

PASANTÍA APOYO UNIVERSITARIO



PAULA STEFANNY PENAGOS VELASQUEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO

2022

PASANTÍA APOYO UNIVERSITARIO

PAULA STEFANNY PENAGOS VELASQUEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

ING. EMIRO ANDRES LOZANO PEREZ

M.S.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
VILLAVICENCIO

2022

Autoridades Académicas

P. José Gabriel MESA ÁNGULO, O. P.

Rector General

P. Eduardo GONZÁLEZ GIL, O. P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O. P.

Rector Sede Villavicencio

P. Rodrigo GARCÍA JARA, O. P.

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN

Secretaria de División Sede Villavicencio

ING. MANUEL EDUARDO HERRERA PABÓN, M.S.

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil

Agradecimientos

Este logro se lo dedico a Dios y a mi querida madre, por todos estos años de vida y tiempo.
Gracias.

Contenido

	Pág.
Resumen	8
Abstract.....	9
Glosario.....	10
Introducción.....	11
1. Perfil de la empresa	12
2. Marco normativo	13
3. Actividades realizadas	15
4. Análisis DOFA	24
4.1. Análisis empresa	24
4.2. Análisis personal	24
5. Aportes	26
6. Lecciones aprendidas	27
7. Recomendaciones	28
8. Síntesis.....	29
Conclusiones.....	30
Referencias bibliográficas	31

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cronograma de actividades.....	15
Tabla 2. Aportes del estudiante practicante con la empresa	26

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Análisis DOFA.....	24
Figura 2. Análisis DOFA personal.	25

Resumen

Se explican las actividades realizadas dentro de la pasantía “apoyo universitario” que está dirigida al acompañamiento de las actividades en los laboratorios de concretos y resistencia de materiales, actividades a fines con la coordinación de laboratorio. La pasantía se centra en el laboratorio de concretos, el cual es usado por las facultades de ingeniería civil, arquitectura e ingeniería ambiental y el cual alberga los equipos necesarios para pruebas de compresión, abrasión del agregado grueso, tiempo de fraguado del cemento hidráulico, consistencia normal del cemento hidráulico, tracción y flexión en vigas de prueba, además de los materiales necesarios para la elaboración de cilindros de ensayo.

Palabras Clave: Concreto, resistencia, ensayos, laboratorio.

Abstract

The activities carried out within the "university support" internship are explained, which is aimed at accompanying the activities in the concrete and resistance of materials laboratories, activities with the coordination of the laboratory. The internship focuses on the concrete laboratory, which is used by the faculties of civil engineering, architecture and environmental engineering and which houses the necessary equipment for compression tests, abrasion of coarse aggregate, setting time of hydraulic cement, consistency normal hydraulic cement, traction and bending in test beams, in addition to the necessary materials for the preparation of test cylinders.

Key Word- Concrete, resistance, tests, laboratory.

Glosario

Concreto: Mezcla de cemento, grava, arena y agua. Que es moldeable en su forma líquida y sólida adquiere diferentes resistencias, de acuerdo a su composición.

Mezcla: Proceso que surge de la mezcla de dos o más materiales.

Ensayo: Los ensayos de laboratorio, evalúa las características físicas y químicas de un producto determinado. En este texto se habla de los ensayos en base a la mezcla de cemento/agua y concreto.

NTC: Norma técnica colombiana. Es el organismo nacional de normalización de Colombia. (Rodriguez)

Instrumentos de laboratorio: Es un término general aplicable a todos los medidores, recipientes y otras herramientas que uno pueda imaginar para realizar síntesis y análisis en el ámbito de los diversos trabajos de laboratorio. (CIS-LAB)

Equipos de laboratorio: Maquinaria necesaria para los ensayos de laboratorio.

Introducción

A lo largo de este trabajo se explican las actividades desarrolladas durante la pasantía en el laboratorio de concretos, laboratorio de resistencia de materiales y la coordinación de laboratorios. Se nombran las normas técnicas abordadas en el desarrollo de las prácticas y las necesarias para determinar las características que debe tener un equipo para un ensayo de laboratorio explícito. Por último, se dan a conocer algunas sugerencias del pasante. En las actividades se comprendieron los usos de diversas pruebas y el manejo de maquinaria para los ensayos (ello queda relacionado en un manual para el próximo pasante del laboratorio).

1. Perfil de la empresa

La coordinación de laboratorios es una dependencia administrativa de la universidad Santo Tomas, la cual encabeza el coordinador de laboratorio, el ingeniero Jhon Jairo Gil Pelaez, quien dirige a los cuatro auxiliares de laboratorio, dentro de su labor esta gestionar los materiales y equipos que se requieren para la ejecución de las prácticas de los diferentes programas académicos. El servicio de laboratorios solo es prestado a los integrantes de la comunidad educativa y no tiene fines de lucro o financiamiento externo. Dentro de las funciones desarrolladas por el pasante, están: actualizar el inventario de equipos y materiales en el laboratorio, prestar orientación a estudiantes, realizar el montaje de equipos y elementos necesarios para el desarrollo de las prácticas de acuerdo al cronograma, realizar control y vigilancia del laboratorio, verificar que las condiciones de vestimenta con la que el estudiante asiste a las practicas sean las adecuadas, revisión de los materiales de laboratorio antes y después de entregados.

2. Marco normativo

Durante la ejecución de la pasantía, el estudiante a cargo hizo uso de las normas NTC e INVIAS para la ejecución de las prácticas de laboratorio, entre ellas están:

- NTC 110: Cementos. método para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico (ICONTEC, 2019).
- NTC 118: Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato de vicat. (ICONTEC, e-collection, 2020)
- NTC 4088: Método para determinar el tiempo de fraguado de morteros de cemento hidráulico mediante el aparato de vicat modificado. (ICONTEC, e-collection, 2021)
- NTC 1377: En esta norma se recomienda usar una mezcladora de eje vertical, ya que las mezcladoras horizontales, resultan problemáticas para todas las pruebas que se realizaran en laboratorio. La mezcladora debe ser inclinable, de tambor giratorio con motor. (ICONTEC, e-collection, 2021)
- NTC 1757: Norma técnica colombiana de 1982, la cual especifica los tipos de mezcladoras, su importancia en obra (sobre todo cuando se requiere minimizar el tiempo de trabajo inversamente a la cantidad de este. Destaca los tipos de transporte de este equipo, los cuales pueden ser: estáticos, portátiles y de remolque, en el laboratorio de concretos se tiene una finisher de tambor inclinable portátil.
- I.N.V.E - 218 – 07 La resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2”) por medio de la máquina de los ángeles
- I.N.V.E – 219 – 07 Resistencia al desgaste de los agregados gruesos de tamaños mayores de 19 mm (3/4”) por medio de la máquina de los ángeles.
- NTC 673 Concretos. ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto: Este ensayo se usa únicamente para cilindros moldeados y para núcleos perforados, esta norma se compone, además, de otras normas indispensables en la práctica. Estas son:
 - NTC 504 (Explica el refrentado en los especímenes de concreto.
 - NTC 550 Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. (Explica el procedimiento para realizar una muestra de concreto y el tiempo de curado)
 - NTC 3658 Obtención de núcleos de concreto y ensayo de estos y las vigas aserradas.

- NTC 3708 Refrentado. (ICONTEC, e-collection, 2019)

3. Actividades realizadas

Presentar cronograma de actividades generales desarrolladas. Describir las actividades desarrolladas por semana, las cuales permitieron el cumplimiento de las funciones asignadas por la empresa, con los respectivos soportes y evidencias. Si durante la pasantía le fue asignado un cargo específico describirlo al igual que las funciones que desempeñó en su cargo.

Tabla 1.

Cronograma de actividades.

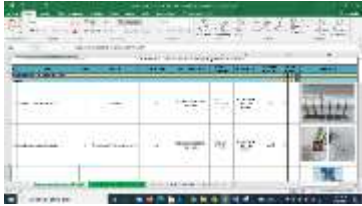
Fecha	Descripción	Objetivo propuesto	Evidencias
Segunda semana de febrero de 2021	Inventarios de equipos, registro fotográfico.	Realizar el inventario del laboratorio.	
Tercera semana de febrero de 2021	Inventario, revisión de equipos, partes del equipo y su respectiva foto, para demostrar el estado del equipo a su entrega al pasante. revisión equipos de las guías de laboratorio del 1 al 8.	Realizar el inventario del laboratorio.	
Cuarta semana de febrero de 2021	Revisión guías de laboratorio	Organizar las guías de laboratorio	
Primera semana de marzo de 2021	Retomar la organización del inventario	Organizar el inventario	

Tabla 1. Continuación

Segunda semana de marzo	Guía de laboratorio 9 y 10. revisión guías de laboratorio	Organizar las guías de laboratorio	 
Tercera semana de marzo	Revisión guías de laboratorio, materiales para las practicas	Preparar materiales para las practicas	 
Cuarta semana de marzo	Revisión guías de laboratorio y practica de consistencia normal del cemento hidráulico.	Preparar materiales para las practicas	
Segunda semana de abril	Control y vigilancia del laboratorio, trabajo de laboratorio: tesistas requerían manejo de la maquina “medidor de abrasión los ángeles”. practica de laboratorio tiempo de fraguado (días antes se realizó una práctica de ensayo, que realizo solo el pasante, para tener los resultados a la	Preparar materiales para las practicas	

Tabla 1. Continuación

	temperatura y los tiempos planteados por el profesor)		
Tercera semana de abril	Revisión de equipos, cruce de equipos y prácticas de laboratorio.	Preparar materiales para las practicas	
Cuarta semana de abril	Prácticas de laboratorio, preparación de material, inventariado de los materiales antes y después de los equipos.	Preparar materiales para las practicas	
Primera semana de mayo	Actividades de coordinación de laboratorios. revisión de datos.	Compara datos de los equipos con los registrados en el inventario.	
Segunda semana de mayo	Guías de entrega de reactivos. pesaje de los reactivos	Inventariar reactivos	
Tercera semana de mayo	Pesaje de los reactivos, anotación y proporcionalidad entre el contenido	Inventariar reactivos	

Tabla 1. Continuación

Cuarta semana de mayo	Préstamo de equipo, ensayo de cilindros y limpieza de vidrios de muestras para el laboratorio de microbiología. limpieza máquinas de laboratorio y piscina de curado.	Preservar los equipos de laboratorio.	
Tercera semana de junio de 2021	Organizar, revisar y archivar la documentación de la coordinación de laboratorio.	Organizar archivos de coordinación	
Cuarta semana de junio de 2021	Limpieza de la piscina de muestras. llenado de datos sobre las hojas de vida de los equipos. apoyo en la actividad hecha por facultad para los estudiantes veedores	Mantener las herramientas de laboratorio limpias.	
Primera semana de julio	Llenado de datos de hojas de seguridad en el nuevo formato.	Actualizar la información de laboratorio.	
Segunda semana de julio de 2021	Llenado de datos de hojas de seguridad en el nuevo formato. recolección de material para la exposición del profesor Ángel	Actualizar la información de laboratorios.	

Tabla 1. Continuación

Tercera semana de julio de 2021	Cotizaciones y actividades de laboratorio	Cotizar herramientas y equipos faltantes.	
Cuarta semana de julio de 2021	Completar el nuevo formato de inventario y apoyo en otros archivos de coordinación.	Actualizar la información de laboratorios.	
Primera semana de agosto de 2021	Completando el nuevo archivo de prácticas e inventario para estructuras.	Actualizar el formulario del laboratorio.	
Segunda semana de agosto de 2021	Comparación de las hojas de vida existentes y las hojas de seguridad, para enlistar aquellas que no estén hechas. pegado de los stickers de aforo máximo permitido en los laboratorios (eso incluye la remoción de los stickers anteriores). ayuda con la programación de clases.	Realizar actividades de coordinación.	 
Tercera semana de agosto de 2021	Preparación de materiales para la práctica de laboratorio de consistencia normal del cemento hidráulico (para un grupo de estudiantes). lijado	Prestar orientación a estudiantes.	 

Tabla 1. Continuación

	de las manijas de los baldes de laboratorio por presencia de óxido en todas ellas. comparación hojas de vida y hojas de seguridad.		
Cuarta semana de agosto de 2021	Apoyo en coordinación (en actividades como alistado de material para las prácticas de otros laboratorios y abertura de los mismos “solo si el docente está presente”). nueva cotización de materiales.	Realizar el montaje de elementos necesarios para el desarrollo de prácticas académicas en los laboratorios.	
Primera semana de octubre de 2021	Correcciones hojas de seguridad y revisión hojas de vida.	Actualizar la información de laboratorios.	
Segunda semana de septiembre de 2021	Correcciones hojas de seguridad, revisión hojas de vida y acompañamiento a tesista en su proyecto de grado.	Actualizar la información de laboratorios. prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación	
Tercera semana de septiembre de 2021	Correcciones hojas de seguridad y revisión hojas de vida. revisión de herramientas entregadas por los tesistas.	Actualizar la información de laboratorios	

Tabla 1. Continuación

Cuarta semana de septiembre	Alistado de materiales para práctica. prueba de funcionamiento de la maquina universal a tracción.	Prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación	
Quinta semana de septiembre	Prueba de funcionamiento de las maquinas del laboratorio. acompañamiento a estudiantes	prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación	
Primera semana de octubre de 2021	Entrega equipo y herramienta de topografía. colocación del sticker de indicaciones de seguridad en los tarros de agua destilada de todos los laboratorios. entrega de herramientas en concretos a estudiantes de arquitectura. alistar herramientas de eléctrica junto a los laboratoristas para practica de presentación a los posibles alumnos de ingeniería mecánica. entre otras actividades.	Prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación.	

Tabla 1. Continuación

Segunda semana de octubre de 2021	Entrega de herramientas en concretos. revisión hojas de vida y hojas de seguridad.	Actualizar la información de laboratorios	
Tercera semana de octubre de 2021	Revisión de hojas de vida, según los equipos del laboratorio. alistado de materiales, entrega de material de topografía.	Actualizar la información de laboratorios	
cuarta semana de octubre	Entrega de materiales física eléctrica. entrega de materiales en el laboratorio de concretos. hojas de vida equipos. exposición del laboratorio a los estudiantes.	Actualizar la información de laboratorios	
Primera semana de noviembre	Revisión equipos de laboratorio. ensayos de compresión de cilindros.	Prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación.	
Segunda semana de noviembre	Hoja de vida equipos. revisión laboratorio. entrega de materiales de laboratorio.	Prestar apoyo a los estudiantes en sus proyectos de investigación.	

Tabla 1. Continuación

Tercera semana de noviembre	Inventarios de reactivos. (la actividad se realizó en compañía de otro compañero, los datos tomados eran conteo de reactivos, peso, fecha de ingreso, lote y vencimiento)	Actualizar la información de laboratorios	
Cuarta semana de noviembre	Se realizó una revisión de los equipos, sondas y se realizó una hoja de Excel donde se detalló las fallas, para informar a la empresa que realizaría el mantenimiento correctivo. hojas de vida.	Actualizar la información de laboratorios	
Primera semana de diciembre	Inventario de reactivos, cambio de etiquetas (debido a desgaste).	Actualizar la información de laboratorios	
Segunda semana de diciembre	Comparación entre las hojas de vida existentes y los equipos de cada laboratorio. de igual forma, ayudar a inventariar materiales de laboratorio.	Actualizar la información de laboratorios	
Tercera semana de diciembre	Revisión carpetas de las gavetas de coordinación.	Actualizar la información de laboratorios	

Nota. Esta tabla demuestra las actividades llevadas a cabo durante el tiempo de práctica.

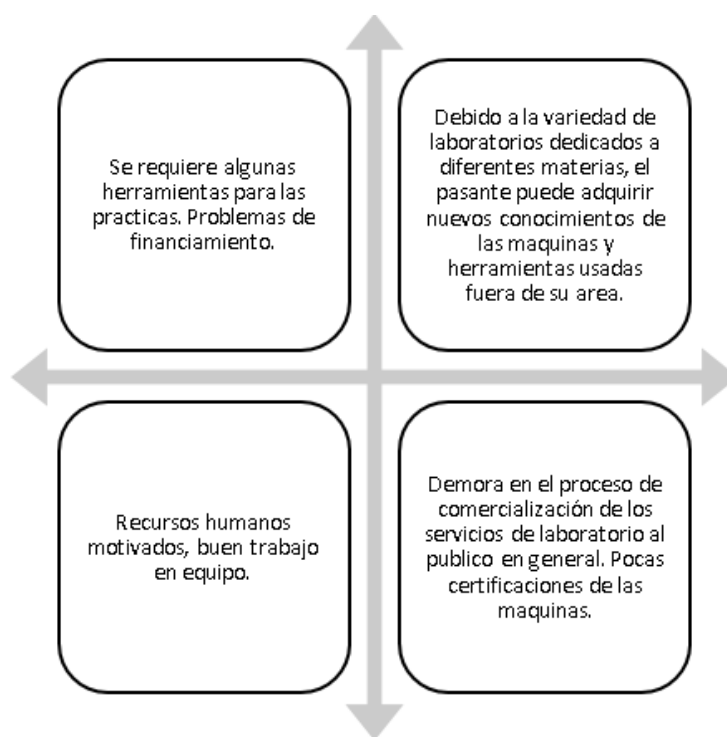
4. Análisis DOFA

4.1. Análisis empresa

La coordinación de laboratorio hace parte de la universidad Santo Tomás, es financiada por la universidad y sus servicios están disponibles para la comunidad educativa.

Figura 1.

Análisis DOFA



Nota. Descripción de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades.

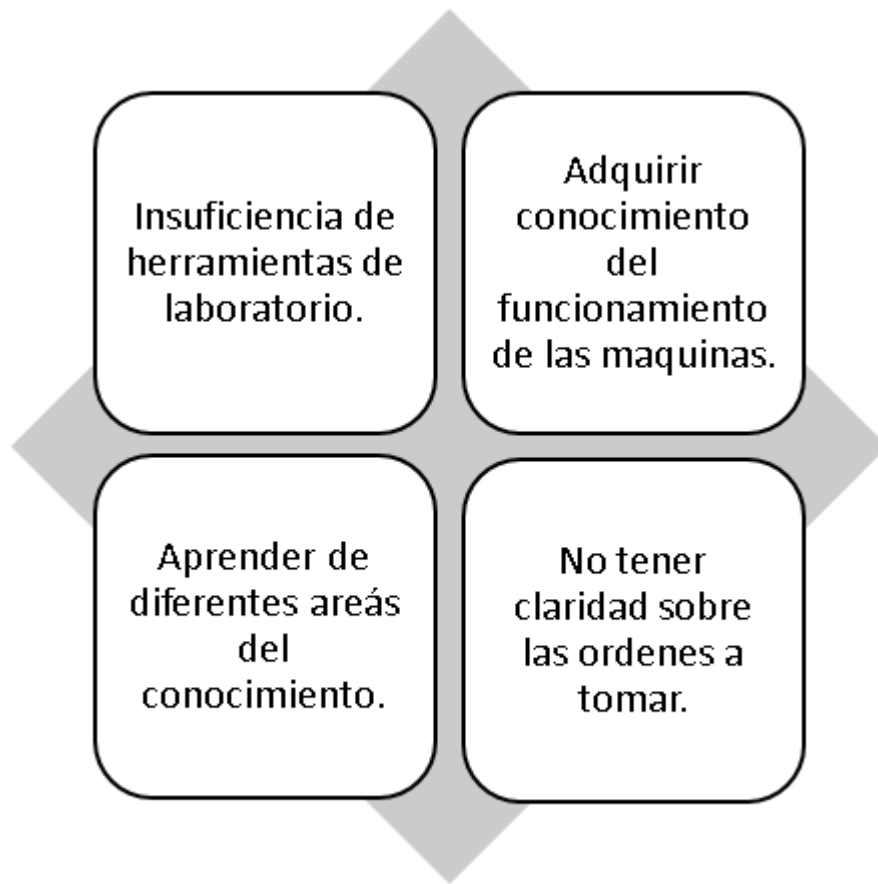
4.2. Análisis personal

La actividad realizada en la coordinación de laboratorio, requería conocimientos básicos de ofimática, labores manuales y organización, en algunos casos también normas técnicas colombianas, con respecto a las pruebas de los estudiantes, estas normas solo se toman por un

momento en algunas clases, pero no se ahonda en el tema, por lo que su comprensión o razón de existencia se ve involucrada en un pequeño agujero mental, no dudo que hayan sido nombradas en clases, sin embargo, no más que eso. Incluso buscar una funcionalidad a la experiencia en laboratorio, resulto un tema bastante engorroso. Otra cosa que debe tomar gran relevancia en este asunto es el conocimiento de hojas de seguridad de sustancias químicas y evitar las pruebas de compresión en el laboratorio de resistencia de materiales, la seguridad del operador se ve comprometida.

Figura 2.

Análisis DOFA personal



Nota. Descripción de las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades.

5. Aportes

Tabla 2.

Aportes del estudiante practicante con la empresa.

Aspecto	Descripción	Impacto
Administrativo	Realización de hojas de seguridad y hojas de vida equipos. Colaboración en el inventario de reactivos. Inventario de concretos y otros laboratorios.	Mejora el suministro de información del laboratorio.
técnico	Verificación de equipos, creación de una plantilla para el tratamiento de los equipos de topografía. (solo de inspección antes de enviar los equipos a reparación)	Agilizar los procesos de mantenimiento.
Social	Participación en actividades grupales junto a los miembros del laboratorio, tales como capacitaciones del departamento de “seguridad y salud en el trabajo” como también de las TICS.	Mejora el trabajo en equipo y ayuda a conocer practicas saludables.

Nota. Esta tabla demuestra la integración e identificación del estudiante con su equipo de trabajo.

6. Lecciones aprendidas

- Se requieren más herramientas para la realización de actividades básicas como la construcción de especímenes de prueba, para tratar de solucionar esto se realizó una cotización de los equipos y herramientas necesarias. Sin embargo, su adquisición tomara tiempo.
- Mejor centralización en cuanto a la información recibida con respecto a las actividades del pasante.
- A quien busque hacerse cargo de este puesto, debe recordar tomar los carnets de los estudiantes antes de entregar herramienta de esa manera se asegura que no dejen las herramientas de laboratorio tiradas fuera del laboratorio y sucias.
- Realizar constantes rondas en los laboratorios para evitar que los estudiantes dejen basura en las gavetas de materiales. (también cuenta maquetas y desperdicios dejados por trabajadores de obra)
- Realizar sus labores inmediatas en el laboratorio de concretos y al finalizar seguir su función en coordinación de laboratorio.

7. Recomendaciones

- Promueva el estricto cumplimiento de los protocolos de higiene y desinfección en espacios comunes.
- Seguir incrementando los procesos de transformación de la información a través de la tecnología.
- Seguir capacitándose y mejorando día a día.

8. Síntesis

La coordinación de laboratorio se encarga de supervisar veinte laboratorios, de diferentes áreas del conocimiento, como: química, física mecánica, eléctrica y electrónica, toxicología, biología y microbiología, concretos, pavimentos, suelos, calidad del agua, calidad del aire, dibujo, procesos psicológicos, evaluación y medición psicológica, logística métodos y tiempo, resistencia de materiales, conversión de energía, metalografía, procesos de manufactura, topografía e hidráulica. Las personas que trabajan en allí supervisan y coordinan las prácticas de los estudiantes, velan por el buen manejo de las herramientas en cada laboratorio y la distribución de insumos para cada práctica. Este es un armonioso lugar en el que el estudiante trabaja en equipo, aprende desde la práctica, maneja equipos de laboratorio y contribuye con el adecuado funcionamiento de los mismos, realizando actividades de inspección de las prácticas, acompañamiento a los estudiantes y apoyo al docente.

Debido a la continua necesidad de nuevas herramientas y máquinas, se debe mantener actualizado el inventario de los laboratorios, de esta forma también se verifica, tiempo de mantenimiento y funcionamiento de los equipos. Esto también ayuda a depurar aquellas herramientas y equipos que han perdido su uso o han dejado de funcionar de manera permanente. Como también inspeccionar a los estudiantes que han usado cada equipo y el desgaste de los mismos. Aunque anteriormente nos refiriésemos a lo estrictamente usado en la práctica, los laboratorista y pasantes deben estar al pendiente de la infraestructura de la universidad, reportar daños en paredes, pisos, ventanas o humedades, que conlleven a pérdidas mayores si no se tratase de manera oportuna. Por último, el pasante de laboratorio debe verificar que en el laboratorio de concretos halla insumos, tales como: ACPM, jabón, lijas y bicarbonato, estos dos elementos últimos se deben usa para retirar el óxido de las herramientas de trabajo, ya que representa un peligro para la salud de estudiantes y profesores.

Conclusiones

Presente en forma exacta el aporte del desarrollo del trabajo en concordancia a la justificación presentada. Describa en forma lógica, los resultados del trabajo, dando respuesta a los objetivos o propósitos planteados. Basado en los datos recolectados, incluído el tratamiento estadístico o cualitativo. En lo posible, relacione tablas y figuras. Recuerde que ésta última hace referencia a las gráficas, fotografías o dibujos que emplee. De igual manera, se muestra en forma concisa los productos y/o resultados y se resaltan las contribuciones del trabajo al contexto local, regional, nacional e internacional, cuando aplique.

Referencias bibliográficas

- CIS-LAB. (s.f.). Materiales y equipos de laboratorios químicos. <https://www.cislab.mx/materiales-equipos-de-laboratorio-quimico/>
- Icontec. (22 de 05 de 2019). NTC 3708:2019. *Concretos. Uso de refrentado no adherido para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=75967>
- Icontec. (27 de 03 de 2019). NTC 110:2019. *Cementos. Cantidad de agua requerida para la consistencia normal de una pasta de cemento hidráulico*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=75782>
- Icontec. (15 de 07 de 2020). NTC 118:2020. *Cementos. Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante aguja de Vicat*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=78873>
- Icontec. (11 de 8 de 2021). NTC 4088:2021 *Cementos. Método para determinar el tiempo de fraguado de morteros de cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat modificado*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=80762>
- Icontec. (9 de 12 de 2021). NTC 1377:2021. *Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=81213>
- Rodríguez, D. C. (s.f.). Normas técnicas colombianas. (NTC). <https://es.calameo.com/read/0015930041ba5a9cbe0e6>

Referencias bibliográficas

- CIS-LAB. (s.f.). Materiales y equipos de laboratorios químicos. <https://www.cislab.mx/materiales-equipos-de-laboratorio-quimico/>
- Icontec. (22 de 05 de 2019). NTC 3708:2019. *Concretos. Uso de refrentado no adherido para la determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=75967>
- Icontec. (27 de 03 de 2019). NTC 110:2019. *Cementos. Cantidad de agua requerida para la consistencia normal de una pasta de cemento hidráulico*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=75782>
- Icontec. (15 de 07 de 2020). NTC 118:2020. *Cementos. Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante aguja de Vicat*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=78873>
- Icontec. (11 de 8 de 2021). NTC 4088:2021 *Cementos. Método para determinar el tiempo de fraguado de morteros de cemento hidráulico mediante el aparato de Vicat modificado*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=80762>
- Icontec. (9 de 12 de 2021). NTC 1377:2021. *Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio*. <https://ecollection-icontec-org.craiustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=81213>
- Rodríguez, D. C. (s.f.). Normas técnicas colombianas. (NTC). <https://es.calameo.com/read/0015930041ba5a9cbe0e6>