

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA OTACC S.A. COMO AUXILIAR
DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE LAS AULAS PARA LA PAZ EN
LA I.E. NORMAL SUPERIOR.**

OSCAR ADOLFO HERNANDEZ CURREA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIRIA FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA OTACC S.A. COMO AUXILIAR
DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE LAS AULAS PARA LA PAZ EN
LA I.E. NORMAL SUPERIOR.**

OSCAR ADOLFO HERNANDEZ CURREA

Trabajo de Grado para optar al título de: Ingeniero Civil

DIRECTOR

ALVARO VIVIESCAS JAIMES

PhD en Ingenieria de la Construcción

TUTOR

CARLOS EDUARDO REYES ARENALES

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIRIA FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios por permitirme culminar este proyecto a pesar de las adversidades, a mi familia: mi padre Angelmiro Hernández G. mi madre Rosa Currea M. mi hermano Ivan Andrés por su confianza, apoyo, amor incondicional, sin ellos hubiese sido imposible alcanzar este logro. A mi novia Alejandra Muñoz por su amor e incondicionalidad. A mis compañeros de estudio, amigos y familiares que me acompañaron y ayudaron de alguna manera en este proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos:

A la Universidad Industrial de Santander por los conocimientos adquiridos a lo largo de este proyecto de vida y por la oportunidad de vivir un proyecto de vida.

A la empresa OTACC S.A. por la oportunidad de realizar el trabajo de grado.

A los ingenieros Carlos Eduardo Reyes, Ricardo Vera Lizarazo, Fernando Celis, por la confianza, apoyo, respaldo y compañerismo que me brindaron durante el desarrollo de la práctica empresarial.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. SEGUIMIENTO DE OBRA	16
2.1 MONITOREO Y CONTROL DEL TRABAJO	16
2.2 SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	17
2.3 TÉCNICAS PARA EL CONTROL DEL TRABAJO	19
3. CALIDAD	21
3.1 CALIDAD DE MATERIALES	22
4. DESCRIPCION DE LA OBRA	23
5. ALCANCE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	25
5.1 ESTADO DE LA OBRA AL INICIO DE LA PRÁCTICA	26
6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	28
7. ANALISIS DEL SEGUIMIENTO DE OBRA	31
7.1 ACTIVIDAD ESTRUCTURAS	34
7.2 ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA	35
7.3 ACTIVIDAD INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y GAS	36
7.4 ACTIVIDAD ENCHAPES	37
7.5 ACTIVIDAD PISOS	38
7.6 ACTIVIDAD CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES	39
7.7 ACTIVIDAD CARPINTERÍA METÁLICA	40
8. ANALISIS DEL CONTROL DE CALIDAD	42
8.1. CONTROL DE LOS MATERIALES	42
8.1.1 Concreto	42

8.1.2. Acero.....	44
8.1.3 Mampostería	45
8.1.4 Pisos y enchapes	45
8.1.5 Estructura metálica	46
8.1.6 Teja Azembla	46
8.2 CONTROL DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS	47
8.2.1. Redes hidrosanitarias y a Gas	47
8.2.2 Instalacion de la cubierta tipo Azembla sobre la estructura metálica.	48
8.2.3 Apuntalamiento pre-vaciado de concreto.....	49
9. RESULTADOS.....	50
9.1 SEGUIMIENTO	50
9.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	53
10. CONCLUSIONES	54
11. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de áreas por bloque.	23
Tabla 2. Espacios de la I.E. NORMAL SUPERIOR.	23
Tabla 3. Discretización del presupuesto de obra fase dos.....	25
Tabla 4. Diferencia porcentual del avance durante el periodo de análisis.	32
Tabla 5. Avance semanal promedio durante el periodo de análisis.	51
Tabla 6. Trazabilidad de concreto dispuesto en obra.	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Metodología del control de calidad	21
Figura 2. I.E. NORMAL SUPERIOR piso 1.	24
Figura 3. Avance vs Programación (línea base).	27
Figura 4. Metodología de medición del avance.....	32
Figura 5 Programación vs ejecución de obra.....	33
Figura 6. Avance de los ítems a analizar.	34
Figura 7. Actividad estructuras.....	35
Figura 8. Actividad mampostería.	36
Figura 9. Actividad instalaciones hidrosanitarias y gas.	37
Figura 10. Actividad enchapes.....	38
Figura 11. Actividad pisos.....	39
Figura 12. Actividad estructuras.....	40
Figura 13. Actividad carpintería metálica.	41
Figura 14. Prueba de asentamiento (slump) en obra.	43
Figura 15. Camisas para muestras de concreto.	44
Figura 16. Ladrillo tipo utilizado.	45
Figura 17. Prueba de presión para el baño piso 1 bloque A.....	48
Figura 18. Apuntalamiento pre-vaciado de concreto.....	49
Figura 19. Avance de ejecución inicio-fin del periodo de análisis.	50

RESUMEN

Título: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA OTACC S.A. COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE LAS AULAS PARA LA PAZ EN LA I.E. NORMAL SUPERIOR*.

Autor: Oscar Adolfo Hernández Currea**

Palabras Claves: Educación, Seguimiento, Calidad, Otacc.

Descripción:

La educación cumple un papel estratégico en el crecimiento y desarrollo económico-social de los países, dado que aporta al progreso de cada una de las personas y de las sociedades en conjunto. Por tal motivo, es necesario tener una infraestructura adecuada para contribuir con educación de calidad.

El gobierno nacional y municipal de Bucaramanga, a través del plan nacional de infraestructura educativa y la secretaría de educación municipal, han puesto en marcha la ejecución de seis proyectos para mejorar la infraestructura para la implementación de la jornada única. La I.E. NORMAL SUPERIOR es una de estas instituciones beneficiadas con una inversión de aproximadamente DIEZ MIL TRESCIENTOS SETENTA MILLONES DE PESOS (10.370.000.000 COP).

El presente trabajo describe el desarrollo de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa OTACC S.A. en la ejecución de la obra I.E. NORMAL SUPERIOR, apoyando el seguimiento, medición de la ejecución de obra; control de calidad de los materiales y procesos constructivos durante la fase dos, la cual comprende la construcción de los espacios educativos, además de la elaboración de los informes periódicos que contribuyan al control de obra realizando actas mensuales, cortes de obra para realizar los pagos a los subcontratistas, informes con la trazabilidad de los certificados de calidad de los materiales utilizados.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director: PhD Álvaro Viviescas Jaimes Tutor: Carlos Reyes Arenales

ABSTRACT

Title: BUSINESS PRACTICE IN THE COMPANY OTACC S.A. AS AN AUXILIARY OF ENGINEERING IN THE CONSTRUCTION OF THE CLASSROOMS FOR PEACE IN THE I.E. NORMAL SUPERIOR*.

Author: Oscar Adolfo Hernández Currea**

Keywords: Education, Monitoring, Quality, Otacc.

Description:

Education plays a strategic role in the economic and social growth and development of countries, given that it contributes to the progress of each person and society as a whole. For this reason, it is necessary to have an adequate infrastructure to contribute with quality education.

The national and municipal government of Bucaramanga, through the national educational infrastructure plan and the municipal education secretariat, have started the implementation of six projects to improve the infrastructure for the implementation of the single day. The I.E. NORMAL SUPERIOR is one of these institutions benefited with an investment of approximately TEN THOUSAND THREE HUNDRED SEVENTY MILLION PESOS (10,370,000,000 COP).

The present work describes the development of the business practice as an engineering assistant in the company OTACC S.A. in the execution of the work I.E. NORMAL SUPERIOR, supporting the follow-up, measurement of the work execution; quality control of materials and construction processes during phase two, which includes the construction of educational spaces, in addition to the preparation of periodic reports that contribute to the control of work by making monthly records, work cuts to make payments to the subcontractors, reports with the traceability of the quality certificates of the materials used.

* Project of grade

** Engineering Physical Mechanical School of Engineering Civil Director: PhD Álvaro Viviescas Jaimes Tutor: Carlos Reyes Arenales

INTRODUCCIÓN

La educación de calidad en Bucaramanga se ha visto afectada debido a la falta de infraestructura por el deterioro e insuficiencia de las mismas, esta es una de las razones por la cual no se ha implementado la jornada única nacional¹, que busca mejorar la educación en el país.

La administración municipal en conjunto con el ministerio de educación a través del plan nacional de infraestructura educativa (PNIE) busca la construcción de nuevas aulas y modernizar la infraestructura educativa, el Colegio Normal Superior Sede A ha sido uno de los seis colegios beneficiados con esta iniciativa en la ciudad.

La obra del colegio Normal Superior es considerada una de la más grande a nivel nacional, dado la inversión (\$10.317.000 COP) y proyección (43 aulas nuevas mejoradas y 4 aulas especializadas)², teniendo en cuenta la magnitud y necesidad del proyecto se fijó un plazo de 365 días por parte del fondo de financiamiento infraestructura educativa (FFIE), para ejecutar la fase 2 del proyecto; Por lo anterior surge la necesidad de realizar el apoyo para el seguimiento y medición de la ejecución de la obra, garantizando que se tenga información acerca del avance y estado de obra.

El compromiso del contratista (OTACC) ante el FFIE es garantizar la calidad de la obra por 5 años, lo cual exige que se realicen políticas de control de calidad en los materiales y procesos constructivos, así como se realizaron en el proceso de diseño realizado por la empresa contratante, para lo anterior se desarrollara una metodología de control basada en la observación y medición que permita verificar

¹PINEDA, J. L. *Bucaramanga tiene un déficit de 714 aulas escolares*. 25 de Marzo de 2018

²MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL Decreto 2105 (14 de Diciembre de 2017).

si el avance de ejecución corresponde a lo programado y el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

El presente trabajo describirá el seguimiento y medición de la ejecución de la obra para apoyar la elaboración de los cortes de pago a los subcontratistas y las actas mensuales de obra, además del control de calidad de los materiales, requerimientos técnicos-normativos ejecutados en el proceso constructivo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica empresarial como auxiliar de Ingeniería en la construcción de las aulas de paz de la I.E. Normal Superior de Bucaramanga con la Organización Técnica Asesores Consultores Constructores OTACC S.A.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el seguimiento y medición de la ejecución de la obra, para elaborar los cortes de pago a los subcontratistas y las actas mensuales de obra.
- Apoyar el control de calidad de los materiales durante la ejecución de la obra, verificando el cumplimiento de los requerimientos técnicos y normativos, así como la calidad del proceso constructivo.
- Elaborar informes periódicos con el análisis e interpretación de los resultados de los ensayos de calidad de los materiales y el avance en la ejecución de la obra, para la liberación interna de obra.

1.

2. SEGUIMIENTO DE OBRA

En el desarrollo de la ejecución de un proyecto y obra de construcción es necesario tener información del avance de obra para controlar el cronograma de obra, recepción de materiales y si se requiere re plantear la metodología de trabajo para cumplir con las metas establecidas (entrega de obra).

2.1 MONITOREO Y CONTROL DEL TRABAJO

Monitorear y controlar el trabajo del proyecto es el proceso de dar seguimiento, revisar e informar el avance a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que permite a los interesados comprender el estado actual del proyecto, las medidas adoptadas y las proyecciones del presupuesto, el cronograma y el alcance.³

A continuación, se presenta la metodología de trabajo para realizar el monitoreo y control del trabajo desarrollado durante la ejecución de un proyecto⁴:

- Monitoreo de actividades

Comprende el progreso de cada actividad, teniendo en cuenta el avance en un periodo de tiempo determinado. La información debe llegar de manera continua para

³ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Pensilvania: Project Management Institute, Inc. 2013

⁴CERVANTES, A. J. Control y monitoreo de obra.

que el gerente del proyecto o encargado del control de obra determine si el estado actual es el indicado o se tomen acciones correctivas.

El procedimiento o técnica de monitoreo debe ser eficiente y entendible, para que se realicen informes y comparaciones rápidamente sin ningún tipo de duda para evitar mal interpretación de la información.

- Comparación del progreso con las metas establecidas

Se debe realizar una comparación del progreso (avance) respecto a la programación de obra (cronograma), la diferencia de tiempos evidenciará la holgura o retraso en cada actividad, esta información permitirá al gerente de obra: determinar las actividades críticas y determinar bajo rendimiento en las actividades implicadas.

- Implementación de acciones correctivas o preventivas

La persona encargada (gerente de obra) debe tomar la decisión necesaria para corregir o prever cambios en el cronograma y plan de obra. Normalmente se encuentran las siguientes soluciones para reorganizar el plan de obra: introducción de más recursos y nueva programación de actividades.

2.2 SISTEMAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

Existen diversas formas de realizar seguimiento y control en una obra de construcción, pero se pueden caracterizar en dos grupos: sistema formal e informal, el primero de ellos se basa en realizar informes en función del costo y del avance;

el sistema informal es el que se desarrolla durante los recorridos de obra, reuniones, entrevistas con el personal operativo.⁵

Los sistemas mencionados anteriormente suelen tener limitaciones que no permiten realizar el seguimiento y control de manera efectiva, a continuación se listan algunas de ellas:

- Sistema formal

Cuando se utiliza un sistema formal en función del control de costos, principalmente se encuentran estas limitaciones:

1. No muestran deficiencias o ausencia de planes, programas, instrucciones, materiales, herramientas, equipos o espacio de trabajo adecuado.
2. La información que entregan puede ser distorsionada con el objeto de ocultar errores y presentar buenas noticias a la administración superior.
3. No establecen claramente las responsabilidades individuales por cumplimiento correcto o incorrecto.
4. No indican efecto de las actividades de apoyo.
5. Enfatizan la atención sobre ciertos ítems que sobrepasan el presupuesto, olvidando que aquellos que están bien, pueden ofrecer grandes posibilidades de ahorro.

- Sistema informal

El uso de un sistema informal puede ser inexacto debido a la intervención de diferentes agentes en el proceso de comunicación (administrador de obra, jefe de

⁵SERPELL B., A. Administración de operaciones de construcción. Alfaomega.

la obra, líder de la cuadrilla, etc.); principalmente se encuentran las siguientes limitaciones:

1. Distorsión de la información para ocultar información negativa (errores) o para dar buenas noticias a las directivas (superiores).
2. Jerarquía vertical que no permiten un canal de comunicación adecuado.
3. Desinterés por parte de la jerarquía para atender la comunicación de sus sub alternos.

2.3 TÉCNICAS PARA EL CONTROL DEL TRABAJO

Se debe tener un correcto control para el buen desarrollo del plan de proyecto, las técnicas de control permiten corregir errores, retraso de actividades, mala coordinación, etc. A continuación, se presentan técnicas de control de avance [4]

- Control reactivo

Establece la implementación de metas, realización de las actividades, recolección de la información de avance, implementación de acciones para cumplir lo más cercano a lo inicialmente planeado.

Esta técnica se centra en la información, debido a esto la manera en la que se registra debe ser adecuada para evitar que se tomen decisiones erróneas debido a una mala información.

- Control proactivo

Consiste en controlar las metas establecidas independientemente con un grado de aceptación que, en su caso, puedan ser cambiadas si se requiere anticipadamente para evitar futuros problemas.

Cuando se detectan problemas, se realizan ajustes teniendo en cuenta que no generen problemas. Por consiguiente, el control proactivo se aplica antes de que cualquier actividad sea realizada y va en relación al trabajo y la productividad.

- Control físico y financiero

Se refiere a la relación de la ejecución de las actividades con su costo directo, es necesario controlar el presupuesto de cada actividad para evitar rebasar el mismo, a continuación se presentan algunas recomendaciones de control:

- Generador de cantidades de materiales.
- Corte periódico para determinar consumo real vs consumo esperado.
- Relación de insumos

3. CALIDAD

Controlar la Calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. [3]

Los beneficios clave de este proceso incluyen:

2. Identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto y recomendar y/o implementar acciones para eliminarlas.
3. Validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final.

La metodología para el control de calidad, entradas, herramientas, técnicas y salidas de este proceso se muestran en la “figura 1”.

Figura 1. Metodología del control de calidad



El control de calidad debe tener claro los parámetros de aceptación del producto, proceso o servicio, a continuación se introduce el concepto de nivel de calidad

el cual es el criterio de aceptación o rechazo, con el cual se medirán las características cualitativas y cuantitativas que deben satisfacer los materiales o procesos constructivos. Si no está definido claramente en el proyecto, deben fijarse parámetros de común acuerdo entre las partes.⁶

3.1 CALIDAD DE MATERIALES

Para asegurarse que los materiales utilizados en la obra sean de la calidad específica, deben realizarse los ensayos correspondientes sobre muestras representativas de los materiales de la construcción. [7]

⁶ELIZONDO, E. M. (2001). *GESTION EN LA CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN*. MEXICO D.F.

4. DESCRIPCION DE LA OBRA

La obra Colegio NORMAL SUPERIOR sede A se encuentra ubicada en el sector de la comuna 13 oriental, barrio la aurora de la ciudad de Bucaramanga (SANTANDER); el proyecto comprende la construcción de 43 aulas básica-media, 4 aulas polivalentes (laboratorios), 1 restaurante (cocina) y comedor, que se distribuyen en cuatro bloques, cada uno compuesto de dos módulos estructurales. El área a construir es de 6.254 m^2 la cual se discretiza en la tabla 1.

Tabla 1. Distribución de áreas por bloque.

TOTAL AREAS I.E NORMAL SUPERIOR	
ITEM	ÁREA [M2]
TOTAL ÁREA BLOQUE A	1632.76
TOTAL ÁREA BLOQUE B	1345.32
TOTAL ÁREA BLOQUE C	1681.63
TOTAL ÁREA BLOQUE D	1594.43
TOTAL ÁREAS NORMAL	6254.14

Los bloques A, B y C, contemplan aulas, pasillos de circulación y baños, el bloque D contempla: 1 aula básica-media, 4 aulas polivalentes, cocina, comedor, pasillos de circulación y baños. La anterior caracterización de espacios se distribuye dentro del área a construir de la siguiente manera, ver tabla 2:

Tabla 2. Espacios de la I.E. NORMAL SUPERIOR.

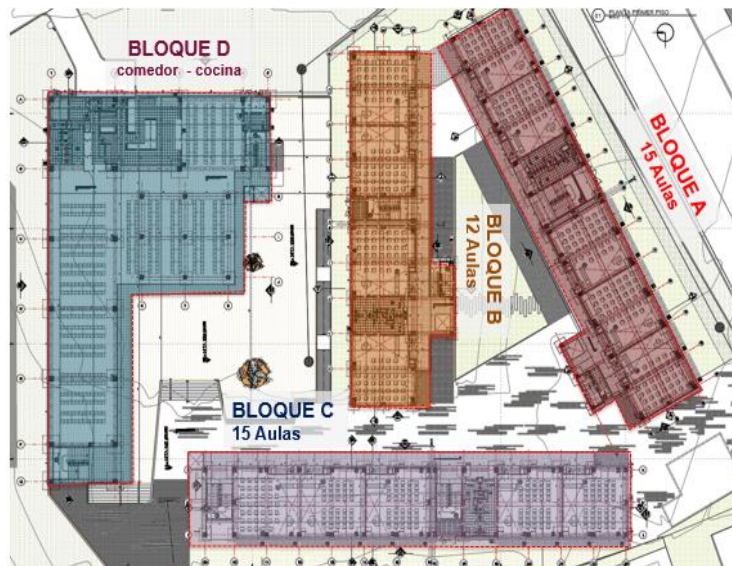
TOTAL AREAS I.E NORMAL SUPERIOR	
ITEM	ÁREA [M2]
AULAS	2853.76
BAÑOS	254.31
BAÑOS DISCAPACITADOS	30.74
ZONA DE SERVICIOS	139.83

TOTAL AREAS I.E NORMAL SUPERIOR	
ITEM	ÁREA [M2]
CIRCULACION	1457.69
MUROS Y ESTRUCTURA	447.65
COMEDOR	586.96
COCINA	115.77
LABORATORIO	92.52
TALLER	242.22
AULA TECNOLÓGICA	100.1

Los bloques A, B, C se construyen de tres pisos, el bloque D se construye de dos pisos. En la figura 2 se muestra el plano planta urbana piso 1 de la obra, en el cual se observa la localización de cada bloque:

- Norte: Bloque D
- Occidente: Bloque C
- Centro: Bloque B
- Sur: Bloque A

Figura 2. I.E. NORMAL SUPERIOR piso 1.



5. ALCANCE DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

El proyecto I.E. NORMAL SUPERIOR se desarrolló en tres fases: fase uno (1) que corresponde a la etapa de permisos, diseños, demolición; fase dos (2) que comprende la etapa constructiva y la fase tres (3) denominada “obras complementarias” la cual garantiza la puesta en marcha del colegio (conexión de servicios públicos, accesibilidad, etc.).

El desarrollo de la práctica empresarial se dio durante la fase dos (2), por lo cual el análisis y resultados presentados en este informe harán referencia a las actividades ejecutadas en la misma. El periodo de seguimiento y trabajo corresponde a los meses: septiembre a diciembre.

En la tabla 3 se presenta la distribución de porcentajes asignados a cada hito dentro del presupuesto de la obra en la fase dos (2):

Tabla 3. Discretización del presupuesto de obra fase dos.

HITO	% Peso
Preliminares	10.00%
Cimentación	8.82%
Estructuras	38.22%
Mamposterías	1.47%
Prefabricados y elementos no estructurales en concreto	0.49%
Instalaciones hidrosanitarias y gas	3.36%
Instalaciones eléctricas, telefónicas y comunicaciones	4.64%
Pañetes	1.18%
Enchapes	2.35%
Pisos	3.76%
Cubiertas e impermeabilizaciones	1.18%
Carpintería metálica	9.64%

HITO	% Peso
Carpintería de madera	1.60%
Cielorrasos y divisiones	0.94%
Aparatos sanitarios y accesorios	0.94%
Pintura	0.94%
Cerraduras, vidrios y espejos	0.94%
Obras exteriores	4.94%
Aseo y varios	4.56%
TOTAL	100%

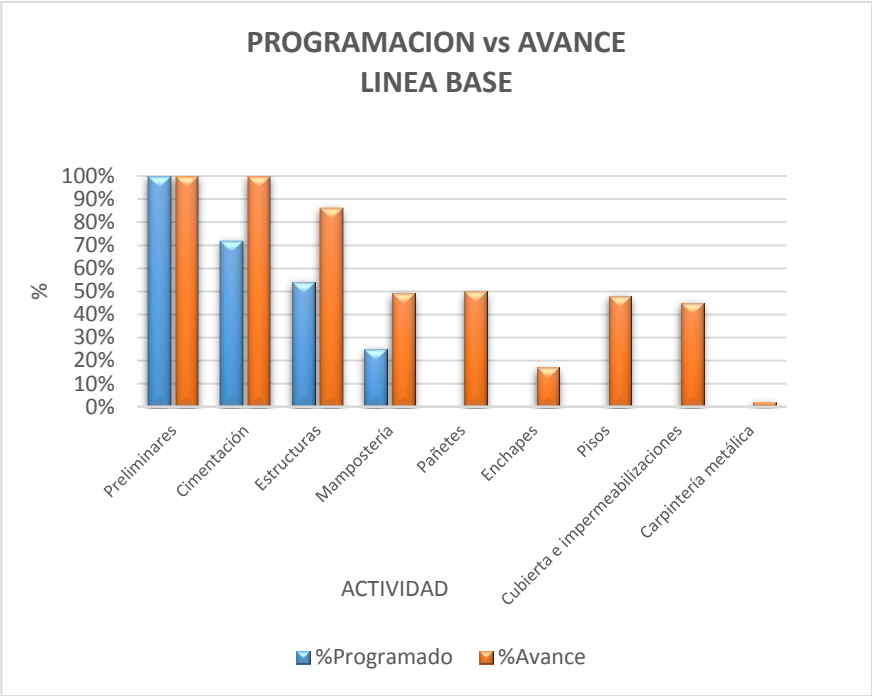
5.1 ESTADO DE LA OBRA AL INICIO DE LA PRÁCTICA

El día 06 de septiembre de 2018, se dio el inicio de la práctica empresarial, en dicha fecha se registró un avance de obra acumulado del 55.75% (línea base), frente a un programado del 37.7%, se habían ejecutado las siguientes actividades: Preliminares (100%), Cimentación (100%), Estructuras (86%), Mamposterías (49%), Pañetes (50%), Enchapés (17%), Pisos (48%), Cubiertas e impermeabilizaciones (45%) y Carpintería metálica (2%).

Desde el inicio de la obra se habían realizado tareas en nueve (9) ítems de diecinueve (19) previstos, teniendo en cuenta que los ítems en los que se habían realizado trabajos comprenden el 76.62% del consolidado (presupuesto de obra).

En la figura 3 se observa el avance y programación de los respectivos hitos que se adelantaron hasta la fecha (06/09/18). La obra se inició el 19 de febrero de 2018, por lo tanto, en dicha fecha se habían adelantado trabajos durante 29 semanas. Durante este periodo no se registraron retrasos de obra.

Figura 3. Avance vs Programación (línea base).



6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

La práctica empresarial se desarrolló teniendo en cuenta dos líneas:

- 1) Seguimiento-medición del avance de obra.
- 2) Control de calidad de la obra.

Por tal motivo durante el proceso de post vinculación a la empresa OTACC S.A. y presentación de la obra se revisó el material referente a diseños: estructurales, arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos; cronograma de actividades, plan de control de calidad y especificaciones técnicas; lo anterior con el objeto de conocer el estado y avance de la obra.

A continuación, se profundiza en cada una de las actividades realizadas durante la práctica empresarial.

- **Cantidades de obra**

Las cantidades de obra se extrajeron de los respectivos diseños, caracterizando la unidad de medida y tipología, esta actividad se realizó con el propósito de cuantificar los pedidos de materiales requeridos en la ejecución de la obra y conformar las cantidades de los subcontratos de obra para los respectivos hitos.

Las cantidades de los materiales tales como: mampostería, pisos y enchapes, tubería hidrosanitaria, cubiertas, canales, aparatos sanitarios; fueron listadas en hojas de cálculo (EXCEL). Las cantidades de concreto se analizaban periódicamente según las vaciadas programadas. Las cantidades de acero se realizaron a través de las cartillas generadas en el software DL-NET de la ferretería ALDIA.

- **Seguimiento-medición de obra**

En cada actividad desarrollada (hito) se realizó la medición del avance semanal, para determinar el estado de ejecución y avance de obra frente a la programación (cronograma de obra).

- **Supervisión de obra**

Los procesos constructivos desarrollados fueron supervisados dando conformidad a los diseños propuestos, especificaciones técnicas y recomendaciones por parte de la interventoría, a su vez se revisó los materiales empleados en estos procesos para garantizar que cumplieran con los estándares de calidad requeridos para el proyecto.

- **Elaboración de subcontratos**

Se realizaron subcontratos de obra para las siguientes actividades: mampostería, instalaciones hidrosanitarias y gas, cubiertas, pañetes, enchapes y pisos, carpintería metálica, cielorrasos y divisiones, impermeabilizaciones. La elaboración consistió en conformar el cuadro de precios teniendo en cuenta las cantidades de obra y APU determinados por OTACC S.A.

- **Cortes de obra**

Se realizaron los respectivos cortes de obra a los subcontratistas en cada uno de los ítems sub contratados, realizando la medición del avance en cada actividad para el periodo de corte, teniendo en cuenta las cantidades ejecutadas, acumuladas y pendientes; lo anterior con el propósito de generar las actas de pago.

- **Informe mensual**

Se realizaron informes mensuales de obra dirigidos a la interventoría que contienen: información del proyecto, información del personal de obra y equipos (horas de trabajo mensual y acumuladas), la descripción de las actividades realizadas, el avance de obra en cada hito, avance de obra total y registro fotográfico de las actividades ejecutadas durante el periodo.

- **Informe FH-41**

Se realizaron informes internos que contienen las fechas de ejecución (inicio-fin) de los hitos en cada bloque construido al interior de la obra, este informe permite al contratista diligenciar el cobro de cada hito ante el FFIE.

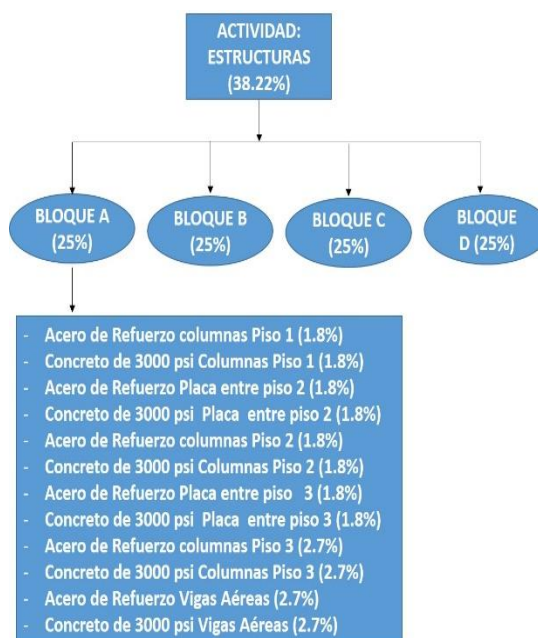
7. ANALISIS DEL SEGUIMIENTO DE OBRA.

El seguimiento y medición de la ejecución de las actividades realizadas en la obra se realizaron cada semana, el cierre se ejecutó el día sábado conformando un consolidado semanal, el cual permitió realizar los informes mensuales y conocer el estado de avance de la obra. El seguimiento y medición de la ejecución de obra se realizó a todos los ítems que comprenden el proyecto.

La medición y seguimiento de obra permitió conocer el comportamiento o desarrollo de la ejecución (avance) respecto a la programación de obra. Para la medición del avance se utilizó la metodología de facturación interna prevista por la empresa, en la cual los ítems se subdividen según la cantidad de estructuras (4 bloques) y cada bloque se sub divide en actividades que lo comprenden, asignando un porcentaje específico a cada sub actividad.

En la figura 4 se presenta un ejemplo con la actividad estructuras, en la cual se desglosa la actividad en las edificaciones y a su vez se sub divide en las actividades de armado de refuerzo, vaciado de concreto para los grupos de elementos que componen la edificación.

Figura 4. Metodología de medición del avance.



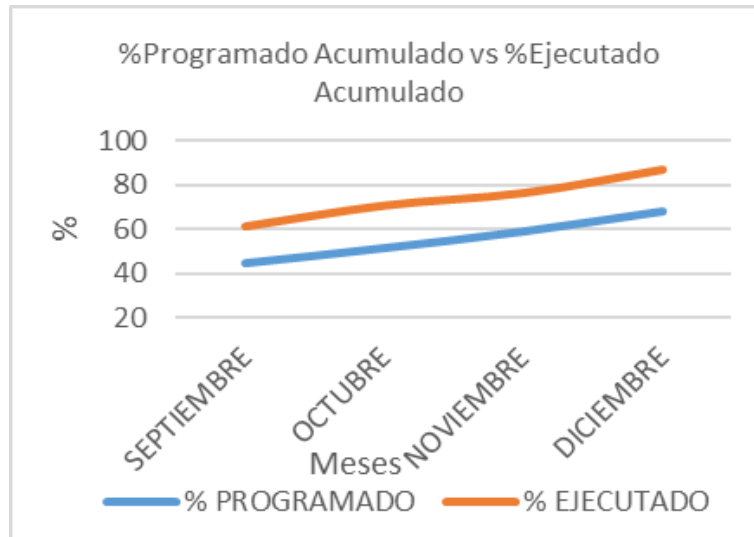
En la tabla 4 se presenta el comportamiento mensual durante el periodo de análisis (diferencia porcentual de cada mes).

Tabla 4. Diferencia porcentual del avance durante el periodo de análisis.

MES	% PROGRAMADO	% EJECUTADO	% DIFERENCIA
SEPTIEMBRE	44.50	61.12	16.62
OCTUBRE	51.40	70.74	19.34
NOVIEMBRE	59.00	76.48	17.48
DICIEMBRE	68.10	87.20	19.1

Aunque la información anterior refleja la diferencia porcentual mensual del avance vs programación, no permite observar el comportamiento o tendencia a lo largo del periodo de análisis, en la figura 5 se evidencia el comportamiento del avance y programación durante el periodo descrito.

Figura 5 Programación vs ejecución de obra.



Durante el periodo septiembre a octubre se logró un comportamiento óptimo de avance de obra, dado que la diferencia porcentual aumento, este comportamiento se dio porque en este periodo se logró ejecutar al 100% las actividades: preliminares, cimentación, estructuras las cuales comprenden el 57.04% del presupuesto de obra. El rendimiento y por lo tanto avance disminuye a partir del mes de Noviembre dado el valor o magnitud que tienen las actividades realizadas frente al presupuesto de obra.

Adicionalmente en este periodo se redujo el personal de obra y por lo tanto las actividades desarrolladas no se ejecutaron con la misma eficacia (rendimiento).

A continuación se presenta el análisis del seguimiento de los siguientes ítems, los cuales comprenden el 59.98% del presupuesto total de obra:

- Estructuras.
- Mamposterías.
- Instalaciones hidrosanitarias y gas.
- Enchapes.
- Pisos.

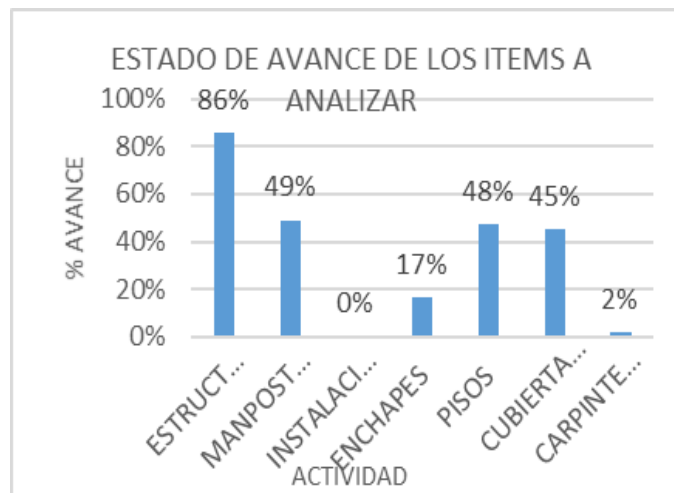
- Cubiertas e impermeabilizaciones.
- Carpintería metálica.

Los criterios de selección para mostrar el seguimiento a las actividades mencionadas anteriormente fueron los siguientes:

- Porcentaje (valor) en el presupuesto de obra.
- Cronograma de obra.
- Traslazo de actividades.
- Cantidad de materiales a utilizar.

En la figura 6 se observa el estado de avance de las actividades mencionadas anteriormente al inicio del periodo de estudio.

Figura 6. Avance de los ítems a analizar.



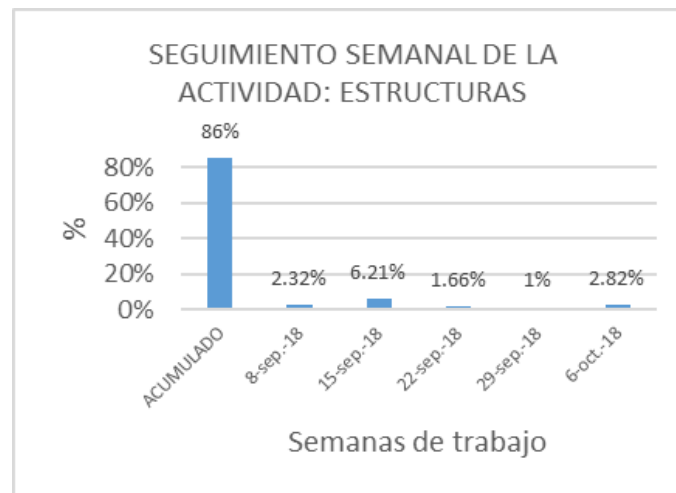
7.1 ACTIVIDAD ESTRUCTURAS

La actividad Estructuras fue objeto de medición y seguimiento durante cinco (5) semanas, en las cuales se alcanzó el 100% de avance. Esta actividad es la de

mayor valor con 38.22% del total, comprendía el armado y amarre del refuerzo (longitudinal, transversal y suplementario), encofrado de los elementos y vaciado de concreto de los respectivos elementos (columnas, vigas y placas de entrepiso) según especificaciones técnicas y diseño estructural.

En la figura 5 se muestra el comportamiento de la actividad estructuras, se evidencia que la mejor semana fue la del 15 de septiembre ya que obtuvo un avance del 6.21%, frente a la peor semana: 29 de septiembre con un avance del 1

Figura 7. Actividad estructuras



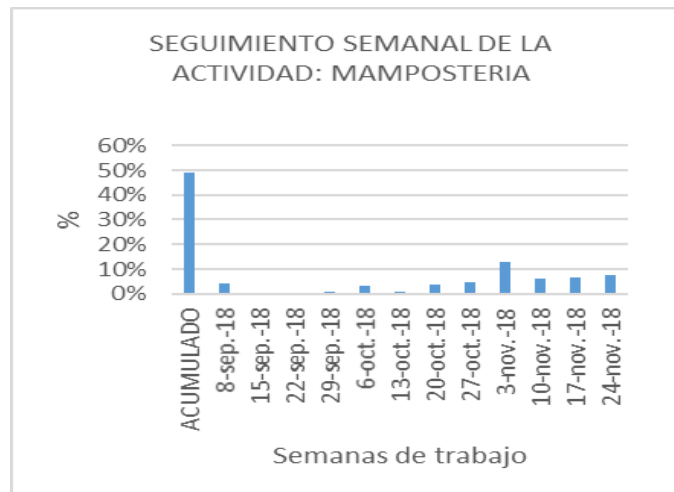
7.2 ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA

La actividad Mampostería fue objeto de medición y seguimiento durante doce (12) semanas, en las cuales se alcanzó el 100% de avance. Esta actividad tiene un valor de 1.47% del total del presupuesto de obra, requirió la instalación de 40004.36 m^2 de mampostería.

La actividad comprendía la instalación de unidades de mampostería, realizando un segundo criterio de selección in situ, dosificación del mortero de pega, llenado de

dovelas e instalación del anclaje según el diseño estructural y las especificaciones técnicas, posterior lavado y aplicación del hidrófugo.

Figura 8. Actividad mampostería.



7.3 ACTIVIDAD INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y GAS

La actividad instalaciones hidrosanitarias y gas fue objeto de medición y seguimiento durante diecisiete (17) semanas, en las cuales se alcanzó el 79.7% de avance. Esta actividad tiene un valor de 3.36% del total del presupuesto de obra.

La actividad comprendía la instalación de las redes y accesorios sanitarios, hidráulicos, contra incendio y a gas. Durante el periodo 27/10/18 – 17/11/18 no se realizaron actividades.

Figura 9. Actividad instalaciones hidrosanitarias y gas.

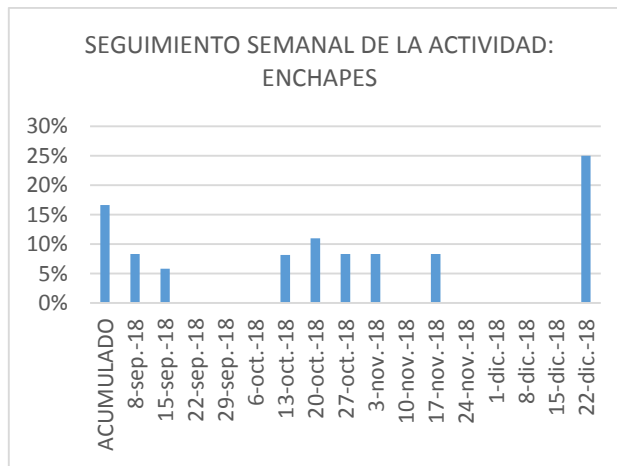


7.4 ACTIVIDAD ENCHAPES

La actividad enchapes fue objeto de medición y seguimiento durante quince (15) semanas, en las cuales se alcanzó el 100% de avance. Esta actividad tiene un valor de 2.35% del total del presupuesto de obra, requirió la instalación de 424 m^2 de enchape.

La actividad comprendía la instalación de los enchapes de piso y pared de los baños y cocina, verificación de niveles, dosificación del pegante y brechado del mismo.

Figura 10. Actividad enchapes.



Los periodos que no registran actividades se dan por el traslazo de actividades, los cuales no permitían ejecución en esta actividad.

7.5 ACTIVIDAD PISOS

La actividad pisos fue objeto de medición y seguimiento durante quince (15) semanas, en las cuales se alcanzó el 100% de avance. Esta actividad tiene un valor de 3.76% del total del presupuesto de obra, requirió la instalación de 5345 m^2 de pisos.

La actividad comprendía la instalación de los pisos de los pasillos de circulación, aulas y escaleras, verificación de niveles, dosificación del pegante y brechado del mismo.

Figura 11. Actividad pisos.

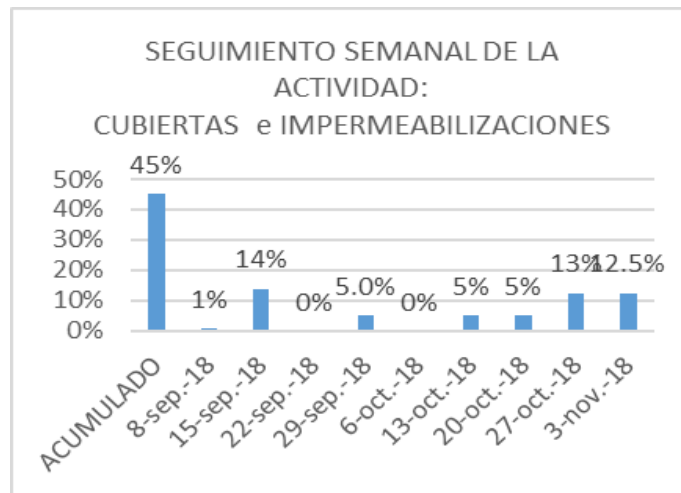


7.6 ACTIVIDAD CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES

La actividad cubiertas e impermeabilizaciones fue objeto de medición y seguimiento durante nueve (9) semanas, en las cuales se alcanzó el 100% de avance. Esta actividad tiene un valor de 1.18% del total del presupuesto de obra, requirió la instalación de 2500 m^2 de cubierta.

La actividad comprendía la instalación de la cubierta teja tipo Azembla en los cuatro bloques, instalación de soportes (tornillos), flanches perimetrales y canales en pvc.

Figura 12. Actividad estructuras.



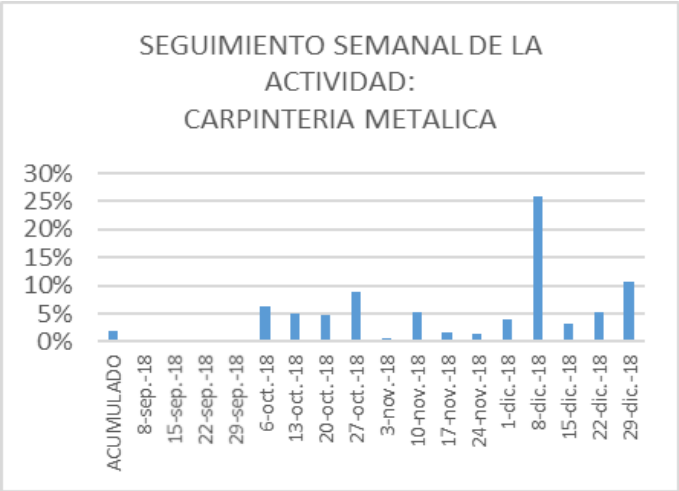
7.7 ACTIVIDAD CARPINTERÍA METÁLICA

La actividad carpintería metálica fue objeto de medición y seguimiento durante catorce (14) semanas, en las cuales se alcanzó el 66% de avance. Esta actividad tiene un valor de 9.64% del total del presupuesto de obra.

La actividad comprendía la instalación de las puertas, rejas, ventanas, barandas de seguridad y pasamanos en los cuatro bloques.

El avance semanal aumento a partir de la semana del 6/10/18 debido a que en esta fecha se liberaron los bloques C y D en la tarea: resanes de estructura.

Figura 13. Actividad carpintería metálica.



8. ANALISIS DEL CONTROL DE CALIDAD.

Los procesos constructivos realizados al interior de la obra, al igual que los materiales utilizados en estos fueron objeto de control y supervisión, dado la tipología de las estructuras (pórticos de concreto armado) y disposiciones arquitectónicas (ladrillo a la vista) se realizó énfasis en monitorear los siguientes materiales y procesos constructivos:

8.1. CONTROL DE LOS MATERIALES

8.1.1 Concreto El concreto dispuesto en obra fue objeto de registro, análisis y seguimiento (trazabilidad) para garantizar que los elementos (vigas, columnas, placas) cumplieran la resistencia de diseño en los tiempos requeridos. La metodología de seguimiento y control fue la siguiente:

1. Recepción del mixer, registro de la información: fecha, número de mixer, cantidad [m³], resistencia [psi], horario (salida planta, llegada a obra, al terminar), sector de aplicación – elemento, resultado de asentamiento [in], autobomba (SI/NO), referencia cilindros muestra y empresa proveedora.
2. Realización de la prueba de asentamiento del concreto (slump) a cada mixer recepcionado en obra y verificar que todas las muestras cumplan con el rango ± 1 ", se tiene en cuenta los parámetros de la NTC 396 para realizar la prueba, adicionalmente se designa a una sola persona para que sea la encargada de realizar el proceso.

Figura 14. Prueba de asentamiento (slump) en obra.



3. Se realiza la toma de muestra para realizar la prueba de resistencia a la compresión en el laboratorio (Contecon Urbar). La toma de muestra depende de la cantidad de concreto a vaciar en obra según lo especifica la norma NSR-10 título C.5.6.2 (frecuencia de los ensayos).
4. La elaboración de las muestras consiste en elaborar seis probetas cilíndricas (6"x12"), las cuales siguen un proceso de curado como lo indica la norma NSR-10 título C.

Figura 15. Camisas para muestras de concreto.



5. Se diligencia la relación de muestras para enviar al laboratorio, en este formato se especifica las fechas de rotura, las cuales son al día 7 y 28, dejando dos testigos por si no se alcanza la resistencia de diseño para fallarlos a los 56 días.
6. Se realiza entrega de resultados a la interventoría para garantizar el estado de la resistencia a la compresión, se tiene un control interno con la trazabilidad de las muestras tomadas en obra y los resultados de ellas.

8.1.2. Acero El acero dispuesto en obra fue objeto de seguimiento y control a través los certificados de calidad, los cuales se recepcionaron con los pedidos realizados en obra (cartillas de acero). Los resultados de los ensayos que se verifican en la trazabilidad entregada por el proveedor son: fluencia (MPa), resistencia a la tracción.

El material fue dispuesto en un patio de acero, conformado por estibas de madera y recubierto por plásticos para evitar el contacto con el agua lluvia y afectaciones por el ambiente.

8.1.3 Mampostería La mampostería utilizada en obra fue provista por la ladrillera Maguncia, se utilizó un formato no estructural (muros divisorios) de cavidad vertical, con dimensiones 11 x 9 x 21 [cm], ver figura 16.

Figura 16. Ladrillo tipo utilizado.



La metodología de seguimiento y control fue la siguiente:

1. Recepción de las estibas en obra, conteo y verificación de las cantidades registradas en la remisión.
2. Selección de las unidades en tres grupos: ladrillo de dos caras, una cara y malo.
3. Disposición en los lugares de instalación según su caracterización o tipología.

Se realizaron pruebas de absorción total y se verificó que los certificados de calidad cumplieran con los requisitos de la norma NTC 4017.

8.1.4 Pisos y enchapes En la instalación de los pisos: aulas, pasillos de circulación y escaleras se utilizaron los siguientes materiales (tablón):

- Alfagres Sahara liso
- Escalgres Sahara
- Listón Sahara

Los pisos para espacios cubiertos se pegaron con pegante Alfalisto, los pasillos de circulación y escaleras se pegaron con pegante Ceresit.

En la instalación de los enchapes: pisos, pared de baños y cocina se utilizaron los siguientes materiales (tablón):

- Jaya blanco
- Marmolizado

El pegante utilizado fue Sika enchape blanco.

El monitoreo y control de esta actividad se centró en el proceso constructivo, verificando la correcta dosificación de los pegantes, uniformidad de brechas y correcta distribución (modulación de pisos y enchapes).

8.1.5 Estructura metálica Se utilizaron perfiles metálicos tipo C para conformar la estructura que soporta la cubierta (teja tipo azembla) en cada bloque al interior de la obra, se verifico que cada perfil cumpliera con la inspección visual (VT) con líquidos penetrantes en las uniones soldadas.

8.1.6 Teja Azembla La teja utilizada en la cubierta de los bloques fue tipo azembla trapezoidal, se verifico que la teja que llego a obra cumpliera con las dimensiones requeridas en el pedido y que su apariencia-estado fuera óptimo para su instalacion, adicionalmente se verifico que el certificado de calidad cumpliera con las especificaciones técnicas, entre ellas: control acústico, térmico.

8.2 CONTROL DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Los procesos constructivos que fueron objeto de control de calidad son los que requerían aprobación por medio de pruebas (ensayos) o conceptos favorables por parte de la interventoría, entre estos se encuentran:

8.2.1. Redes hidrosanitarias y a Gas La instalación de las redes sanitarias, hidráulicas, contra incendio y a gas requieren la realización de pruebas (ensayos) para dar conformidad a la puesta en marcha de las mismas. Durante la ejecución de la obra se hizo énfasis en lo siguiente:

1) Prueba de estanqueidad:

Las redes sanitarias (aguas negras) incluida la ventilación de las mismas, ubicadas en los baños y cocina fueron objeto de verificación utilizando la metodología que indica la NTC 1500 (código de fontanería):

- Taponamiento de las secciones a analizar.
- Liberación del punto más alto en la sección a analizar.
- Llenado con agua hasta el rebose de la sección a analizar.
- Verificación del nivel para determinar fugas en las redes o accesorios.

2) Prueba de presión hidráulica

Las redes hidráulicas y de contra incendio fueron objeto de análisis, se realizó la prueba de presión para verificar que las redes no tuvieran fugas en los tramos de tubería o en la conexión de sus accesorios, adicionalmente en la red contra incendio, dado la presión de diseño se realizaron atraques de concreto en cada cambio de dirección para evitar que la presión de prueba dañara la red.

Figura 17. Prueba de presión para el baño piso 1 bloque A



3) Prueba de hermeticidad:

Las redes de gas natural dispuestas en el restaurante (cocina) y el laboratorio ubicados en el bloque D módulo 1, fueron objeto de análisis siguiendo la metodología de la NTC 2505 (ensayo de hermeticidad):

- Taponamiento de la red a analizar.
- Apertura de las válvulas de regulación presentes en la red.
- Verificación de la presión según los requerimientos de la red.

Para la red de análisis se utilizó una presión de ensayo (60 psi) y se realizó el ensayo durante 1 hora.

8.2.2 Instalacion de la cubierta tipo Azembla sobre la estructura metálica. Se realizó la instalacion de la cubierta con teja tipo Azembla sobre la estructura metálica, se hizo énfasis en el traslapo longitudinal y transversal, tornillería utilizado para fijar las unidades a la estructura (fijación) y tornillería para fijar el ala de la teja, correcto proceso de instalacion siguiendo las normas de seguridad y recomendaciones por parte del proveedor para evitar alteraciones en la geometría de la teja.

8.2.3 Apuntalamiento pre-vaciado de concreto. Se realizó la supervisión de obra en el proceso de encofrado e instalación de la formaleta en los elementos estructurales a vaciar de concreto, garantizando la estabilidad del entarimado y seguridad de los trabajadores y elementos para evitar afectaciones por efecto del empuje del concreto: abertura de bandas, desalineo de ejes, etc.

Figura 18. Apuntalamiento pre-vaciado de concreto.



9. RESULTADOS

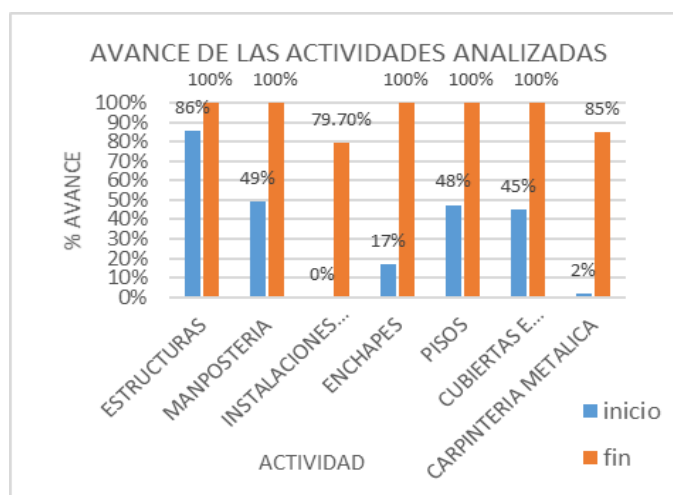
Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la práctica empresarial se presentan a continuación:

9.1 SEGUIMIENTO

Los resultados finales en el ámbito de seguimiento y medición de la ejecución de obra (avance) se presentan a continuación.

En la figura 18 se resumen los porcentajes de avance iniciales (línea base) y los resultados finales del periodo de análisis, en cada ítem analizado respectivamente.

Figura 19. Avance de ejecución inicio-fin del periodo de análisis.



En la tabla 5 se presenta la diferencia porcentual de las actividades analizadas, la duración de la actividad durante el periodo de análisis y el porcentaje de avance por semana promedio.

Tabla 5. Avance semanal promedio durante el periodo de análisis.

ACTIVIDAD	DIFERENCIA%	DURACION SEMANAS	%AVANCE/SEMANA
ESTRUCTURAS	14%	5	2.9%
MAMPOSTERIA	51%	12	4.25%
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y GAS	80%	17	4.69%
ENCHAPES	83%	16	5.21%
PISOS	53%	15	3.50%
CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES	55%	9	6.11%
CARPINTERIA METALICA	83%	17	4.88%

De las actividades que fueron objeto de medición-seguimiento durante el periodo de análisis se obtiene la siguiente clasificación en función del rendimiento, así:

1. CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES
2. ENCHAPES
3. CARPINTERIA METALICA
4. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y A GAS
5. MAMPOSTERIA
6. PISOS
7. ESTRUCTURAS

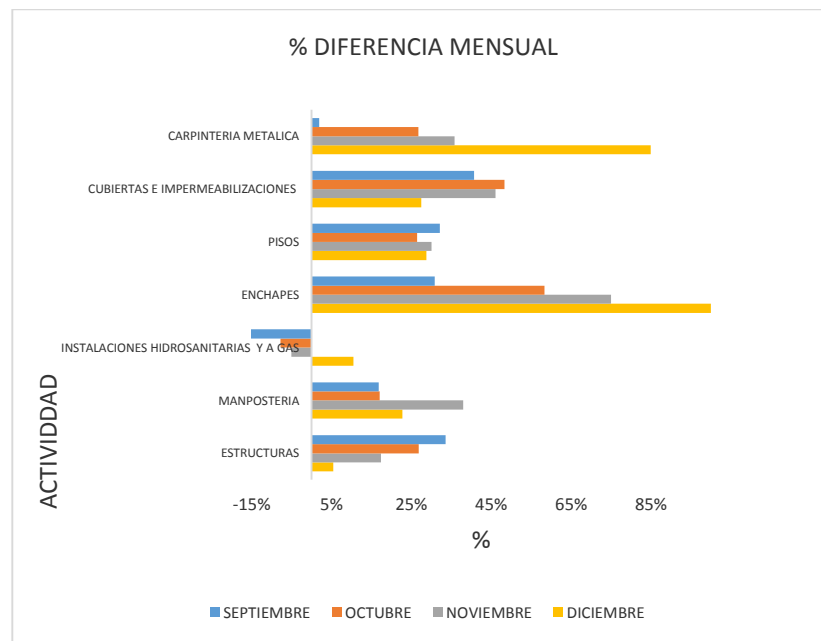
La anterior clasificación muestra el comportamiento normal de una actividad realizada por contrato frente a una actividad realizada por administración, las actividades ubicadas en el rango (1-6) son actividades sub contratadas y la última (7°-estructuras) se realizó por administración.

Aunque el objeto del estudio no se centró en comparar los rendimientos de obra, los resultados de medición y seguimiento permiten analizar y comparar las actividades establecidas. La diferencia de % avance por semana de las actividades sub

contratadas difieren debido a la tarea a realizar y las cuadrillas utilizadas en obra para completar estas.

El estudio mensual de cada actividad permitió conocer la ventaja respecto de la programación y en el caso de la actividad: instalaciones hidrosanitarias y gas, la necesidad de modificar el plan de trabajo, evitando retrasos en obra y pérdida de recursos.

A continuación, se presenta el comportamiento mensual de las actividades analizadas durante el periodo de análisis, mostrando la diferencia porcentual entre el porcentaje de avance de la actividad y el porcentaje programado.



La grafica anterior refleja la diferencia entre el porcentaje de avance frente al porcentaje programado durante el periodo de análisis (septiembre – diciembre), esta información fue clave durante el desarrollo de la ejecución de obra porque reflejo los puntos positivos y negativos de la administración de obra; conocer

oportunamente esta información permite al gerente de obra tomar decisiones y evitar retrasos de obra.

9.2 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los resultados finales de este trabajo, referente al control de calidad del concreto dispuesto en obra se resumen en la tabla 6, en las columnas se indica el número de muestras en cada mes, porcentaje de muestras que alcanzaron la resistencia de diseño a los 7 días, la resistencia de diseño a los 28 días y el porcentaje de muestras que adquirió su resistencia de diseño con 56 días o más (requirió testigos):

Tabla 6. Trazabilidad de concreto dispuesto en obra.

MES	# Mues.	% Rd 7 días	% Rd 28 días	% Rd>56 días
ACUMULADO	125	28%	89%	11%
SEPTIEMBRE	11	45%	100%	0%
OCTUBRE	2	50%	100%	0%
NOVIEMBRE	4	50%	100%	0%
DICIEMBRE	1	0%	0%	100%
TOTAL	143	30%	90%	10%

Durante el periodo de análisis el personal encargado en obra de la toma de muestras y almacenamiento de las mismas, recibió instrucciones - recomendaciones por parte del practicante y posteriormente recibieron capacitación de parte del laboratorio (Contecon Urban); en el periodo de análisis se observa un aumento en el porcentaje de muestras que adquirieron su resistencia de diseño a los 7 y 28 días.

10. CONCLUSIONES

- El correcto seguimiento y medición del avance de la ejecución de obra permite identificar oportunamente el retraso, disminución de rendimiento en obra, retrasos en la entrega de los materiales; a su vez genera la oportunidad de corregir, replantear los tiempos y metodologías necesarias para cumplir con los tiempos estipulados en el cronograma de obra.
- El control de calidad en los procesos constructivos garantiza el cumplimiento de los diseños establecidos, requerimientos normativos y evita los re-procesos en obra que generan un gasto adicional de los materiales, nómina del personal operativo, causado por las equivocaciones de instalación y técnicas constructivas utilizadas.
- El control de calidad de los materiales permite garantizar la post venta (garantía) que requiere el proyecto y a la cual se compromete el contratista, evita sobrecostos por acción del cambio de los materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas o sufren deterioro temprano debido a su condición.
- La práctica empresarial es una opción de proyecto de grado idónea para el estudiante de ingeniería civil UIS, ya que le permite adquirir conocimientos sobre el proceso constructivo, prácticas de ingeniería en la ejecución de una obra civil, experiencia de manejo de obra (traslapo de actividades, manejo de personal y situaciones) que serán necesarias afrontar durante la vida profesional.

11. RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de la práctica empresarial se evidenciaron falencias que restringen la optimización de los recursos (tiempo e inversión) por lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

La industria de la construcción debe implementar el uso de los sistemas BIM (Building Information Modeling), porque permite la actualización de los proyectos en la fase de diseños en tiempo real, involucrando los componentes (arquitectónico, eléctrico, estructural, hidrosanitario, presupuesto y cronograma, etc.) como un todo y evita que las interferencias sean evidenciadas tardíamente, durante el proceso constructivo, generando demoras, sobrecostos directos e indirectos.

Se debe verificar que los procesos de calidad cumplan con las especificaciones técnicas establecidas para cada actividad, en el caso de la toma y elaboración de las muestras (probetas de concreto) se evidencio que la mala práctica afecto los resultados, por lo tanto, la información obtenida no era relevante para determinar la resistencia de diseño de la vaciada.

Los administradores de obra deben implementar técnicas de control actualizadas para controlar los costos, recursos y el cronograma de obra. Involucrando el almacén de obra encargado del pedido de materiales, para evitar retrasos en las actividades críticas y evaluar el estado del avance del proyecto, generando la oportunidad de modificar las metodologías de trabajo para optimizar los elementos que componen la obra de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

CERVANTES, A. J. Control y monitoreo de obra.

ELIZONDO, E. M. (2001). *Gestion en la calidad de la construcción*. Mexico D.F.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Código colombiano de fontanería. NTC- 1500. 2 ed. Bogotá D.C.: 2004.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. NTC- 2505. 4 ed. Bogotá D.C.: 2006.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC- 396. 1 ed. Bogotá D.C.:

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Métodos para muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. NTC- 4017. 1 ed. Bogotá D.C.: 2005.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL decreto 2105 (14 de Diciembre de 2017).

PINEDA, J. L. *Bucaramanga tiene un déficit de 714 aulas escolares*. 25 de Marzo de 2018 [en línea] disponible en: <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/bucaramanga-tiene-un-deficit-de-714-aulas-escolares-MDVL428334>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guia de los fundamentos para la dirección de proyectos. Pensilvania: Project Management Institute, Inc. 2013

SERPELL B., A. (Administracion de operaciones de construccion. Alfaomega.