

**ASISTENTE EN CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Y CONCRETOS PARA
LA EMPRESA CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S**



**Universidad
del Cauca**

**Presentado por
ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2025**

**ASISTENTE EN CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Y CONCRETOS PARA
LA EMPRESA CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S**



**Universidad
del Cauca**

Presentado por

ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO

Cedula. 1002971591

Código. 100418010200

Directora

Ing. CAROL PATRICIA LOPEZ MORENO

**Informe final de trabajo de grado, modalidad de práctica profesional, como
requisito para optar al título de Ingeniero Civil**

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

POPAYÁN

2025

NOTA DE ACEPTACIÓN

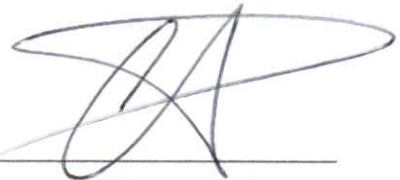
El director y los jurados han evaluado este documento, y luego de haber escuchado la sustentación realizada por el estudiante, lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante para desarrollar las gestiones pertinentes para optar por el título de ingeniero civil.



Firma del director de Pasantía
Ing. Carol Patricia Lopez Moreno



Firma del Jurado



Firma del Jurado

Popayán, 04 de Febrero del 2025.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios y a la vida por permitirme vivir, aprender y disfrutar de esta etapa tan maravillosa. A la Universidad del Cauca por haberme formado profesional, ética y personalmente, por haberme concedido el privilegio de compartir con cada una de las personas que hicieron parte de mi vida en este trayecto, docentes, colaboradores, compañeros, quienes de alguna manera aparecieron en mi vida para hacer siempre más bello el paso por estas aulas.

Gracias a mis padres y hermanas que han sido un pilar fundamental a lo largo de mi vida, incondicionales y siempre presentes en los peores y mejores momentos, a mis abuelitos que con todas sus enseñanzas me han ayudado a forjar quien soy, a toda mi familia, los amo y siempre estaré agradecido con todos, esto es por y para ustedes.

A mi pareja, Angela, con quien hemos vivido los momentos más bellos de la universidad, porque sin importar el momento ha sido siempre mi polo a tierra y nunca ha parado de animarme, aunque las circunstancias no sean las mejores, por motivarme cada día a dar lo mejor de mí, te amo mi flaca, este logro también va para ti.

Finalmente, agradezco a la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio y a todo su personal, en especial al Geotecnólogo Alejandro Orozco, quien con mucha paciencia y dedicación me acogió como un amigo más y fue mi guía a lo largo de todo este proceso de aprendizaje en el cual me ayudaron a nutrir mi vida de conocimientos y experiencias tanto profesionales como personales que forjaron en mí la semilla de un buen profesional. De igual manera, agradezco a la ingeniera Carol Patricia Lopez Moreno, mi directora de trabajo de grado, por su apoyo, atención y dedicación incondicional a lo largo de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	JUSTIFICACIÓN.....	9
3.	OBJETIVOS.....	10
	Objetivo general:.....	10
	Objetivos específicos.....	10
4.	ENTIDAD RECEPTORA.....	11
	4.1. Nombre, descripción y representante legal.	11
	4.2. Localización.	11
	4.3. Misión de la entidad receptora.	11
	4.4. Visión de la entidad receptora.....	12
	4.5. Organigrama de la entidad receptora.	12
5.	METODOLOGÍA.....	13
6.	PRESUPUESTO	15
7.	REPORTE DE ACTIVIDADES REALIZADAS COMO PASANTE.....	16
	7.1. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.	17
	7.1.1. Análisis granulométrico de agregados finos.	17
	7.1.2. Análisis granulométrico de agregados gruesos.....	18
	7.2. Gravedad específica de agregados finos y gruesos.....	20
	7.2.1. Gravedad específica de agregados finos.....	20
	7.2.1. Gravedad específica de agregados gruesos.	24
	7.3. Presencia de impurezas orgánicas en arenas.	27
	7.4. Asentamiento del concreto.	28
	7.5. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.	31
	7.6. Resistencia a la flexión del concreto con una viga simplemente apoyada cargada en los tercios. ..	33
8.	RESULTADOS.	35
	8.1. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.	35
	8.1.1. Análisis granulométrico de agregados finos.	35
	8.1.2. Análisis granulométrico de agregados gruesos.....	38
	8.2. Gravedad específica de agregados finos y gruesos.....	40
	8.2.1. Gravedad específica de agregados finos.....	40
	8.2.2. Gravedad específica de agregados gruesos.	42
	8.3. Presencia de impurezas orgánicas en arenas.	44

8.4. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.	45
8.5. Resistencia a la flexión del concreto con una viga simplemente apoyada cargada en los tercios. ..	46
8.6. Salidas de campo como practicante profesional.	47
9. CONCLUSIONES.	52
10. OBSERVACIONES.	53
11. BIBLIOGRAFÍA.	54
12. ANEXOS.	54

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 - Logo entidad receptora	11
Ilustración 2 - Ubicación entidad receptora.....	11
Ilustración 3 - Organigrama de la entidad receptora	12
Ilustración 4 - Pesaje de arena seca para ensayo de granulometría	17
Ilustración 5 - Gradación de la arena.....	18
Ilustración 6 - Masa de grava seca de 1/2" para granulometría	19
Ilustración 7 - Gradación de agregado grueso de 1/2"	19
Ilustración 8 - Arena puesta en inmersión.....	20
Ilustración 9 - Decantación de agua y secado de la arena.....	21
Ilustración 10 - Agregado con humedad superficial.....	21
Ilustración 11 - Picnómetro con la muestra antes de agitar.....	22
Ilustración 12 - Picnómetro con la muestra después de agitar	22
Ilustración 13 - Picnómetro lleno y pesaje de picnómetro + muestra y agua	23
Ilustración 14 - Muestra seca.....	23
Ilustración 15 - Material en inmersión.....	24
Ilustración 16 - Secado superficial del material	25
Ilustración 17 - Determinación de la masa de muestra	25
Ilustración 18 - Determinación de la masa de la muestra sumergida	26
Ilustración 19 - Determinación de la masa de la muestra seca	26
Ilustración 20 - Material al nivel de 130 ml de la botella	27
Ilustración 21 - Botellas tras agitado al nivel de 200 ml	28
Ilustración 22 - Molde para ensayo de asentamiento.....	28
Ilustración 23 - Ensayo de asentamiento	29
Ilustración 24 - Enrasado del molde antes de retirarlo	30
Ilustración 25 - Medición del asentamiento.....	30
Ilustración 26 - Ubicación de espécimen en máquina de ensayo.....	32
Ilustración 27 - Cilindro fallado	32
Ilustración 28 - Resultado de ensayo de resistencia a la compresión	33
Ilustración 29 - Especimen colocado sobre la máquina de ensayo.....	33
Ilustración 30 - Especimen de viga tras la falla	34
Ilustración 31 - Resultado de ensayo de esfuerzo a flexión	34

Ilustración 32 - Curva granulométrica de la arena	37
Ilustración 33 - Curva granulométrica del agregado grueso de 1/2"	40
Ilustración 34 - Muestra tras 24 horas	44
Ilustración 35 - Fundición de losa de entrepiso	47
Ilustración 36 - Fundición de cimentación	48
Ilustración 37 - Asentamiento en obra de 6 in	48
Ilustración 38 - Fundición de pilotes en proyecto de vivienda multifamiliar	49
Ilustración 39 - Fundición de losa de contrapiso	49
Ilustración 40 - Ensayo de asentamiento en obra	50
Ilustración 41 - Fundición de pavimento rígido en El Tambo	51

Lista de tablas

Tabla 1 - Horario para el desarrollo de la práctica profesional	13
Tabla 2 - Actividades realizadas como pasante	14
Tabla 3 - Costos de la práctica profesional	15
Tabla 4 - Actividades realizadas semanalmente	16
Tabla 5 - Masa mínima según tamaño máximo nominal	18
Tabla 6 - Tabla 223-1. Cantidades mínimas para ensayo	24
Tabla 7 - Plazo para ensayar especímenes tras curado	31
Tabla 8 - Granulometría de la arena	36
Tabla 9 - Valores límite para análisis granulométrico	36
Tabla 10 - Requisitos de gradación para agregado grueso	38
Tabla 11 - Límites para agregado de 1/2"	38
Tabla 12 - Granulometría de agregado grueso de 1/2"	39
Tabla 13 - Resultados ensayo de GS en agregados finos	41
Tabla 14 - Resultados de GS en agregados gruesos d 1/2"	43
Tabla 15 - Escala de vidrios con colores de referencia	44
Tabla 16 - Resultados de ensayos de resistencia a la compresión del concreto	45
Tabla 17 - Resultados de ensayos de resistencia a la flexión	46

1. INTRODUCCIÓN.

El concreto es un material fundamental en la ejecución de obras civiles, esto lleva a que la selección de los componentes que lo conforman sea de una responsabilidad muy alta, ya que estos procedimientos requieren cumplir con estrictas normas que garantizan que las especificaciones técnicas del elemento se ajusten su uso previsto a futuro (Rivera L, 2002).

En este contexto, los ensayos normalizados conforme a la NTC y/o el INVIAS son esenciales para garantizar la calidad del concreto, asegurando un rendimiento óptimo frente a las condiciones de carga y uso. Nuestra labor se centra en la ejecución y análisis preciso de estos ensayos, no solo para cumplir con los estándares establecidos, sino también para perfeccionar y optimizar los diseños en las distintas áreas de la ingeniería civil, garantizar la seguridad durante la construcción y asegurar la durabilidad y funcionalidad de las obras en su etapa de operación.

Durante mi práctica profesional en la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S., tuve la valiosa oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en mi formación como Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca. Cada ensayo realizado, desde la selección de agregados hasta la verificación de la resistencia del concreto, permitió transformar la teoría sobre propiedades de materiales, normativas vigentes y su influencia en los diseños de obras civiles en experiencias prácticas y concretas. Este aprendizaje aplicado no solo reforzó mi comprensión de los fundamentos teóricos, sino que también me brindó la posibilidad de contribuir directamente al control calidad de las mezclas de concreto y sus componentes, asegurando el éxito de los proyectos de construcción en los que estuve involucrado.

2. JUSTIFICACIÓN.

La selección de los materiales correctos que conforman la estructura del concreto es un tema de gran relevancia en la ingeniería civil y la construcción de infraestructuras, esto permite optimizar las propiedades físicas y mecánicas de las distintas obras civiles, y así garantizar su estabilidad y resistencia ante cargas y fuerzas externas. En este sentido, resulta fundamental conocer los diferentes sistemas y procedimientos de control de calidad en materiales, así como las características de los agregados, aditivos y demás que resultan favorables para su aplicación.

De las modalidades de grado que incluye la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, el Consejo de Facultad, a través de la Resolución N° 820 de 2014 y en ejercicio de las atribuciones otorgadas por el Acuerdo N° 027 de 2012, decretó que los estudiantes pueden realizar su práctica bajo la modalidad de pasantía, esto con el claro objetivo de cumplir los requisitos impuestos para la realización del trabajo de grado indispensable para optar por el título de Ingeniero Civil. En este contexto, y con la verificación y guía de la Ing. Carol Patricia López Moreno, quien asumió el cargo de directora de pasantía, se gestionó previamente la solicitud a la empresa CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S para llevar a cabo la práctica profesional. Esta empresa fue seleccionada debido a su amplio conocimiento y experiencia en el campo de la Ingeniería Civil, contando con profesionales especializados y competentes que ayudaron a consolidar y mejorar este proceso de aprendizaje y desarrollo de conocimientos.

A lo largo de sus más de 8 años de experiencia y actividad en esta rama de la Ingeniería Civil, esta empresa se ha caracterizado por su compromiso con la buena calidad del trabajo realizado, los servicios con los que cuenta son básicamente el diseño de mezclas para concretos premezclados, transporte y bombeo de la mezcla, diseño y construcción de prefabricados para aceras, entre otros; marcando así, una importante presencia para el desarrollo socioeconómico en el departamento del Cauca.

3. OBJETIVOS.

Objetivo general:

Cooperar como asistente en la evaluación de la eficacia de los ensayos realizados en laboratorio, conforme a las normas vigentes, para verificar y certificar la calidad de agregados, aditivos y demás componentes del concreto premezclado comercializado por la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S.

Objetivos específicos

- Adquirir conocimiento en obra, laboratorio y planta, acerca de la toma de muestras y el manejo dado a las mezclas de concreto premezclado que van a ser transportadas a diferentes ubicaciones.
- Coadyuvar en la realización y análisis semanal de ensayos exigidos por la NTC y/o INVIAS con el fin de verificar normativamente que las propiedades físicas del material que llega a la planta efectivamente cumplen con los requisitos exigidos, y a su vez con las características de diseño específicas de cada obra.
- Colaborar, diariamente en el desarrollo de ensayos regulados por la NTC y/o INVIAS que ayudan a evaluar la resistencia obtenida por el concreto a lo largo de 3, 7, 14 y 28 días según se requiera en vigas o cilindros de testigo, de tal manera que se efectúe el chequeo de calidad del material que se está llevando a distintos puntos de obra.
- Participar, al menos un día por semana en visitas a obra, asistiendo en el desarrollo de ensayos al concreto in situ, además de apoyar y observar los procesos de bombeo y vaciado según lo requiera el cliente.

4. ENTIDAD RECEPTORA.

4.1. Nombre, descripción y representante legal.

- **Nombre:** Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S.
- **Descripción:** Es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de concreto premezclado que ha prestado sus servicios desde junio de 2015, fecha desde la que ha ganado peso como una de las empresas más valiosas en el área de la construcción, entregando trabajos de alta calidad y compromiso social. (Ver ilustración 1)

Ilustración 1 - Logo entidad receptora



Fuente: 1 - Concretos y Agregados GeoAcopio SAS

- **Representante legal:** Ivan Dario Vasquez Chamorro

4.2. Localización.

Concretos y Agregados GeoAcopio SAS está ubicada en el lote 3H del parque industrial, al norte de la ciudad de Popayán, Cauca. (Ver ilustración 2)

Ilustración 2 - Ubicación entidad receptora



Fuente: 2 - Elaboración propia con Google Earth

4.3. Misión de la entidad receptora.

Promovemos la excelencia en el sector construcción al incorporar en cada proyecto como pilares fundamentales: la calidad, seriedad y cumplimiento.

Buscamos ser la elección predilecta, descartándonos por nuestra agilidad, versatilidad y eficacia para satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

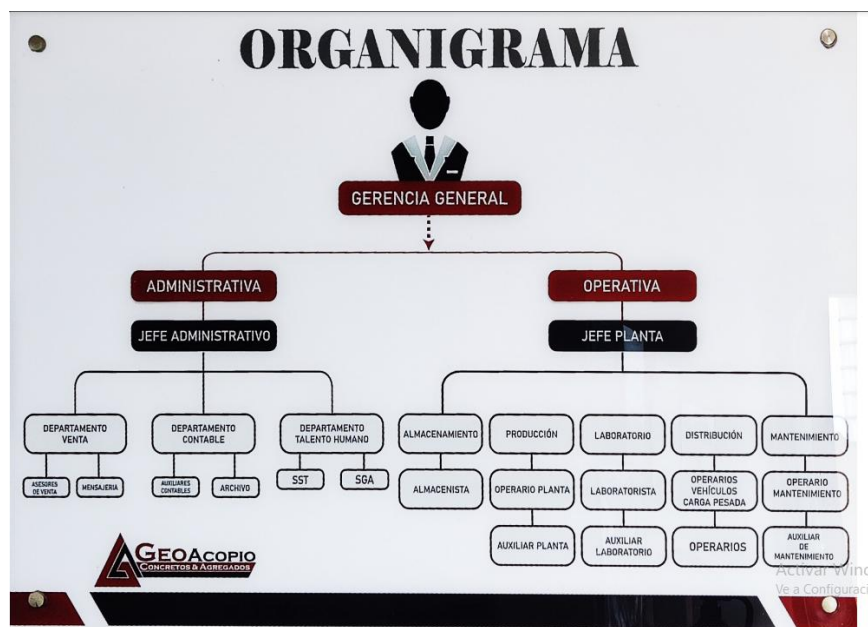
4.4. Visión de la entidad receptora.

Nos visualizamos como líderes destacados en la industria de la construcción en el departamento del Cauca, fusionando el crecimiento sostenible y la responsabilidad social. Nuestra meta es impulsar el posicionamiento de la industria y contribuir al desarrollo integral de nuestras comunidades.

4.5. Organigrama de la entidad receptora.

A continuación, se enseña el organigrama empresarial de Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S, una ilustración de vital importancia que ayuda a identificar el esquema organizacional de la empresa, facilitando conexiones y posibles asesorías con los responsables de las diferentes labores y responsabilidades en el sitio.

Ilustración 3 - Organigrama de la entidad receptora



Fuente: 3 - Concretos y Agregados GeoAcopio SAS

5. METODOLOGÍA.

Con el fin de aspirar al título de Ingeniero Civil, se optó por realizar el trabajo de grado por medio de la modalidad de práctica profesional, la cual cuenta con un conducto regular para su aprobación. De esta manera se hizo la solicitud de la carta de presentación por parte de la Universidad del Cauca para con la empresa receptora, documento que una vez entregado, se espera por la carta de aceptación procedente de la entidad hacia la Universidad. Con estos documentos validados, se radica en la secretaría de la facultad de Ingeniería Civil el anteproyecto con los anexos respectivos (Anexo i y ii), buscando la aprobación por parte del concejo de la facultad de ingeniería civil para hacer efectivo el inicio de la práctica profesional. Una vez es autorizado el anteproyecto por medio de la resolución N°8.3.-4.4/310 de 2024, se da comienzo a las actividades pactadas con la empresa para la ejecución de las prácticas profesionales, las cuales han sido repartidas semanalmente con una intensidad de 45 horas. (Ver Tabla 1)

Tabla 1 - Horario para el desarrollo de la práctica profesional

DEL 25 DE SEPTIEMBRE DE 2024 AL 14 DE ENERO DE 2025						
Hora	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
7:00 am a 12:00 m	5	5	5	5	5	5
ALMUERZO						
2:00 pm a 5:00 pm	3	3	3	3	3	
45 HORAS SEMANALES						

Fuente: 4 - Elaboración propia con apoyo en Microsoft Excel

Teniendo en cuenta la intensidad horaria y la cantidad de semanas tomadas para la realización de la práctica profesional (alrededor de 15 semanas), se cumplió con 675 horas de las 384 horas exigidas por la Universidad para la validación de la práctica profesional, se debe aclarar que, durante el periodo 2024.2, no se contó con carga académica en la Universidad, situación que facilitó la dedicación y entrega a tiempo completo para la ejecución de la pasantía.

Con el horario ya asignado, se indican en la Tabla 2 las diferentes actividades realizadas como pasante al interior de la empresa, repartidas de tal manera que fuese beneficioso y eficaz para la buena ejecución de estas. (Ver Tabla 2)

Tabla 2 - Actividades realizadas como pasante

MES	1				2				3				4			
ACTIVIDADES	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Periodo de capacitación en las actividades de la empresa																
Investigación bibliográfica																
Uso de hojas de cálculo como apoyo para la digitalización de datos y análisis de resultados																
Realización de ensayos para control de calidad a los agregados finos y gruesos																
Elaboración de ensayos para resistencia a la compresión de cilindros de concreto																
Ejecución de ensayo de esfuerzo a flexión en vigas de concreto																
Actividades de tipo administrativo (Salidas a obra, coadyuvar en el chequeo de diseños de concreto)																
Registro Fotográfico																
Planificación de informes periódicos de pasantía la directora de pasantía																
Planificación y estructuración de informe final de pasantía para directora de pasantía y jurados																

Fuente: 5 – Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

Al iniciar la práctica profesional, la empresa se encargó de realizar una inducción muy detallada en la cual se brindó información general sobre la organización administrativa y operaria de la planta, las políticas internas, funciones del cargo, el personal de toda la planta y la seguridad industrial en planta y en salidas de campo.

Una vez ubicado en el lugar de trabajo, el profesional Geotecnólogo encargado brindó las recomendaciones más específicas llevadas a cabo en el laboratorio, tales como manejo del tiempo, equipos con los que se cuenta y como se usan, el diligenciamiento de los formatos utilizados a nivel interno por la empresa, así mismo como la normativa para tener en cuenta para así lograr aplicar los métodos más adecuados en el correcto diligenciamiento de toda la documentación. Se debe tener en cuenta que, al contar con una base de datos a nivel interno de la empresa, los distintos resultados de los ensayos se subían a las bases de datos para conocimiento del personal encargado de la producción y distribución de las mezclas de concreto en la planta.

En cuanto a la profesional encargada de la seguridad y salud en el trabajo SST, acogiéndose a la resolución 1016 de 1989, que consiste en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de seguridad industrial, realizó una acertada inducción a todos los mecanismos de seguridad y movilización implementados en la empresa y en las salidas a obra, como lo fue en el mixer doble troque, autobombas y demás vehículos vinculados a la entidad, buscando así esclarecer todo comportamiento acorde a los lineamientos de salud ocupacional puesta en práctica en la empresa .

Se realizaron informes mensuales para el seguimiento de la directora de pasantía y en las última semanas de la práctica profesional se complementó con la planificación del

informe final de pasantía, cumpliendo con las 384 horas requeridas por el concejo de facultad para realización de la práctica profesional.

6. PRESUPUESTO

Para la realización de la pasantía, se asumieron gastos desde distintos puntos, estudiante, universidad y entidad receptora, todos coadyuvando para la correcta y eficaz ejecución de las diferentes actividades mencionadas en los capítulos anteriores, dando así con un total de \$7'228,000 COP durante los 4 meses que tuvo lugar la práctica profesional. A continuación, se reportan los gastos asumidos cada mes por cada uno de los responsables, llevando así un reporte claro y conciso de los costos ejecutados cada mes. (Ver Tabla3)

Tabla 3 - Costos de la práctica profesional

COSTO ASUMIDO POR UNIVERSIDAD DEL CAUCA				
Item	Und	Precio Unitario	Cantidad	Valor Parcial
Directora de trabajo de grado	Mes	\$ 1,000,000	4	\$ 4,000,000
Total				\$ 4,000,000
COSTO ASUMIDO POR CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S.				
Item	Und	Precio Unitario	Cantidad	Valor Parcial
ARL	Mes	\$ 85,000	4	\$ 340,000
Auxilio de transporte	Mes	\$ 162,000	4	\$ 648,000
Ensayos realizados	Mes	\$ 15,000	44	\$ 660,000
Total				\$ 1,648,000
COSTO ASUMIDO POR ESTUDIANTE				
Item	Und	Precio Unitario	Cantidad	Valor Parcial
Computador	Und	\$ 200,000	1	\$ 200,000
Alimentacion	Mes	\$ 300,000	4	\$ 1,200,000
Transporte	Mes	\$ 150,000	4	\$ 600,000
Imprevistos	Mes	\$ 60,000	4	\$ 240,000
Total				\$ 2,240,000
Costo total de la práctica profesional				\$ 7,888,000

Fuente: 6 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

7. REPORTE DE ACTIVIDADES REALIZADAS COMO PASANTE.

Con el fin de realizar eficientemente las actividades pactadas como pasante en la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S, se desarrolló una metodología enfocada en el aprendizaje del área, teniendo como principal objetivo la obtención de experiencia tanto teórica como práctica participando de las diferentes labores, como en oficina, en laboratorio y salidas de campo, permitiendo, de esta manera un compromiso total con el control de calidad del material comercializado por la empresa. En cuanto a las actividades ejecutadas, se enlista, a continuación, los horarios semanales dedicados a la realización de los ensayos, repartidos de tal manera que se lograra cumplir eficientemente con la ejecución de estos. (Ver Tabla 4)

Tabla 4 - Actividades realizadas semanalmente

ACTIVIDADES REALIZADAS	NORMA APLICADA	SEMANA					
		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Muestreo de agregados finos y gruesos	I.N.V. E - 201						
Análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos	I.N.V. E - 213						
Gravedad específica de agregados finos	I.N.V. E - 222						
Gravedad específica de agregados gruesos	I.N.V. E - 223						
Densidad Bulk (Masa Unitaria) y porcentaje de vacíos de los agregados en estado suelto y compacto	I.N.V. E - 217						
Equivalente de arena de agregados finos	I.N.V. E - 133						
Presencia de impurezas orgánicas en arenas usadas en la preparación de morteros o concretos	I.N.V. E - 212						
Índices de aplanamiento y alargamiento de los agregados	I.N.V. E - 230						
Toma de muestras de concreto fresco	I.N.V. E - 401						
Asentamiento del concreto	I.N.V. E - 404						
Resistencia a la compresión de cilindros de concreto	I.N.V. E - 410						
Resistencia a la flexión del concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre	I.N.V. E - 414						
Salidas de campo							

Fuente: 7 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

A continuación, se reporta de forma general los procedimientos llevados a cabo para la ejecución de los ensayos de laboratorio reportados en la Tabla 4, mostrando así el proceso de calidad del material y la condición del concreto premezclado obtenido como producto final.

7.1. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.

7.1.1. Análisis granulométrico de agregados finos.

- De acuerdo con el numeral 5.3 de la INV E – 213 la masa mínima de muestra para la realización del ensayo es de 300 g, por procedimientos establecidos en el control de gestión de la calidad, la cantidad de muestra representativa para realizar el ensayo de granulometría en agregados finos es de 1500 g, se lleva a peso constante en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 ± 4 horas, posteriormente se pesa la muestra y se obtiene la diferencia dando inicio al tamizado según lo estipulado en el control de calidad para el ensayo. (Ver ilustración 4)

Ilustración 4 - Pesaje de arena seca para ensayo de granulometría



Fuente: 8 - Elaboración propia

- Con la masa total de la muestra, y siguiendo las indicaciones de los numerales 6.2, 6.4 y 6.7 de la norma INV E – 213, se realizó el proceso de tamizado. Este incluyó la organización y verificación de los tamaños de los tamices, así como la frecuencia y fuerza de agitación. Como resultado, se obtuvo la masa retenida en cada tamiz. Posteriormente, con los datos recolectados, se realizaron los cálculos necesarios para el chequeo de calidad del material. En la siguiente imagen se presenta la gradación final obtenida tras el tamizado de la arena. (Ver ilustración 5)

Ilustración 5 - Gradación de la arena



Fuente: 9 - Elaboración propia

7.1.2. Análisis granulométrico de agregados gruesos.

- De acuerdo con el numeral 5.4 de la norma INV E – 213, se determinó la masa mínima requerida para el análisis granulométrico, considerando el tamaño máximo nominal de los tamices con aberturas cuadradas entre 1/2" y 3/4", según lo especificado en la tabla correspondiente de dicho numeral.(INVIAS, 2013a) (Ver Tabla 5)

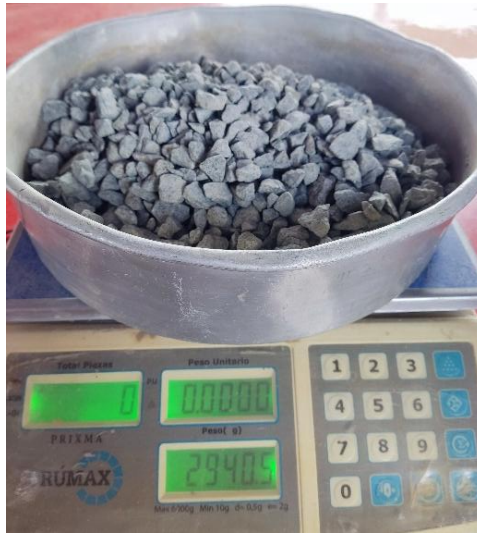
Tabla 5 - Masa mínima según tamaño máximo nominal

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL TAMICES CON ABERTURAS CUADRADAS mm (pg.)	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO Kg (lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5 (1/2)	2 (4)
19.0 (3/4)	5 (11)
25.0 (1)	10 (22)
37.5 (1 1/2)	15 (33)
50.0 (2)	20 (44)
63.0 (2 1/2)	35 (77)
75.0 (3)	60 (130)
90.0 (3 3/4)	100 (220)
100.0 (4)	150 (330)
125.0 (5)	300 (660)

Fuente: 10 - Tomado de INV E - 213

- Con base en lo anterior, se realizó el pesaje correspondiente del agregado grueso (aproximadamente 5000 g para el agregado de 3/4" y 3000 g para el agregado de 1/2"). Posteriormente, la muestra se secó en horno a una temperatura de 110 ± 5 °C hasta alcanzar una masa constante, para luego proceder a pesar el material seco. (Ver ilustración 6)

Ilustración 6 - Masa de grava seca de 1/2" para granulometría



Fuente: 11 - Elaboración propia

- Finalmente, siguiendo los numerales 6.2, 6.4 y 6.7 de la norma INV E – 213, se llevó a cabo el proceso de tamizado, cumpliendo con los requerimientos de organización, verificación y agitación de los tamices. De esta manera, se obtuvo una gradación representativa del material (Ver ilustración 7)

Ilustración 7 - Gradación de agregado grueso de 1/2"



Fuente: 12 - Elaboración propia

7.2. Gravedad específica de agregados finos y gruesos.

7.2.1. Gravedad específica de agregados finos.

- Según la INV E – 222, para la preparación de la muestra se busca obtener una cantidad adecuada para llenar el recipiente de ensayo (picnómetro). El numeral 6.1 de esta norma especifica que se requiere alrededor de 1000 g de muestra por picnómetro; por lo tanto, se optó por tomar una muestra de aproximadamente 2000 g, una cantidad que, según las recomendaciones del laboratorista, es suficiente para el análisis de la gravedad específica en 3 picnómetros. Un detalle bastante importante para tener en cuenta se ubica en el numeral 6.2.1 de la misma norma, el cual menciona que cuando los resultados del ensayo están destinados al uso del agregado en concreto hidráulico, se puede omitir el secado hasta masa constante antes de la respectiva inmersión del material durante 24 ± 4 horas. (Ver ilustración 8)

Ilustración 8 - Arena puesta en inmersión



Fuente: 13 - Elaboración propia

- Tras finalizar el tiempo de inmersión, y de acuerdo con el numeral 6.3 de la norma INV E – 222, se procede a decantar cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de partículas finas. Posteriormente, la muestra se extiende sobre una superficie no absorbente y se seca utilizando una suave corriente de aire. (Ver ilustración 9)

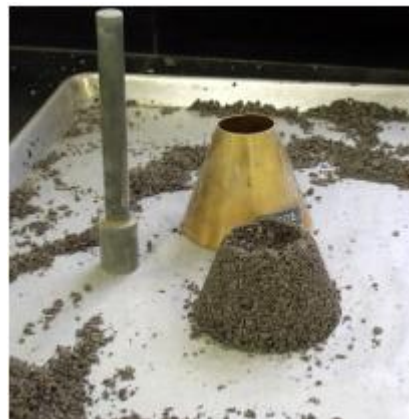
Ilustración 9 - Decantación de agua y secado de la arena



Fuente: 14 - Elaboración propia

- Para verificar que la arena se encuentre en estado saturado superficialmente seco (SSS), según el numeral 6.4 de la norma INV E – 222, se puede realizar la prueba del cono. Esta consiste en llenar el cono con el agregado hasta su superficie, compactándolo mediante 25 golpes con una varilla, dejándola caer libremente desde aproximadamente 5 mm por encima de la superficie de la arena. Luego, se retira el cono y se observa si ocurre un derrumbe parcial del material, lo cual indica que ha alcanzado el estado SSS. En caso contrario, la muestra debe secarse por más tiempo y repetir la prueba hasta lograr el estado deseado. (Ver ilustración 10)

Ilustración 10 - Agregado con humedad superficial



Fuente: 15 - Tomado de INV E - 222

- Con el paso anterior verificado, se procede a realizar el respectivo análisis, que de acuerdo con la INV E -222, se puede llevar a cabo con dos procedimientos, gravimétrico o volumétrico, en este caso se realizará por el método gravimétrico haciendo uso del picnómetro. Ahora,

continuando con el procedimiento, se debe llenar el picnómetro parcialmente con agua, inmediatamente se introduce $500 \pm 10 \text{ g}$ del material ya en condición (sss) y se añade agua hasta aproximadamente un 80-90% de su capacidad. (Ver ilustración 11)

Ilustración 11 - Picnómetro con la muestra antes de agitar



Fuente: 16 - Elaboración propia

- Para el proceso de agitado, ya que no se contó con maquinaria, se debió agitar el picnómetro de forma manual hasta eliminar las burbujas de aire visibles por aproximadamente 15-20 minutos. (Ver ilustración 12)

Ilustración 12 - Picnómetro con la muestra después de agitar



Fuente: 17 - Elaboración propia

- Tras eliminar las burbujas de aire, se debe acabar de llenar el picnómetro con agua hasta la marca de capacidad de este con mucho cuidado de no ingresar burbujas con el agua; se seca rápidamente y se determina la masa total de picnómetro + muestra y agua. (Ver ilustración 13)

Ilustración 13 - Picnómetro lleno y pesaje de picnómetro + muestra y agua



Fuente: 18 - Elaboración propia

- Ahora, se retira el agregado fino del picnómetro y se seca hasta masa constante a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ se deja enfriar a temperatura ambiente y se determina la masa seca de la muestra. (Ver ilustración 14)

Ilustración 14 - Muestra seca



Fuente: 19 - Elaboración propia

- Para finalizar, se debe pesar el picnómetro aforado lleno con agua y registrar la masa obtenida.

7.2.1. Gravedad específica de agregados gruesos.

- De acuerdo con la norma INV E – 223, para la preparación de la muestra de ensayo, se realiza un cuarteo hasta obtener la masa mínima requerida. Luego, se elimina todo el material que pasa por el tamiz No. 4 mediante un proceso de lavado y tamizado en seco, con el fin de remover los finos adheridos a la superficie del agregado. En este caso, considerando las masas mínimas de muestra establecidas en la Tabla 223-1, se optó por pesar 2000 g por cada ensayo. (INVIAS, 2013a) (Ver Tabla 6)

Tabla 6 - Tabla 223-1. Cantidades mínimas para ensayo

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
mm	pg.	kg	lb
12.5	½	2	4.4
19	¾	3	6.6
25	1	4	8.8
37.5	1 ½	5	11
50	2	8	18
63	2 ½	12	26
75	3	18	40
90	3 ½	25	55
100	4	40	88
125	5	75	165

Fuente: 20 - Tomado de INV E – 223

- Ahora, una vez lavado el material, se debe dejar en inmersión por 24 ± 4 horas para lograr saturar los poros del material. (Ver ilustración 15)

Ilustración 15 - Material en inmersión



Fuente: 21 - Elaboración propia

- Con el tiempo en inmersión culminado, se extiende el material sobre un paño absorbente y se seca superficialmente todo el agregado hasta eliminar el agua superficial visible, todo este proceso se hace con el mayor cuidado posible, evitando que se evapore el agua de los poros. (Ver ilustración 16)

Ilustración 16 - Secado superficial del material



Fuente: 22 - Elaboración propia

- Ahora, se debe determinar la masa del material en estado saturado superficialmente seco (sss) que es de los 2000 g de masa mínima. (Ver ilustración 17)

Ilustración 17 - Determinación de la masa de muestra



Fuente: 23 - Elaboración propia

- Una vez pesada la muestra en el aire, se coloca al interior de la canastilla y se determina su masa sumergida en agua, para llevar a cabo este procedimiento de manera efectiva, el numeral 7.4 especifica que se debe agitar la canastilla para evitar la inclusión de aire en la muestra. (Ver ilustración 18)

Ilustración 18 - Determinación de la masa de la muestra sumergida



Fuente: 24 - Elaboración propia

- Para finalizar, se retira la muestra de la canastilla y se ingresa al horno a $110 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante y enseguida se determina su masa seca. (Ver ilustración 19)

Ilustración 19 - Determinación de la masa de la muestra seca



Fuente: 25 - Elaboración propia

7.3. Presencia de impurezas orgánicas en arenas.

- Según los requisitos de la norma INV E – 212, se debe preparar el líquido reactivo disolviendo 3 partes de hidróxido de sodio (NaOH) en 97 partes de agua destilada. Una vez preparado el reactivo, se añade la arena a la botella hasta alcanzar un volumen aproximado de 130 ml. (Ver ilustración 20)

Ilustración 20 - Material al nivel de 130 ml de la botella



Fuente: 26 - Elaboración propia

- "A continuación, se llena la botella con el reactivo, asegurando que, tras el proceso de agitación, el nivel del líquido no supere los 200 ml. Luego, la muestra se deja en reposo por al menos 24 horas, durante las cuales el líquido flotante sobre la superficie de la muestra adquiere un color dependiendo de la cantidad de impurezas orgánicas presentes en la arena. Según el numeral 6 de la norma INV E – 212, se establece el método para determinar el color de referencia. Para este caso de estudio, se emplea el método descrito en el numeral 6.2 de la misma norma, que indica el uso de cinco vidrios de color para la evaluación colorimétrica del líquido flotante. (Ver ilustración 21)

Ilustración 21 - Botellas tras agitado al nivel de 200 ml



Fuente: 27 - Elaboración propia

7.4. Asentamiento del concreto.

- Para llevar a cabo este ensayo al concreto fresco, según la INV E – 404, se debe usar un molde (preferiblemente metálico) que cumpla con las dimensiones especificadas en el numeral 4.1 y ejemplificadas a continuación en la ilustración 22.(INVIAS, 2013b)

Ilustración 22 - Molde para ensayo de asentamiento

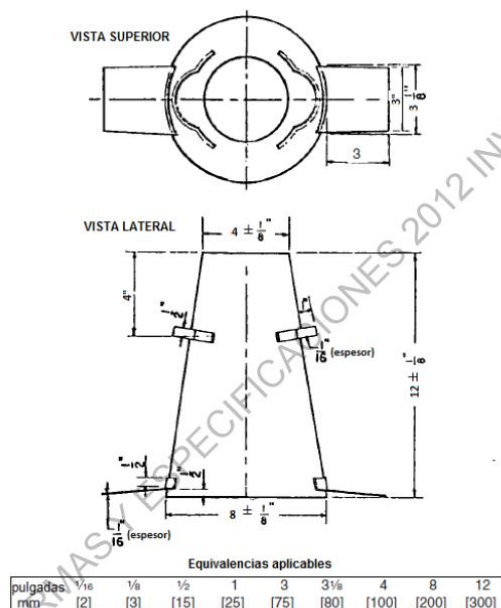


Figura 404 - 1. Molde para determinar el asentamiento

Fuente: 28 - Tomado de INV E - 404

- Una vez reunidos los elementos necesarios para la ejecución del ensayo de asentamiento, según la norma INV E – 404, se debe tomar una muestra representativa de la amasada total del concreto. Con la muestra lista, se humedece el molde y se coloca sobre una superficie nivelada, rígida, húmeda y libre de vibraciones, con espacio suficiente para realizar el ensayo. A continuación, se sujeta firmemente el molde mediante los apoyos de los pies y las abrazaderas para garantizar su estabilidad durante el procedimiento. El llenado del molde debe realizarse en tres capas de aproximadamente el mismo volumen, es decir, cada una representando un tercio de la capacidad del molde. Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla especificada en el numeral 4.2 de la norma, distribuyendo la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando en un patrón espiral hacia el centro, siguiendo las recomendaciones establecidas. (Ver ilustración 23)

Ilustración 23 - Ensayo de asentamiento



Fuente: 29 - Elaboración propia

- Tras finalizar el proceso de apisonado en la última capa, se debe enrasar la parte superior del concreto y del molde. Luego, sujetando firmemente el molde contra el piso, se limpia cualquier salpicadura generada durante el apisonado en la zona circundante. A continuación, se retira el molde con cuidado y de manera vertical, asegurando un movimiento ascendente uniforme que debe completarse en un tiempo de 5 ± 2 segundos. Es importante destacar que la ejecución completa del ensayo de asentamiento, desde el inicio del llenado del molde hasta su retiro, no debe exceder los 2 minutos y 30 segundos. (Ver ilustración 24)

Ilustración 24 - Enrasado del molde antes de retirarlo



Fuente: 30 - Elaboración propia

- Una vez levantado el molde, se espera a que el concreto termine de asentarse para proceder con la medición del asentamiento. Esta se realiza determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura final del concreto, medida desde el centro original desplazado. Es importante destacar que, en el caso de la siguiente imagen, el ensayo se realizó sobre un concreto autocompactante. Debido a la fluidez requerida por el cliente, el asentamiento de este tipo de mezclas no se mide en altura, sino en diámetro. Actualmente, no existe una norma específica para medir el asentamiento del concreto autocompactante. Sin embargo, el método comúnmente utilizado para evaluar su calidad consiste en verter la mezcla directamente en el cono sin apisonarla, retirar el molde y medir el diámetro final de expansión. (Ver ilustración 25)

Ilustración 25 - Medición del asentamiento



Fuente: 31 - Elaboración propia

7.5. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

- De acuerdo con lo establecido en la INV E – 410, la máquina de ensayo debe cumplir con requisitos de calibración periódica, diseño y exactitud, mantenimiento que es proporcionado por la empresa comercializadora del equipo. Una vez verificado que la máquina de ensayo se encuentra en óptimas condiciones, y considerando los cuidados de humedad y tiempo especificados en los numerales 6.1 y 6.2 de la INV E – 410 para controlar un buen curado del concreto, se procede a la recolección de los cilindros designados para cada día, siguiendo los plazos establecidos en la Tabla 410-2.(INVIAS, 2013b) (Ver Tabla7)

Tabla 7 - Plazo para ensayar especímenes tras curado

EDAD DEL ENSAYO	PLAZO
24 horas	± 0.5 horas o 2.1%
3 días	2 horas o 2.8%
7 días	6 horas o 3.6%
28 días	20 horas o 3.0%
90 días	2 días o 2.2%

Fuente: 32 - Tomado de INV E - 410

- Se limpia por completo las superficies de carga de la maquina y posterior a esto se coloca el espécimen sobre el bloque de carga inferior y se asegura que quede centrado con las marcas de la plataforma. (Ver ilustración 26)

Ilustración 26 - Ubicación de espécimen en máquina de ensayo



Fuente: 33 - Elaboración propia

- Seguido de la acomodación del espécimen, se le da inicio al proceso de falla, teniendo en cuenta que, según el numeral 6.5.1 de la INV E – 410 especifica que la velocidad de carga debe ser de $0.25 \pm 0.05 \text{ MPa/s}$ sobre la superficie del cilindro hasta llegar al punto de falla. Se anota el resultado de la resistencia a compresión del cilindro y se repite el procedimiento con los demás especímenes. (Ver ilustración 27)

Ilustración 27 - Cilindro fallado



Fuente: 34 - Elaboración propia

- La máquina de ensayo está diseñada para llevar el cilindro hasta su fallo total, generando al final una gráfica rápida de esfuerzo versus tiempo, junto con el resultado final de la resistencia a la compresión del cilindro fallado, expresado en Megapascuales (MPa). (Ver ilustración 28)

Ilustración 28 - Resultado de ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: 35 - Elaboración propia

7.6. Resistencia a la flexión del concreto con una viga simplemente apoyada cargada en los tercios.

- Ahora, acorde a los requerimientos técnicos, mecánicos y de diseño de la máquina de ensayo verificados con ayuda de lo mencionado en el Anexo A de la INV E – 414, se procede a realizar la respectiva recolección de especímenes de ensayo teniendo en cuenta las edades de curado para cada diseño. Es importante destacar, que de acuerdo con el numeral 5.6 de esta norma, para especímenes moldeados, se debe girar la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y posterior a esto se centra sobre los bloques de soporte. (INVIAS, 2013b)(Ver ilustración 29)

Ilustración 29 - Especimen colocado sobre la máquina de ensayo



Fuente: 36 - Elaboración propia

- Para este caso en concreto de especímenes de viga, la velocidad a la que la máquina de ensayo ejerce la carga, de tal manera que el esfuerzo sobre la cara a tensión incremente constantemente entre $0.9 \pm 1.2 \text{ MPa/min}$ hasta que ocurra la rotura. (Ver ilustración 30)

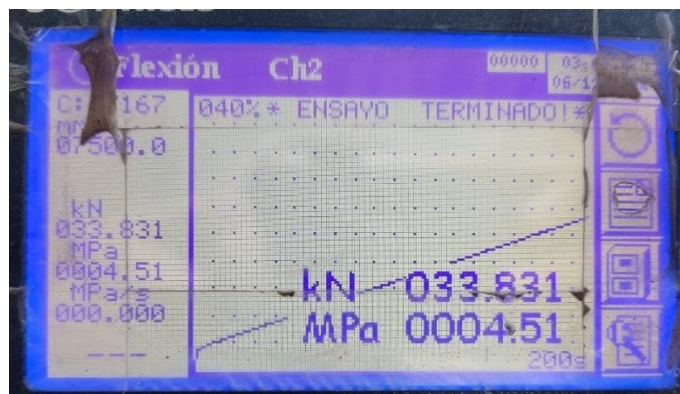
Ilustración 30 - Especimen de viga tras la falla



Fuente: 37 - Elaboración propia

- Para finalizar, se anota el resultado final de la máquina de ensayo, que muestra el esfuerzo al cual fue sometida la viga a la hora de la rotura. (Ver ilustración 31)

Ilustración 31 - Resultado de ensayo de esfuerzo a flexión



Fuente: 38 - Elaboración propia

8. RESULTADOS.

Con el fin de llevar un orden de los resultados obtenidos tras la realización de todos los ensayos realizados según el cronograma de actividades, a continuación, se busca presentar un breve resumen de los datos conseguidos, para así, verificar su calidad frente a los distintos requerimientos de las normas vigentes y a su vez de los diseños de concreto para los que pueden ser usados.

8.1. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos.

8.1.1. Análisis granulométrico de agregados finos.

Con el ensayo de granulometría hecho de manera satisfactoria, se procede a realizar los respectivos cálculos requeridos de acuerdo con la INV E – 213, importantes para conocer las características del material, se debe aclarar que por cuestiones de efectividad se hizo uso de hojas de cálculo, pero a continuación se presenta el cálculo tipo para llevar a cabo la recolección de resultados en la granulometría.

- **Porcentaje retenido:** Este porcentaje se calcula dividiendo la masa retenida en un tamiz sobre la masa inicial seca, todo por 100. (Ver Ecuación 1)

$$\%Ret = \frac{Masa\ retenida}{Masa\ inicial\ seca} * 100 \quad Ec(1)$$

- **Porcentaje retenido acumulado:** Se obtiene con la suma consecutiva de los porcentajes de material retenido. (Ver Ecuación 2)

$$\%Acum = \%Ret_1 + \%Ret_2 \quad Ec(2)$$

- **Porcentaje que pasa:** Para calcular este porcentaje se empieza a resta el 100% con el porcentaje acumulado del primer tamiz que tenga retenidos y así consecutivamente con el siguiente retenido. (Ver Ecuación 3)

$$\%Que\ pasa = 100\% - \%Acum \quad Ec(3)$$

- **Módulo de finura:** El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados (desde el tamiz N°100 hasta el de 1/2" y mayores que aumenten en relación 2 a 1) y dividiendo esta suma entre 100. (Ver Ecuación 4)

$$Modulo\ de\ finura = \sum \%Acum\ (N^{\circ}100\ a\ Tamiz\ 1/2") \quad Ec(4)$$

- **Tabla resumen de los datos obtenidos.**

A continuación, se presenta la tabla resumen de la granulometría obtenida para una arena, se muestran los porcentajes ya mencionados junto a las masas de muestra. (Ver Tabla 8)

Tabla 8 - Granulometría de la arena

Masa Inicial (g)	1350.0	Masa final seca (g)	1334.0	Muestra analizada	
Tamiz	mm.	Masa Ret.	% Ret.	% Acum.	% Que Pasa
2 1/2"	63.00	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.51	0.0	0.0	0.0	100.0
4	4.75	25.0	1.9	1.9	98.1
8	2.36	80.0	5.9	7.8	92.2
16	1.18	125.0	9.3	17.0	83.0
30	0.60	260.0	19.3	36.3	63.7
50	0.30	383.0	28.4	64.7	35.3
100	0.15	345.0	25.6	90.2	9.8
200	0.075	90.0	6.7	96.9	3.1
	FONDO	26.0	1.9	98.8	1.2
	TOTAL	1334.0	100.0	100.0	0.0
			M. FINURA	2.18	
			PASA T 200	3.11	

Fuente: 39 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

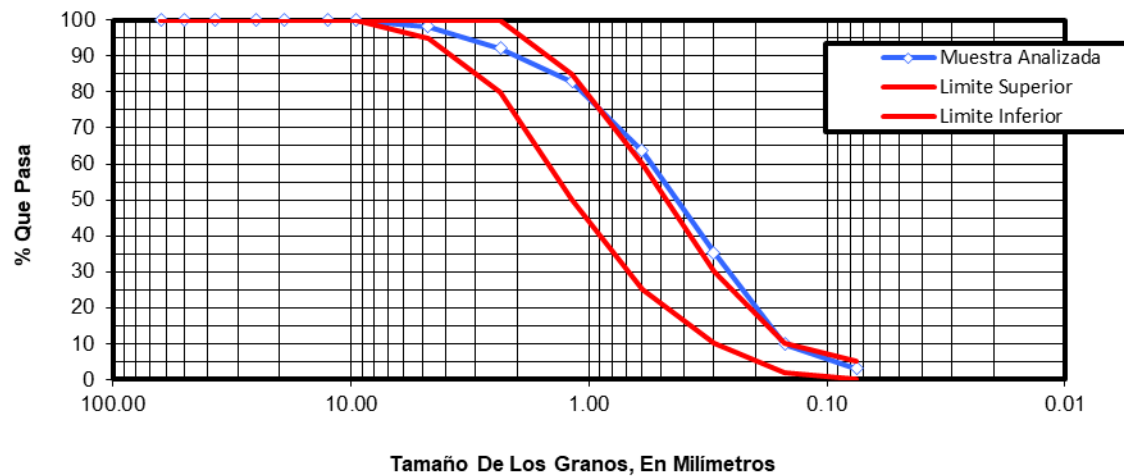
- Además, con el fin de llevar un control efectivo de los agregados que van a ser usados en edificaciones, la NSR-10 en la sección C.3.8. (Normas citadas) menciona que las especificaciones o resultados de los agregados para concreto deben ser analizadas con lo mencionado en la NTC 174 (ASTM C33). De esta manera se añaden los límites inferior y superior a comparar con la curva granulométrica obtenida del material. (Ver ilustración 32 y 33)

Tabla 9 - Valores límite para análisis granulométrico

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 µm	25 a 60
300 µm	10 a 30
150 µm	2 a 10

Fuente: 40 - Tomado de NTC 174

Ilustración 32 - Curva granulométrica de la arena



Fuente: 41 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

- Ya con la gráfica y límites obtenidos, se puede observar que la arena analizada logra cumplir en ciertos porcentajes, pero cuando se sale de los límites deja de cumplir con las especificaciones para este tipo de agregado. Cabe resaltar la importancia del manejo de estos toques para el análisis granulométrico, ya que así se puede elaborar un plan de control al agregado fino para que de alguna manera este cumpla con los estándares; buscando soluciones como la combinación de arenas procedentes de diferentes puntos de recolección, o combinar el agregado fino presente con arenas trituradas, etc.
- El módulo de finura (MF) de la arena es un parámetro crucial para controlar las proporciones de agregados finos y gruesos en el diseño de mezclas de concreto. En este caso, el MF de 2.18 indica que la arena es de grano medio, tendiendo a fino. Esta característica es relevante para evaluar la procedencia de la arena, ya que la presencia de arenas finas podría aumentar el consumo de agua y/o aditivos. No obstante, la calidad de la arena se determinará mediante la verificación y comparación con otros parámetros, como el equivalente de arena, el contenido de materia orgánica y la masa unitaria, entre otros. Si bien el módulo de finura es un ítem con mucha importancia, es fundamental considerar todos los datos obtenidos en los ensayos para tomar decisiones informadas sobre la calidad del material.
- En el caso de la arena analizada, se observa una curva granulométrica ligeramente superior a sus límites normativos. Este incumplimiento de los estándares podría resultar en una disminución de la resistencia a la compresión y a la flexión, ya que no se lograría una mezcla de concreto uniforme en su estructura, lo que podría generar vacíos que representarían puntos de falla en los especímenes.

8.1.2. Análisis granulométrico de agregados gruesos.

- Ahora, es importante tener en cuenta que para el agregado grueso las ecuaciones de porcentajes presentes en el análisis granulométrico no van a cambiar, es decir, las Ecuaciones 1, 2, 3 y 4 anteriormente mencionadas, van a ser usadas tal cual. De este manera, de acuerdo con la NTC 174, los valores que, si se van a ver afectados dependiendo del tamaño nominal de las partículas, son los límites para el tratamiento de datos del ensayo en cuestión, los cuales están ubicados en la Tabla 2 del numeral 10.1.(ICONTEC NTC 174, 2000) (Ver Tabla 10)

Tabla 10 - Requisitos de gradación para agregado grueso

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
487	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Fuente: 42 - Tomado de NTC 174

- Para este caso específico, que se está ejemplificando los resultados obtenidos de un ensayo de granulometría a un agregado de 1/2", se tiene que, según la tabla anterior, los límites para este material son los siguientes, cuyo tamaño se encuentra entre 12.5 mm y 4.75 mm. (Ver Tabla 11)

Tabla 11 - Límites para agregado de 1/2"

ASTM # 7 (12,50 mm a 4,75 mm)	
LÍMITES	
MAX ASTM # 7 (12,50 mm a 4,75 mm)	MIN ASTM # 7 (12,50 mm a 4,75 mm)
SUPERIOR	INFERIOR
100	100
100	100
100	100
100	100
100	100
100	90
70	40
15	0
5	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Fuente: 43 - Elaboración propia apoyado en datos de la NTC 174

- A continuación, se presenta la granulometría obtenida de una muestra de agregado grueso de 1/2", junto con los datos obtenidos respecto a los porcentajes calculados con la muestra retenida en cada tamiz. (Ver Tabla 12)

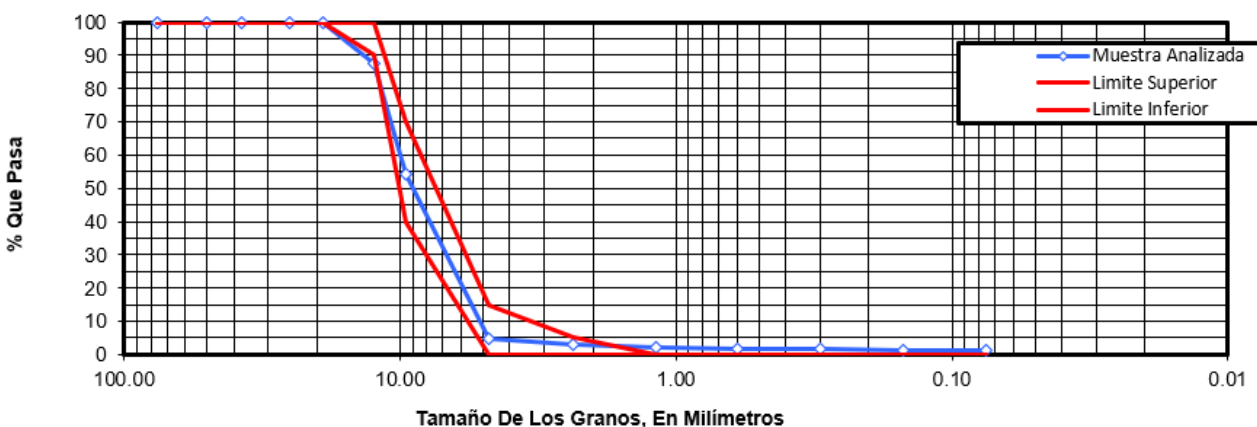
Tabla 12 - Granulometría de agregado grueso de 1/2"

Masa Inicial (g)	2942.0	Masa final seca (g)	2903.0	Muestra analizada	
Tamiz	mm.	Masa Ret.	%Ret.	%Acum.	%Que Pasa
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	366.0	12.4	12.4	87.6
3/8"	9.51	979.0	33.3	45.7	54.3
4	4.75	1461.0	49.7	95.4	4.6
8	2.36	51.0	1.7	97.1	2.9
16	1.18	25.0	0.8	98.0	2.0
30	0.60	12.0	0.4	98.4	1.6
50	0.30	4.0	0.1	98.5	1.5
100	0.15	3.0	0.1	98.6	1.4
200	0.075	1.0	0.0	98.6	1.4
	FONDO	1.0	0.0	98.7	1.3
	TOTAL	2903.0	100.0	100.0	0.0
				M. FINURA	6.44
				PASA T 200	1.36

Fuente: 44 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

- Con base en los resultados presentados en la Tabla 12, se grafica la curva granulométrica junto con los datos de límite presentados en la Tabla 11, obteniendo una curva para análisis que brinda información vital para calificar la calidad del material proveniente de una cantera. (Ver ilustración 33)

Ilustración 33 - Curva granulométrica del agregado grueso de 1/2"



Fuente: 45 - Elaboración propia

- En este caso, se puede observar que la curva granulométrica se ajusta mucho más al interior de los límites presentados por la NTC 174, pero con unos pequeños inconvenientes respecto a las partículas de mayor tamaño y los finos del agregado. Se observa que el tamaño máximo del agregado es superior al límite inferior (12.4 % > 10 %) y un porcentaje considerable de agregado fino presente en este material; de esta manera, con la calidad del material no del todo perfecta, se procede a buscar alternativas que regulen la curva granulométrica, bien sea combinándolo con agregados provenientes de otra cantera o realizando un proceso más cuidadoso de elección.

8.2. Gravedad específica de agregados finos y gruesos.

8.2.1. Gravedad específica de agregados finos.

Para llevar un orden, a continuación, se presentan las ecuaciones usadas de acuerdo con lo mencionado por la INV E – 22, numeral 8 (Cálculos) para el análisis de la gravedad específica teniendo en cuenta que el método utilizado fue el gravimétrico.

Se utilizan las siguientes variables:

- A: Masa de la muestra seca al horno (g).
- B: Masa del picnómetro aforado lleno de agua (g).
- C: Masa del picnómetro con la muestra y lleno de agua (g).
- S: Masa de la muestra saturada y superficialmente seca SSS (g).
- Densidad aparente por método gravimétrico.

$$Ds_{Bulk} = \frac{0.9975 * A}{B + A - C} \quad Ec(5)$$

- Densidad en estado SSS.

$$Ds_{SSS} = \frac{0.9975 * S}{B + S - C} \quad Ec(6)$$

- Densidad relativa GS.

$$GS = \frac{A}{B + S - C} \quad Ec(7)$$

- Absorción en porcentaje.

$$Absorción \% = \frac{S - A}{A} * 100 \quad Ec(8)$$

- Con ayuda de las ecuaciones anteriormente mencionadas, se procede a realizar el cálculo de las densidades y de la absorción para 3 picnómetros distintos, de tal manera que se consiga obtener un promedio y verificar que en los 3 casos se cuente con resultados técnicamente parecidos. De esta manera se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de este ensayo de gravedad específica a la arena. (Ver Tabla 13)

Tabla 13 - Resultados ensayo de GS en agregados finos

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
Masa de la muestra seca al horno (g)	491.5	490	490.5	490.67
Masa del picnómetro aforado lleno de agua (g)	665	663	664	664.00
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca SSS (g)	500	500	500	500.00
Masa del picnómetro con la muestra y lleno de agua (g)	983	979	981	981.00
Densidad aparente (DsBulk)	2.83	2.81	2.82	2.82
Densidad en estado SSS	2.74	2.71	2.73	2.73
Densidad relativa aparente GS	2.83	2.82	2.83	2.83
Absorción	1.70	2.00	1.90	1.87

Fuente: 46 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

- Al contar con los resultados presentes en la Tabla 13, ya es posible realizar los distintos diseños de concreto comercializados en la empresa, con la densidad se mide y controla el volumen añadido a la mezcla, teniendo en cuenta que, con las 3 densidades obtenidas, es preferible quedarse con la de mayor valor (en promedio) ya que se busca evitar problemas de volúmenes y cantidades a la hora de homogenizar la mezcla de concreto.
- Respecto a la absorción, se obtiene un valor que no se sale del promedio de este tipo de agregados, pero aun así es vital calcularlo bien para

aproximar de alguna manera el aumento en la masa del material por la presencia del agua en los poros del material.

8.2.2. Gravedad específica de agregados gruesos.

Una vez realizados los ensayos de gravedad específica a los agregados gruesos, se busca tener una recolección de datos efectiva, de tal manera que pueda llevarse a cabo el cálculo de los diferentes valores de gravedad específica y así escoger el valor con el que se trabajará en planta para los diferentes diseños. A continuación, se da a conocer las variables adoptadas directamente de la INV E -223, de gran utilidad para realizar unos cálculos tipo y hallar los valores requeridos.

- A: Masa de la muestra seca al horno (g).
- B: Masa de la muestra saturada superficialmente seca (g).
- C: Masa de la muestra saturada en inmersión (g).

Con estas variables se calculan los valores de gravedad específica siguiendo las ecuaciones a continuación.

- Densidad aparente ($D_s \text{ Bulk}$).

$$D_s \text{ Bulk} = \frac{0.9975 * A}{A - C} \quad \text{Ec(9)}$$

- Densidad en estado SSS.

$$G_s \text{ eSSS} = \frac{0.9975 * B}{B - C} \quad \text{Ec(10)}$$

- Densidad relativa aparente.

$$G_s \text{ r. a.} = \frac{A}{A - C} \quad \text{Ec(11)}$$

- Absorción en %.

$$Abs \% = \frac{B - A}{A} * 100 \quad \text{Ec(12)}$$

- Tomando como base las ecuaciones anteriores, se procede a realizar el respectivo tratamiento de los datos obtenidos del ensayo de gravedad específica a los agregados gruesos. A continuación, se presenta una tabla de resultados con los datos provenientes de 3 resultados, tomando como resultados finales el promedio de estos. (Ver Tabla 14)

Tabla 14 - Resultados de GS en agregados gruesos d 1/2"

MUESTRA	1	2	3	PROMEDIO
Masa de la muestra seca al horno (g)	1962	1967	1965	1964.67
Masa de la muestra saturada superficialmente seca (g)	2000	2000	2000	2000.00
Masa de la muestra saturada en inmersión (g)	1280	1275	1280	1278.33
Densidad aparente (Ds Bulk)	2.87	2.84	2.86	2.86
Densidad en estado SSS	2.77	2.75	2.77	2.76
Densidad relativa aparente	2.88	2.84	2.87	2.86
Absorción %	1.94	1.68	1.78	1.80

Fuente: 47 - Elaboración propia con ayuda de Microsoft Excel

- La importancia de este ensayo radica en su buena y efectiva ejecución, ya que es vital tener un control total sobre los materiales tratados en la planta de concreto, con el cálculo y elección de las densidades presentadas, se está asignando un valor que permitirá a quien diseñe las mezclas de concreto examinar con veracidad los volúmenes de agregado para cada diseño, sin que este se pase de la dosificación ideal
- De esta manera, la absorción calculada lleva a un control aún mejor de los agregados presentes en la planta, ya que dependiendo de este valor es posible estimar el aumento en la masa del material por la presencia de agua en sus poros, ya que, al encontrarse en un acopio al aire libre, se puede ver susceptible a cambios de volumen debido a precipitaciones presentes en la zona. Acorde al resultado obtenido, se podría decir que cuenta con un valor dentro del promedio de absorción de los agregados, pero no tan bajo como el que se puede encontrar en agregados de 3/4", tal vez la presencia de partículas más pequeñas en el agregado de 1/2" colabora a aumentar un poco más la absorción de este.

8.3. Presencia de impurezas orgánicas en arenas.

- Para el análisis de resultados en los frascos de ensayo, la INV E – 212 especifica que puede usarse la solución para color de referencia, o simplemente usar la placa orgánica con unos colores de referencia, mencionados en la Tabla 212-1 de la norma.(INVIAS, 2013a) (Ver Tabla 15)

Tabla 15 - Escala de vidrios con colores de referencia

Tabla 212 - 1. Escala de vidrios de colores de referencia

COLOR GARDNER DE REFERENCIA No.	PLACA ORGÁNICA No.
5	1
8	2
11	3 (referencia)
14	4
16	5

Fuente: 48 - Tomado de INV E - 212

- Ahora, una vez transcurridas las 24 horas en las que la muestra se encuentra en reposo, se observa la colorimetría de la solución suspendida sobre la superficie de la arena y se compara con los colores de referencia. (Ver ilustración 34)

Ilustración 34 - Muestra tras 24 horas



Fuente: 49 - Elaboración propia

- Observando detenidamente, para este caso, la arena observada cumple por completo los estándares de referencia, pues según la colorimetría se

encuentra muy por debajo del color de referencia, se podría mencionar que no tiene una cantidad considerable de impurezas orgánicas presente en su estructura, lo cual la convierte en una arena sin problemas para uso como agregado de concreto hidráulico.

8.4. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

A continuación, se enlistan algunos de los resultados obtenidos tras la realización del ensayo de resistencia a la compresión a cilindros testigo de diferentes diseños. Es importante tener en cuenta que, para edades de 3, 7 y 14 días se fallaron cilindros emparejados, mientras que para el caso de los 28 días se fallaron 3, esto con el fin de llevar un minucioso control respecto al día 28, ya que puede darse el caso que algún espécimen no llegase a cumplir con la resistencia deseada, de esta manera se separaba un cilindro como testigo para fallar a 90 días y chequear su resistencia final. Las edades de ensayo fueron verificadas normativamente con la (Tabla 7 – Plazo para fallar especímenes tras curado). (Ver Tabla 16)

Tabla 16 - Resultados de ensayos de resistencia a la compresión del concreto

Tipo de Diseño	Obra	f'c	3 días		7 días		14 días		28 días	
			f'c	%	f'c	%	f'c	%	f'c	%
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	20.4	97	25.3	120	0	0	32.8	156
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	19.9	95	23.6	112	28.2	134		0
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21		0	25.5	121	29	138		0
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	16.8	80	19.3	92		0	26	124
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21		0	20.2	96		0	28.1	134
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	16.7	80	20.7	99		0		0
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	20	95	27	129		0		0
Autocompactante f'c 21 a 28 días	Cantabria	21	24.1	115	26.8	128		0		0
Plastico f'c 21 a 28 días	Central de abastos	21	13.1	62	17.7	84		0	22.7	108
Plastico f'c 21 a 7 días	Central de abastos	21		0	26.8	128		0	32.8	156
Plastico f'c 21 a 28 días	Antigua URI	21	14.8	70	19.7	94		0	22.6	108
Plastico f'c 21 a 28 días	Antigua URI	21		0	19.1	91	21.8	104	23.7	113
Plastico f'c 21 a 7 días	Central de abastos	21	19.2	91	24.4	116		0		0
Plastico f'c 21 a 28 días	Antigua URI	21		0	21.9	104	22.7	108		0
Plastico f'c 21 a 28 días	Antigua URI	21	11.2	53	18	86	21.4	102		0
Plastico f'c 21 a 28 días	Antigua URI	21	14.6	70	17.4	83		0	24.8	118
Plastico f'c 21 a 28 días	Edificio ONIX	21	14.9	71	20.1	96	23.8	113		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Reservas de la colina	21	14	67	20.3	97	23.2	110		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Nogales Torre M	21	13.5	64	18	86	22.6	108		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Reservas de la colina	21	16	76	22	105	24	114		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Nogales Torre M	21	22.6	108	26.5	126	29.9	142		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Reservas de la colina	21	20.5	98	25.4	121	28.5	136		0
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Nogales Torre M	21	17.2	82	22.1	105		0	26.6	127
Industrializado Muros f'c 21 a 28 días	Nogales Torre M	21	16.1	77	20.4	97		0	27.9	133
Tremie Cementacion f'c 28 a 28 días	Hospital San José	28	17.4	62	25.3	90		0	32.5	116
Tremie Cementacion f'c 28 a 28 días	Hospital San José	28	18.2	65	26.15	93		0	33.7	120

Fuente: 50 - Elaboración propia con ayuda de la empresa en la obtención de datos históricos

De acuerdo con la lista presentada, se puede observar que la mayoría de los diseños de mezcla utilizados se acercan al 100% de la resistencia final a los 7 días, concluyendo que los ensayos realizados con anterioridad cumplieron técnica y teóricamente con los requerimientos de calidad para lograr una mezcla bajo todos los estándares de calidad.

Tomando como ejemplo el primer diseño, este es una mezcla fluida de un concreto autocompactante de 21 MPa a 28 días, fue usado para la fundición de un muro de apartamentos con fines de vivienda. Con la resistencia final obtenida (a 28 días) se observa que el concreto en cuestión cumple al 156% de la resistencia deseada, es decir, cumple con brindar un $f'c = 32.8$ MPa, generando un estándar alto de calidad en cuanto a los requerimientos del cliente, que a su vez cumple con las especificaciones de resistencia al concreto para su obra.

8.5. Resistencia a la flexión del concreto con una viga simplemente apoyada cargada en los tercios.

Se presenta una lista de algunas de las vigas falladas para diferentes diseños de concreto hidráulico para pavimento rígido, repartidas de acuerdo con la edad de días a las que fueron falladas según los requerimientos ya mencionados en (Tabla 7 – Plazo para fallar especímenes tras curado). (Ver Tabla 17).

Tabla 17 - Resultados de ensayos de resistencia a la flexión

Tipo de Diseño	Obra	MR	3 días		7 días		14 días		28 días	
			MR	%	MR	%	MR	%	MR	%
MR de 4.2 a 28 días	Entrada Tambo	4.2	1.8	43	2.4	57	3.8	90	4.3	102
MR de 4.2 a 7 días	Central de abastos	4	3.2	80	4.15	104	-	-	-	-
MR de 4.2 a 3 días	Central de abastos	4.2	4.2	100	-	-	-	-	-	-
MR de 4.2 a 28 días	Entrada Tambo	4.2	1.7	40	2.1	50	3.6	86	4.3	102

Fuente: 51 - Elaboración propia con ayuda de la empresa en la obtención de datos históricos

Para el tratamiento de datos proveniente de los ensayos del ensayo de esfuerzo a flexión, se lleva a cabo un control muy parecido al de los cilindros de concreto; de esta manera se busca llevar un control a las vigas falladas en su totalidad de edades para ensayo, vigilando así constantemente el rendimiento del concreto en los diferentes puntos de fundición. Es importante destacar que estos resultados también funcionan como un suplemento legal en caso de que un cliente llegue a tener reclamos con respecto a las especificaciones del concreto solicitado.

Para los casos expuestos en la Tabla 16 puede observarse un desempeño de buena calidad con respecto a los resultados obtenidos de acuerdo con los requerimientos de cada diseño. Tomando como ejemplo el 4to diseño de viga fallado, puede observarse un incremento uniforme conforme al avance de los días de curado, este diseño tenía como $MR = 4.2$ MPa, y llegando a los 28 días la resistencia a flexión de la viga es de $MR = 4.3$ MPa, es decir, cumple con los requerimientos de diseño del cliente en un 102% con respecto a lo solicitado.

Es importante destacar que los resultados obtenidos en los dos ensayos de resistencia a flexión y compresión van a depender muy notoriamente de todas las tomas de muestra y elaboración de especímenes, procesos controlados totalmente por la INV E -401 y la INV E – 402 respectivamente, ya que una mala ejecución de

estos tratamientos llevaría a unos malos resultados de resistencia, afectando así también el control de calidad llevado a cabo en cada proceso de la planta.

8.6. Salidas de campo como practicante profesional.

Parte fundamental del crecimiento profesional y personal son las distintas experiencias y situaciones por las que se pasa, en el caso de las salidas de campo con la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S. se puede mencionar que, aparte de toda la experiencia recibida con la ejecución de los diferentes ensayos a lo largo de la pasantía, también fue vital el conocimiento adquirido con cada obra a la que se visitó. A continuación, se presenta un resumido listado de algunas de las obras a las cuales se asistió como colaborador para con los clientes de la empresa y para los operadores de la Mixer doble troque encargada de llevar la mezcla de concreto.

- Uno de los primeros proyectos a los que se hizo seguimiento fue a una estructura de aproximadamente 7-8 pisos con fines administrativos, en este espacio de obra se hizo un breve acompañamiento al proceso de bombeo del concreto, el manejo que se le da en obra y los cuidados que se deben de tener para la buena distribución de la mezcla sobre las formaletas, teniendo en cuenta, claro está, las recomendaciones de seguridad industrial presentes en obra. (Ver ilustración 35)

Ilustración 35 - Fundición de losa de entrepiso



Fuente: 52 - Elaboración propia

- Respecto a la siguiente visita, es imperativo mencionar la importancia de la realización del ensayo de asentamiento, ya que al momento de llegar a realizar el proceso de vaciado y bombeo al concreto, el ingeniero a cargo de la obra no quería recibir la mezcla de concreto justificando que no estaba cumpliendo con los requerimientos de obra, acto seguido se realizó en acompañamiento de los encargados el ensayo de asentamiento y se verificó el buen estado de la mezcla, para este caso, el concreto debía cumplir con un asentamiento de $6in \pm 1in$ ya

que era para una cimentación con una cuantía bastante importante de acero, que es el asentamiento que asegura la empresa pasada 1 hora desde que el operario de Mixer sale de la planta.

Ilustración 36 - Fundición de cimentación



Fuente: 53 - Elaboración propia

Ilustración 37 - Asentamiento en obra de 6 in



Fuente: 54 - Elaboración propia

- En la siguiente obra, se realizó el acompañamiento a un proyecto de vivienda multifamiliar que estaba dando inicio con la fundición de pilotes, esta obra fue de vital importancia para conocer los procesos constructivos acerca de la fundición

de pilotes de diferentes longitudes (en este caso variaban de 3 a 7 m de longitud), cabe resaltar que este fue un proceso bastante demorado, ya que el contratista no contaba con tubos de buen diámetro para llegar hasta el fondo, haciendo que por momentos estos se taponaran por exceso de mezcla y una acción de empuje poco eficiente.

Ilustración 38 - Fundición de pilotes en proyecto de vivienda multifamiliar



Fuente: 55 - Elaboración propia

- A continuación, se presenta el acompañamiento realizado a una obra encargada de una nueva torre de atención en un Hospital de la ciudad de Popayán durante la fundición de la losa de contrapiso, un proceso que llevó desde las 3 am hasta aproximadamente las 2 pm para el vaciado completo del concreto, que en cantidades de volumen fue de aproximadamente 200 m^3 de concreto.

Ilustración 39 - Fundición de losa de contrapiso



Fuente: 56 - Elaboración propia

- Es importante destacar que a cada Mixer que llegó a obra se le realizó el respectivo ensayo de asentamiento, en este caso el asentamiento de diseño era de aproximadamente $8in \pm 1in$, requerimientos de diseño en los que no se tuvo contratiempo alguno. Es importante resaltar que en procesos de bombeo se recomienda que el asentamiento del concreto no baje de 5in ya que se haría un poco mas complicado el proceso de vaciado y empuje para la autobomba de concreto.

Ilustración 40 - Ensayo de asentamiento en obra



Fuente: 57 - Elaboración propia

- Para finalizar, se presenta la fundición de un pavimento rígido ubicado en la cabecera municipal de El Tambo, una obra con ciertos factores importantes para tener en cuenta, como el tiempo para evitar que el concreto se empiece a fraguar, la distancia de recorrido desde la salida en planta y demás. Para la solución de estos factores entra a jugar un papel muy importante los aditivos aplicados al concreto, ya que gracias a estos es más fácil asegurar la calidad del concreto antes de salir de planta y una vez llegue a su destino. Para este caso en específico fue añadido un aditivo retardante que a su vez permite mermar significativamente la adición de agua, de tal manera que la llegada a obra de la mezcla de concreto no tuvo ningún problema por asentamiento y calidad.

Ilustración 41 - Fundición de pavimento rígido en El Tambo



Fuente: 58 - Elaboración propia

- Como se puede observar, las salidas a campo haciendo parte del acompañamiento ejercido por la empresa con sus clientes fue de vital importancia para enriquecer y mejorar los conocimientos existentes acerca de las diferentes mezclas de concreto que se pueden manejar en el mercado, así como los procesos constructivos y de calidad llevados a cabo para obtener un buen desempeño del material antes y después de su fundición.

9. CONCLUSIONES.

- Durante la pasantía, se participó activamente en la evaluación de la calidad de los agregados y mezclas de concreto premezclado, garantizando el cumplimiento de las normas vigentes (NTC e INVIAS). Esto permitió comprender y reforzar los conocimientos adquiridos de manera teórica en cuanto a la importancia de los ensayos en laboratorio y su impacto en la certificación de materiales confiables para las diferentes obras.
- La experiencia en la toma de muestras y el manejo de las mezclas en planta y obra proporcionó un conocimiento práctico valioso sobre el ciclo completo del concreto, desde su producción hasta su aplicación en el sitio de construcción. Este aprendizaje facilitó la identificación de buenas prácticas para asegurar la calidad del producto final.
- Al realizar y analizar semanalmente los ensayos exigidos por las normas para llevar un adecuado control de calidad del concreto, se adquirieron competencias específicas para evaluar la resistencia y durabilidad de este. De esta manera se incluyó el análisis del comportamiento del material en las diferentes edades de prueba indicadas por la norma (3, 7, 14 y 28 días), lo cual demostró la importancia del control continuo de la calidad, evitando a su vez, posibles errores en la producción del concreto.
- Gracias a la participación en distintas visitas a obra y en el desarrollo de ensayos al concreto in situ, me fue permitido observar de cerca procesos constructivos, tales como el bombeo, tratamiento y vaciado del concreto. Estas actividades complementaron el conocimiento teórico desde una perspectiva práctica, facilitando la identificación y solución de desafíos en obra y estrategias para superarlos en futuras intervenciones profesionales.

10. OBSERVACIONES.

- Durante la pasantía, se identificó que, en ocasiones, los materiales que llegan a la planta no cumplen completamente con las características normativas exigidas. Esto resaltó la importancia de implementar estrategias de ajuste y optimización en los procesos de dosificación y mezcla, para garantizar que el producto final cumpla con los requisitos de diseño y desempeño, minimizando el desperdicio y manteniendo la sostenibilidad del proceso productivo.
- Aunque, en su gran mayoría, los ensayos en laboratorio cumplen con las normas vigentes (NTC e INVIAS), es fundamental impulsar una capacitación continua del personal para asegurar que todos los procedimientos se realicen de manera uniforme y conforme a los estándares exigidos, minimizando posibles errores humanos y perfeccionando así el compromiso de la empresa para con la buena calidad del producto.
- Durante la práctica, se evidenció que el manejo y transporte de las muestras desde la planta hasta el laboratorio o la obra influye en los resultados finales de los ensayos. Es importante tener en cuenta distintos protocolos más estrictos que de alguna manera aseguren condiciones óptimas, consiguiendo así, mejorar la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos.
- Algunos de los equipos utilizados para la realización de los ensayos podrían beneficiarse de actualizaciones, pues así se podría aumentar la precisión de los resultados y así reducir los tiempos de prueba, mejorando la eficiencia del laboratorio y permitiendo una respuesta más rápida a los posibles problemas que se presenten en planta.
- Las visitas a obra evidenciaron la importancia de realizar chequeos in situ del concreto antes, durante y después de su aplicación. Esto permite verificar que las propiedades del material cumplan con los requisitos específicos de diseño en cada etapa del proceso. Asimismo, es importante resaltar el papel que juega un cronograma de obra bien estructurado y ejecutado, pues es esencial para coordinar adecuadamente las actividades, minimizando así, retrasos y garantizando la calidad del concreto en su aplicación final.

11. BIBLIOGRAFÍA.

ICONTEC NTC 174. (2000). *ESPECIFICACIONES DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO*.

INVIAS. (2013a). *SECCIÓN 200-AGREGADOS PÉTREOS*.

INVIAS. (2013b). *SECCIÓN 400-CONCRETO HIDRÁULICO*.

Rivera L, G. A. (2002). *CONCRETO SIMPLE*.

NSR-10. (2010). Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

12. ANEXOS.

- i. Carta de presentación tramitada por el estudiante y expedida por parte de la Universidad del Cauca.
- ii. Carta de aceptación expedida por parte de la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio S.A.S, en donde se compromete a realizar la afiliación a la ARL una vez entre en vigor la resolución que habilita al estudiante para empezar el periodo de pasantía.
- iii. Resolución No.8.3.-4.4/310 de 2024, por la cual se autoriza el anteproyecto para realización del trabajo de grado.
- iv. Carta que certifica el cumplimiento de las horas exigidas por parte de la empresa Concretos y Agregados GeoAcopio.
- v. Certificado de afiliación a la ARL Positiva Compañía de Seguros S.A.



Universidad
del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil

8,3,3,55,6/143

Popayán, 09 de agosto de 2024

Doctor.

IVAN DARIO VASQUEZ CHAMORRO
CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S

Popayán - Cauca

Asunto: Solicitud Pasantes

Cordial saludo

Me es grato presentar al estudiante ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1002971591, quien aspira a participar en una práctica profesional – Empresarial en la empresa de la cual usted hace parte.

El estudiante ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO, es estudiante de décimo semestre del Programa de Ingeniería Civil y mucho ayudaría en su formación personal y profesional el que pudiera ser admitido en las prácticas que ustedes puedan programar para estudiantes de Ingeniería Civil.

El estudiante ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO tiene la disponibilidad de tiempo para atender este trabajo, si así lo dispone la empresa, a partir de la fecha que convengan los interesados. El tiempo exigido por la Universidad es de trescientas ochenta y cuatro (384) horas, desarrolladas al menos en 16 semanas.

La actividad del mencionado estudiante deberá ser cubierta mediante a afiliación a Riesgos Laborales según el Decreto 055 del 14 de enero de 2015 y será supervisada bajo la tutoría de un docente de la Facultad.

Al finalizar la práctica, le solicito amablemente allegar una certificación que exprese el grado de cumplimiento de la práctica, en una escala de 1 a 5.

Nota: El (La) estudiante únicamente podrá iniciar la práctica profesional, cuando cuente con la Resolución en donde el Consejo de Facultad autorice el desarrollo de la pasantía.

Atentamente,

SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL
Secretaria General

Elaboró: Jorge González



Popayán, Cauca 10 de agosto del 2024

Señores:

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil

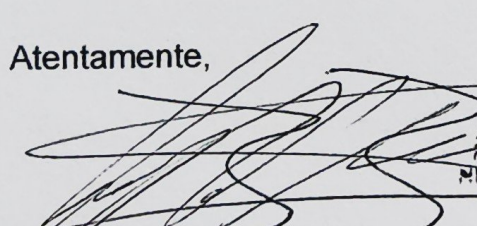
Asunto: Aceptación pasantía

Cordial Saludo,

Por medio del presente se informa que, a partir del 01 de agosto del 2024, se acepta en pasantía el señor **ESTEBAN FELIPE GÓMEZ BURBANO** identificado con cedula de ciudadanía 1.002.971.591, estudiante de decimo semestre del programa de ingeniería civil, las actividades al realizar se ajustan según perfil y en el área del laboratorio, para el cual se dará cumplimiento al tiempo exigido por la universidad es de 384 horas o 16 semanas. Con su respectiva afiliación a la **ARL positiva**.

Para constancia se firma a los 10 días del mes de agosto del 2024.

Atentamente,


Iván Darío Vásquez Chamorro

Representante Legal

 **GEOACOPIO**
CONCRETOS & AGREGADOS
PARQUE INDUSTRIAL LOTE 3H
NIT. 900860017-9 - TEL. 602 8249797

Parque Industrial Lote 3-H
Cel: 3183543301
thgeoacopio@gmail.com

RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/310 DE 2024
(25 de septiembre)

Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988.

CONSIDERANDO

1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente *"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."*
2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente: *"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:*
 1. *Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.*
 2. *Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.*
 3. *Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.**PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."*
3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.
4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.
5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.
6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.
7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, él o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.

En merito de lo expuesto,



Por una Universidad de excelencia y solidaridad

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205
Email: d-civil@unicauca.edu.co, www.unicauca.edu.co

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: AUTORIZAR a la o el estudiante, **ESTEBAN FELIPE GÓMEZ BURBANO**, con cédula de ciudadanía No. **1002971591** y código No. **100418010200**, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, modalidad **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: **ASISTENTE EN CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS Y CONCRETOS PARA LA EMPRESA, CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S**, bajo la dirección de la docente Carol Patricia López Moreno, avalada por el Consejo de Facultad en sesión No. 34 del 25 de septiembre de 2024, como requisito parcial para optar al título de **Ingeniero Civil**.

ARTÍCULO SEGUNDO: INFORMAR al o la estudiante que el plazo máximo para el desarrollo y entrega del informe final del trabajo de grado es de un (01) año a partir de la fecha de expedición de la presente resolución.

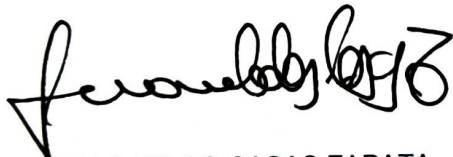
ARTÍCULO TERCERO: INFORMAR al o la estudiante que debe matricular académica y financieramente cada semestre la asignatura Trabajo de Grado hasta el día que se gradúe del programa.

ARTÍCULO CUARTO: Notificar personalmente o por aviso mediante correo electrónico del contenido de la presente resolución al (la) estudiante, advirtiéndole que contra ella procede el recurso de reposición ante la decanatura y el de apelación ante el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, siempre y cuando se interpongan de forma conjunta dentro de los diez (10) días siguientes a su notificación.

ARTÍCULO QUINTO: Enviar copia de esta resolución a la División de Admisiones, Registro y Control Académico – DARCA, para que sea registrado en la historia académica del (la) estudiante.

Se expide en Popayán, a los veinticinco (25) días del mes de septiembre del dos mil veinticuatro (2024).

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE



JUAN CARLOS CASAS ZAPATA
Presidente Consejo de Facultad



SANDRA MARÍA FERNÁNDEZ CORAL
Secretaria general

Diligencia de notificación personal.

El señor (a) Esteban Felipe Gomez B en la fecha 01/10/2024 del 2024, se notificó personalmente de la presente resolución.

Dado el caso que se proceda a notificar por aviso mediante correo electrónico, se le advierte que esta resolución se considerará notificada al finalizar el día siguiente al de la entrega del correo donde se le enviará la resolución, seguidamente se continuarán con los trámites administrativos procedentes.

Elaboró: Jorge González
Revisó: Sandra Fernández
Aprobó: Ing. J. Casas.



Por una Universidad de excelencia y solidaria

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205
Email: d-civil@unicauca.edu.co, www.unicauca.edu.co

CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S

NIT 900860017-9

Certifica que:

Por medio de la presente la empresa **CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO S.A.S** con NIT 900860017-9 hace constar que:

El pasante **ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO** identificado con cedula de ciudadanía N° 1002971591 de Popayán, estudiante del programa de ingeniería civil de la facultad de ingeniería civil de la universidad del cauca, ha cumplido satisfactoriamente con las actividades asignadas en el laboratorio de concreto para la prestación de su pasantía, en el periodo comprendido del 25 de septiembre del 2024 al día 14 de enero del 2025 cumpliendo con las 384 horas exigidas por la universidad del cauca.

para constancia se firma en Popayán, a los 14 días del mes de enero del 2025.

Atentamente,



CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO SAS
NIT. 900860017-9
IVAN DARIO VASQUEZ CHAMORRO
REPRESENTANTE LEGAL

PARQUE INDUSTRIAL LOTE 3H
NIT. 900860017-9 - TEL. 602 8249797



CERTIFICADO DE AFILIACIÓN

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.

HACE CONSTAR QUE:

Verificada la base de datos de afiliación en el Ramo de Riesgos Laborales se evidenció que, **ESTEBAN FELIPE GOMEZ BURBANO** identificado con CC No. **1002971591**, registra la siguiente información.

Datos del Empleador	Datos de la Relación Laboral
CONCRETOS Y AGREGADOS GEOACOPIO SAS - NI. 900860017	Fecha de inicio de cobertura : 01/08/2024 Estado Afiliación: ACTIVO Tipo Vinculación: TRABAJADOR DEPENDIENTE Clase de Riesgo: 4

Para validar la información emitida en este certificado, visite nuestra página web y seleccione la opción 'VALIDAR CERTIFICADOS'. Ingrese el siguiente código (válido por un mes): 202401021488207.

Esta certificación se expide en la ciudad de Bogotá D.C. a los 20 días del mes de noviembre de 2024.

Cordialmente,

GERENCIA DE AFILIACIONES Y NOVEDADES
POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.