

Agregados se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado. Son minerales comunes, resultado de las fuerzas geológicas erosivas del agua y del viento. Son generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por las corrientes de agua.

Los agregados son usados principalmente en la fabricación de mezclas de concreto, asfalto, mortero, como bases y sub-bases en la construcción de vías, drenajes, etc. Las etapas que se llevan a cabo para la extracción de este mineral, inicia con la exploración en donde se localiza el depósito que puede abastecer al mercado. Posteriormente se realiza la extracción de los agregados, utilizando maquinaria pesada, los cuales son llevados a la planta de beneficio para su lavado, trituración y clasificación, quedando así listos para el envío a los centros de consumo. Paralelo al desarrollo de la actividad minera, se llevan a cabo los procesos de rehabilitación y recuperación morfológica y ambiental del suelo, para finalmente darle a este otros usos como la agricultura, la ganadería, la recreación, urbanización o cualquier otro uso industrial.¹²

¹¹CASTRO NAGLES Wladimir y ALFONSO RIAÑO Wilmer, trabajo de grado ,Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, facultad de estudios tecnológicos abierto y a distancia ,Tecnología en Obras civiles 2004, "Evaluación de los agregados pétreos de los ríos cravo sur, únete, cusiana y charte en el departamento de Casanare para ser utilizados en concreto de alta resistencia

¹²(ASOGRAVAS)

3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS PÉTREOS

3.2.1 Clasificación por tamaño. Esta es una de las mejores maneras de clasificar el agregado natural; la clasificación se obtiene para poder elaborar diferentes concretos según la distribución de tamaño del agregado, esta distribución se le denomina granulometría.¹³

Tabla 1. Clasificación Según su Tamaño

Tamaño de las partículas en mm (Tamiz)	Denominación corriente	Clasificación como agregado para concreto
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina
0,002 - 0,0074 (No.200)	Limo	
0,075-4,76 (No.200)-(No.4)	Arena	Agregado fino
4,76 - 19,1 (No.4) - (3/4")	Gravilla	Agregado grueso
19,1 - 50,8 (3/4") - (2")	Grava	
50,8 - 152,4 (2") - (6")	Piedra	
> 152,4 (6")	Rajón Piedra bola	

FUENTE: Tecnología del Concreto, Asocreto tomo 1

3.2.2 Clasificación por origen. Los agregados se clasifican de dos procedencias, según sea su origen, pueden ser naturales o artificiales:

- **Agregados naturales** : son aquellos localizados en las explotación de arrastres fluviales como las piedras de los ríos y arenas , o glaciales como el canto rodado que son fracciones de rocas sueltas, que son transportados por

¹³(Asocreto, 2005)

diferentes medios naturales , ya sea por las corrientes de agua o las corrientes de aire, etc. además de tener un bajo costo de obtención.

- **Agregados artificiales:** pueden ser aquella que se obtiene de una carácter industrial como la trituración de material de canteras o para obtener muestras con una mineralogía más uniforme, además también se sugieren los agregados productos del aprovechamiento residuos industriales, por fenómenos de licuefacción y pulverización como escorias de alto horno, limadura de hierro, etc.¹⁴

3.2.3 Clasificación por densidad. Se clasifican en 3 categorías, normales que provienen de rocas, livianos que su procedencia es de origen volcánico y pesados están compuestos por minerales de hierro, esta clasificación va reseñada tanto para agregados de origen natural como de origen artificial, ya que la densidad del agregado es la relación de cantidad de masa que tiene la muestra con respecto al volumen que ocupa este.¹⁵

Tabla 2. Clasificación de los agregados según su densidad.

Clasificación del agregado	Masa unitaria aproximada (Kg/m ³)		Variedades más comunes de agregados	Ejemplos de uso
	Del agregado	Del concreto		
LIVIANO	480 – 1300	13 – 100	Pizarras expandidas esquistos, escoria arcilla.	Concretos livianos estructurales.
		500 – 1350		
NORMAL	1300 – 200	2000 – 2500	Arena, grava, piedra triturada, Clinker, escoria de fundición.	Obras en concreto en general arena, grava, piedra.
PESADO	2000 – 5600	>2500	Barrita, limonada, magnetita, limadura de acero, hemetita.	Concreto para macizos de anclaje, para protección contra radiaciones, etc.

FUENTE: Tecnología del Concreto, Asocreto tomo 1.

¹⁴(Asocreto, 2005)

¹⁵(Asocreto, 2005)

3.2.4 Clasificación según su forma. La forma del agregado puede influir de manera directa o indirecta en el comportamiento de los concretos, es así que la forma del agregado depende del tipo de roca que lo originó, ya que para algunas rocas y arenas es concluyente el estado de meteorización en el que se encuentre, las fracturas que presente, etc. Es así como se obtiene mayor información acerca de su resistencia.¹⁶

Tabla 3. Clasificación de los agregados según su forma.

CLASIFICACION	DESCRIPCION	EJEMPLO
Redondeadas. 	Totalmente desgastadas por el agua o completamente formadas por fricción	Gravas de río o de playa, arenas del desierto
Irregular 	Irregulares por naturaleza parcialmente formadas por fricción o con bordes redondeados.	Otras gravas; pizarra de superficie o subterránea.
Escamosa 	Materiales cuyo espesor es pequeño en comparación con sus otras dos dimensiones.	Roca laminada.
Angular 	Con bordes bien definidos, formados en las intersecciones de caras aproximadamente planas.	Rocas trituradas de todo tipo y escoria triturada.
Alargada 	Material que suele ser angular, cuya longitud es bastante mayor que las otras dos dimensiones.	Se encuentra en algunos depósitos naturales en forma de lascas.
Escamosa y alargada 	Material cuya longitud es bastante mayor que el ancho y el ancho bastante mayor que el espesor.	Agregados de rocas meteorizadas

FUENTE: Manual de Agregados para Hormigón, segunda edición.

3.2.5 Clasificación según su textura. La textura, es el estado en el que se encuentra la superficie de los diferentes agregados que se estén usando, este tipo de textura puede generarse por degradación o pulimiento, la textura del agregado influye ampliamente en las propiedades del concreto ya que éste ayuda a que tenga una mejor adherencia entre las partículas de la pasta con esta superficie.¹⁷

¹⁶(Asocreto, 2005)

¹⁷(Asocreto, 2005)

Tabla 4. Clasificación de la textura superficial de los agregados.

GRUPO	TEXTURA SUPERFICIAL	CARACTERISTICAS
1	Vítrea	Fractura coloidal
2	Lisa	Desgastada por el agua o lisa debido a la fractura de roca laminada o de grano fino
3	Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados
4	Áspera	Fracturas áspera de roca con granos finos o medianos que contienen partículas cristalinas no fácilmente visibles
5	Cristalina	Contiene partículas cristalinas fácilmente visibles
6	Apanalada	Con poros y cavidades visibles

FUENTE: Tecnología del Concreto, Asocreto tomo 1.

3.3 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Los agregados finos y gruesos deben en gran parte las **propiedades físicas y mecánicas a la calidad de la roca madre** de donde se extraen, estos agregados son evaluados con la normativa establecida por el ICONTEC la cual genera diferentes tipos ensayos de laboratorio para determinar y establecer las propiedades físicas y mecánicas que poseen los agregados

3.3.1 Criterios para la elección de agregados. Debido a que las características de los agregados (gruesos y finos) son afectadas por las propiedades que tengan, se deben seleccionar adecuadamente siguiendo lo siguiente:

3.3.1.1 Carácter de trabajo. Las condiciones que deben cumplir los agregados para elaborar concretos en los diferentes escenarios de trabajo, varían dependiendo del uso que se necesite proporcionar, como por ejemplo, el concreto que se usa para la construcción de pavimentos difiere del concreto que se utiliza para realizar hidroeléctricas o demás construcciones, a razón de que los agregados que se utilizan para preparar concretos para los diferentes tipos de obra varían en el tamaño del agregado, la forma que posea el agregado, etc.

3.3.1.2 Condiciones climáticas. En concretos expuestos a ambientes agresivos se debe tener mucha atención a los agregados en cuanto a la parte de mineralogía y solidez con el fin de prevenir en un futuro problemas de deterioro o rompimiento debido a malas evaluaciones del agregado.

3.3.1.3 Factores que afectan durabilidad. El concreto soporta condiciones extremas de exposición, condiciones de erosión y condiciones de abrasión; los agregados como constituyentes del concreto proporcionan resistencia y no el cemento, por lo cual en la construcción de diferentes estructuras de tipo hidráulico y de drenajes las características del agregado necesarias para la elaboración de concreto son de vital importancia como la dureza, forma y granulometría.

3.3.1.4 Economía. Se deben considerar los siguientes factores:

- Efecto del costo del agregado sobre el precio del concreto.
- Efecto del agregado sobre los costos de construcción
- Costos de mantenimiento y reparación
- Uso de concreto de menor calidad

3.3.2 Propiedades químicas. A los agregados del concreto es necesario realizarle estudios o ensayos químicos con el fin de evitar que se presenten sustancias agresivas o componentes geológicos o minerales agresivos que puedan afectar las propiedades del concreto en el futuro, ya que el mineral que más afecta a algunos agregados para la elaboración de concreto es la sílice activa.

3.3.2.1 Epitaxia. Hoy en día se encuentran diferentes tipos de reacciones químicas que afectan a los agregados que son utilizados para realizar concretos, pero además de las reacciones desfavorables, se encuentran reacciones favorables que contribuyen al mejoramiento, llamado epitaxia es la encargada de generar una mejor adherencia a agregados como el caso de la caliza y la pasta de cemento cada vez que transcurre el fraguado del concreto¹⁸.

¹⁸(Asocreto, 2005)

3.3.2.2 Reacción álcali-agregado. La reacción química generada por la sílice activa que se encuentra en algunos agregados como las rocas silíceas, ópalo, calizas, dolomitas y rocas volcánicas ácidas como las riolitas, latitas, dacitas y andasitas. Provocan expansiones, destrucción en la masa y pérdida de características resistentes en el concreto a causa de la reacción que se genera por el contacto de las rocas anteriormente mencionadas con los álcalis del cemento. Para detectar este tipo de reacción que se presenta en el concreto el ICONTEC establece mediante la Normativa Técnica Colombiana, ensayos que corroboran la presencia de sílice activo, como el método de reactividad potencial NTC-175 que debe estar complementado con un análisis detallado petrográfico¹⁹.

3.3.3 Propiedades físicas

3.3.3.1 Granulometría o gradación. Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y gradación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

3.3.3.1.1 Granulometría por tamizado. Es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, denominado a la fracción menor (Tamiz No 200) como limo, Arcilla. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente. La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra, esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños. El análisis granulométrico por tamizado se realiza a las partículas con diámetros superiores a 0,075 mm. (Malla 200), este ensayo se hace con una serie de mallas normalizadas (a cada número de malla le corresponde una abertura estándar), dispuestos en orden decreciente.²⁰

3.3.3.2 Forma de partículas. La forma del agregado puede influir de una manera indirecta como directa en el comportamiento de los concretos, es por esto que la forma del agregado depende del tipo de roca que origina el agregado, ya que

¹⁹(Asocreto, 2005)

²⁰(Bravo Guzmán, García Luna, Morales Alejandro, & Ramírez Granados)

para algunas rocas y arenas es concluyente el estado de meteorización en el que se encuentre y diferentes particularidades que tenga los agregados que pueden influir en la resistencia del concreto. Al momento de preparar concreto el contenido de partículas planas y alargadas debe ser mínimo ya que puede ser perjudicial para que desempeñe un buen comportamiento, según la Norma Técnica Colombiana 174 la cual estipula que el agregado utilizado no debe contener más del 50 % de partículas planas o alargadas, de la masa total sobre la base de las siguientes definiciones²¹:

3.3.3.2.1 Partícula larga: es la partícula del agregado que tiene una relación longitud y ancho mayor de 1.5

$$\text{Larga: } (L/b) > 1.5 \quad \text{Ec.1}$$

Dónde:

L: Longitud de partícula

B: Ancho de la partícula

3.3.3.2.2 Partícula plana: es la partícula del agregado que tiene una relación espesor y ancho menor de 0,5.

$$\text{Plana: } (d/b) < 0,5 \quad \text{Ec.2}$$

Dónde:

d: Espesor de la partícula

b: Ancho de la partícula

3.3.3.3 Textura. Es una propiedad importante en la adherencia de los agregados y la pasta de cemento, por lo tanto esta característica tiene gran influencia en las propiedades del concreto tal como las densidades, la resistencia a la flexión y compresión; también es un factor influyente en la dosificación de agua; los

²¹(Asocreto, 2005)

agregados que poseen una textura áspera se debe a que el proceso de extracción es mediante la trituración, y en los agregados con textura lisa la extracción es de cantos rodados de ríos, quebradas o mar, Así el agregado de textura áspera, es el más recomendado en la elaboración de concretos de alta resistencia, ya que se comporta muy bien en cuanto a adherencia para realizar concretos superiores a 28 Mpa, aunque los agregados con texturas diferentes a las ásperas, se pueden utilizar usando ajustes en los diseños de mezclas.

3.3.3.4 Densidad. Esta propiedad depende de la roca madre de donde se extrae el agregado, es la relación que se encuentra entre la masa y el volumen de la masa, se puede realizar este ensayo mediante la norma establecida por el ICONTEC: NTC 176 Y NTC 237. Hay que definir muy bien la densidad de los agregados que se utilizan para la elaboración de concretos, debido a que puede variar la permeabilidad del agregado que se utiliza, debido a que los poros que constituyen las partículas del agregado se pueden encontrar vacías.

3.3.3.4.1 Densidad absoluta. Es la relación entre la masa de las partículas y el volumen absoluto del agregado, excluyendo los poros saturables y no saturables.

$$\text{Densidad absoluta: } \frac{P_s}{V_m - V_p} \quad \text{Ec. 3}$$

Dónde:

P_s : masa seca de la masa m

V_m : volumen ocupado por la masa m

V_p : volumen de los poros (saturables y no saturables)

3.3.3.4.2 Densidad nominal. Es la relación entre la masa de las partículas y el volumen nominal del agregado, incluyendo solo los poros no saturables.

$$\text{Densidad nominal: } \frac{P_s}{V_m - V_{ps}} \quad \text{Ec.4}$$

Dónde:

P_s : masa seca de la masa m

V_m : volumen ocupado por la masa m

V_{ps} : volumen de los poros saturables

3.3.3.4.3 Densidad aparente. Es la relación entre la masa de las partículas y el volumen aparente del agregado, incluyendo los poros saturables y no saturables que hay en el agregado. La densidad aparente es de gran relevancia, debido a que se determina la cantidad de masa necesaria para realizar un volumen unitario de concreto²².

$$\text{Densidad aparente: } \frac{P_s}{V_m} \quad \text{Ec.5}$$

Dónde:

P_s : masa seca de la masa m

V_m : volumen ocupado por la masa m

3.3.3.5 Porosidad y absorción. Existen porosidades en los agregados que se pueden diferenciar, como la porosidad superficial o saturable, estas pueden evaluarse mediante lo estipulado por la norma NTC 176 y NTC 237 de ICONTEC; cuando los agregados tiene una alta porosidad en sus partículas es menor la resistencia mecánica.

Existen 4 posibles estados de saturación (Ilustración.1), que se pueden presentar en las partículas del agregado, Dependiendo el estado de saturación en que se encuentran las partículas del agregado, se dosifican las mezclas con agua.

²²(Asocreto, 2005)

Para hallar la capacidad de absorción que poseen las partículas de los agregados, se puede determinar mediante la siguiente fórmula que expresa como porcentaje de masa seca²³.

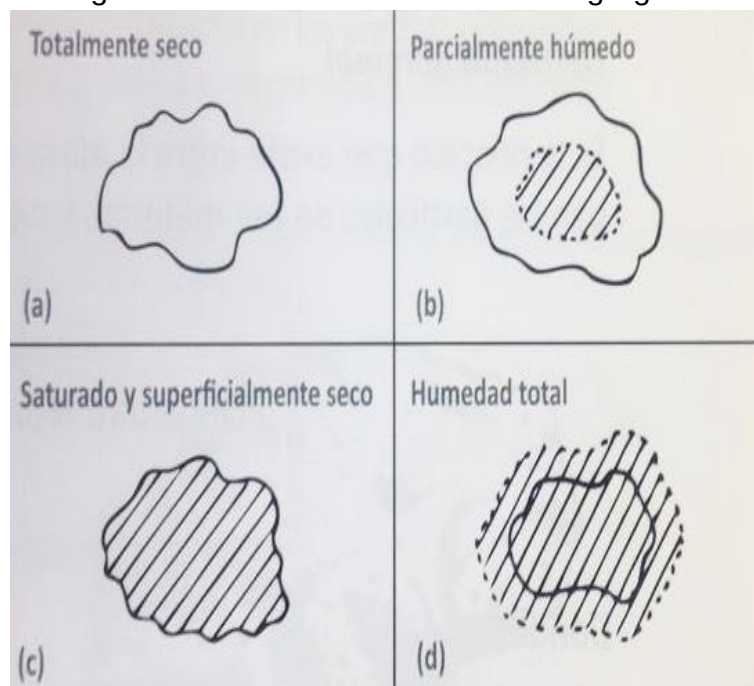
$$\% \text{ Absorción: } \frac{P_{sss} - P_s}{P_s} * 100 \quad \text{Ec.6}$$

Dónde:

P_{sss} : Masa de la muestra saturada y superficialmente seca

P_s : Masa seca de la muestra

Figura 1. Estado de Saturación del Agregado.



FUENTE: Tecnología del Concreto, Asocreto tomo 1.

3.3.3.6 Masa unitaria. La masa unitaria es la relación que hay entre la masa del material que ocupa un recipiente y el volumen del recipiente. Se denomina masa

²³(Asocreto, 2005)

unitaria suelta a la colocación del agregado en el recipiente por acción de la gravedad dejándolo caer desde una altura determinada.

Esta característica física se puede evaluar mediante lo estipulado por la norma NTC 92 de ICONTEC, es necesario obtener un recipiente cilíndrico cuya sección sea igual que su altura y que posea entre 5 y 10 litros de capacidad, el recipiente se llena con 3 capas de agregados debidamente compactados cada capa, para lograr una buena compactación en general, se nivela la parte superior del recipiente y se toma la medida de la masa dividiéndola por el volumen, logrando así la masa unitaria compactada.

La masa unitaria suelta tiene una conexión con la densidad ya que puede demostrar el volumen natural de vacíos presente en los agregados acomodados en el recipiente sin ser compactados, así relacionándose con diferentes aspectos como la forma y textura que esto presentan.

3.3.4 Propiedades mecánicas

3.3.4.1 Dureza. Esta propiedad depende de la procedencia del agregado, estructura y la mineralogía que posea, esta propiedad generalmente se determina de una manera indirecta, por medio de desgaste de la máquina de los ángeles, el cual es estipulado por el ICONTEC mediante la norma NTC93 Y NTC 98. Existen otros ensayos para determinar la dureza según lo estipulado por la norma NTC 183, pero los datos que se obtienen no son suficientes para decidir su utilización, El ensayo de la máquina de los ángeles muestra la medida de degradación que se genera en los agregados, a partir de acciones como abrasión, atrición, impacto y pulimiento. El ensayo se inicia al momento de que el agregado se introduce en un tambor de acero en el cual se le introducen esferas metálicas, al girar el tambor genera un efecto que impacta y tritura el agregado que se encuentra adentro, durante unas vueltas y revoluciones que se estipulan por la norma, después de generado el trabajo de impacto y trituración se procede a retirar la muestra del tambor y tamizarla para determinar la gradación como pérdida porcentual.²⁴

²⁴(Asocreto, 2005)

3.3.4.2 Resistencia. En el concreto la resistencia se da en mayor medida por el agregado grueso, debido al aporte de tamaño de partículas que presenta en la mezcla, una posibilidad de fractura en la masa del concreto es asignada al agregado grueso, o por la interface entre a pasta de cemento y el agregado grueso, el agregado grueso produce la falla al momento de la extraer el agregado de la cantera se hizo de una manera inadecuada, como es el caso donde se extrae por medio de voladura o procesos de trituración deficientes.²⁵

3.3.4.3 Tenacidad. La tenacidad o resistencia a la falla por impacto depende del tipo de roca, origen que sea el agregado y el manejo de los agregados que se dé en la planta, se debe tener en cuenta ya que si son débiles ante impactos generados durante su transporte y disposición, pueden alterar la calidad para su uso en la elaboración de concretos.

3.3.4.4 Adherencia. Es la interacción de origen físico- químico que se genera entre las partículas del agregado y la pasta de cemento, la adherencia tiene un papel importante en la masa del concreto, si se genera una buena interacción entre los agregados y la pasta de cemento la resistencia del concreto será mayor; en día no existe método que permita definir la mala o buena adherencia en los agregados, pero es indiscutible que la adherencia aumenta con la rugosidad superficial presentes en las partículas del agregado.²⁶

3.3.5 Técnica de fluorescencia de rayos x. Es una técnica no destructiva que se constituye en una excelente alternativa de alta precisión para la determinación de los elementos presentes en una muestra. La metodología de análisis es versátil, no requiere preparaciones complicadas y en algunos casos los materiales son analizados directamente, La técnica consiste en irradiar la muestra con rayos gamma o rayos x, lo que provoca la expulsión de los electrones más internos de los átomos presentes en la muestra, que al ser sustituidos por otros electrones desde los niveles de energía superiores, generan la emisión de fotones de rayos x característicos para cada elemento presente en la muestra. La intensidad de la fluorescencia detectada para cada elemento se compara con el valor asignado o

²⁵(Asocreto, 2005)

²⁶(Asocreto, 2005)

estándares de trazabilidad internacional y esta calibración que aplica a cada tipo de material cuantifica la presencia de elementos (o sus óxidos) en unidades de porcentajes en peso, partes por millón o partes por billón en la detección de trazas.²⁷

3.3.5.1 Preparación de muestras de fluorescencia. La preparación de muestras que es leída, por el equipo de fluorescencia de rayos x de referencia Panalytical Minipal 2, es en polvo compactado, el cual demanda que para realizar una excelente lectura del material de las fuentes de extracción, es necesario que cada una de las muestras sean trituradas hasta llegar a convertirlas en polvo y sean pasante por el tamiz 200, en una proporción por muestra de mínimo 10 gramos para que la maquina las analice adecuadamente, al momento de tener el segmento triturado de la muestra de la fuente de extracción de agregado pasante por el tamiz, se procede a ubicarla en un porta- muestras que va sujeto con un polímero inerte transparente de referencia X-ray 943050007172, el cual permite que la muestra sea analizada de una manera más óptima por el equipo de estudio

3.3.6 Compuestos químicos presentes en los agregados finos y gruesos.

Tabla 5. Tipos de minerales presentes en gravas y arenas

Tipo de mineral	Características	Ejemplo
Óxidos	Minerales que contienen un metal combinado con el oxígeno; por ejemplo, hematina (Fe ₂ O ₃).	Cuprita (Cu ₂ O)
Silicatos	Forman el grupo químico más importante entre los minerales. Contienen varios elementos, de los cuales son frecuentes el sodio, potasio, calcio, magnesio, aluminio y hierro, en combinación con el silicio y oxígeno	Cuarzo

AUTOR: <https://www.codelcoeduca.cl>.

²⁷(alpha1 s.a Servicios Analiticos, 2015)

3.3.7 Enlaces químicos presentes en agregados finos y gruesos. Según el tipo de mineral presente en el agregado grueso y fino, se puede determinar el tipo de enlace químico que presenta el agregado, en donde cada enlace químico cuenta con propiedades que mejoran al agregado dándole diferentes características físicas y mecánicas, existen 2 tipos de enlaces químicos presentes en los agregados:

3.3.7.1 Enlace covalente. Los enlaces covalentes son las fuerzas que mantienen unidos entre sí los átomos no metálicos como el cloro, oxígeno, flúor. Estos átomos tienen muchos electrones en su nivel más externo (*electrones de valencia*) y tienen tendencia a ganar electrones más que a cederlos, para adquirir la estabilidad de la estructura electrónica de gas noble. Por tanto, los átomos no metálicos no pueden cederse electrones entre sí para formar iones de signo opuesto.²⁸

3.3.7.2 Enlace iónico Consiste en la atracción electrostática entre átomos con cargas eléctricas de signo contrario. Este tipo de enlace se establece entre átomos de elementos poco electronegativos con los de elementos muy electronegativos. Es necesario que uno de los elementos pueda ganar electrones y el otro perderlo, y como se ha dicho anteriormente este tipo de enlace se suele producir entre un no metal (electronegativo) y un metal (electropositivo).²⁹

3.3.8 Propiedades de los enlaces químicos. Los enlaces químicos cuentan con propiedades que mejoran al agregado, dándole diferentes características físicas y mecánicas.

3.3.8.1 Propiedades de los enlaces covalentes. Las propiedades físicas de las sustancias covalentes moleculares son:

3.3.8.1.1 Forma. Pueden existir, en condiciones ambientes, en los estados gaseoso, líquido y sólido. Cuando se presentan en estado sólido.

²⁸(Pura Química)

²⁹(<http://www.textoscientificos.com/quimica/enlaces-quimicos>, 2005)

3.3.8.1.2 Puntos de fusión y ebullición. Poseen puntos de fusión y ebullición más bajos, cuando se encuentran en estados sólidos, comparados con los de las sustancias iónicas o metálicas.

3.3.8.1.3 Solubilidad. Algunas son solubles en agua, otras son solubles en solventes orgánicas y otros aún, son solubles en ambas.

3.3.8.1.4 Conductividad eléctrica. Normalmente, no son conductoras de electricidad, ni siquiera puros, ni aún disueltos en agua. La excepción a esta regla ocurre en el caso de los ácidos, que cuando están en solución, conducen la corriente eléctrica.³⁰

3.3.8.2 Propiedades de los enlaces iónicos. Los iones se hallan unidos fuertemente entre sí, debido a las atracciones electrostáticas que se generan entre iones de signo opuesto, para fundir o evaporar un compuesto iónico, habrá que aportar una gran cantidad de energía, ya que es necesario romper las interacciones catión-anión. Esto hace que se requieran temperaturas elevadas. De forma general.

3.3.8.2.1 Sólidos. Las fuerzas internas que mantienen unidos los iones, son tan fuertes, que al estar en temperatura ambiente el compuesto, se halla en estado sólido.

3.3.8.2.2 Redes cristalinas. Los aniones y cationes tienen posiciones definidas en el espacio, formando redes cristalinas altamente ordenadas.

3.3.8.2.3 Puntos de fusión y ebullición. Debido a que las fuerzas electroestáticas que mantienen unidos los iones son fuertes, es costoso separar los iones, ya que es necesario aportar elevadas temperaturas para fundirlos o evaporarlos.

³⁰(quimitube.com, 2015)

3.3.8.2.4 Dureza. Debido al enlace que posee le da esta propiedad al elemento, ya que para poder rayar la superficie, hay que romper enlaces de los iones superficiales, aunque podría ser rayado por un compuesto como el diamante que tiene una dureza más alta.

3.3.8.2.5 Fragilidad. A pesar que estos enlaces poseen altas durezas, son frágiles a los golpes, ya que los impactos pueden generar que las capas se resbalen una entre otra o se vean enfrentados los iones del mismo signo, generando repulsión electrostática entre iones del mismo signo, causando que se fragmente el cristal.

Tabla6.Propiedades de los enlaces.

Propiedades de las sustancias en función de su enlace

	COMPUESTOS CON ENLACE:			
	Iónico Metal-No metal	Covalente No metal-no metal		Metálico Metal-metal
Estado de agregación	Sólidos (Red cristalina iónica)	Sólidos (Red cristalina covalente)	Sólidos, líquidos y gases (Moléculas)	Sólidos (Red cristalina metálica)
Temperaturas fusión y ebullición	Altas	Muy altas	Bajas	Altas
Conductividad eléctrica	Elevada (los iones viajan) (Cuando están disueltos o fundidos)	No	No	Muy elevada (los electrones libres viajan)
Otras características	Duros, frágiles Solubles en agua	Extremadamente duros Insolubles en los disolventes ordinarios	Más blandos que los cristales iónicos	Maleables y dúctiles. Insolubles en los disolventes ordinarios
Ejemplos	NaCl, MgO, MgCl ₂	SiO ₂ (cuarzo), C (diamante)	O ₂ , CO ₂ , H ₂ O, I ₂	Fe (hierro) Cu (cobre)

AUTOR: Departamento didáctico de física y química. (<http://www.educa.madrid.org/>).

3.3.9 Geología de fuentes de extracción agregado fino y grueso.

3.3.9.1 Geología de fuentes de extracción de agregado grueso, la colina Tibasosa, cantera Piedras y Gravas s.a y cantera Víctor Manuel. Estas canteras que se encuentran localizadas en la provincia Sugamuxi, que pertenece a la **formación geológica tibasosa (Kit)**, según el lugar donde se localizan las fuentes de extracción indica que pertenecen al **miembro calcáreo superior (Kit1)**, se muestra que aflora esta formación a lo largo de la región. La formación geológica tibasosa está constituida esencialmente por diez bancos de caliza, pero el banco en el cual se encuentran situadas las canteras de estudio con las características y distribución pertenece al **banco H** indicando que está compuesto por una caliza gris fosilífera muy dura, de 6 m. de espesor, con un contenido de CaO de 40.04%, puede utilizarse para producción de cal y agregados pétreos. Está separado del banco G por un conjunto arcilloso gris verdoso y rojizo con vetas de óxido de hierro.³¹

3.3.9.2 Geología de fuentes de extracción de agregado fino, cantera Andrés barrera, cantera Bertha moreno, cantera Camilo Moreno, cantera Julio Vicente, y cantera Marcos Cárdenas. Las canteras de agregado fino que se encuentran localizadas en la provincia centro del departamento de Boyacá, pertenecen a la **formación Bogotá (Tb)**, esta formación contiene areniscas cuarzosas y de líticos en capas delgadas a medias con estratificación ondulada no paralela continua a lenticular, con grano fino a grueso, subangular a subredondeado. Son friables e inmaduras en su mayoría y se encuentran intercaladas con capas medias de limolitas y arcillolitas de color gris a crema; presentan abundantes óxidos rojizos.³²

3.3.9.3 Geología de fuentes de extracción de agregado grueso Santa Lucia, cantera Ingeniería de Vías. Las canteras se encuentran localizadas en la provincia centro, en los municipios de Cucaita y Samaca, pertenecen a la **Formación plaeners (Kg2)**, se desplaza por la carretera de Tunja-Cucaita y Samaca donde se indica que se compone por capas delgadas de porcelanita, chert y fosforita y shales silíceos usados como grava o para recebo de carretera.³³

³¹(Tibasosa, 2010)

³²(Ingeominas, 2003)

³³(RUBIANO, 2003)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Se presentan las canteras que suministran principalmente agregado grueso y fino a la ciudad de Tunja adecuadamente seleccionadas, para realizar los respectivos laboratorios con su pertinente normativa para verificar su calidad.

Tabla 7. Materiales Utilizados

MATERIAL	FUENTE DE MATERIAL	ORIGEN	ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS	NORMATIVA
Agregado fino (arena)	Fuente de Material Andrés Barrera	El moral	Análisis de tamizado de agregados finos	NTC 77
	Fuente de Material Bertha Moreno	El moral		
	Fuente de Material Camilo Moreno	El moral	Contenido de Humedad	NTC 1776
	Fuente de Material Julio Vicente	El moral	Gravedad Especifica	INV-128-07
	Fuente de Material Marcos Cárdenas	Combita		
Agregado Grueso (grava)	Fuente de Material Víctor Manuel	Nobsa	Análisis de tamizado de agregados finos	NTC 77
	Fuente de Material La Colina	Tibasosa	Contenido de Humedad	NTC 1776
	Fuente de Material Piedras y Gravas S.A	Nobsa	Densidad y Absorción del Agregado Grueso	NTC 176
	Fuente de Material Santa Lucia	Cucaita		
	Fuente de Material Ingeniería de Vías	Samacá	Desgaste De La Máquina De Los Ángeles	NTC 98

Fuente: Autor del proyecto.

4.1.1 Diagnostico. Se ha evidenciado que los materiales utilizados para hacer concretos, como el agregado fino y grueso no han tenido gran importancia en las diferentes fuentes de extracción de agregados , ya que no se observa una caracterización de estos agregados con los ensayos que estipula las normas de Icontec, sino que este es vendida por canteras localizadas en sectores como el moral , Samacá, Cucaita, Nobsa, Tibasosa y combita sin ningún tipo de certificado donde se observa que los únicos ensayos realizados a estos agregados son los

de gradación para controlar su tamaño , sin asegurar una calidad idónea del agregado para realizar concretos.

Se ha analizado que es de vital importancia, que se tenga una estudio de calidad de los agregados finos y gruesos para realizar concretos, debido a que se ha evidenciado en los últimos años un crecimiento en el sector de la construcción en la ciudad de Tunja, por estos motivos se desea tener una caracterización para así no llegar a tener errores constructivos que puedan afectar la vida humana a raíz de la mala calidad de los agregados, ya que de estas propiedades que tengan los agregados depende factores como resistencia, durabilidad, de los concretos.

4.1.2 Tiempo y lugar. El proyecto se realizó en un periodo de 5 meses, en el cual conto con una recopilación de información para desarrollar adecuadamente este proyecto y una selección de agregados finos y gruesos de las principales canteras que suministran a la ciudad de Tunja; así posteriormente realizársele ensayos que permiten determinar la calidad a cada uno de estos. Este proyecto contó con el apoyo de las instalaciones de laboratorio de caracterización de materiales de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas Seccional Tunja, ya que cuenta con equipos para determinar el desgaste del material, equipos para determinar la resistencia del material ,equipos para determinar las densidades y humedades de los materiales; también contó con instalaciones de laboratorio INCITEMA localizado en Tunja BOYACA en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia , especializado en estudio de materiales ,donde se determinó la composición química de las canteras, seleccionadas adecuadamente.

4.1.3 Caracterización de la población. Se tomó como referencia las 5 principales fuentes de extracción de agregado fino y grueso, que suministran a la ciudad de Tunja, este proyecto conto con información referente a cada una de las canteras, también con la colaboración de cada uno de los dueños y administradores de las diferentes fuentes de extracción para la recepción de las muestra y así poder realizar cada uno de los estudios asignados.

4.2 RELACION HERRAMIENTA

4.2.1 Herramientas y maquinas. Para la realización de este trabajo de grado se usaron diferentes herramientas, que permitieron desarrollar los ensayos propuestos. Las herramientas y maquinas son:

4.2.1.1 Tamices de diferentes gradaciones para obtener información según estipulado por la norma.

4.2.1.2 Balanza con sensibilidad de por lo menos 0,1% de la masa que se está evaluando.

4.2.1.3 Horno de suficiente tamaño capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

4.2.1.4 Plancha capaz de mantener temperatura uniforme para calibrar el picnómetro.

4.2.1.5 bombas para eliminar burbujas del picnómetro al momento de realizar ensayo de gravedad específica.

4.2.1.6 Picnómetro o frasco adecuado con capacidad adecuada según la normativa, en el cual se pueda introducir el agregado fino, para realizar gravedad específica.

4.2.1.7 Herramientas pequeñas tales como: baldes, palustres, espátulas, platones, martillos, pesas, bolsas, brochas, termómetros, embudo, canasta, trapos para secar muestras, entre otros.

4.2.1.8 Para la interpretación de información se usaron herramientas como programas de computador como Excel, Word, power point, Arc gis, google chrome, google earth, bases de datos de la Universidad Santo Tomas.

4.2.1.9 Máquina de los ángeles, Esta máquina es usada para realizar desgaste de los agregados gruesos mediante una carga abrasiva generada por una cantidad de esferas que se calcula dependiendo el tamaño del agregado que se esté estudiando, esta máquina se encuentra en las instalaciones.

Figura 2. Máquina de los Ángeles



Fuente: Autor del proyecto

4.2.1.10 Máquina de fluorescencia de rayos x. Esta máquina se usa para determinar la composición química porcentual que tenga una muestra que desee estudiarse, esta máquina lee y analiza muestras que se encuentra pulverizadas pasantes por el tamiz 200.

Figura 3. Máquina de fluorescencia de rayos x, Panalytical Minipal 2.



Fuente: Autor del proyecto.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 MÉTODOS

5.1.1 Método cuantitativo. El método usado dentro de este trabajo es el cuantitativo, ya que la metodología utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación referentes a la calidad de los agregados finos y grueso, probando hipótesis que se establecen en el transcurso de la investigación, y confiando en la medición numérica, y el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de los agregados que se están estudiando.

5.1.2 Método cualitativo. El método usado dentro de este trabajo es el cualitativo, ya que en la investigación se utiliza la interpretación y descripción de las estadísticas y datos obtenidos de laboratorio, llegando así a analizar la respuesta y patrones que nos brindan los agregados que suministran a la ciudad de Tunja.

5.1.3 Método aplicativo. El método usado dentro de este trabajo, ya que se seleccionaron las principales canteras que suministran agregados finos y gruesos a la ciudad de Tunja, requeridos para el análisis, además se practicaron diferentes ensayos que permitieron identificar las calidades que presentan cada uno de los agregados seleccionados, las cuales evidencian un agregados adecuado para la elaboración de concretos.

5.1.4 Método analítico. Es el método usado dentro de este trabajo, ya que se y analizan las propiedades mecánicas, físicas y químicas de los agregados fino y gruesos con mayor demanda en la ciudad de Tunja, llegando así a observar las causas, efectos en el comportamiento que presentan los agregados, llegando a entender y establecer nuevas teorías respecto a sus resultado obtenidos

5.1.5 Método descriptivo. Es el método usado dentro de este trabajo, ya que a partir de la describir las calidades que se obtuvieron por medio de los ensayos

establecidos por Icontec y la composición química de las canteras seleccionadas, procediendo a plasmar la información obtenida en cada ensayo realizado y analizando el cumplimiento y no cumplimiento de las normativas vigentes, llegando así a dar respuesta al cumplimiento de las preguntas generadas de esta investigación.

5.2 METODOLOGÍA

Este proyecto se realizó en un tiempo de 5 meses, dando inicio a partir de recopilaciones de información acerca de caracterizaciones química, física y mecánica realizados a los agregados gruesos y finos para elaborar concretos tanto a nivel internacional como nivel nacional y departamental, llegando así formar un estado de arte pertinente por intermedio de las bases de datos que suministra la biblioteca de la Universidad Santo Tomas y Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia.

A continuación se representan los procedimientos que fueron necesarios realizar en los laboratorios de la Universidad Santo Tomas y Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia seccionales de Tunja, con el fin de adquirir los análisis de resultados requeridos para esta investigación.

5.2.1 Materiales a utilizar. Se procede a seleccionar las 5 principales fuentes de extracción de agregado grueso y 5 principales fuentes de extracción de fino que suministra a Tunja, a partir de encuestas y estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas, se seleccionan las fuentes de extracción siguiendo el cumplimiento de calidad de los agregados según lo estipulado por el Icontec.

AGREGADOS:

El agregado fino (arena) que se utilizó para la realización de los ensayos de laboratorio fue traído de las fuentes de material Andrés barrera (vereda el moral), Bertha moreno (vereda el moral), Camilo moreno (vereda el moral), Julio Vicente (vereda el moral), marcos cárdenas (combita),

El agregado grueso (grava), que se utilizó para la realización de los ensayos de laboratorio fue traído de las fuentes de material Víctor Manuel (Nobsa), La colina (Tibasosa), Piedras y Gravas S.A (Nobsa), Santa Lucia (Cucaita), Ingeniería de vías (Samacá).

5.2.2 Recopilación del material. Se procedió a realizar una charla con los administradores y dueños de las diferentes fuentes de extracción de los agregados seleccionados, sobre el estudio a realizar a cada uno de los agregados, ya con la autorización de cada uno, se procede a recopilar el material de cada una de las fuentes de extracción teniendo en cuenta la normativa, se realiza la toma de muestra del agregado según se estipula en la **NTC 129 ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados**. Tomando muestras de 10 kg a cada una de las fuentes de extracción para así poder realizar cada uno de los laboratorios asignados.

Figura 4. Toma de muestra del agregado fino y grueso.



Fuente: autor del proyecto.

5.2.3 Realización de ensayos de calidad a los agregados. Se procede a realizar la reducción del tamaño de cada una de las muestras de agregados grueso y fino, tomadas en campo, para la realización de los ensayos según lo establecido por la **NTC 3674. Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos**.

Figura 5. Reducción del tamaño de la muestra.



Fuente: autor del proyecto.

A continuación se describe el orden y los procedimientos realizados en el laboratorio, para determinar la calidad de cada uno de los agregados seleccionados a partir de los siguientes ensayos:

5.2.3.1 Laboratorio de granulometría El objetivo de este laboratorio es determinar la distribución de tamaños de las partículas que componen los agregados seleccionados, tomando una cantidad de muestra según lo estipulado por la normativa NTC174 y pasándolo por una serie de tamiz determinando el cumplimiento de los límites establecidos para agregados gruesos y finos para elaborar concretos, este fue el primer laboratorio realizado para cada una de las muestras de agregado fino y grueso estudiadas en este proyecto, se realizó siguiendo la **NTC 77 concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos** de ICONTEC.

Figura 6. Laboratorio de granulometría.



Fuente: autores del proyecto.

5.2.3.2 Laboratorio de contenido de humedad. El objetivo de este laboratorio es determinar el porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado sometida a secado, consiste en tomar una cantidad de muestra según lo estipulado por la normativa **NTC 1776 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados**, se procede a pesar la muestra con humedad natural y dejarla durante 24 horas en el horno a 110° centígrados luego se pesa de nuevo en seco, teniendo estas variables se determina la humedad del agregado.

Figura 7. Laboratorio de humedad natural.



Fuente: autores del proyecto.

5.2.3.3 Laboratorio de densidad y absorción del agregado grueso. El objetivo de este laboratorio es determinar la densidad y absorción solamente del agregado grueso, en donde se puede expresar como densidad aparente, densidad nominal y densidad (sss), fundamentándose en la saturación del agregado grueso dejándolo en agua durante 24 horas, se realizó siguiendo la **NTC 176 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso.**

Figura 8. Laboratorio de densidad y absorción del agregado grueso.



Fuente: autores del proyecto.

5.2.3.4 Laboratorio de desgaste de la máquina de los ángeles. El objetivo de este laboratorio es determinar el desgaste generado en el agregado grueso, se colócala muestra que se va a ensayar y la carga abrasiva que son esferas metálicas que se determinan según la **NTC 98 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión e impacto de agregados gruesos menor de 37,5 mm, utilizando la máquina de los ángeles,** en la máquina de los ángeles, procediendo a girar el tambor a 30 revoluciones por minuto hasta que logre alcanzar 500 vueltas, después del numero indicado de vueltas se procede a retirar el material de la máquina y se procede a tamizar el polvo de la muestra, procediendo a lavar la muestra resultante y a pesarla llegando así a determinar el porcentaje de desgaste generado por la máquina.

Figura 9. Laboratorio de desgaste de la máquina de los ángeles.



Fuente: autor del proyecto.

5.2.3.5 Laboratorio de gravedad específica El objetivo de este laboratorio es determinar la absorción, densidad aparente y densidad nominal del agregado fino, el cual consiste en saturar el agregado con agua durante 24 horas y determinar el peso del agregado en estado donde se encuentre superficialmente seco e internamente saturado, luego se procede a calibrar el picnómetro con agua destilada, y a introducir la muestra al picnómetro extrayendo las burbujas por medio de una bomba, se toman los datos pertinentes y temperaturas y se procede a dejarse en el horno durante 24 horas para tomarle el peso en seco para finalmente poder determinar la absorción y densidades, se realizó siguiendo la norma INV-128-07.

Figura 10. Laboratorio de gravedad específica



Fuente: autores del proyecto.

Estos ensayos se realizan con el fin de verificar la calidad y reproducibilidad de los resultados en los que se basa el estudio, luego se procede a analizar los datos obtenidos en los ensayos realizados a cada una de las fuentes de extracción.

5.2.4 Realización de ensayos de composición química a los agregados. Al obtener los resultados de calidad de cada uno de los agregados, se procede a seleccionar: 2 fuentes de extracción de agregado grueso y 2 fuentes de extracción de agregado fino de manera aleatoria que cumplan con los parámetros establecidos por Icontec, para realizársele posteriormente ensayos de composición química a partir de métodos de fluorescencia de rayos x.

Las fuentes de extracción de agregado fino y grueso seleccionadas, a los cuales se le realizaron pruebas de composición química fueron:

- Fuente de extracción de **agregado fino** Andrés Barrera (El moral)
- Fuente de extracción de **agregado fino** Marcos Cárdenas (Combita).
- Fuente de extracción de **agregado grueso** Piedras y Gravas s.a (Nobsa).
- Fuente de extracción de **agregado grueso** Santa lucia (Cucaita).

Para la preparación de las muestras del material de las fuentes de extracción seleccionadas para realizar la técnica de fluorescencia de rayos x, es necesario moler las muestras de agregado grueso y fino con un mazo a tal punto de que puedan pasar por el tamiz 200 y recoger un mínimo de 10 gramos por muestra, que era las características pedidas por los laboratoritos para proceder a realizar el estudio.

Figura 11.Preparación de muestras de fluorescencia.



Fuente: autor del proyecto.

Luego de tener las muestras según las indicaciones establecidas por el laboratorio de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja se proceden a dejarlas en la máquina, que cuenta con un porta muestras de plástico, el cual se le coloca un papel transparente de referencia x-ray 943050607178, donde va a sujetar la muestra en polvo, al tener la muestra sujeta se procede a compactar por capas hasta obtener una buena compactación, ya que según lo estipulado por el personal de laboratorio, entre más se encuentre compactada la muestra en el porta muestras, va a permitir que la máquina de fluorescencia de rayos x muestre una mejor lectura y análisis. Esta máquina tiene una duración de 45 minutos analizando 1 muestra asignada

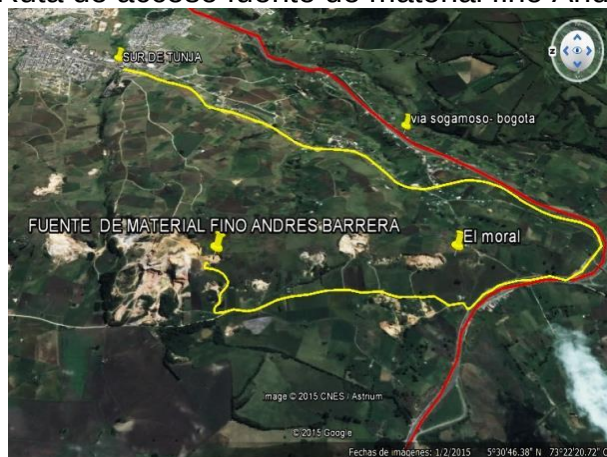
5.2.5 Análisis. En este período, al obtener los resultados se procede a contrastar los datos obtenidos de los ensayos realizados seleccionados de la NTC, para determinar la calidad de los agregados con los datos de fluorescencia de rayos x y concluir porque los agregados seleccionados se comportan de maneras diferentes según su composición química que presenten.

6. ANÁLISIS

6.1ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIAL DE AGREGADO FINO

6.1.1 Fuente de material fino Andrés Barrera. Este punto fuente de extracción de agregado fino está situado a 6 km recorrido iniciado desde la plaza de mercado del sur de Tunja, al costado sur oeste de la ciudad. En el sector del moral Colindando con las fuentes de extracción de agregado fino de don Julio Vicente.

Figura 13. Ruta de acceso fuente de material fino Andrés Barrera.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 14. Fuente de material fino Andrés Barrera.



Fuente: Autor del proyecto.

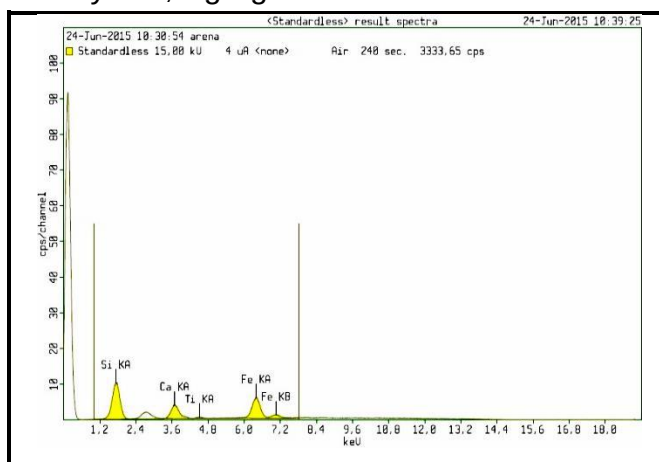
6.1.1.1 Resultados de laboratorio de fluorescencia de rayos x.

Tabla 8. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Andrés Barrera.

COMPOSICIÓN QUÍMICA			
SiO ₂	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
94,40%	3,38%	0,20%	2,03%

Fuente: Autor del proyecto.

Grafica 1. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, Agregado fino Andrés Barrera.



Fuente: Autor del proyecto.

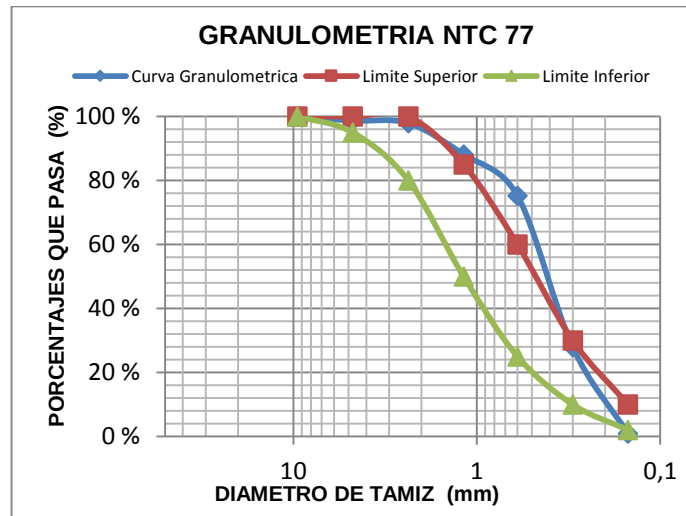
6.1.1.2 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 9. Resultados de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Andrés barrera.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Módulo de finura	NTC 77	2,07	Fino
Contenido de Humedad	NTC 1776	4,91	%
Absorción	INV-128-07	0,32	%
Densidad Aparente	INV-128-07	2,62	gr/cm ³
Densidad Nominal	INV-128-07	2,63	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica2. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Andrés Barrera.



Fuente: Autor del proyecto.

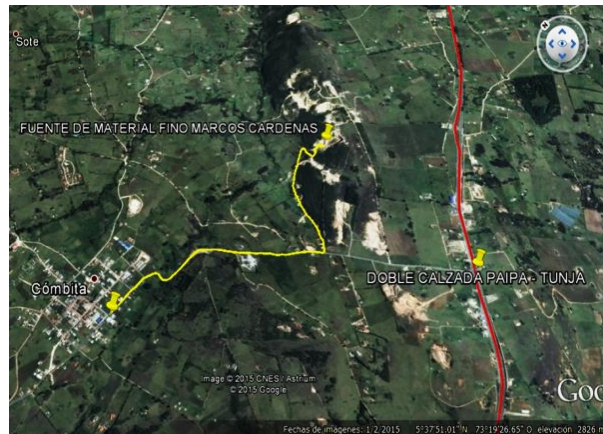
6.1.1.3 Análisis.

- Se evidencia en los resultados de módulo de finura un valor de **2,07**, el cual indica que es **FINO** y genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee, y **no cumple los parámetros de la NTC 174**, la cual nos establece rangos adecuados entre 2,3 a 3,1 para agregados finos.
- La granulometría generada a esta arena indica que tiene una gradación regular debido a que en los resultados obtenidos en el gráfico (2), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite superior
- Se evidencia en los resultados de densidad aparente el valor de **2,62 gr/cm³**, la cual indica que el agregado **cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados finos.

- El ensayo de absorción, da un valor de **0,32%**, lo cual indica una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concreto no va a absorber un porcentaje considerable de agua, así se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados finos los porcentajes de absorción deben ser menores a 5 %.

6.1.2 Fuente de material fino Marcos Cárdenas. Este punto fuente de extracción de agregado fino está situado a 2,3 km recorrido iniciado desde la plaza principal de combita, en la vereda la concepción parte baja, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 8 años.

Figura 15. Ruta de acceso fuente de material fino Marcos Cárdenas.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 16. Fuente de material fino Marcos Cárdenas.



Fuente: Autor del proyecto.

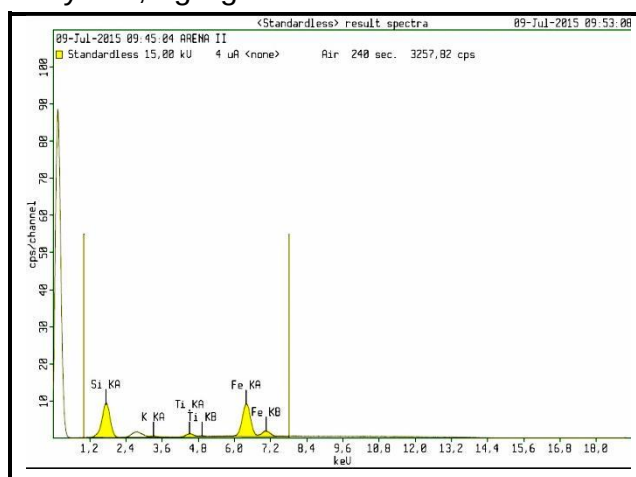
6.1.2.1 Resultados de laboratorio de fluorescencia de rayos x.

Tabla 10. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado fino Marcos Cárdenas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA			
SiO₂	K₂O	TiO₂	Fe₂O₃
95,7%	0,48%	0,62%	3,23

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 3. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado fino Marcos Cárdenas.



Fuente: Autor del proyecto.

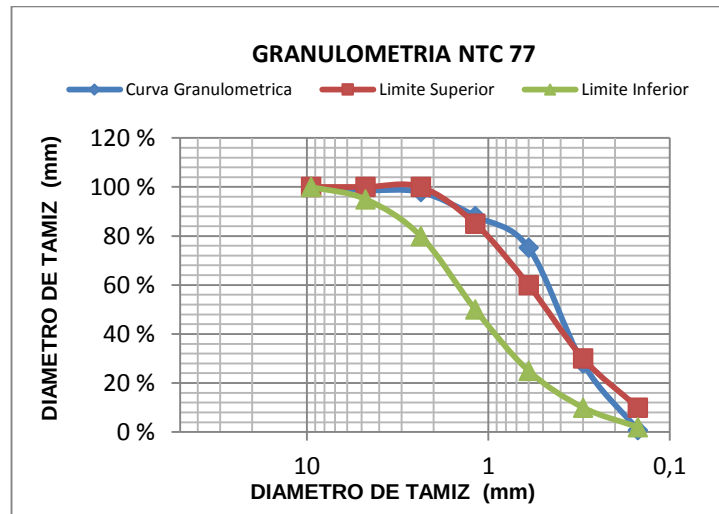
6.1.2.2 Resultados de laboratorio calidad de agregados

Tabla 11. Resultados de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Marcos Cárdenas.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Módulo de finura	NTC 77	2,11	Fino
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,66	%
Absorción	INV-128-07	0,40	%
Densidad Aparente	INV-128-07	2,60	gr/cm ³
Densidad Nominal	INV-128-07	2,62	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 4. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Marcos Cárdenas.



Fuente: Autor del proyecto.

6.1.2.3 Análisis.

- Se evidencia en los resultados de módulo de finura un valor de **2,11**, el cual indica que es **FINO** y genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee, y **no cumple de los parámetros establecidos por la NTC 174**.
- La granulometría generada a esta arena indica que tiene una gradación regular debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (4), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite superior.
- Se observa en los resultados de densidad aparente el valor de **2,60 gr/cm³**, la cual indica que es apta para el agregado, ya que **cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados finos.

- El ensayo de absorción, da un valor de **0,40%**, Lo cual indica una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concreto no va a absorber un porcentaje considerable de agua, se observa que **ésta cumple la norma NTC 174**.

6.1.3 Fuente de material fino Bertha Moreno. Este punto fuente de extracción de agregado fino está situado a 6,6 km recorrido iniciado desde la plaza de mercado del sur de Tunja, al costado sur oeste de la ciudad, en el sector el moral. Colindando con las fuentes de extracción de agregado fino de don Julio Vicente, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 9 años.

Figura 17. Ruta de acceso fuente de material fino Bertha Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 18. Fuente de material fino Bertha Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

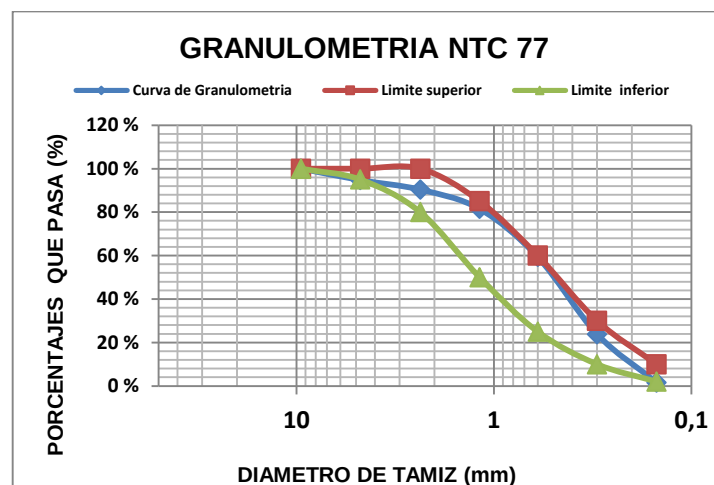
6.1.3.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla12. Resultados de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Bertha Moreno.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Módulo de finura	NTC 77	2,49	Medio
Contenido de Humedad	NTC 1776	4,91	%
Absorción	INV-128-07	0,30	%
Densidad Aparente	INV-128-07	2,61	gr/cm ³
Densidad Nominal	INV-128-07	2,62	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 5. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Bertha Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

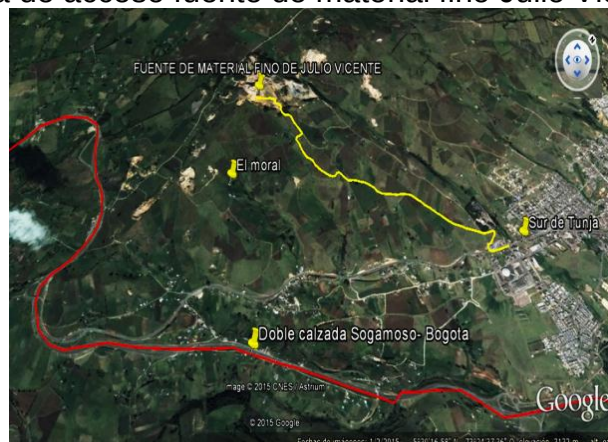
6.1.3.2 Análisis.

- Se evidencia en los resultados de módulo de finura un valor de **2,49**, el cual nos indica que es **MEDIO** y no genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee y no se obtiene mezclas ásperas ya que la arena no es gruesa, y **se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NTC 174** la cual nos establece rangos adecuados entre 2,3 a 3,1 para agregados finos.

- La granulometría generada a esta arena nos indica que tiene una gradación **BUENA** debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (5), se evidencia que la curva granulométrica no se sale de los parámetros establecidos por el límite superior y límite inferior.
- Se detalla en los resultados de densidad aparente el valor de **2,61 gr/cm³**, la cual indica que para el agregado, **cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados finos.
- El ensayo de absorción, da un valor de **0,30%**, Lo cual señala una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concretos no va a absorber un porcentaje considerable de agua, así se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**,

6.1.4 Fuente de material fino Julio Vicente González. Este punto fuente de extracción de agregado fino está situado a 2,7 km recorrido iniciado desde la plaza de mercado del sur de Tunja, al costado sur oeste de la ciudad, en el sector el moral. se observa una vida útil de explotación proyectada para 8 años.

Figura 19. Ruta de acceso fuente de material fino Julio Vicente González.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 20. Fuente de material fino Julio Vicente González.



Fuente: Autor del proyecto.

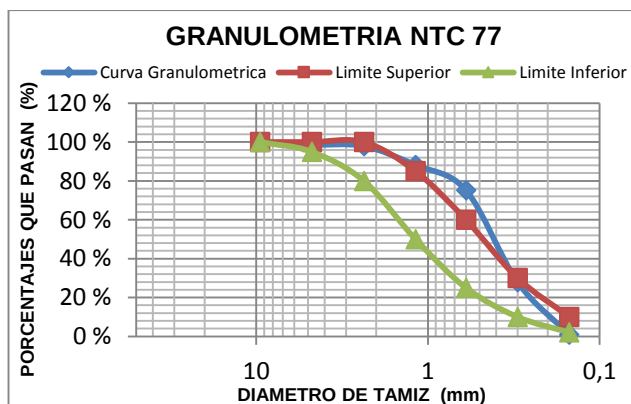
6.1.4.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 13. Resultados de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Julio Vicente González.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Módulo de finura	NTC 77	1,97	Fino
Contenido de Humedad	NTC 1776	2	%
Absorción	INV-128-07	0,10	%
Densidad Aparente	INV-128-07	2,36	gr/cm ³
Densidad Nominal	INV-128-07	2,37	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 6. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material fino Julio Vicente González.



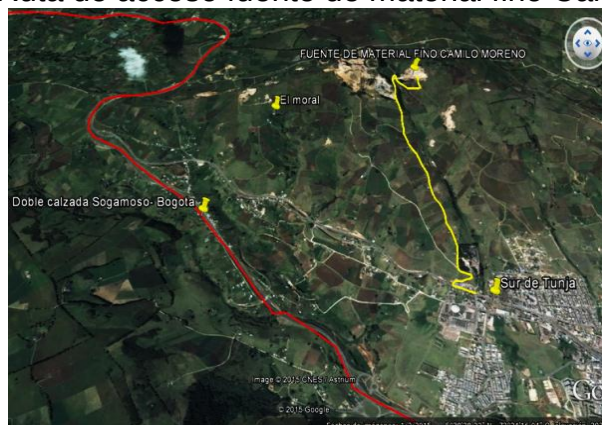
Fuente: Autor del proyecto.

6.1.4.2 Análisis.

- Se evidencia en los resultados de módulo de finura un valor de **1,97**, el cual indica que es **FINO** y genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee, y **no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NTC 174.**
- La granulometría generada a esta arena indica que tiene una gradación **regular** debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (6), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite superior.
- Se evidencia en los resultados de densidad aparente el valor de **2,36 gr/cm³**, la cual indica que **no cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados finos.
- El ensayo de absorción, da un valor de **0,10%**,Lo cual indica una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concreto no va a absorber un porcentaje considerable de agua, se observa que **ésta cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados finos los porcentajes de absorción deben ser menores a 5 %.

6.1.5 Fuente de material fino Camilo Moreno. Este punto fuente de extracción de agregado fino está situado a 2,7 km recorrido iniciado desde la plaza de mercado del sur de Tunja, al costado sur oeste de la ciudad, en el sector el moral. A 600 metros de la fuente de extracción de agregado fino de doña Bertha Moreno, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 9 años.

Figura 21. Ruta de acceso fuente de material fino Camilo Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 22. Fuente de material fino Camilo Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

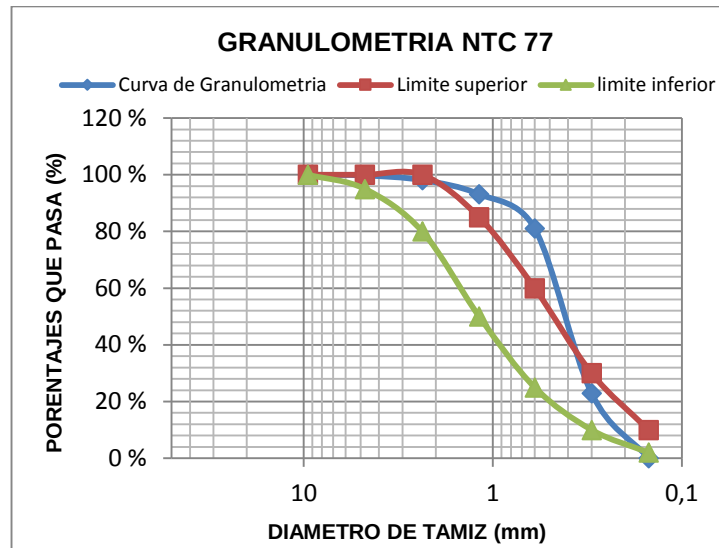
6.1.5.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla14. Resultados de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material fino Camilo Moreno.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Módulo de finura	NTC 77	2,05	Fino
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,63	%
Absorción	INV-128-07	0,22	%
Densidad Aparente	INV-128-07	2,54	gr/cm ³
Densidad Nominal	INV-128-07	2,55	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 7. Resultado de ensayo de granulometría en laboratorio, fuente de material fino Camilo Moreno.



Fuente: Autor del proyecto.

6.1.5.2 Análisis.

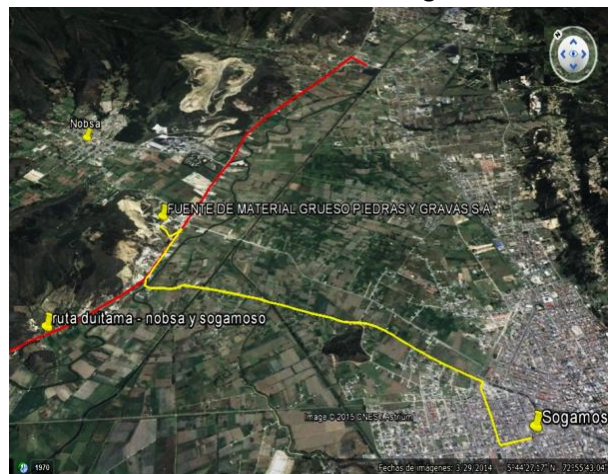
- Se demuestra en los resultados de módulo de finura un valor de **2,05**, el cual indica que es **FINO** y genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee, y **no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la NTC 174** la cual nos establece rangos adecuados entre 2,3 a 3,1 para agregados finos.
- La granulometría generada a esta arena indica que tiene una gradación **regular** debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (7), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite superior.
- Se evidencia en los resultados de densidad aparente el valor de **2,54 gr/cm³**, la cual nos demuestra que para el agregado, **cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados finos.

- El ensayo de absorción, da un valor de **0,22%**, Lo cual muestra una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concretos no va a absorber un porcentaje considerable de agua, se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados finos los porcentajes de absorción deben ser menores a 5 %.

6.2 ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIAL DE AGREGADO GRUESO.

6.2.1 Fuente de material de grava Piedras y Gravas S.A. Este punto fuente de extracción de agregado grueso está situado a 5,3 km recorrido iniciado desde el terminal de transportes de la ciudad de Sogamoso, al costado norte oeste de Nobsa. Colindando con las fuentes de extracción de agregado grueso de don Víctor Manuel. En donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 45 años según sus dimensiones.

Figura 23. Ruta de acceso fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 24. Fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.



Fuente: Autor del proyecto.

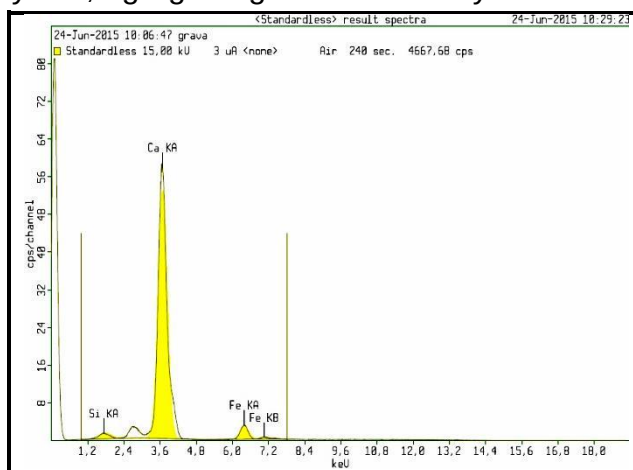
6.2.1.1 Resultados de laboratorio de fluorescencia de rayos x.

Tabla 15. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado grueso Piedras y Gravas S.A.

COMPOSICIÓN QUÍMICA		
SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃
14%	82,30%	3,71%

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 8. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado grueso Piedras y Gravas S.A.



Fuente: Autor del proyecto.

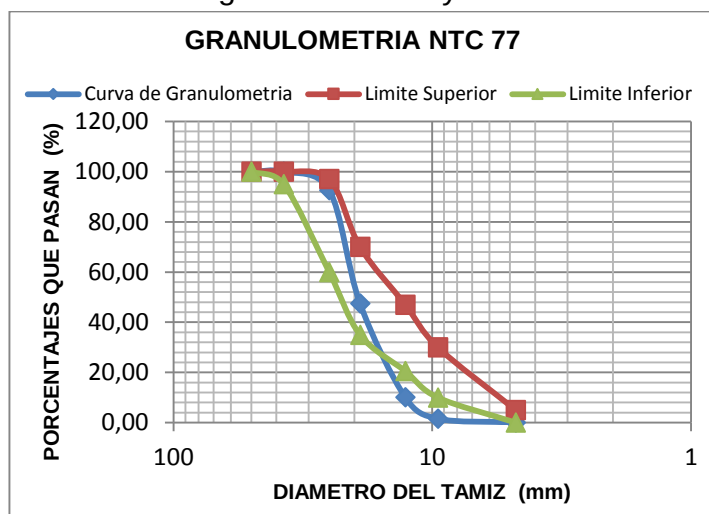
6.2.1.2 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 16. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Piedras y Gravas S.A.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Desgaste Maquina de los Ángeles	NTC 98	23,38	%
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,41	%
Absorción	NTC 176	1,04	%
Densidad Aparente	NTC 176	2,58	gr/cm3
Densidad Nominal	NTC 176	2,65	gr/cm3
Densidad SSS	NTC 176	2,61	gr/cm3

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 9. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Piedras y Gravas S.A.



Fuente: Autor del proyecto.

6.2.1.3 Análisis.

- La granulometría generada a esta grava indica que tiene una gradación **regular** debido a que en los resultados obtenidos en el gráfico (9), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite inferior.

- Se evidencia en los resultados de densidad aparente el valor de **2,58 gr/cm³**, la cual indica que para el agregado **cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados gruesos.
- El ensayo de absorción, da un valor de **1,04%**,Lo cual indica una absorción baja, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concretos no va a absorber un cantidad considerable de agua, se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados gruesos los porcentajes de absorción deben ser menores a 3 %.
- El ensayo de desgaste máquina de los ángeles, da un valor de **23,38%** de desgaste, demostrando que posee una buena resistencia al desgaste, lo cual indica que es adecuada para ser usados como agregados para el concreto, ya que **cumple con la normativa NTC 98**, la cual establece que el desgaste máximo permitido para agregados gruesos no debe sobrepasar el 40 %.

6.2.2 Fuente de material de grava Santa Lucia. Este punto fuente de extracción de agregado grueso está situado a 2,2 km trayecto iniciado desde la entrada del pueblo de Cucaita, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 25 años.

Figura 25. Ruta de acceso fuente de material grueso Santa Lucia.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 26. Fuente de material grueso Santa Lucia.



Fuente: Autor del proyecto.

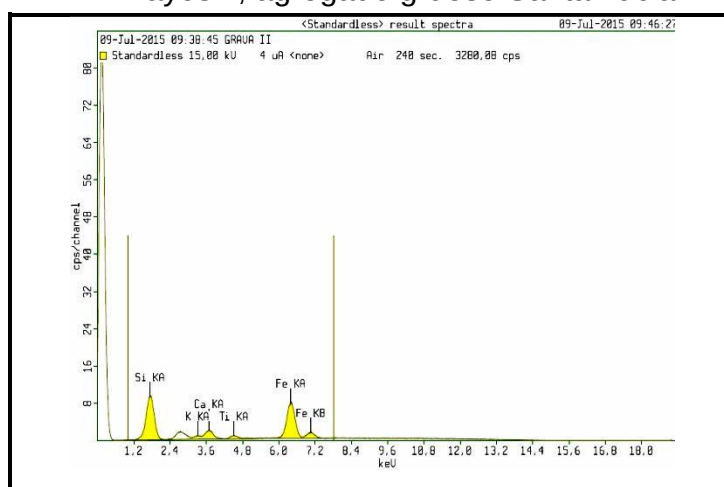
6.2.2.1 Resultados de laboratorio de fluorescencia de rayos x.

Tabla17. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado grueso Santa Lucia.

COMPOSICIÓN QUÍMICA				
SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
94,0%	0,88%	1,8%	0,46	2,88

Fuente: Autor del proyecto

Gráfica 10. Resultados de ensayos de composición química por fluorescencia de rayos x, agregado grueso Santa Lucia.



Fuente: Autor del proyecto

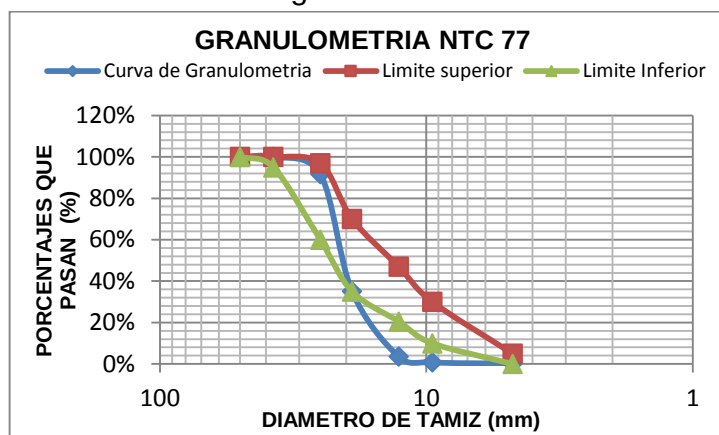
6.2.2.2 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 18. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Santa Lucia.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Desgaste Maquina de los Ángeles	NTC 98	19,48	%
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,34	%
Absorción	NTC 176	1,82	%
Densidad Aparente	NTC 176	2,29	gr/cm3
Densidad Nominal	NTC 176	2,39	gr/cm3
Densidad SSS	NTC 176	2,33	gr/cm3

Fuente: Autor del proyecto

Gráfica 11. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Santa Lucia.



Fuente: Autor del proyecto

6.2.2.3 Análisis.

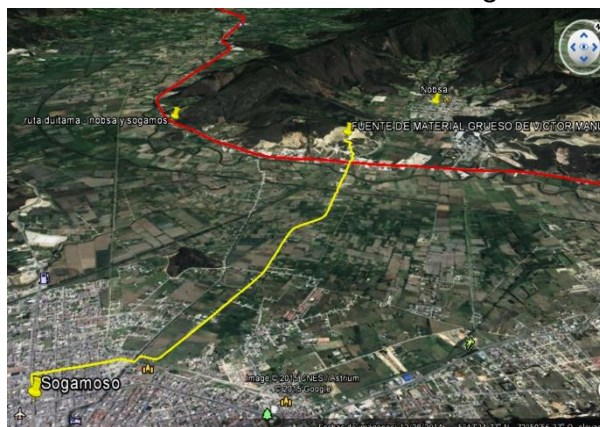
- La granulometría generada a esta grava indica que tiene una gradación **regular** debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (11), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite inferior.
- Se observa en los resultados de densidad aparente el valor de **2,29 gr/cm³**, la cual indica que **no cumple con los parámetros establecidos**

por la **NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados gruesos.

- El ensayo de absorción, da un valor de **1,82%**, Lo cual nos demuestra una absorción adecuada, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concreto no va a absorber un cantidad considerable de agua, se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados gruesos los porcentajes de absorción deben ser menores a 3 %.
- El ensayo de desgaste máquina de los ángeles, da un valor de **19,48%** de desgaste, demostrando que posee una mayor resistencia al desgaste, indicando que es adecuada para ser usada como agregado para el concreto, ya que **cumple con la normativa NTC 98**, la cual establece que el desgaste máximo permitido para agregados gruesos no debe sobrepasar el 40 %.

6.2.3Fuente de material de grava Víctor Manuel. Este punto fuente de extracción de agregado grueso está situado a 5 km recorrido iniciado desde el terminal de transportes de la ciudad de Sogamoso, al costado norte oeste de Nobsa. Se observa una vida útil de explotación proyectada para 40 años según sus dimensiones.

Figura 27. Ruta de acceso fuente de material grueso Víctor Manuel.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 28. Fuente de material grueso Víctor Manuel.



Fuente: Autor del proyecto.

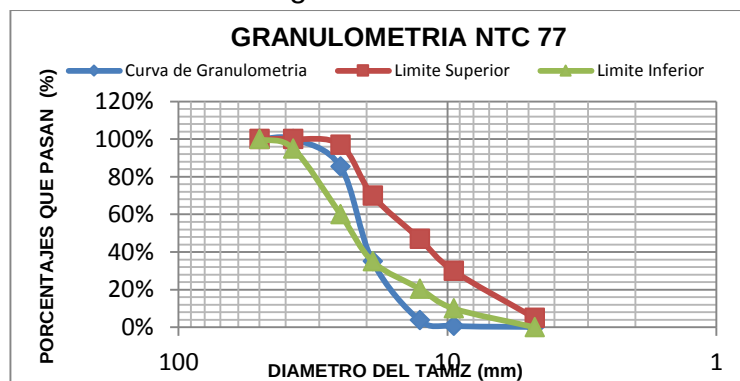
6.2.3.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 19. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Víctor Manuel.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Desgaste Maquina de los Ángeles	NTC 98	21,05	%
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,18	%
Absorción	NTC 176	7,32	%
Densidad Aparente	NTC 176	2,21	gr/cm ³
Densidad Nominal	NTC 176	2,64	gr/cm ³
Densidad SSS	NTC 176	2,38	gr/cm ³

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 12. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Víctor Manuel.



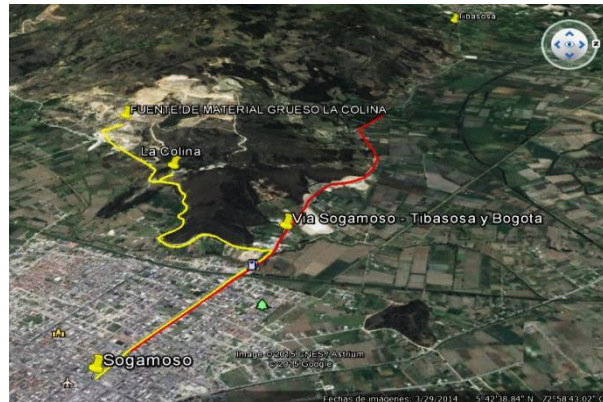
Fuente: Autor del proyecto.

6.2.3.2 Análisis.

- La granulometría analizada a esta grava indica que tiene una gradación **regular** debido a que en los resultados obtenidos en el grafico (12), se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite inferior.
- Se analiza en los resultados de densidad aparente el valor de **2,21 gr/cm³**, la cual indica que no adecuada para el agregado, ya que **no cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados gruesos.
- El ensayo de absorción, da un valor de **7,32%**,Lo cual indica una absorción alta, por consiguiente al momento de generar una mezcla para realizar concretos va a absorber una cantidad alta de agua, donde se observa que **ésta no cumple la norma NTC 174**, establece que para agregados gruesos los porcentajes de absorción deben ser menores a 3 %.
- El ensayo de desgaste máquina de los ángeles, da un valor de **21,05%** de desgaste, demostrando que posee una buena resistencia al desgaste, lo cual indica que es óptimo para ser usados como agregados para el concreto, ya que **cumple con la normativa NTC 98**

6.2.4 Fuente de material de grava La Colina. Este punto fuente de extracción de agregado grueso está situado a 3,6 km recorrido iniciado desde el terminal de transportes de la ciudad de Sogamoso, al costado oeste de Sogamoso. Esta fuente de extracción pertenece al municipio de Tibasosa, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 15 años según sus dimensiones.

Figura 29. Ruta de acceso fuente de material grueso La Colina.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 30. Fuente de material grueso La Colina.



Fuente: Autor del proyecto.

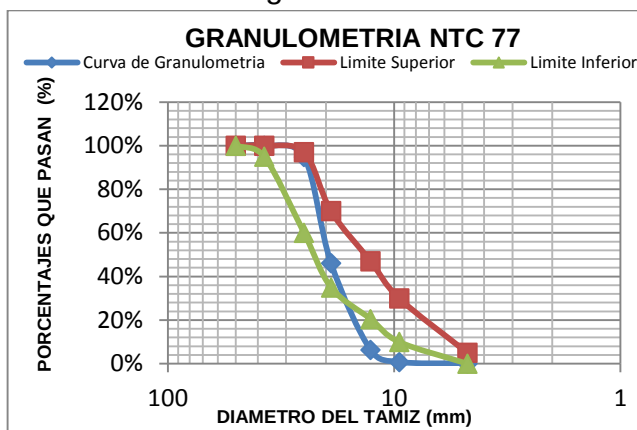
6.2.4.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 20. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso La Colina.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Desgaste Maquina de los Ángeles	NTC 98	22,59	%
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,23	%
Absorción	NTC 176	0,56	%
Densidad Aparente	NTC 176	2,57	gr/cm3
Densidad Nominal	NTC 176	2,61	gr/cm3
Densidad SSS	NTC 176	2,59	gr/cm3

Fuente: Autor del proyecto.

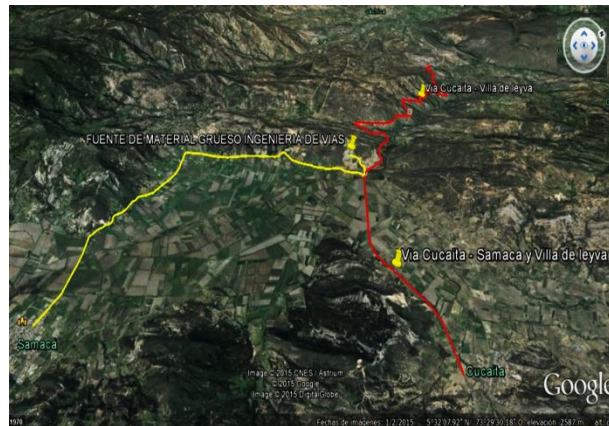
Gráfica 13. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso La Colina.



concreto, ya que **cumple con las especificaciones de normativa NTC 98**, la cual establece que el desgaste máximo permitido para agregados gruesos no debe sobrepasar el 40 %.

6.2.5 Fuente de material de grava Ingeniería de Vías. Este punto fuente de extracción de agregado grueso está situado a 8 km recorrido iniciado desde la plaza principal de Samacá. Esta fuente de extracción pertenece al municipio de Samacá y se encuentra a unos 5 km de distancia de la cantera santa lucia, en donde se observa una vida útil de explotación proyectada para 18 años según sus dimensiones.

Figura 31. Ruta de acceso fuente de material grueso Ingeniería de Vías.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 32. Fuente de material grueso Ingeniería de Vías.



Fuente: Autor del proyecto.

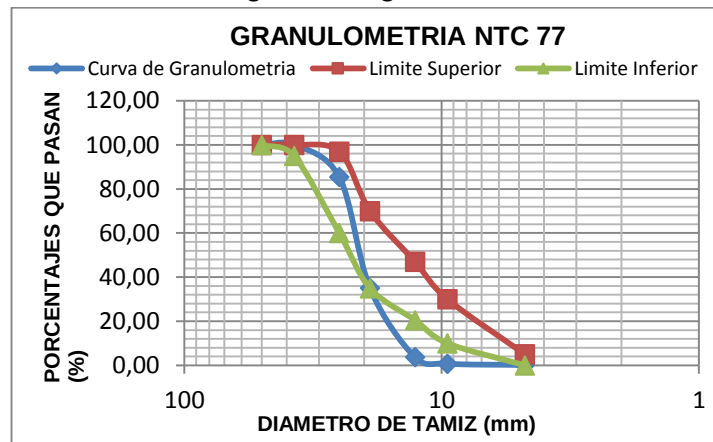
6.2.5.1 Resultados de laboratorio calidad de agregados.

Tabla 21. Resultados de ensayos de ensayos realizados en laboratorio a fuente de extracción de material grueso Ingeniería de Vías.

TIPO DE ENSAYO	NORMA	RESULTADOS	UNIDADES
Desgaste Maquina de los Ángeles	NTC 98	13,02	%
Contenido de Humedad	NTC 1776	0,28	%
Absorción	NTC 176	0,88	%
Densidad Aparente	NTC 176	2,06	gr/cm3
Densidad Nominal	NTC 176	2,10	gr/cm3
Densidad SSS	NTC 176	2,08	gr/cm3

Fuente: Autor del proyecto.

Gráfica 14. Resultado de Ensayo de Granulometría en Laboratorio, fuente de material grueso Ingeniería de Vías.



Fuente: Autor del proyecto.

6.2.5.2 Análisis.

- La granulometría generada a esta grava nos demuestra que tiene una gradación **regular**, según los resultados obtenidos en el grafico (14), donde se evidencia que la curva granulométrica se sale de los parámetros establecidos por el límite inferior.

- Se analiza en los resultados de densidad aparente el valor de **2,06 gr/cm³**, la cual establece que no es apta para el agregado, ya que **no cumple con los parámetros establecidos por la NTC 174**, la cual establece rangos adecuados entre 2,4 y 2,8 gr/cm³ para agregados gruesos.
- El ensayo de absorción, da un valor de **0,88%**,Lo cual indica una absorción baja, se observa que ésta **cumple la norma NTC 174**, la cual establece que para agregados gruesos los porcentajes de absorción deben ser menores a 3 %.
- El ensayo de desgaste máquina de los ángeles, da un valor de **13,02%**, de desgaste, demostrando que posee una alta resistencia al desgaste, lo cual indica **que cumple con la normativa NTC 98**, la cual establece que el desgaste máximo permitido para agregados gruesos no debe sobrepasar el 40 %.

7. DISCUSIÓN

El estudio granulométrico realizado a las 5 fuentes de extracción de agregado grueso y finos nos demuestra, en las curvas granulométricas obtenidas (gráficas. 2, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14), la distribución de los materiales seleccionados, determinando que 4 de las 5 no se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma NTC 77, donde se evidencia que las muestras estudiadas poseen una gradación regular, esto es debido a que el proceso de extracción del agregado en las canteras no es adecuado y necesita ser controlado y modificado según lo estipulado por los límites, excepto para la fuente de extracción de agregado fino de doña Bertha Moreno donde se observa que el agregado posee una granulometría buena ya que cumple con los límites establecidos, y el módulo de finura es MEDIO, no genera una segregación del agregado grueso debido al módulo que posee y no se obtiene mezclas ásperas ya que la arena no es gruesa.

7.1 DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA A LA ARENA

- Se analiza según los estudios de fluorescencia de rayos X, realizados a la **fuentes de agregado fino de Andrés Barrera**, el agregado posee una composición química porcentual de: 94,40 % de óxido de silicio (SiO_2), 3,380% de óxido de calcio (CaO), 0,200% de óxido de Titanio (TiO_2), 2,030% de óxido férrico (Fe_2O_3), y para la **fuentes de agregado fino de Marcos Cárdenas**, el agregado posee una composición química porcentual de: 95,07% de dióxido de silicio (SiO_2), 0,480% de óxido de potasio (K_2O), 0,620% de óxido de Titanio (TiO_2), 3,23% de óxido férrico (Fe_2O_3).

- **óxido de silicio (SiO_2)**

Propiedades: Entre las principales propiedades del óxido de silicio (SiO_2) están³⁴:

- Densidad: 2630 kg/m³
- Masa molar: 60,0843 g/mol
- Punto de fusión: 1713 °C

³⁴(FORMULACIÓN QUÍMICA, 2014)

- Punto de ebullición: 2230 °C
- Solubilidad: 0,012g en 100g de agua

- **Óxido de calcio (CaO)**

Propiedades: Las principales propiedades del óxido de calcio (CaO) son³⁵:

- Densidad: 3,3 g/cm³.
- Masa molar: 56,1 g/mol.
- Punto de fusión: 2572 °C.
- Punto de ebullición: 2850 °C.

- **Óxido de titanio (IV) (TiO₂)**

Propiedades: Las principales propiedades del óxido de Titanio (TiO₂) son³⁶:

- Densidad: 4,23 g/cm³
- Masa molar: 79,866 g/mol
- Punto de fusión: 1.843 °C
- Punto de ebullición: 2.972 °C

- **Óxido de hierro (III)(Fe₂O₃)**

Propiedades: Las principales propiedades del óxido férrico (Fe₂O₃) son³⁷:

- Densidad: 5,242 g/cm³.
- Masa molar: 159,07 g/mol.
- Punto de fusión: 1565 °C.
- Solubilidad en agua: insoluble.
- Punto de ebullición: 1.987 °C

- **Óxido de potasio (K₂O)**

³⁵(FORMULACIÓN QUÍMICA, 2014)

³⁶(FORMULACIÓN QUÍMICA, 2014)

³⁷(FORMULACIÓN QUÍMICA, 2014)

Propiedades: Las principales propiedades del óxido de potasio (K_2O) son³⁸:

- Densidad: 2,35 g/cm³.
 - Masa molar: 94,20 g/mol.
 - Punto de fusión: 350 °C.
-
- Teniendo en cuenta las características físico-químicas del dióxido de silicio presente en el agregado, se puede determinar que la capacidad de absorción de agregado fino varía y se observa en los datos (tabla 22), que en la **fuentes de agregado fino de Andrés Barrera** hay un: 94,40 % de óxido de silicio (SiO_2) el cual genera una absorción de 0,32 %, en comparación de la **fuentes de agregado fino de Marcos Cárdenas** que el agregado posee un : 95,07 % de dióxido de silicio (SiO_2), con una absorción de 0,40 % , evidenciando que entre mayor es el porcentaje de dióxido de sílice mayor será su absorción.
 - Se analiza que si el agregado posee mayor cantidad de óxido de calcio, la humedad natural aumenta, como el caso del agregado **fuentes de agregado fino de Andrés Barrera** que tiene un 3,38 % de óxido de calcio (CaO), dando como resultado una humedad natural de 4,91 %, en comparación con la **fuentes de agregado fino de Marcos Cárdenas** que tiene un 0 % de óxido de calcio (CaO) y tiene una humedad natural de 0,66 % , Debido a que el óxido de calcio tiene la propiedad de retener agua en grandes cantidades, influyendo así en la humedad natural presente en el agregado.
 - Se examina que el óxido de hierro y el óxido de titanio los cuales poseen densidades superiores a los otros compuestos hallados, lo que incitaría a pensar que serían los responsables en los cambios mínimos en los resultados para las densidades, pero no son relevantes debido a que se encuentran valores mínimos en las muestras.

³⁸(FORMULACIÓN QUÍMICA, 2014)

Tabla 22. Resultados de laboratorios para agregados fino.

FUENTE DE EXTRACCIÓN DE AGREGADO FINO	RESULTADOS ENSAYOS NORMA TÉCNICA COLOMBIANA					RESULTADOS ENSAYOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA				
	MODULO DE FINURA	HUMEDAD %	DENSIDAD APARENTE gr/cm ³	DENSIDAD NOMINAL gr/cm ³	ABSORCION %	ÓXIDO DE SILICIO (SiO ₂) %	ÓXIDO DE CALCIO (CaO) %	ÓXIDO DE TITANIO (TiO ₂) %	ÓXIDO FÉRRICO (Fe ₂ O ₃) %	ÓXIDO DE POTASIO (K ₂ O) %
CANtera DE ARENA ANDRES BARRERA	Fino	4,91	2,62	2,63	0,32	94,40	3,38	0,20	2,03	NO HAY DATO
CANtera DE ARENA MARCOS CARDENAS	Fino	0,66	2,60	2,62	0,40	95,70	NO HAY DATO	0,62	3,23	0,48
CANtera DE ARENA BERTHA MORENO	Medio	4,91	2,61	2,62	0,30	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO
CANtera DE ARENA JULIO VICENTE	Fino	2,00	2,36	2,37	0,10	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO
CANtera DE ARENA CAMILO MORENO	Fino	0,63	2,54	2,55	0,22	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO

Fuente: Autor del proyecto.

7.2 DISCUSIÓN DE ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA A LA GRAVA.

- Se observa según los estudios de fluorescencia de rayos X, realizados a la **fuentes de agregado grueso de Piedras y Gravas S.A** que el agregado posee una composición química porcentual de 14,00% de óxido de silicio (SiO_2), 82,30% de óxido de calcio (CaO), 3,71% de óxido férrico (Fe_2O_3), y para la **fuentes de agregado grueso Santa Lucia**, que el agregado posee una composición química porcentual de: 94,0 % de óxido de silicio (SiO_2), 0,88 de óxido de potasio (K_2O), 1,8% de óxido de calcio (CaO), 0,46% de óxido de Titanio (TiO_2), 2,88% de óxido férrico (Fe_2O_3).
- Se analiza que el óxido de sílice mejora las propiedades mecánicas, el contenido de óxido de silicio que se encuentra en el agregado **fuentes de extracción santa lucia** es de 94,00%, generando una resistencia al desgaste de material por medio de la máquina de los ángeles de 19,48%, en comparación con la **fuentes de extracción Piedras y Gravas S.A** posee un contenido de óxido de silicio de 14,00 % con una resistencia al desgaste de material en la máquina de los ángeles de 23,38 %, evidenciando así que entre mayor contenido de óxido de sílice, se encuentre presente en el agregado grueso, mejor será su resistencia al desgaste.
- En el estudio de la absorción, se evidencia que el agregado de la **fuentes de extracción santa lucia**, presenta un 94,00 % de de óxido de silicio (SiO_2), con un resultado de absorción de 1,82 %, en comparación del agregado de la **fuentes de Piedras y Gravas S. A**, que presenta 14,00 % de de óxido de silicio (SiO_2), con un resultado de absorción de 1,04%, en donde se analiza, que entre mayor contenido de óxido de silicio (SiO_2) presente en el agregado, mayor será su capacidad de absorción.
- En la fuente de **extracción de piedras y gravas S.A**, se puede observar que al tener una cantidad de óxido de calcio (CaO) en cantidades de 82,30 %, la humedad natural del agregado aumenta, debido a la capacidad de retención de agua que posee la oxido de calcio, lo que influye directamente en la densidades mencionadas; el óxido de hierro posee una densidad superiores a los otros compuestos encontrados, lo que induciría a pensar que serían los responsables de los cambios en las densidades presentes.

Tabla 23. Resultados de laboratorios para agregados grueso.

FUENTE DE EXTRACCIÓN DE AGREGADO GRUESO	RESULTADOS ENSAYOS NORMA TÉCNICA COLOMBIANA					RESULTADOS ENSAYOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA					
	HUMEDAD %	DENSIDAD APARENTE gr/cm3	DENSIDAD NOMINAL gr/cm3	DENSIDAD 555 gr/cm3	ABSORCION %	DESgaste %	ÓXIDO DE SILICIO (SiO2) %	ÓXIDO DE CALCIO (CaO) %	ÓXIDO DE TITANIO (TiO2) %	ÓXIDO FÉRICO (Fe2O3) %	ÓXIDO DE POTASIO (K2O) %
CANTERA DE GRAVA PIEDRAS Y GRAVAS	0,41	2,58	2,65	2,61	1,04	23,38	14,00	82,30	NO HAY DATO	3,71	NO HAY DATO
CANTERA DE GRAVA SANTA LUCIA	0,34	2,29	2,39	2,33	1,82	19,48	94,00	1,80	0,46	2,88	0,88
CANTERA DE GRAVA VICTOR MANUEL	0,18	2,21	2,64	2,38	7,32	21,05	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO
CANTERA DE GRAVA LA COLINA	0,23	2,57	2,61	2,59	0,56	22,59	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO
CANTERA DE GRAVA INGENIERIA DE VIAS	0,28	2,06	2,10	2,08	0,88	13,02	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO	NO HAY DATO

Fuente: Autor del proyecto.

8. CONCLUSIONES

- Se establecieron los componentes químicos de las fuentes de agregado grueso: **PIEDRAS Y GRAVAS S.A** y **SANTA LUCIA**, observando la presencia de: **óxido de silicio, óxido de calcio, óxido férrico, óxido de potasio**, evidenciando la presencia de óxidos de potasio y óxido de titanio solamente en la **fuelle de extracción santa lucia** localizada en Cuaita.
- Se caracterizaron los componentes químicos de las fuentes de agregado fino **MARCOS CARDENAS** y **ANDRES BARRERA**; encontrando entre sus compuestos: **óxido de silicio, oxido de potasio, óxido de calcio, óxido férrico**, evidenciando que la presencia de óxido de calcio se halla presente solo en la **fuelle de extracción de Andrés barrera**, y la presencia de óxido de potasio se encuentra solamente en la **fuelle de extracción de marcos cárdenas**.
- Se establecieron la calidad de los agregados finos de las 5 fuentes, donde se evidenció que la granulometría de estas fuentes de extracción presentan módulos de finura **FINO**, el cual genera segregación del agregado, exceptuando la fuente de extracción de Bertha Jiménez que tiene un módulo de finura **MEDIO**; en los resultados de densidades, se analizó que las fuentes de extracción de agregado fino de Andrés barrera, Bertha moreno, Camilo moreno y Marcos cárdenas, cumplieron los parámetros establecidos por la NTC 174; en los resultados de absorción del agregado fino se observó que todas las fuentes de extracción cumplieron con los parámetros establecidos por la NTC 174.
- Se establecieron la calidad de los agregados grueso de 5 canteras, donde se evidencia, que la granulometría presente en los agregados gruesos de estas fuentes de extracción son irregulares ya que al momento de generar las curvas granulométricas no están dentro de los límites inferiores y superiores estipulados por la NTC 77; se evidenció en los resultados de densidades que las fuentes de agregado grueso piedras y gravas s.a y la colina, cumplen con los parámetros establecidos por la NTC 174 referente a densidades de agregados gruesos; en los resultados de absorción del

agregado grueso todas las canteras cumplieron con lo establecido por la NTC 174, a excepción de la cantera de Víctor Manuel, ya que el resultado analizado no cumple con los parámetros establecidos por la norma; en el análisis de los resultados de la máquina de los ángeles las 5 fuentes de agregado grueso cumplieron con los parámetros establecidos por la normativa NTC174, el cual indica que el desgaste máximo permitido debe ser menor a 40 %.

- Se presenta que el dióxido de sílice (SiO_2), mejora las propiedades mecánicas de agregado grueso, ya que a mayor contenido de óxido de sílice presente en el agregado grueso, menor será su desgaste demostrándose así en los resultados de análisis realizado al agregado.
- Se evidencia que el dióxido de sílice (SiO_2), mejora las propiedades físicas del agregado grueso y fino, debido a que si el agregado, tiene un alto contenido de óxido de sílice presente, mayor será su porcentaje de absorción.
- Se concluye que si el agregado grueso y fino poseen porcentajes de óxido de calcio altos, la humedad natural presente en el agregado aumenta, Debido a que el óxido de calcio tiene la propiedad de retener agua en grandes cantidades, influyendo así en la humedad natural presente en el agregado.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar al agregado fino y grueso un ajuste en la granulometría en el lugar de extracción.
- Se necesitan una serie de datos de composición química, de las demás fuentes de extracción, para generar una relación más confiable, entre los resultados de composición química y la respuesta de los ensayos establecidos por el ICONTEC.
- Se recomienda generar estudio de calidades y de composición a los dueños y administradores de las fuentes de agregado fino y grueso con frecuencia, ya que los datos de calidad y composición varían, dependiendo de la veta de extracción.
- En el instante de comprar agregados gruesos o finos se recomienda solicitar al vendedor, certificado de calidad de los agregados para verificar que el producto que se va a utilizar cumple con los parámetros establecidos por la normativa para elaborar concretos.
- conocer las características físicas y mecánicas que presentan los agregados gruesos y finos, en el lugar de producción de concretos, para establecer su uso en la construcción.
- Verificar el cumplimiento de los planes de manejo ambiental en las fuentes de extracción para evitar erosiones de terreno, por extracción de los agregados gruesos y finos de manera indiscriminada.
- Se recomienda a organismos de control realizar visitas periódicas a los sitios fuentes de extracción de agregados gruesos y finos con el fin de verificar el cumplimiento las normas de calidad estipuladas a los agregados y planes de manejo ambientales.

- Se recomienda realizar estudios de calidad y composición a las demás canteras existentes en los alrededores de la ciudad de Tunja, ya que también aportan agregados a la ciudad, y no se tiene conocimiento del de la calidad del material que suministran.
- Se recomienda realizar estudios más a fondo y con frecuencia en las fuentes de extracción de agregados ya que las vetas varían dependiendo la zona donde se esté extrayendo el material.
- Se recomienda realizar los laboratorios de calidad en el menor tiempo posible luego de la extracción ya que los agregados gruesos y finos tienen a perder humedad natural y pueden llegar a variar los datos finales considerablemente.
- En el cuarteo de la muestra se deben seguir los procedimientos discutidos en la norma NTC 3674. El cuarteo es otro aspecto importante y debe de realizarse de la mejor manera, para obtener una muestra homogénea y evitar una segregación de los agregados..

10. GLOSARIO

ABSORCION: Es el aumento de masa que sufre el agregado grueso y fino al permanecer sumergido en agua durante 24 horas, es el porcentaje de agua que se puede acumular en una partícula del agregado

AIRE: es un elemento que se encuentra en los poros no saturados del agregado grueso y fino.

AGREGADO GRUESO: Es el material usado en la elaboración de concretos cuyos granos son retenidos por el tamiz 4,76mm.

AGREGADO FINO: Es el material usado en la elaboración de concretos cuyos granos pasan el por el tamiz 4,74mm y son retenidos en el tamiz 74 u.

AGUA: Es el componente esencial que se encuentra de manera natural dentro del agregado, también es un componente importante para elaborar concretos ya que hidrata los agregados generando las mezclas entre ellos.

GRANULOMETRIA: Establece la distribución de tamaños de las partículas que componen los agregados seleccionados, pasándolo por una serie de tamiz determinando el cumplimiento de los límites establecidos para agregados gruesos y finos para elaborar concretos.

PESO ESPECÍFICO: establece la absorción y densidad que poseen los agregados finos a partir de la inmersión de la muestra en agua.

CANTERA: Lugar en el cual se extraen el agregado grueso y fino por medio de maquinaria, son explotaciones mineras a cielo abierto.

DENSIDAD: Es una propiedad del agregado, depende de la roca madre de donde se extrae el agregado, es la relación que se encuentra entre la masa y el volumen de la masa.

MODULO DE FINURA: El módulo de finura es un parámetro que se obtiene del agregado fino el cual establece una idea del grosor o finura del agregado que se utiliza para elaborar concretos.

DESGASTE: Está relacionado con la resistencia a la abrasión por medios mecánicos y también con la capacidad resistente que poseen los agregados gruesos.

HUMEDAD: Es una relación gravimétrica definida como la relación existente entre el peso del agua y el peso de los sólidos en un volumen dado.

KILOELECTRONVOLTIO (KeV): Es una unidad de energía que incorpora la variación de energía potencial que experimenta un electrón al moverse desde un punto de potencial hasta otro punto de potencial.

CUENTAS POR MINUTO (CPS): Es una medida que viene expresada en cuentas por segundo, la cual corresponde a una desintegración radiactiva de un elemento.

COMPOSICION QUIMICA: Son la unión de varios minerales presentes en la corteza terrestre que forman una determinada muestra.

FLUORECENCIA DE RAYOS X: Consiste en emisión de rayos X fluorescentes característicos de un material que ha sido estimulado al ser bombardeado con rayos X de alta energía. Este fenómeno es muy utilizado para análisis químico, particularmente en la investigación de metales, y materiales de construcción.

ENLACE IONICO: Es la unión de átomos que resulta de la presencia de atracción entre los iones de distinto signo, es decir, uno electropositivo y otro electronegativo.

ENLACE COVALNETE: Se produce cuando los átomos se unen, para alcanzar el octeto estable, compartiendo electrones del último nivel¹. La diferencia de electronegatividad entre los átomos no es grande como para que se produzca una unión de tipo iónica. Para que un enlace covalente se genere es necesario que la diferencia de electronegatividad entre átomos sea menor.

MINERALES: Se llama mineral a la sustancia natural, homogénea, inorgánica, de composición química definida. Posee una disposición ordenada de átomos de los elementos de que está compuesto se encuentran principalmente en la corteza terrestre en donde si el mineral ha crecido sin interferencias, pueden generarse formas geométricas características, conocidas como cristales.

RESISTENCIA: Es la capacidad que posee los sólidos para soportar tensiones sin alterarse físicamente.

DUREZA: Es una propiedad que ofrecen los materiales de construcción a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras.

TEXTURA: Es la apariencia física como tamaño de granos, forma, arreglo y configuración tanto a nivel macroscópico o microscópico. Las texturas pueden cuantificarse de muchas maneras, entre ellas es analizando la distribución de tamaños de granos.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asocreto. (2005). Tecnología del Concreto. En Asocreto. bogota.

ASOGRAVAS. (s.f.). Recuperado el 12 de 07 de 2015, de <http://www.asogravas.org/Inicio/Agregados.aspx>.

BELTRAN C, Gloria. Artículo, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Colombia ,2011 “Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de carreteras”.

Bravo Guzmán, R., García Luna , N., Morales Alejandre , V., & Ramírez Granados , A. (s.f.). Recuperado el 13 de 07 de 2015, de Pdf analisis de granulometria: <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~pinilla/Proyectos/2012-2/PE/05.pdf>.

CASTRO NAGLES Wladimir y ALFONSO RIAÑO Wilmer, trabajo de grado , Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, facultad de estudios tecnológicos abierto y a distancia ,Tecnología en Obras civiles 2004, “Evaluación de los agregados pétreos de los río

CHAM YAM, José Luis, SOLIS CARCAÑO Romel y MORENO, Eric Iván, Artículo, Universidad Autónoma de Yucatán, México, “Influencia de los Agregados pétreos en las Características del Concreto”.

FIGUEROA MADERO, Nancy Paola y MENDOZA ORTIZ ,Sandra Paola, trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2012 “ Estudio petrográfico y mineralógico de granitoides y rocas afines utilizados como agregados pétreos en la cantera de exp.

FLOREZ MARTINES Luis Ariel y PEREZ CRISTIANO Willer, trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia, Tunja 2006, “ Análisis de agregados para concretos de la zona de Tunja.

IBAÑEZ SUAREZ Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO Leonardo Alberto, Trabajo de grado, Universidad Santo Tomas, Tunja 2013, “Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja”.

Ingeominas. (2003). *INFORME TÉCNICO CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y ESTRUCTURAL SECTOR SUR DEL MUNICIPIO DE PAIPA*. Recuperado el 07 de 2015, de: https://www.academia.edu/6870320/INSTITUTO_COLOMBIANO_DE_GEOLOGIA_Y_MINERALOGIA_INGEOMINAS_INFORME_TECNICO_CARTOGRAFIA_GEOLGICA_Y_ESTRUCTURAL_SECTOR_SUR_DEL_MUNICIPIO_DE_PAIPA .

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos. NTC-77. Bogotá D.C.: El instituto, 2007.10 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados. NTC-1776. Bogotá D.C.: El instituto, 1994.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del agregado grueso. NTC-176. Bogotá D.C.: El instituto, 1995. 12p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de agregados gruesos hasta de 37,5 mm, utilizando la máquina de los ángeles. NTC-98. Bogotá D.C.: El instituto, 2006.

Luna-Aroche, J.R. y Salguero-Girón, R.A., Artículo, Universidad San Carlos de Guatemala, “Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289. Boletín Geológico y Minero”.

Martínez Mira. I, Vilaplana Ortego. E, Juan Juan. J, Such Basañe .I, Cazorla Amorós. D, Artículo, Universidad de Alicante, España, “estudio de materiales de construcción neolíticos mediante diferentes técnicas instrumentales”.

Muñoz Meneses R.A, Muñoz Chaves J.A, Mancilla. P, Rodríguez-Páez J.E, Artículo, Universidad del Cauca, 2007, “Caracterización fisicoquímica de arcillas del municipio de guapi-costa pacífica caucana (COLOMBIA)”.

ORTIZ de LEON, Evelin Elizabeth, Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala 2004, “calidad de agregados producidos en Guatemala”.

Pura Qumica. (s.f.). Recuperado el 14 de 07 de 2015, de <http://es-puraquimica.weebly.com/enlaces-quimicos.html>.

Tibasosa. (agosto de 2010). *PLAN DE GESTION MUNICIPAL EN EL CAMPO DE LA EDUCACION*. Recuperado el 07 de 2015, de: http://www.tibasosaboyaca.gov.co/apc-afiles/PLAN_AMBIENTAL.pdf.

12. ANEXOS

ANEXO A.ANTEPROYECTO

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO				
Facultad o Departamento Académico: Facultad de Ingeniería Civil		Fecha de presentación:		
		DD	MMM	AAAA
		16	09	2014
Título del proyecto: CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS CON MAYOR DEMANDA EN LA CIUDAD DE TUNJA.				
Línea de investigación: CIENCIAS BÁSICAS.				
Lugar de ejecución del proyecto: TUNJA				
Duración del proyecto (en meses): 4 meses				
INFORMACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO				
Director del proyecto:	EVER HUMBERTO SACHICA CASTILLO	C.C. N°	7180996	
Correo electrónico:	ever.sachica@usantoto.edu.co	Teléfono:	3112239705	
Formación Académica :	Aspirante al título de maestría en ingeniería y ciencia de los materiales			
INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE				
Nombres y Apellidos	Facultad o Departamento Académico	Correo Electrónico	Teléfono	
Fabián Andrés Rodríguez Aparicio	Ingeniería Civil	Fabhar36@hotmail.com	312 478 7679	

TIPO DE PROYECTO					
Investigación básica:	X	Investigación aplicada:	X	Desarrollo Tecnológico:	

Nombre y firma del Director:

Nombre y firma del estudiante:

2. RESUMEN DEL PROYECTO (Máx. 200 palabras):

Este estudio se basa en la necesidad de caracterizar los agregados finos y gruesos usados para la elaboración de concretos, y seleccionados de las principales canteras que suministran a la ciudad de TUNJA.

Como propósito se pretende realizar un estudio de caracterización a los agregados, usados como base del concreto, a las 5 canteras de agregado fino y grueso que cumplen con la normatividad y que tienen mayor demanda en la ciudad de Tunja, lo anterior seleccionado del trabajo realizado por Ibáñez, Jhon y Núñez, Leonardo en el cual nos presentan “las 20 canteras de agregado fino y grueso con mayor demanda en la ciudad de Tunja con sus respectivos análisis de calidad a cada uno de ellos”, sujeto a las normas colombianas para la caracterización de agregados propuesta.

En esta orientación se toma lo establecido por el ICONTEC con los ensayos, NTC 3674, NTC 98, NTC 77, NTC 1776, NTC 176, y a la vez se determinan las propiedades físico-químicas con técnicas microscópicas como la espectroscopia por fluorescencia de rayos x, por medio de las cuales se pretende revisar la composición química, de tal forma que la metodología permita identificar la composición química en la respuesta del agregado a los ensayos propuestos por el ICONTEC.

En el futuro, quedaría abierta la posibilidad de proponer modificaciones y manipulación de los agregados provenientes de ciertas regiones identificadas, actualizando los resultados según las vetas, con el fin mejorar las aplicaciones requeridas en un entorno ingenieril.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación (Máx. 1200 palabras):

Los agregados finos y gruesos son los materiales versátiles e importantes en el sector de la construcción de la sociedad moderna, por tal motivo, investigaciones y estudios realizados sobre los agregados aparecen y se realizan a diario tanto en Colombia como en el mundo. Debido a su naturaleza pétreo y del origen geográfico y geológico, la composición química y elemental, no es exactamente la misma en cada región del planeta y subsecuentemente para la diversa geografía Colombiana.

Tunja es un foco de desarrollo urbano, por lo que investigaciones y ensayos sobre la calidad de los agregados gruesos y finos comercializados en la ciudad, adquieren una gran relevancia. En el último tiempo se han hecho esfuerzos por tener caracterizaciones de los agregados, por medio de diferentes ensayos como lo estipula la normativa ICONTEC pero no se ha tenido la posibilidad de trabajar con métodos que determinen la composición química de los agregados finos y gruesos en la ciudad de Tunja y así determinar el origen de los resultados obtenidos.

Según estudios realizados por estudiantes de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas en la tesis caracterización de agregados del concreto con mayor demanda en la ciudad de Tunja, se determinaron mediante encuestas realizadas a Ingenieros, maestros de obra, ferreterías y construcciones de la ciudad, las 10 principales canteras que suministran agregados finos (arena) y las 10 principales canteras de extracción de agregados gruesos (grava).

Compilando muestras de estas canteras, a las cuales se les realizaron ensayos según lo concertado por ICONTEC para verificar la calidad los agregados, los resultados obtenidos evidencian que el 60 % de los materiales recopilados en canteras de extracción de grava y el 80 % de los materiales extraídos canteras de arena, no cumplen con lo estipulado por ICONTEC, que rige los ensayos para verificar y establecer la calidad de los agregados; teniendo así un problema técnico evidente.

3.2 Justificación del proyecto (Máx. 1200 palabras):

El propósito esencial de esta investigación es determinar, por métodos microscópicos, las características químicas generales de los agregados finos y gruesos con mayor demanda en Tunja, y así tener el criterio para determinar la naturaleza de la respuesta a las especificaciones que establece la normativa vigente de ICONTEC con respecto a la calidad, es así que se realizan estudios de microscopía óptica, microscopía electrónica y fluorescencia de rayos X, ya que de esta manera se tendrá a disposición una base de estudio más esencial y profundo acerca de los agregados en cuestión; Llegando a obtener no solo conocimientos básicos de los agregados utilizados en Tunja pertinentes al concreto sino también un fundamento teórico orientado a la aplicación práctica en cuanto a los componentes y morfología, que conforman estos agregados finos y gruesos,.

en el futuro, quedaría abierta la posibilidad de proponer modificaciones, manipulación para los agregados gruesos y finos, provenientes de ciertas regiones identificadas y seleccionadas dependiendo del contraste de las pruebas macroscópicas según lo estipulado por la normativa ICONTEC y sus causas según las pruebas microscópicas, llegando así a mejorar las aplicaciones requeridas en un entorno ingenieril, por último se pretende llevar a buen término el desarrollo de la propuesta con el fin de optar al título como ingeniero civil.

3.3 Objetivos:

Objetivo general:

- Caracterizar las particularidades físico-químicas de los agregados finos y gruesos usados en la elaboración de concreto, con mayor demanda en la ciudad de Tunja, y su respuesta a las pruebas de calidad propias para estos agregados.

Objetivos específicos:

- Determinar la calidad de los agregados finos de 5 canteras que suministran a la ciudad de Tunja a través de ensayos como análisis de tamizado de agregados finos NTC 77, contenido de humedad NTC 1776, establecidos por ICONTEC, gravedad específica y absorción INV-128-07.
- Establecer la calidad de los agregados gruesos de 5 canteras que suministran a la ciudad de Tunja a través de ensayos como análisis de tamizado de agregados gruesos NTC 77, contenido de humedad NTC 1776, densidad del agregado grueso NTC 176 y desgaste de la máquina de los ángeles NTC 98, establecidos por ICONTEC.
- Caracterizar químicamente los agregados finos de 2 fuentes de extracción seleccionadas que suministran a la ciudad de Tunja, a través estudios de microscopía fluorescencia de rayos x.
- Caracterizar químicamente los agregados gruesos de 2 fuentes de extracción seleccionadas que suministran a la ciudad de Tunja, a través estudios de microscopía fluorescencia de rayos x.

3.5 Metodología propuesta (máximo 2000 palabras):

Se presenta una propuesta en la cual se desarrollan aspectos teóricos y prácticos orientados al estudio de los agregados finos (arena) y agregados gruesos (grava), con mayor demanda en la ciudad de Tunja.

El trabajo inicia con una recopilación de muestras, de las 5 canteras más representativas de agregados gruesos y finos, seleccionadas del estudio de Ibáñez, Jhon y Núñez, Leonardo, en el cual nos presentan “las 20 canteras de agregado fino y grueso con mayor demanda en la ciudad de Tunja con sus respectivos análisis de calidad a cada uno de ellos “Estas canteras se encuentran localizados entre diferentes sectores como: **Tunja, Combita, Cucaita, Tibasosa, Nobsa, Samacá** para esto tenemos en cuenta la normativa ICONTEC, y se procede a realizar la toma de muestra del agregado a cada una de las canteras de agregado fino y grueso según se estipula en la **NTC 129**.

Posteriormente se realiza la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos según lo

establecido por la **NTC 3674**, Seleccionando las muestras adecuadamente, se les realiza ensayos de: análisis de tamizado de agregados gruesos **NTC 77**, contenido de humedad **NTC 1776**, densidad del agregado grueso **NTC 176** y desgaste de la máquina de los ángeles **NTC 98**, a los agregados gruesos (grava);asimismo ensayos de: análisis de tamizado de agregados finos **NTC 77**, contenido de humedad **NTC 1776**, densidad del agregado fino **NTC 237** a los agregados finos (Arena); estos ensayos se realizan con el fin de verificar la calidad y reproducibilidad de los resultados en los que se basa el estudio realizado por estudiantes de ingeniería civil . Los ensayos que establece el ICONTEC para caracterizar los agregados finos y gruesos se realizaran en los laboratorios pertinentes a la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomas seccional Tunja.

adquiriendo la información de los ensayos, se procede a seleccionar 1 muestra de la cantera de grava y 1 de arena con los resultados más óptimos, y a su vez 1 muestra de la cantera de grava y 1 de arena con los resultados no tan buenos, que se encuentran dentro del rango establecido por los ensayos seleccionados del Icontec, posteriormente se determina la composición química con la técnica de caracterización por espectroscopia de fluorescencia de rayos x, de tal forma que la metodología permite, a partir de esta composición química, explicar la respuesta del agregado a los ensayos seleccionados establecidos por el ICONTEC.

4. BIBLIOGRAFÍA:

- IBAÑEZ SUAREZ, Jhon Fredy y NUÑEZ PRIETO, Leonardo Alberto. Caracterización de agregados del concreto usados en la ciudad de Tunja. Universidad Santo Tomas Tunja 2013.
- Beltrán C, Gloria I. Técnicas de microscopía y petrografía para caracterizar materiales de carreteras. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. 2011
- Luna-Aroche, J.R. y Salguero-Girón , R.A. Estudios de calidad de agregados para concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 y C-289. Boletín Geológico y Minero, 117 (4): 687-694.
- GONZÁLEZ SALCEDO, Luis Octavio. Conceptos generales sobre los agregados. Universidad Nacional DE Colombia sede Palmira. 2008
- ICONTEC. ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10
Recolección de muestras de agregado fino y grueso de las canteras que suministran a la ciudad de Tunja	X	X								
Ejecución de ensayos de calidad a los agregados finos y gruesos según estipulado por la norma ICONTEC.		X	X	X						
Análisis de resultados a ensayos de calidad a los agregados finos y gruesos.				X	X					
Selección de agregado fino y grueso, que cumplen y no cumplen la normativa según lo estipulado por ICONTEC.					X					
Preparación de muestras y realización métodos microscopia, óptica, electrónica y composicional.						X	X			
Análisis de resultados de métodos microscopia, óptica, electrónica y composicional.							X			
Contraste de resultados de métodos microscopia, óptica, electrónica y composicional vs análisis de resultados de ensayos de calidad según estipulado por ICONTEC							X	X		
Redacción del libro									X	X

6. PRESUPUESTO			
NOTA: Se debe presupuestar sólo aquellos recursos que sean necesarios para el desarrollo del proyecto de investigación. Los siguientes cuadros de presupuesto deben totalizarse (cada columna y fila) en pesos colombianos.			
RUBROS	FUENTES		TOTAL
	USTA	ESTUDIANTE	
PERSONAL (20 horas / semana)			81.430
EQUIPOS	500.000	700.000	1.200.000
SOFTWARE	0	100.000	100.000
MATERIALES	0	200.000	200.000
SALIDAS DE CAMPO	0	200.000	200.000
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	0	100.000	100.000
TOTAL			1.881.430

PERSONA	CARGO	horas /semana	TOTAL PESOS
JOSE	LABORATORISTA USTA	4	17.750
EVER SACHICA	DIRECTOR DE INVESTICAION	6	43.680
FABIAN RODRIGUEZ	ESTUDIANTE	10	20.000
	TOTAL	20 HORAS	81.430

ANEXO B. ENSAYOS DE LABORATORIO MATERIAL FINO

- Fuente de material fino Andrés barrera.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	EL MORAL	PROPIETARIO	ANDRES BARRERA
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR ROSADO Y ROJO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1 / 5

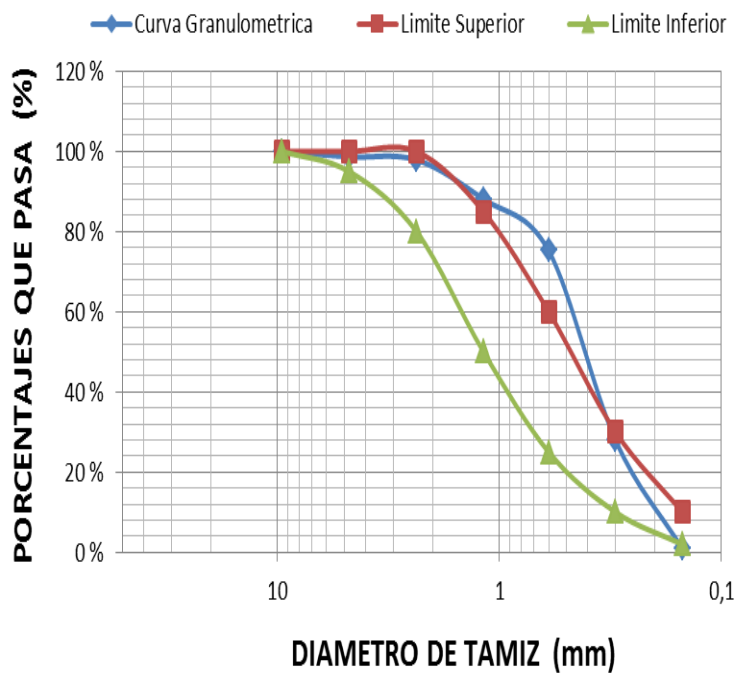
N platón	7	
peso platón	183,5	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3563,5	gramos
peso muestra lavada más platón	3012,5	gramos
peso muestra seca más platón	3003,5	gramos
peso muestra seca	2820	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso Platón (gr)	peso retenida+ peso Platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	0	0,0	0,0
3/4"	19	0	0,0	0,0
1/2"	12,7	183,5	204,0	20,5
3/8"	9,5	183,5	188,5	5,0
4	4,75	183,5	203,5	20,0
8	2,36	183,5	223,5	40,0
16	1,18	183,5	272,5	89,0
30	0,6	183,5	725,0	541,5
50	0,3	183,5	1415,0	1231,5
100	0,15	183,5	908,0	724,5
200	0,075	183,5	318,0	134,5
fondo		183,5	188,0	4,5
Masa To				2811,0

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
3/8"	9,5	5,0	0,00	0,00	100,00
4	4,75	20,0	0,75	0,75	99,25
8	2,36	40,0	1,51	2,26	97,74
16	1,18	89,0	3,36	5,62	94,38
30	0,6	541,5	20,42	26,04	73,96
50	0,3	1231,5	46,45	72,49	27,51
100	0,15	724,5	27,32	99,81	0,19

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/8"	9,5	100	100
4	4,75	100	95
8	2,36	100	80
16	1,18	85	50
30	0,6	60	25
50	0,3	30	10
100	0,15	10	2

GRANULOMETRIA



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El Moral	PROPIETARIO	ANDRES BARRERA
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR ROSADO Y ROJO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1 / 5

PLATON	20	
PESO PLATON	36,5	gramos

peso arena con humedad natural + peso Platón	332	gramos
peso arena seca natural + peso platón	317,5	gramos

peso arena con humedad natural sin platón	296	gramos
peso arena seca natural sin peso platón	281	gramos

Humedad	15	gramos
% de Humedad	4,91	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA					
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
	LABORATORIO					
Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176						
PROYECTO	TESIS DE GRADO					
LOCALIZACION	El Moral	PROPIETARIO	ANDRES BARRERA			
TIPO DE AGREGADO	ARENA					
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR ROSADO Y ROJO					
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1 / 5			
PICNOMETRO #	1					
PESO PICNOMETRO	163	gr				
PESO SUELO SECO	500	gr				
CALIBRACION PICNOMETRO						
PESO PICNOMETRO + AGUA			662	661	659	654
TEMPERATURA °c			15	27	38	46
PESO PICNOMETRO MAS AGUA + MATERIAL			972	gr		
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL AGUA			28			
ABSORCION	0,08					
DENSIDAD APARENTE	2,63					
DENSIDAD NOMINAL	2,64					

- Fuente de material fino marcos cárdenas.

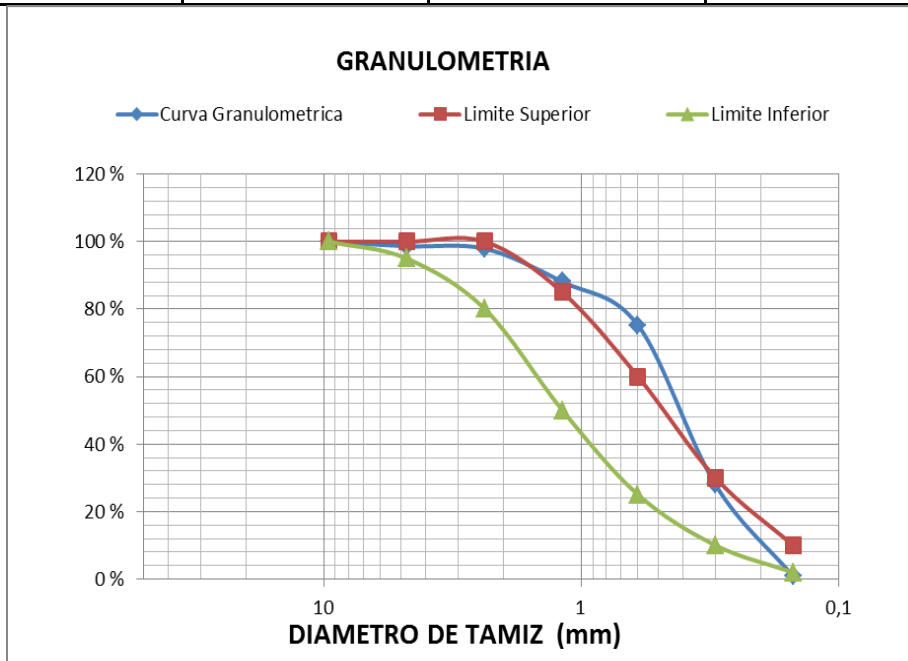
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	COMBITA	PROPIETARIO	MARCOS CARDENAS
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO OSCURO CON ROJO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

N platón	6	
peso platón	187,5	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3795	gramos
peso muestra lavada más platón	3760	gramos
peso muestra seca más platón	3737	gramos
peso muestra seca	3549,5	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso Platón (gr)	peso retenida+ peso Platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0,0	0,0	0,0
1"	25	0,0	0,0	0,0
3/4"	19	187,5	205,5	18,0
1/2"	12,7	187,5	224,5	37,0
3/8"	9,5	187,5	215,5	28,0
4	4,75	187,5	230,0	42,5
8	2,36	187,5	212,0	24,5
16	1,18	187,5	500,5	313,0
30	0,6	187,5	600,0	412,5
50	0,3	187,5	1700,0	1512,5
100	0,15	187,5	1052,5	865,0
200	0,075	187,5	463,5	276,0
fondo		187,5	195,5	8,0
Masa total				3537,0

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
3/8"	9,5	28,0	0,00	0,00	100,00
4	4,75	42,5	1,33	1,33	98,67
8	2,36	24,5	0,77	2,10	97,90
16	1,18	313,0	9,79	11,88	88,12
30	0,6	412,5	12,90	24,78	75,22
50	0,3	1512,0	47,29	72,07	27,93
100	0,15	865,0	27,05	99,12	0,88

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/8"	9,5	100	100
4	4,75	100	95
8	2,36	100	80
16	1,18	85	50
30	0,6	60	25
50	0,3	30	10
100	0,15	10	2



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Combita	PROPIETARIO	MARCOS CARDENAS
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO OSCURO CON ROJO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

PLATON Nº	21	
PESO PLATON	38	gramos

peso arena con humedad natural + peso platón	340	gramos
peso arena seca natural + peso platón	338	gramos

peso arena con humedad natural sin platón	302	gramos
peso arena seca natural sin peso platón	300	gramos

Humedad	2,00	gramos
% de Humedad	0,66	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Combita	PROPIETARIO	MARCOS CARDENAS
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO OSCURO CON ROJO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

PICNOMETRO #	1					
PESO PICNOMETRO	163	gr				
PESO SUELO SECO	500	gr				
CALIBRACION PICNOMETRO						
PESO PICNOMETRO + AGUA	661	659	656,5	610		
TEMPERATURA °c	15	27	38	46		
PESO PICNOMETRO MAS AGUA + MATERIAL	969,4	gr				
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL AGUA	25					
ABSORCION	0,4					
DENSIDAD APARENTE	2,61					
DENSIDAD NOMINAL	2,62					

- Fuente de material fino Bertha moreno.

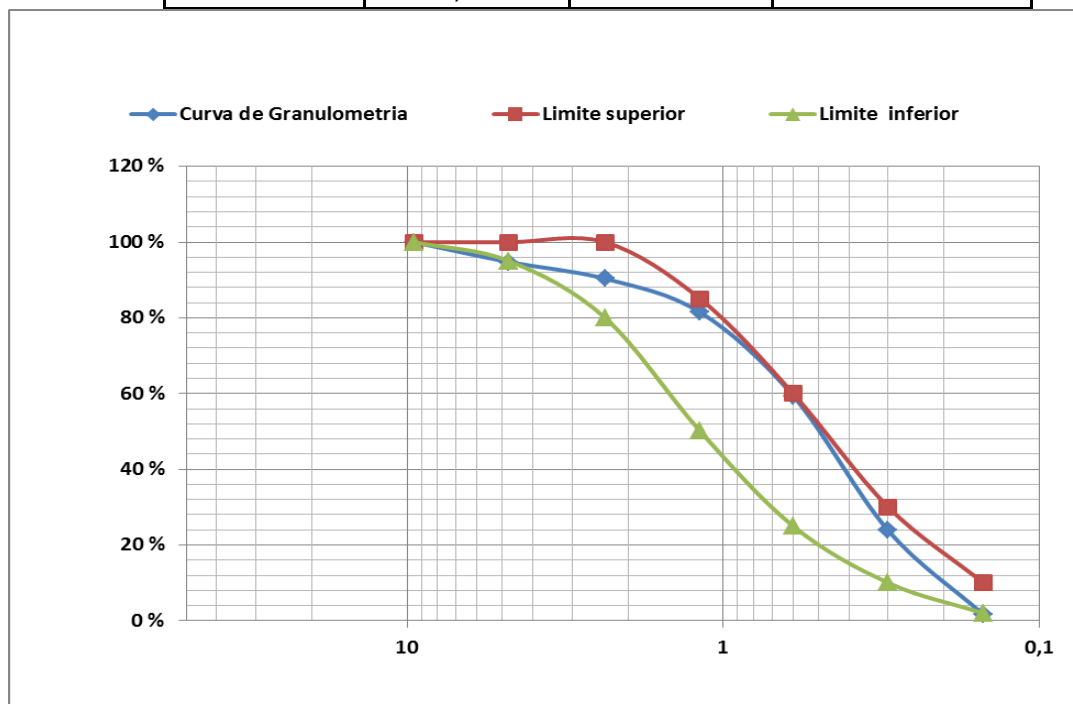
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
GRANULOMETRIA NTC 77			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	BERTHA MORENO
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3 / 5

N platón	3	
peso platón	185,5	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3080	gramos
peso muestra lavada más platón	2440	gramos
peso muestra seca más platón	2460,5	gramos
peso muestra seca	2275	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso Platón (gr)	peso retenida+ peso Platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	0	0,0	0,0
3/4"	19	185,5	193,5	8,0
1/2"	12,7	185,5	249,0	63,5
3/8"	9,5	185,5	217,5	32,0
4	4,75	185,5	289,0	103,5
8	2,36	185,5	272,5	87,0
16	1,18	185,5	361,0	175,5
30	0,6	185,5	620,5	435,0
50	0,3	185,5	887,5	702,0
100	0,15	185,5	623,5	438,0
200	0,075	185,5	379,5	194,0
fondo		185,5	192,5	7,0
Masa Total				2245,5

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
3/8"	9,5	32,0	0,00	0,00	100,00
4	4,75	103,5	5,25	5,25	94,75
8	2,36	87,0	4,41	9,66	90,34
16	1,18	175,5	8,90	18,55	81,45
30	0,6	435,0	22,05	40,60	59,40
50	0,3	702,0	35,58	76,18	23,82
100	0,15	438,0	22,20	98,38	1,62

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/8"	9,5	100	100
4	4,75	100	95
8	2,36	100	80
16	1,18	85	50
30	0,6	60	25
50	0,3	30	10
100	0,15	10	2



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	BERTHA MORENO
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3 / 5

PLATON	7	
PESO PLATON	38	gramos

peso arena con humedad natural + peso Platón	324	gramos
peso arena seca natural + peso platón	310	gramos

peso arena con humedad natural sin platón	286	gramos
peso arena seca natural sin peso platón	272	gramos

Humedad	14,00	gramos
% de Humedad	4,90	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA				
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
	LABORATORIO				
Densidad y Absorción Del Agregado fino NTC 176					
PROYECTO	TESIS DE GRADO				
LOCALIZACION	Elmoral	PROPIETARIO	BERTHA MORENO		
TIPO DE AGREGADO	ARENA				
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO				
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3 / 5		

PICNOMETRO #	1					
PESO PICNOMETRO	153,2	gr				
PESO SUELO SECO	500	gr				

CALIBRACION PICNOMETRO					
PESO PICNOMETRO + AGUA	653	652	651	650,5	
TEMPERATURA °C	17	27	36	46	
PESO PICNOMETRO MAS AGUA + MATERIAL	961,4	gr			
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL AGUA	23				

ABSORCION %	0,3
DENSIDAD APARENTE	2,61
DENSIDAD NOMINAL	2,62

- Fuente de material fino julio Vicente Gonzales.

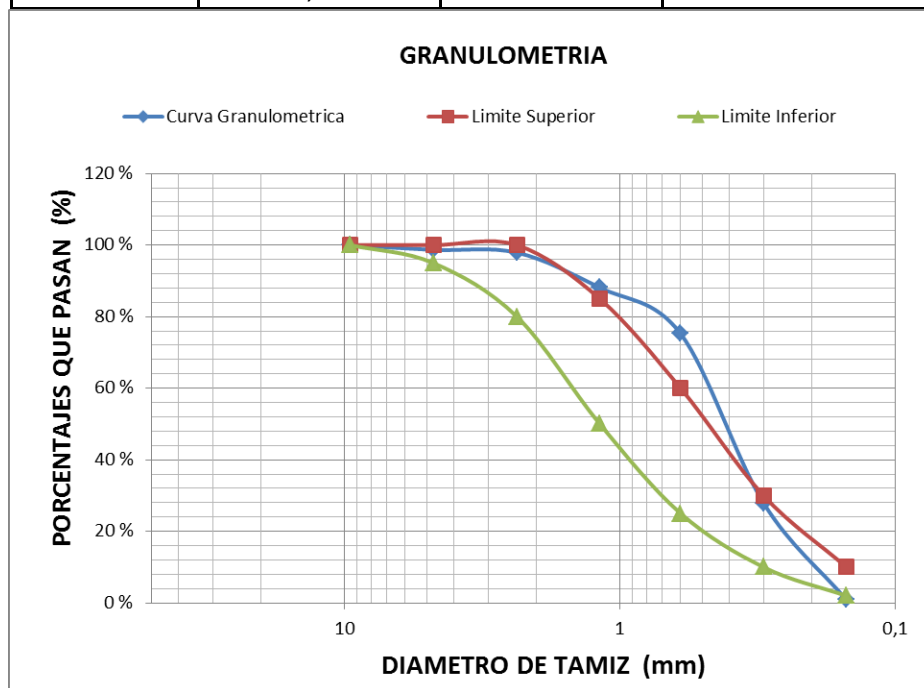
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
GRANULOMETRIA NTC 77			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	JULIO VICENTE GONZALES
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4 / 5

N platón	7	
peso platón	183,5	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3563,5	gramos
peso muestra lavada más platón	3012,5	gramos
peso muestra seca más platón	3158,5	gramos
peso muestra seca	2975	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	Peso Platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	0	0,0	0,0
3/4"	19	183,5	200,0	16,5
1/2"	12,7	0	0,0	0,0
3/8"	9,5	183,5	190,0	6,5
4	4,75	183,5	199,0	15,5
8	2,36	183,5	199,0	15,5
16	1,18	183,5	327,5	144,0
30	0,6	183,5	587,5	404,0
50	0,3	183,5	1398,0	1214,5
100	0,15	183,5	1045,0	861,5
200	0,075	183,5	458,5	275,0
fondo		183,5	193,0	9,5
Masa Total				2962,5

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
3/8"	9,5	6,5	0,00	0,00	100,00
4	4,75	15,5	0,58	0,58	99,42
8	2,36	15,5	0,58	1,16	98,84
16	1,18	144,0	5,41	6,58	93,42
30	0,6	404,0	15,18	21,75	78,25
50	0,3	1214,5	45,63	67,39	32,61
100	0,15	861,5	32,37	99,76	0,24

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/8"	9,5	100	100
4	4,75	100	95
8	2,36	100	80
16	1,18	85	50
30	0,6	60	25
50	0,3	30	10
100	0,15	10	2



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	JULIO VICENTE GONZALES
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4 / 5

PLATON	10	
PESO PLATON	37,5	gramos

peso arena con humedad natural + peso Platón	312,5	gramos
peso arena seca natural + peso platón	307	gramos

peso arena con humedad natural sin platón	275	gramos
peso arena seca natural sin peso platón	269,5	gramos

Humedad	6	gramos
% de Humedad	2	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA				
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
	LABORATORIO				
Densidad y Absorción Del Agregado Fino NTC 176					
PROYECTO	TESIS DE GRADO				
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	JULIO VICENTE GONZALES		
TIPO DE AGREGADO	ARENA				
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO				
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4 / 5		

PICNOMETRO #	1					
PESO PICNOMETRO	163	gr				
PESO SUELO SECO	500	gr				

CALIBRACION PICNOMETRO					
PESO PICNOMETRO + AGUA	662	661,3	660,1	659,9	
TEMPERATURA °C	16	27	33	42	
PESO PICNOMETRO MAS AGUA + MATERIAL	950,2	gr			
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL AGUA	19				
ABSORCION	0,1				
DENSIDAD APARENTE	2,36				
DENSIDAD NOMINAL	2,37				

- Fuente de material fino camilo moreno.

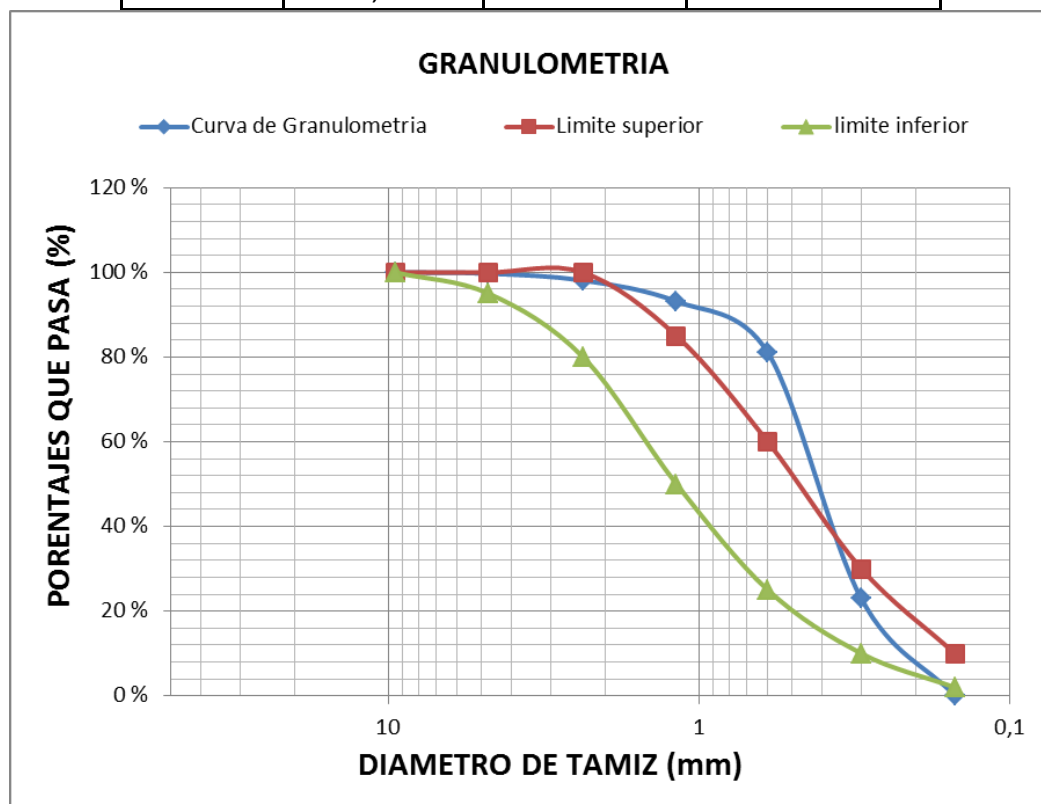
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
GRANULOMETRIA NTC 77			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	CAMILO MORENO
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5 / 5

N platón	4	
peso platón	191,5	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3081	gramos
peso muestra lavada más platón	2725	gramos
peso muestra seca más platón	2769,5	gramos
peso muestra seca	2578	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso Platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0	0
1"	25	0	0	0
3/4"	19	0	0	0
1/2"	12,7	0	0	0
3/8"	9,5	191,5	193	1,5
4	4,75	191,5	198	6,5
8	2,36	191,5	230	38,5
16	1,18	191,5	310	118,5
30	0,6	191,5	479	287,5
50	0,3	191,5	1575	1383,5
100	0,15	191,5	735,5	544
200	0,075	191,5	311,5	120
fondo		191,5	196,5	5
Masa Total				2505

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
3/8"	9,5	1,5	0,00	0,00	100,00
4	4,75	6,5	0,27	0,27	99,73
8	2,36	38,5	1,62	1,89	98,11
16	1,18	118,5	4,98	6,87	93,13
30	0,6	287,5	12,08	18,95	81,05
50	0,3	1383,5	58,13	77,08	22,92
100	0,15	544,0	22,86	99,94	0,06

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
3/8"	9,5	100	100
4	4,75	100	95
8	2,36	100	80
16	1,18	85	50
30	0,6	60	25
50	0,3	30	10
100	0,15	10	2



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	CAMILO MORENO
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5/5

PLATON	17	
PESO PLATON	38	gramos

peso arena con humedad natural + peso Platón	356	gramos
peso arena seca natural + peso platón	354	gramos

peso arena con humedad natural sin platón	318	gramos
peso arena seca natural sin peso platón	316	gramos

Humedad	2,00	gramos
% de Humedad	0,63	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	CAMILO MORENO
TIPO DE AGREGADO	ARENA		
DESCRIPCION	ARENA PRESENTA UN COLOR AMARILLO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5 / 5

PICNOMETRO #	1					
PESO PICNOMETRO	152,9	gr				
PESO SUELO SECO	500	gr				
CALIBRACION PICNOMETRO						
PESO PICNOMETRO + AGUA	652,9	651,7	650,1	649,3		
TEMPERATURA °C	16	27	39	43		
PESO PICNOMETRO MAS AGUA + MATERIAL	956,3	gr				
FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA DEL AGUA	24					
ABSORCION	0,22					
DENSIDAD APARENTE	2,54					
DENSIDAD NOMINAL	2,55					

ANEXO C. ENSAYOS DE LABORATORIO MATERIAL GRUESO

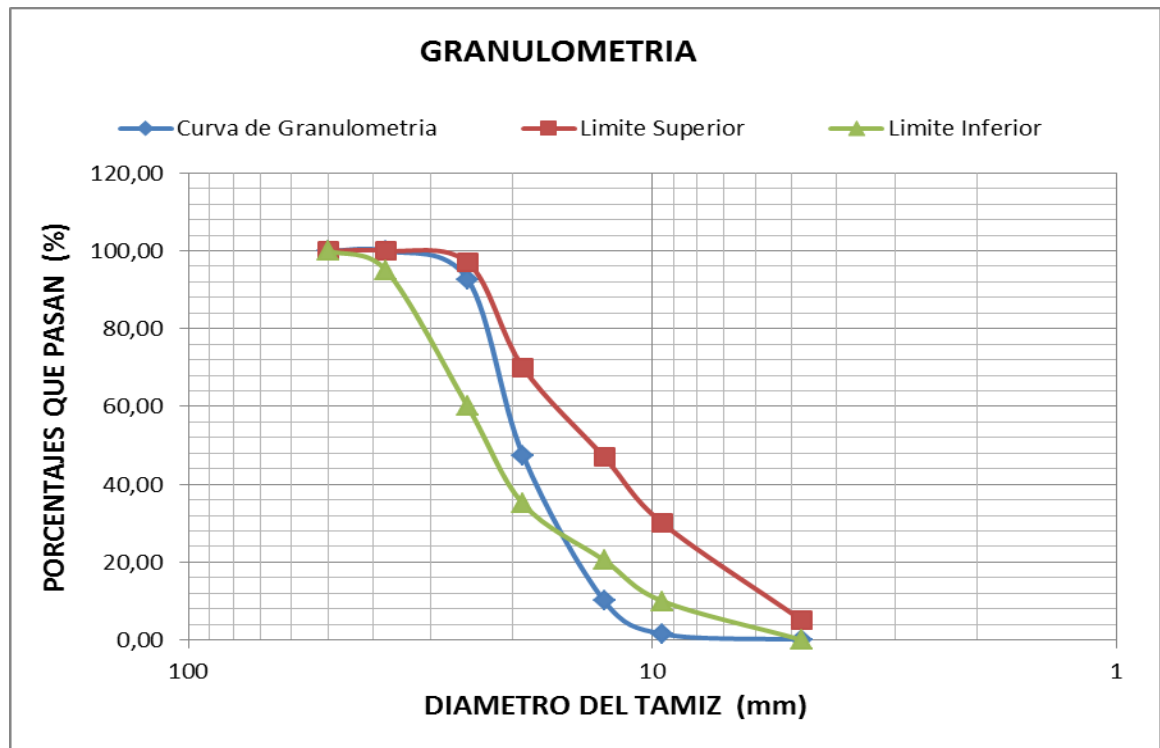
- Fuente de material de grava piedras y gravas s.a.

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Nobsa	PROPIETARIO	Piedras y Gravas S.A
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON ABANA		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1/5

N platón		8		
peso platón		184	gramos	
peso muestra sin lavar más platón		5800	gramos	
peso muestra lavada más platón		5790	gramos	
peso muestra seca más platón		5753	gramos	
peso muestra seca		5569	gramos	
tamiz Nº	Abertura (mm)	peso platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	182	590,0	408,0
3/4"	19	182	2689,0	2507,0
1/2"	12,7	182	2253,0	2071,0
3/8"	9,5	182	653,5	471,5
4	4,75	182	266,5	84,5
8	2,36	182	184,5	2,5
16	1,18	182	184,0	2,0
30	0,6	182	183,5	1,5
50	0,3	182	183,5	1,5
100	0,15	182	183,5	1,5
200	0,075	182	184,0	2,0
fondo		182	184,5	2,5
Masa total				5555,5

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
2"	50	0,0	0,00	0	100,00
1"1/2	37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25	408,0	7,36	7,36	92,64
3/4"	19	2507,0	45,22	52,57	47,43
1/2"	12,7	2071,0	37,35	89,93	10,07
3/8"	9,5	471,5	8,50	98,43	1,57
4	4,75	84,5	1,52	99,95	0,05

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
2"	50	100	100
1"1/2	37,5	100	95
1"	25	97	60
3/4"	19	70	35
1/2"	12,7	47	20,5
3/8"	9,5	30	10
4	4,75	5	0



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	NOBSA	PROPIETARIO	Piedras y Gravas S.A
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON HABANO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1 / 5

PLATON Nº	11	
PESO PLATON	115	gramos

peso grava con humedad natural + peso platón	959,5	gramos
peso grava seca natural + peso platón	956,0	gramos

peso grava con humedad natural sin platón	845	gramos
peso grava seca natural sin peso platón	841	gramos

Humedad	4	gramos
% de Humedad	0,41	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	Piedras y Gravas S.A
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON HABANO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1/ 5

Peso canastilla en el aire, (grs)	1492
Peso canastilla + suelo SSS , (grs)	4540
Peso canastilla + suelo en el agua , (grs)	3176
Peso canastilla en el agua, (grs)	1294
Peso del recipiente N 18 (grs)	111,5
peso recipiente + suelo seco (grs)	3128
Masa de la muestra seca, M (grs)	3016,5
Masa de la muestra SSS, Ms (grs)	3048
Masa de la muestra sumergida, Mi (grs)	1882

DENSIDAD APARENTE	2,58
-------------------	------

DENSIDAD SSS	2,61
--------------	------

DENSIDAD NOMINAL	2,65
------------------	------

ABSORCION	1,04
-----------	------

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Desgaste De La Máquina De Los Angeles NTC 98		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	El moral	PROPIETARIO	Piedras y Gravas S.A
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON HABANO		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	1 / 5

prueba	1	
Gradación usada	A	
N de esferas	12	
N de revoluciones	500	
Peso muestra seca antes del ensayo	5033	gramos
peso de muestra seca después del ensayo	3856,5	gramos
Perdida de material (gr)	1176,5	gramos
% de desgaste	23,38	%

- Fuente de material de grava santa lucia.

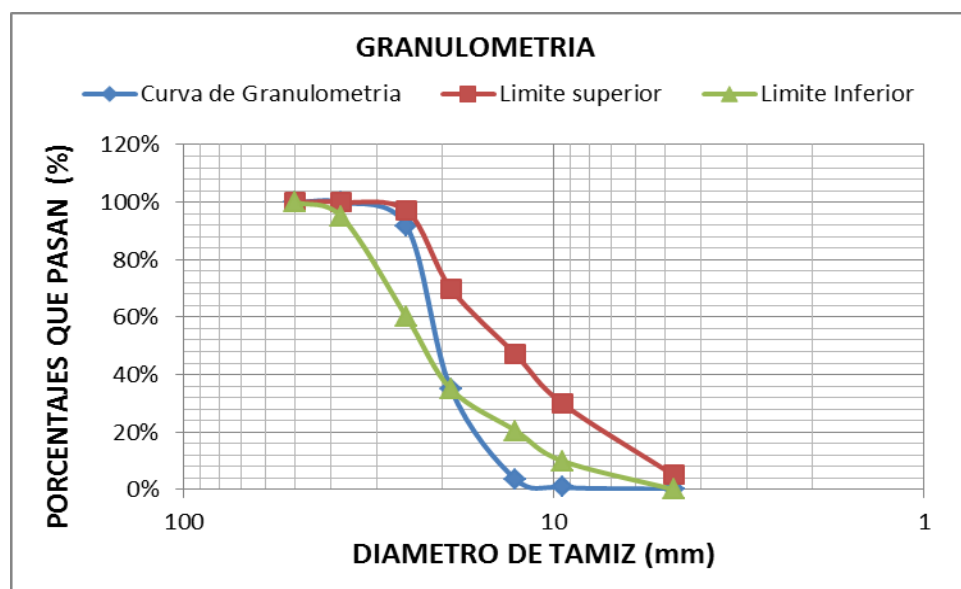
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Cucaita	PROPIETARIO	Santa Lucia
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS OXIDADAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

N platón	1000	
peso platón	190	gramos
peso muestra sin lavar más platón	2847	gramos
peso muestra lavada más platón	2826,5	gramos
peso muestra seca más platón	2812	gramos
peso muestra seca	2622	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	190	409,5	219,5
3/4"	19	190	1670,0	1480,0
1/2"	12,7	190	1014,0	824,0
3/8"	9,5	190	264,0	74,0
4	4,75	190	206,0	16,0
8	2,36	190	190,5	0,5
16	1,18	190	190,5	0,5
30	0,6	190	190,3	0,3
50	0,3	190	190,5	0,5
100	0,15	190	190,5	0,5
200	0,075	190	191,0	1,0
fondo		190	191,0	1,0
MASA TOTAL				2617,8

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
2"	50	0,0	0,00	0,00	100,00
1"1/2	37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25	219,5	8,38	8,38	91,62
3/4"	19	1480,0	56,54	64,92	35,08
1/2"	12,7	824,0	31,48	96,40	3,60
3/8"	9,5	74,0	2,83	99,22	0,78
4	4,75	16,0	0,61	99,84	0,16

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
2"	50	100	100
1"1/2	37,5	100	95
1"	25	97	60
3/4"	19	70	35
1/2"	12,7	47	20,5
3/8"	9,5	30	10
4	4,75	5	0



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	CONTENIDO DE HUMEDA NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	CUCAITA	PROPIETARIO	SANTA LUCIA
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS OXIADAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

PLATON Nº	23	
PESO PLATON	116	gramos

peso grava con humedad natural + peso platón	998,0	gramos
peso grava seca natural + peso platón	995,0	gramos

peso grava con humedad natural sin platón	882	gramos
peso grava seca natural sin peso platón	879	gramos

Humedad	3	gramos
% de Humedad	0,34	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Densidad y absorción del agregado grueso NTC 176			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	CUCAITA	PROPIETARIO	SANTA LUCIA
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS OXIADAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

Peso canastilla en el aire, (grs)	1492
Peso canastilla + suelo SSS , (grs)	4670,5
Peso canastilla + suelo en el agua , (grs)	3112
Peso canastilla en el agua, (grs)	1294
Peso del recipiente N 11 (grs)	113,5
peso recipiente + suelo seco (grs)	3237
Masa de la muestra seca, M (grs)	3123,5
Masa de la muestra SSS, Ms (grs)	3180,5
Masa de la muestra sumergida, Mi (grs)	1818

DENSIDAD APARENTE	2,29
-------------------	------

DENSIDAD SSS	2,33
--------------	------

DENSIDAD NOMINAL	2,39
------------------	------

ABSORCION %	1,82
-------------	------

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Desgaste De La Máquina De Los Angeles NTC 98			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	CUCAITA	PROPIETARIO	SANTA LUCIA
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS OXIADAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	2 / 5

prueba	2	
Gradación usada	A	
N de esferas	12	
N de revoluciones	500	
Peso muestra seca antes del ensayo	4962	gramos
peso de muestra seca después del ensayo	3995,5	gramos
Perdida de material (gr)	966,5	gramos
% de desgaste	19,48	%

- Fuente de material de grava Víctor Manuel.

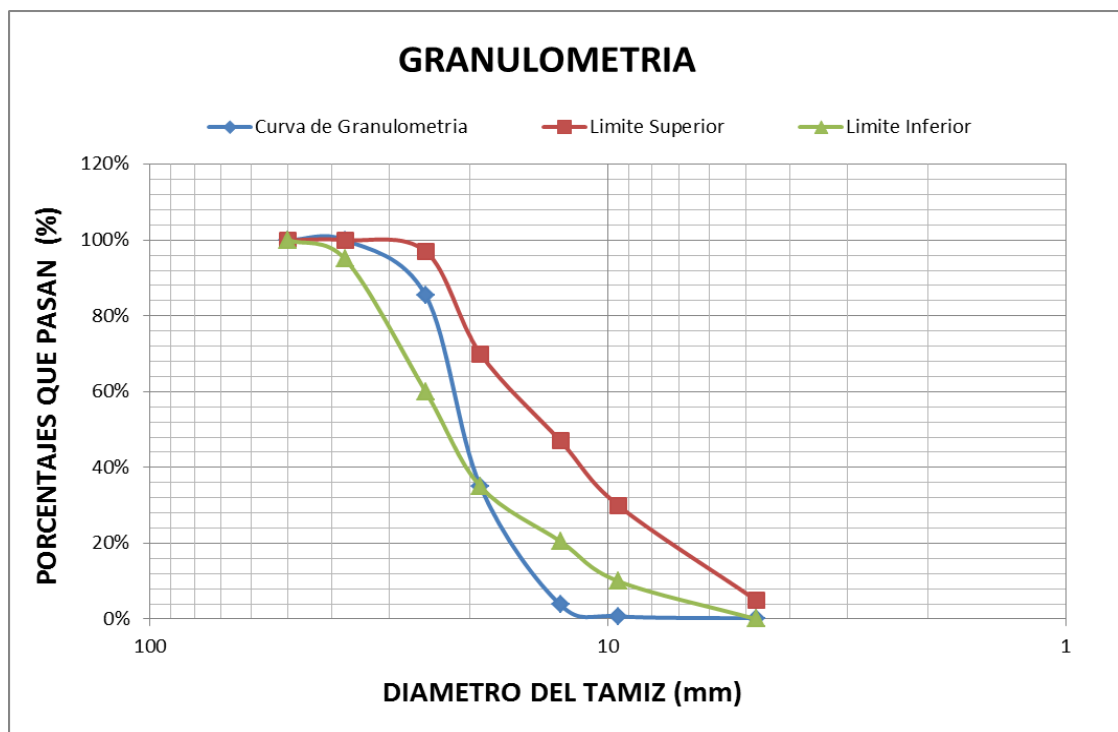
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
GRANULOMETRIA NTC 77			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Nobsa	PROPIETARIO	Victor Manuel
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3 / 5

N platón	10	
peso platón	186	gramos
peso muestra sin lavar más platón	6220	gramos
peso muestra lavada más platón	6140	gramos
peso muestra seca más platón	5831	gramos
peso muestra seca	5645	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	183,5	992,5	809,0
3/4"	19	183,5	2973,0	2789,5
1/2"	12,7	183,5	1916,5	1733,0
3/8"	9,5	183,5	349,0	165,5
4	4,75	183,5	216,5	33,0
8	2,36	183,5	185,0	1,5
16	1,18	183,5	184,0	0,5
30	0,6	183,5	184,0	0,5
50	0,3	183,5	184,5	1,0
100	0,15	183,5	184,5	1,0
200	0,075	183,5	185,5	2,0
fondo		183,5	185,5	2,0
MASA TOTAL				5538,5

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
2"	50	0,0	0,00	0	100,00
1"1/2	37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25	809,0	14,61	14,61	85,39
3/4"	19	2789,5	50,37	64,97	35,03
1/2"	12,7	1733,0	31,29	96,26	3,74
3/8"	9,5	165,5	2,99	99,25	0,75
4	4,75	33,0	0,60	99,85	0,15

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
2"	50	100	100
1"1/2	37,5	100	95
1"	25	97	60
3/4"	19	70	35
1/2"	12,7	47	20,5
3/8"	9,5	30	10
4	4,75	5	0



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Contenido De Humedad NTC 1776			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Nobsa	PROPIETARIO	VICTOR MANUEL
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3/ 5

PLATON N°	10	
PESO PLATON	113	gramos

peso grava con humedad natural + peso platón	963,0	gramos
peso grava seca natural + peso platón	961,5	gramos

peso grava con humedad natural sin platón	850	gramos
peso grava seca natural sin peso platón	848,5	gramos

Humedad	1,5	gramos
% de Humedad	0,17647059	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Nobsa	PROPIETARIO	VICTOR MANUEL
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3/ 5

Peso canastilla en el aire, (grs)	1492
Peso canastilla + suelo SSS , (grs)	4526
Peso canastilla + suelo en el agua , (grs)	3204
Peso canastilla en el agua, (grs)	1294
Peso del recipiente N 10 (grs)	113
peso recipiente + suelo seco (grs)	3118,5
Masa de la muestra seca, M (grs)	3005,5
Masa de la muestra SSS, Ms (grs)	3225,5
Masa de la muestra sumergida, Mi (grs)	1872

DENSIDAD APARENTE	2,2
-------------------	-----

DENSIDAD SSS	2,4
--------------	-----

DENSIDAD NOMINAL	2,6
------------------	-----

ABSORCION %	7,3
-------------	-----

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Desgaste De La Máquina De Los Angeles NTC 98			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Nobsa	PROPIETARIO	VICTOR MANUEL
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	3/ 5

prueba	3	
Gradación usada	A	
N de esferas	12	
N de revoluciones	500	
Peso muestra seca antes del ensayo	5086,5	gramos
peso de muestra seca después del ensayo	4016	gramos
Perdida de material (gr)	1070,5	gramos
% de desgaste	21,05	%

- Fuente de material de grava la colina.

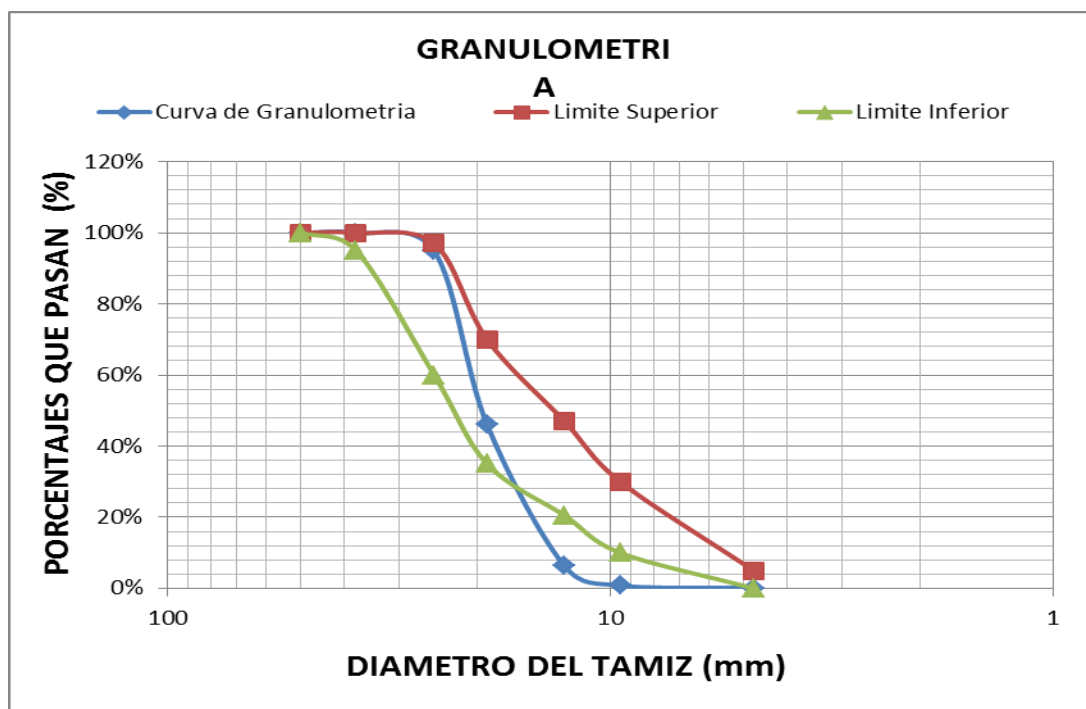
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Tibasosa	PROPIETARIO	La Colina
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS BLANCAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4 / 5

N platón	9	
peso platón	182	gramos
peso muestra sin lavar más platón	6620	gramos
peso muestra lavada más platón	6500	gramos
peso muestra seca más platón	5754	gramos
peso muestra seca	5572	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	Peso retenido (gr)
1"1/2	37,5	182	182,0	0,0
1"	25	182	467,0	285,0
3/4"	19	182	2886,5	2704,5
1/2"	12,7	182	2388,0	2206,0
3/8"	9,5	182	486,0	304,0
4	4,75	182	223,0	41,0
8	2,36	182	186,0	4,0
16	1,18	182	184,0	2,0
30	0,6	182	183,5	1,5
50	0,3	182	183,5	1,5
100	0,15	182	183,5	1,5
200	0,075	182	184,0	2,0
fondo		182	184,0	
MASA TOTAL				5553

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
2"	50	0,0	0,00	0	100,00
1"1/2	37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25	285,0	5,14	5,14	94,86
3/4"	19	2704,5	48,78	53,92	46,08
1/2"	12,7	2206,0	39,79	93,71	6,29
3/8"	9,5	304,0	5,48	99,19	0,81
4	4,75	41,0	0,74	99,93	0,07

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
2"	50	100	100
1"1/2	37,5	100	95
1"	25	97	60
3/4"	19	70	35
1/2"	12,7	47	20,5
3/8"	9,5	30	10
4	4,75	5	0



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Contenido De Humedad NTC 1776		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	TIBASOSA	PROPIETARIO	La Colina
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4/ 5

PLATON Nº	12	
PESO PLATON	111,5	gramos

peso grava con humedad natural + peso platón	991	gramos
peso grava seca natural + peso platón	989	gramos

peso grava con humedad natural sin platón	880	gramos
peso grava seca natural sin peso platón	877,5	gramos

Humedad	2	gramos
% de Humedad	0,23	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	TIBASOSA	PROPIETARIO	La Colina
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4/ 5

Peso canastilla en el aire, (grs)	1492
Peso canastilla + suelo SSS , (grs)	4571,5
Peso canastilla + suelo en el agua , (grs)	3186
Peso canastilla en el agua, (grs)	1294
Peso del recipiente N 12 (grs)	111,5
peso recipiente + suelo seco (grs)	3174
Masa de la muestra seca, M (grs)	3062,5
Masa de la muestra SSS, Ms (grs)	3079,5
Masa de la muestra sumergida, Mi (grs)	1892

DENSIDAD APARENTE	2,57
-------------------	------

DENSIDAD SSS	2,59
--------------	------

DENSIDAD NOMINAL	2,61
------------------	------

ABSORCION %	0,56
-------------	------

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Desgaste De La Máquina De Los Angeles NTC 98			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	TIBASOSA	PROPIETARIO	La Colina
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS CON PARTICULAS BLANCAS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	4/ 5

prueba	4	
Gradación usada	A	
N de esferas	12	
N de revoluciones	500	
Peso muestra seca antes del ensayo	4172	gramos
peso de muestra seca después del ensayo	3984,5	gramos
Perdida de material (gr)	1130	gramos
% de desgaste	22,09	%

- Fuente de material de grava ingeniería de vías.

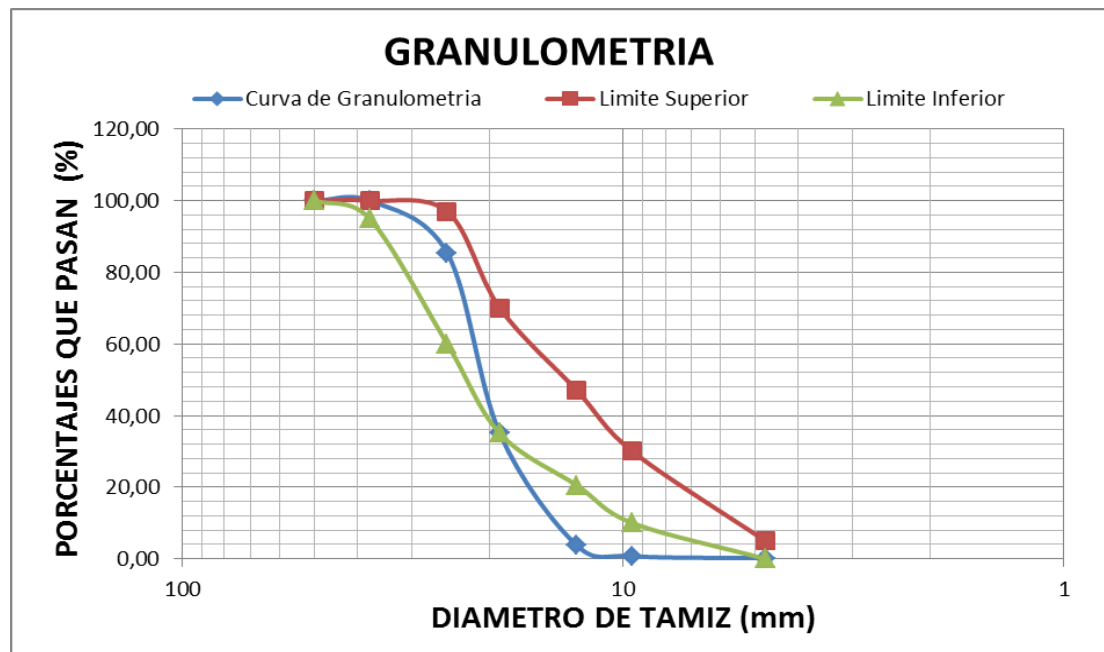
	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	GRANULOMETRIA NTC 77		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	Samaca	PROPIETARIO	Ingenieria de Vias
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5/5

N platón	12	
peso platón	185	gramos
peso muestra sin lavar más platón	3288	gramos
peso muestra lavada más platón	3280	gramos
peso muestra seca más platón	3278	gramos
peso muestra seca	3093	gramos

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso platón (gr)	peso retenida+ peso platón (gr)	peso retenido (gr)
1"1/2	38	0	0,0	0,0
1"	25	0	0,0	0,0
3/4"	19	185	197,0	12,0
1/2"	12,7	185	1980,5	1795,5
3/8"	9,5	185	1071,0	886,0
4	4,75	185	572,0	387,0
8	2,36	185	189,0	4,0
16	1,18	185	186,0	1,0
30	0,6	185	186,5	1,5
50	0,3	185	185,5	0,5
100	0,15	185	185,5	0,5
200	0,075	185	185,5	0,5
fondo		185	186,5	1,5
MASA TOTAL				3090,0

tamiz Nº	Abertura (mm)	peso retenido (gr)	Porcentaje pesos retenido	Porcentaje retenido acumulado	porcentaje que pasa
2"	50	0,0	0,00	0	100,00
1"1/2	37,5	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25	0,0	14,61	14,61	85,39
3/4"	19	12,0	50,37	64,97	35,03
1/2"	12,7	1795,5	31,29	96,26	3,74
3/8"	9,5	886,0	2,99	99,25	0,75
4	4,75	387,0	0,60	99,85	0,15

tamiz Nº	Abertura (mm)	Límite superior	Límite inferior
2"	50	100	100
1"1/2	37,5	100	95
1"	25	97	60
3/4"	19	70	35
1/2"	12,7	47	20,5
3/8"	9,5	30	10
4	4,75	5	0



	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
Contenido De Humedad NTC 1776			
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	SAMACA	PROPIETARIO	Ingenieria de Vias
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5/ 5

PLATON N°	18	
PESO PLATON	111,5	gramos

peso grava con humedad natural + peso platón	995,0	gramos
peso grava seca natural + peso platón	992,5	gramos

peso grava con humedad natural sin platón	884	gramos
peso grava seca natural sin peso platón	881	gramos

Humedad	2,5	gramos
% de Humedad	0,28296548	%

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Densidad y Absorción Del Agregado Grueso NTC 176		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	SAMACA	PROPIETARIO	Ingenieria de Vias
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5/ 5

Peso canastilla en el aire, (grs)	1492
Peso canastilla + suelo SSS , (grs)	3563,5
Peso canastilla + suelo en el agua , (grs)	2570
Peso canastilla en el agua, (grs)	1294
Peso del recipiente N 23 (grs)	115,5
peso recipiente + suelo seco (grs)	2169
Masa de la muestra seca, M (grs)	2053,5
Masa de la muestra SSS, Ms (grs)	2071,5
Masa de la muestra sumergida, Mi (grs)	1078

DENSIDAD APARENTE	2,06
-------------------	------

DENSIDAD SSS	2,08
--------------	------

DENSIDAD NOMINAL	2,10
------------------	------

ABSORCION %	0,88
-------------	------

	UNIVERSIDAD SANTO TOMAS - TUNJA		
	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO		
	Desgaste De La Máquina De Los Angeles NTC 98		
PROYECTO	TESIS DE GRADO		
LOCALIZACION	SAMACA	PROPIETARIO	Ingenieria de Vias
TIPO DE AGREGADO	GRAVA		
DESCRIPCION	GRAVA GRIS		
FECHA ENSAYO	MARZO DE 2015	MUESTRA	5/ 5

prueba	5
Gradación usada	B
N de esferas	11
N de revoluciones	500
Peso muestra seca antes del ensayo	4974
peso de muestra seca después del ensayo	4326,5
Perdida de material (gr)	647,5
% de desgaste	13,02

gramos
gramos
gramos
%

ANEXO D.LOCALIZACION

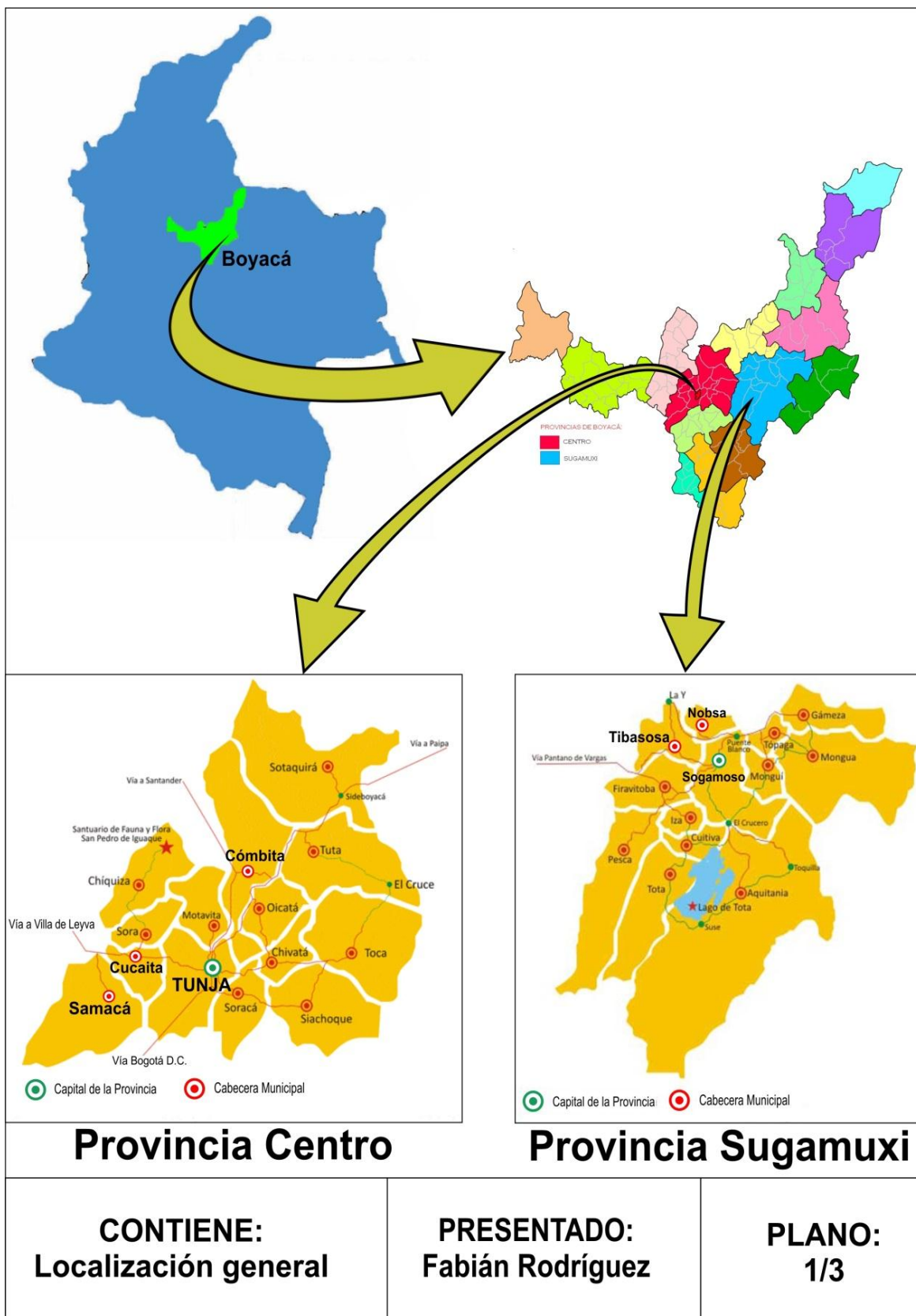
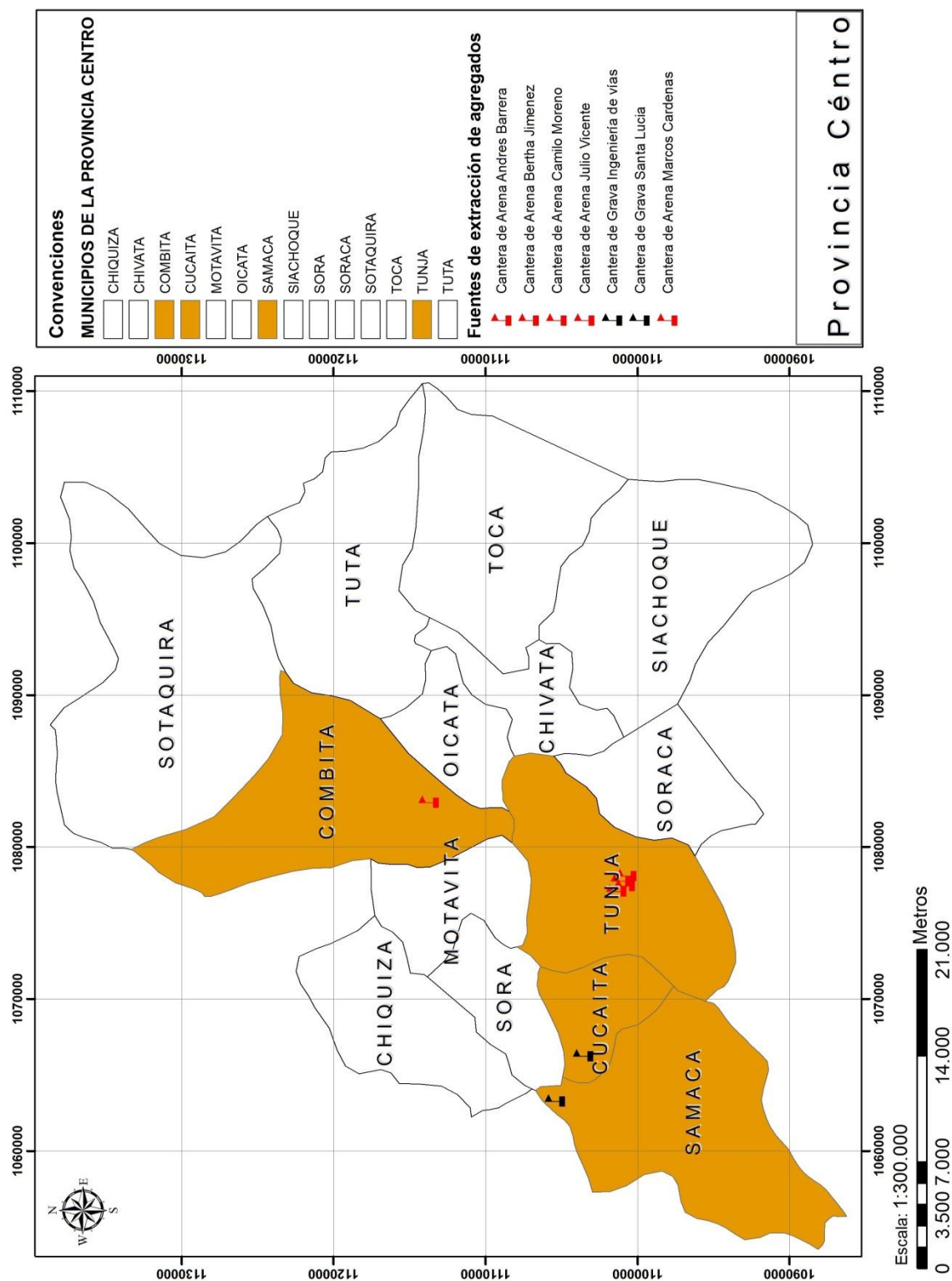
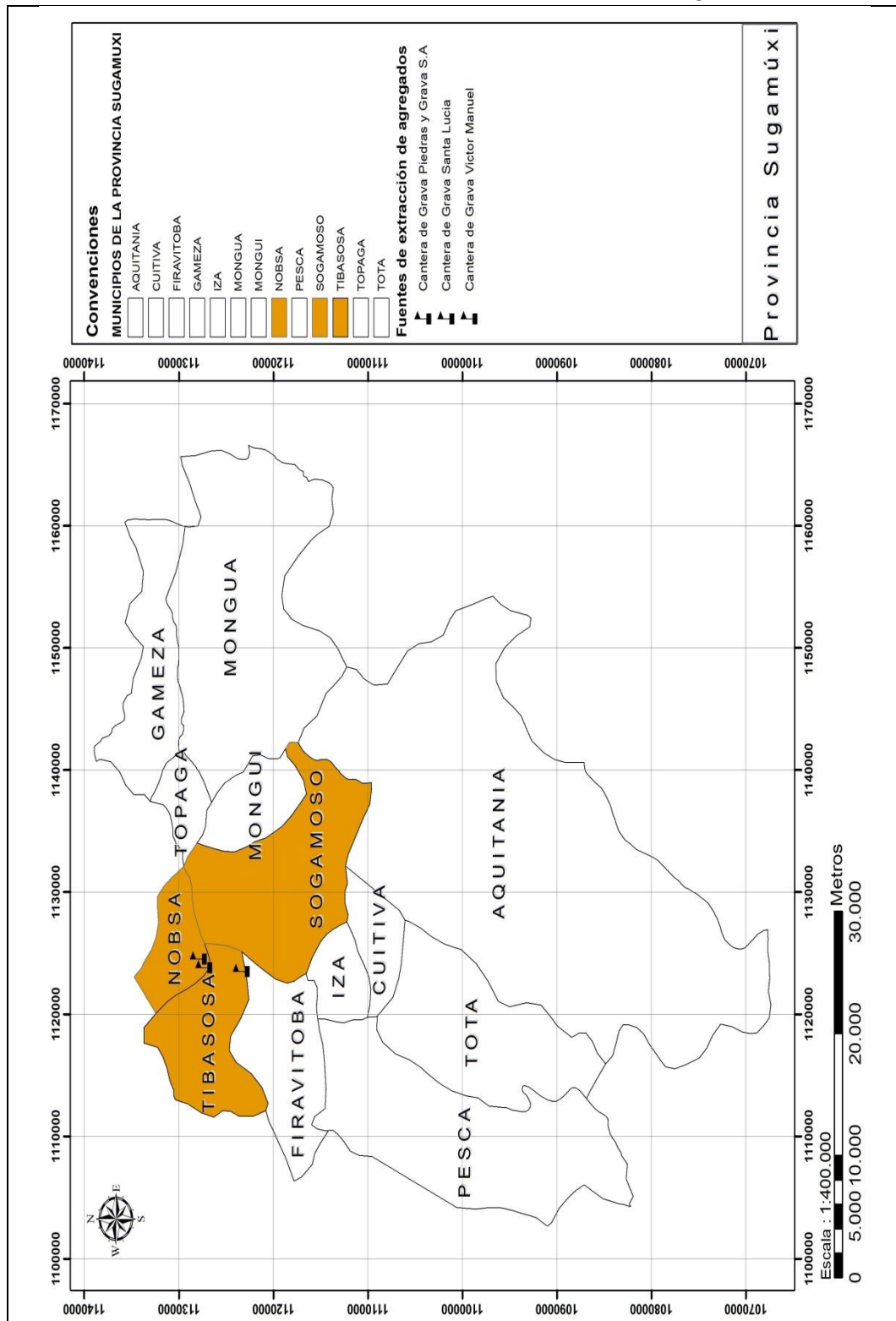


Ilustración. Localización de canteras Provincia centro



Fuente: Autor del proyecto.

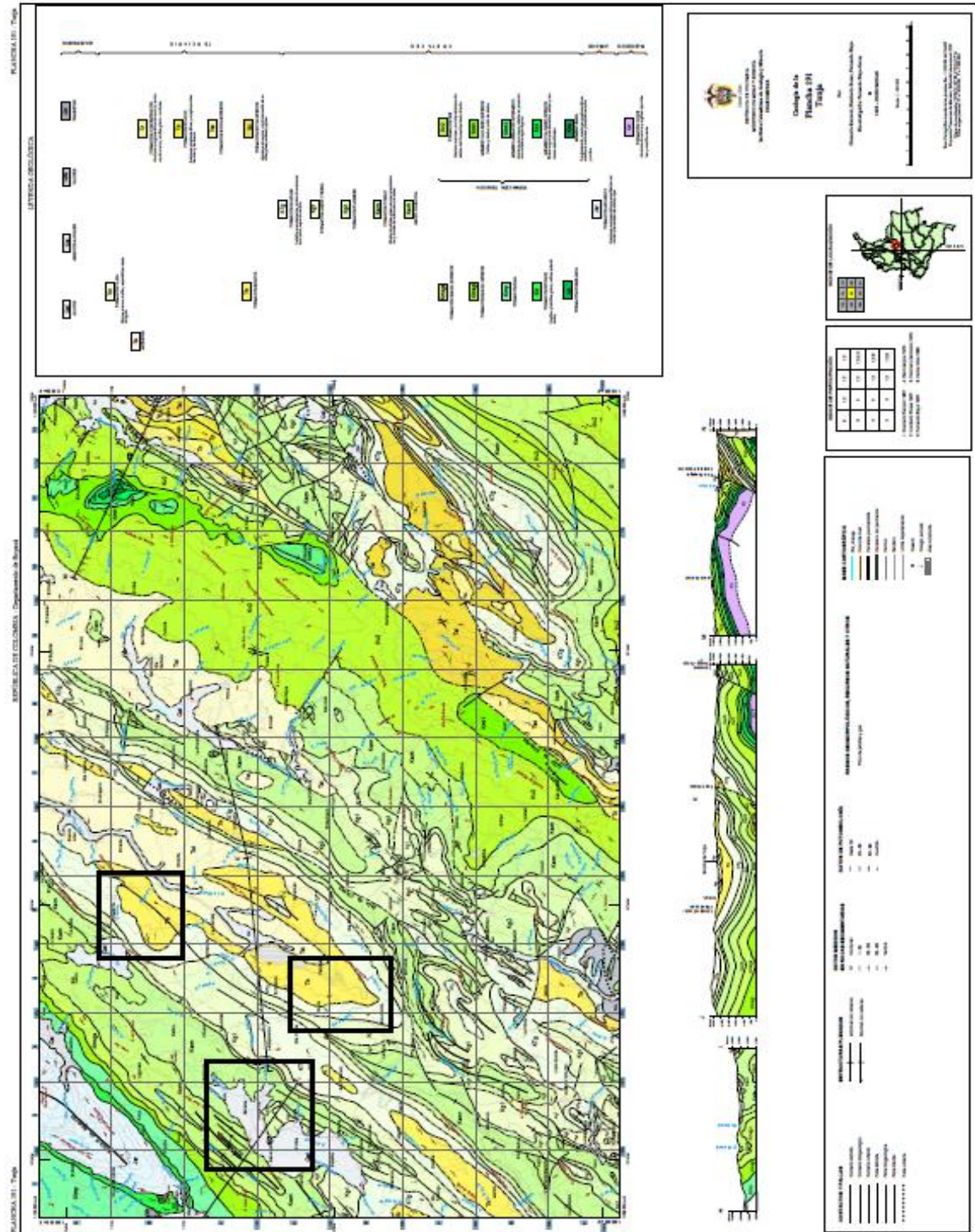
Ilustración. Localización de canteras Provincia Sugamuxi.



Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO E.MAPA DE GEOLOGIA DE LA ZONA DE LAS CANTERAS

Mapa.1 Geología de Zona DE Samacá, Combita y el Moral.



Fuente: Servicio Geológico de Colombia, IGAC.

LEGENDA

- SÍMBOLOS DE ALIVIADES:**
 - Aliviado 1
 - Aliviado 2
 - Aliviado 3
 - Aliviado 4
 - Aliviado 5
 - Aliviado 6
 - Aliviado 7
 - Aliviado 8
 - Aliviado 9
 - Aliviado 10
 - Aliviado 11
 - Aliviado 12
 - Aliviado 13
 - Aliviado 14
 - Aliviado 15
 - Aliviado 16
 - Aliviado 17
 - Aliviado 18
 - Aliviado 19
 - Aliviado 20
 - Aliviado 21
 - Aliviado 22
 - Aliviado 23
 - Aliviado 24
 - Aliviado 25
 - Aliviado 26
 - Aliviado 27
 - Aliviado 28
 - Aliviado 29
 - Aliviado 30
 - Aliviado 31
 - Aliviado 32
 - Aliviado 33
 - Aliviado 34
 - Aliviado 35
 - Aliviado 36
 - Aliviado 37
 - Aliviado 38
 - Aliviado 39
 - Aliviado 40
 - Aliviado 41
 - Aliviado 42
 - Aliviado 43
 - Aliviado 44
 - Aliviado 45
 - Aliviado 46
 - Aliviado 47
 - Aliviado 48
 - Aliviado 49
 - Aliviado 50
 - Aliviado 51
 - Aliviado 52
 - Aliviado 53
 - Aliviado 54
 - Aliviado 55
 - Aliviado 56
 - Aliviado 57
 - Aliviado 58
 - Aliviado 59
 - Aliviado 60
 - Aliviado 61
 - Aliviado 62
 - Aliviado 63
 - Aliviado 64
 - Aliviado 65
 - Aliviado 66
 - Aliviado 67
 - Aliviado 68
 - Aliviado 69
 - Aliviado 70
 - Aliviado 71
 - Aliviado 72
 - Aliviado 73
 - Aliviado 74
 - Aliviado 75
 - Aliviado 76
 - Aliviado 77
 - Aliviado 78
 - Aliviado 79
 - Aliviado 80
 - Aliviado 81
 - Aliviado 82
 - Aliviado 83
 - Aliviado 84
 - Aliviado 85
 - Aliviado 86
 - Aliviado 87
 - Aliviado 88
 - Aliviado 89
 - Aliviado 90
 - Aliviado 91
 - Aliviado 92
 - Aliviado 93
 - Aliviado 94
 - Aliviado 95
 - Aliviado 96
 - Aliviado 97
 - Aliviado 98
 - Aliviado 99
 - Aliviado 100
- SÍMBOLOS DE FALLAS:**
 - Falla 1
 - Falla 2
 - Falla 3
 - Falla 4
 - Falla 5
 - Falla 6
 - Falla 7
 - Falla 8
 - Falla 9
 - Falla 10
 - Falla 11
 - Falla 12
 - Falla 13
 - Falla 14
 - Falla 15
 - Falla 16
 - Falla 17
 - Falla 18
 - Falla 19
 - Falla 20
 - Falla 21
 - Falla 22
 - Falla 23
 - Falla 24
 - Falla 25
 - Falla 26
 - Falla 27
 - Falla 28
 - Falla 29
 - Falla 30
 - Falla 31
 - Falla 32
 - Falla 33
 - Falla 34
 - Falla 35
 - Falla 36
 - Falla 37
 - Falla 38
 - Falla 39
 - Falla 40
 - Falla 41
 - Falla 42
 - Falla 43
 - Falla 44
 - Falla 45
 - Falla 46
 - Falla 47
 - Falla 48
 - Falla 49
 - Falla 50
 - Falla 51
 - Falla 52
 - Falla 53
 - Falla 54
 - Falla 55
 - Falla 56
 - Falla 57
 - Falla 58
 - Falla 59
 - Falla 60
 - Falla 61
 - Falla 62
 - Falla 63
 - Falla 64
 - Falla 65
 - Falla 66
 - Falla 67
 - Falla 68
 - Falla 69
 - Falla 70
 - Falla 71
 - Falla 72
 - Falla 73
 - Falla 74
 - Falla 75
 - Falla 76
 - Falla 77
 - Falla 78
 - Falla 79
 - Falla 80
 - Falla 81
 - Falla 82
 - Falla 83
 - Falla 84
 - Falla 85
 - Falla 86
 - Falla 87
 - Falla 88
 - Falla 89
 - Falla 90
 - Falla 91
 - Falla 92
 - Falla 93
 - Falla 94
 - Falla 95
 - Falla 96
 - Falla 97
 - Falla 98
 - Falla 99
 - Falla 100
- SÍMBOLOS DE UNIDADES GEOLÓGICAS:**
 - Unidad 1
 - Unidad 2
 - Unidad 3
 - Unidad 4
 - Unidad 5
 - Unidad 6
 - Unidad 7
 - Unidad 8
 - Unidad 9
 - Unidad 10
 - Unidad 11
 - Unidad 12
 - Unidad 13
 - Unidad 14
 - Unidad 15
 - Unidad 16
 - Unidad 17
 - Unidad 18
 - Unidad 19
 - Unidad 20
 - Unidad 21
 - Unidad 22
 - Unidad 23
 - Unidad 24
 - Unidad 25
 - Unidad 26
 - Unidad 27
 - Unidad 28
 - Unidad 29
 - Unidad 30
 - Unidad 31
 - Unidad 32
 - Unidad 33
 - Unidad 34
 - Unidad 35
 - Unidad 36
 - Unidad 37
 - Unidad 38
 - Unidad 39
 - Unidad 40
 - Unidad 41
 - Unidad 42
 - Unidad 43
 - Unidad 44
 - Unidad 45
 - Unidad 46
 - Unidad 47
 - Unidad 48
 - Unidad 49
 - Unidad 50
 - Unidad 51
 - Unidad 52
 - Unidad 53
 - Unidad 54
 - Unidad 55
 - Unidad 56
 - Unidad 57
 - Unidad 58
 - Unidad 59
 - Unidad 60
 - Unidad 61
 - Unidad 62
 - Unidad 63
 - Unidad 64
 - Unidad 65
 - Unidad 66
 - Unidad 67
 - Unidad 68
 - Unidad 69
 - Unidad 70
 - Unidad 71
 - Unidad 72
 - Unidad 73
 - Unidad 74
 - Unidad 75
 - Unidad 76
 - Unidad 77
 - Unidad 78
 - Unidad 79
 - Unidad 80
 - Unidad 81
 - Unidad 82
 - Unidad 83
 - Unidad 84
 - Unidad 85
 - Unidad 86
 - Unidad 87
 - Unidad 88
 - Unidad 89
 - Unidad 90
 - Unidad 91
 - Unidad 92
 - Unidad 93
 - Unidad 94
 - Unidad 95
 - Unidad 96
 - Unidad 97
 - Unidad 98
 - Unidad 99
 - Unidad 100

ESCALA: 1:50,000

PROYECTO: Estudio Geológico y Topográfico del Área de la Cordillera de la Plancha.

FECHA: 2023-10-27

AUTORES: [Nombres de los autores]

REVISOR: [Nombre del revisor]

APROBADO POR: [Nombre del aprobador]

INSTITUCIÓN: [Institución responsable]

DIRECCIÓN GENERAL: [Dirección General]

DIRECCIÓN TÉCNICA: [Dirección Técnica]

DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA: [Dirección Administrativa]

DIRECCIÓN FINANCIERA: [Dirección Financiera]

DIRECCIÓN LEGAL: [Dirección Legal]

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO: [Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico]

DIRECCIÓN DE ASesorÍA Y COOPERACIÓN: [Dirección de Asesoría y Cooperación]

DIRECCIÓN DE COMUNICACIÓN Y RELACIONES PÚBLICAS: [Dirección de Comunicación y Relaciones Públicas]

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL: [Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental]

DIRECCIÓN DE MONITORING Y EVALUACIÓN: [Dirección de Monitoreo y Evaluación]

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN: [Dirección de Planeación y Gestión]

DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS: [Dirección de Recursos Humanos]

DIRECCIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN: [Dirección de Sistemas de Información]

DIRECCIÓN DE TRÁFICO Y LOGÍSTICA: [Dirección de Tráfico y Logística]

DIRECCIÓN DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD: [Dirección de Vigilancia y Seguridad]

DIRECCIÓN DE VOLUNTARIADO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA: [Dirección de Voluntariado y Participación Ciudadana]

DIRECCIÓN DE ZONIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL: [Dirección de Zonificación y Ordenamiento Territorial]

166

**ANEXO F.FORMATOS DE RECEPCIÓN DE
MUESTRAS UPTC PARA FLUORECENCIA.**



ITEM DE ENSAYO
 RECEPCION DE LA MUESTRA

Página 1 de 1

Código: A-GL-P20-F01

Versión: 01

Identificación Única C.M 023-15

Fecha Recepción	Año	Mes	Día
	2015	06	19

DATOS EL CLIENTE	
Nombre o Razón Social	Fabian Andeés Rodriguez A.
Cedula o NIT	1057589810
Dirección	Universidad Santo Tomás
Número/Fax	
Nombre de Contacto	
Email	fabhar362@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA	
Cantidad de muestra (s)	2
Descripción de muestra (s)	muestras de Arena y grava en polvo
Laboratorio de análisis	Fluorescencia de Rayos X
Tipo de análisis	Caracterización Composicional
Condiciones de embalaje	Cumple: ☒ SI ☐ NO
Tiempo estimado entrega de resultados	5 días hábiles
Se recibe la muestra	PORQUE:
SI ☒ NO ☐	

Entrega Fabian Andres Rodriguez Aparicio Firma Fabian Rodriguez
 Recibo Bruno C. Porro Firma Bruno C. Porro
 Recibe Analista Kelly Gisell Medina Firma Kelly Gisell Medina

MACROPROCESO: ADMINISTRATIVOS
 PROCESO: GESTIÓN DE LABORATORIOS
 PROCEDIMIENTO: RECEPCIÓN, PROTECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL



ITEM DE ENSAYO
 RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Página 1 de 1

Código: A-GL-P20-F01

Versión: 01

Identificación Única CM_{fax} 006-15

Fecha Recepción	Año	Mes	Día
	08	07	2015

DATOS EL CLIENTE

Nombre o Razón Social	Fabian Rodríguez
Cedula o NIT	1057599810
Dirección	
Número/Fax	
Nombre de Contacto	fabhar36@gmail.com
Email	

DATOS DE LA MUESTRA

Cantidad de muestra (s)	2
Descripción de muestra (s)	arena y grava
Laboratorio de análisis	Fluorescencia de Rayos X
Tipo de análisis	Caracterización Química
Condiciones de embalaje	Cumple: SI NO
Tiempo estimado entrega de resultados	10 Julio
Se recibe la muestra	PORQUE:
SIX NO	

Entrega Fabian Andres Rodriguez Aparicio Firma Fabian Rodriguez
 Recibe Boo C. Porro Firma Boo C. Porro
 Recibe Analista _____ Firma _____

ANEXO G.REGISTRO FOTOGRAFICO

Ilustración. Cuarte de muestra



Ilustración. Selección de material para máquina de los ángeles



Ilustración. Tamizados de agregados



Ilustración. Fuentes de extracción Víctor Manuel



Ilustración. Fuentes de extracción Andrés barrera



Ilustración. pesaje de muestras a estudiar.

