

PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR EN OBRA DE LA SUPERVISIÓN
TÉCNICA CONTINUA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN III DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANGIE DANIELA SANTOS NIEVES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020

PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR EN OBRA DE LA SUPERVISIÓN
TÉCNICA CONTINUA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE
ADMINISTRACIÓN III DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANGIE DANIELA SANTOS NIEVES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

DIRECTOR
HOMER ARMANDO BUELVAS MOYA
MSc INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA

2020

DEDICATORIA

A los ojitos tiernos que me observaban mientras estudiaba en la sala de mi casa, quién sintió mi ausencia en época de clases y evaluaciones y quién es el motor de mi vida, mi hijo Nicolás Daniel.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander por brindarme el conocimiento y las herramientas en mi proceso de formación académica y permitirme aplicarlas dentro de mí misma alma máter.

A mi director, el Ing. Homer Armando Buelvas Moya quien con su conocimiento y apoyo me guio en cada una de las etapas de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. MARCO DE REFERENCIA.....	14
2.1 DEFINICIÓN DE SUPERVISIÓN.....	14
2.2. ENTIDAD SUPERVISORA – PLANTA FÍSICA UIS	15
2.3. OBRA EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN III UIS.....	15
3. APOYO AL MONITOREO Y CONTROL SOBRE MATERIALES DE OBRA.....	18
3.1. MONITOREO Y CONTROL GENERAL DEL USO DE MATERIALES	18
3.1.1. Acero de refuerzo	18
3.1.2. Concreto.	19
3.1.3. Uso de mortero para reparación de superficies.....	19
3.1.4. Aditivos y/o epóxicos.	20
3.1.5. Platinas y pernos.	21
3.2. MONITOREO Y CONTROL SOBRE LOS ENSAYOS DE MATERIALES	22
3.2.1. Acero de refuerzo.	22
3.2.2. Concreto.	23

4. APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO A LA SUPERVISIÓN.....	24
4.1. REVISIONES PRELIMINARES	24
4.2. REVISIÓN DE DISEÑOS.....	24
4.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	25
4.4. CONTROL CANTIDADES DE OBRA	25
4.5. SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE OBRA.	26
4.5.1. Vigas.....	26
4.5.2. Columnas.	30
4.5.3. Placas.....	31
4.5.3. Mampostería confinada	34
4.5.4. Anclajes.	34
5. APOYO A LOS INFORMES DE SUPERVISIÓN.....	36
5.1. INFORMES DE SUPERVISIÓN.....	36
5.2. REVISIÓN DE ACTAS DE CONTRATISTA DE OBRA	37
6. CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del proyecto.	17
Figura 2. Render del proyecto.	17
Figura 3. Ejecución de la reparación de una superficie en concreto reforzado.	20
Figura 4. Detalle apoyo móvil de puente metálico.	21
Figura 5. Armado de acero de refuerzo de una viga de sección 120X80 cm.	27
Figura 6. Confinamiento adicional para zonas de traslapo.....	28
Figura 7. Zona de traslapo confinada en sección de viga.	28
Figura 8. Detalle borde de placa semicurva.....	29
Figura 9. Detalle borde de placa longitudinal.	30
Figura 10. Encofrado de columnas para fundición.	31
Figura 11. Detalle diseño de placa en Steel deck.	32
Figura 12. Placa armada de Steel deck en proceso de fundición.....	33

LISTA DE ANEXOS

(Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en base de datos de la biblioteca UIS)

Anexos A. Check list rápido para supervisión.

Anexo B. Formato para ensayos sobre muestras de concreto.

RESUMEN

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR EN OBRA DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA CONTINUA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN III DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTOR: ANGIE DANIELA SANTOS NIEVES**

PALABRAS CLAVE: SUPERVISIÓN TÉCNICA, REVISIÓN, CONTROL DE MATERIALES, DISEÑO ESTRUCTURAL, REFUERZO.

DESCRIPCIÓN:

La responsabilidad que implica la construcción de un proyecto de infraestructura conlleva a la necesidad de realizar un seguimiento y control en su proceso de ejecución. Dicho seguimiento durante el proyecto permite garantizar la funcionalidad y durabilidad de éste, sin embargo, es por medio de una supervisión técnica que se realiza el control del proyecto y es de obligatoriedad según el título V de la Ley 400 de 1997 en el artículo 18 para estructuras independientemente de su uso cuya área construida sea igual o superior a 3000 m². Una verificación continua de acuerdo con los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural representan una parte importante del proceso. Parte de las labores de supervisión a cargo del supervisor pueden delegarse a un auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y responsabilidad. En el siguiente documento se presentan las evidencias de las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica empresarial como apoyo a la supervisión técnica continua del proyecto "Edificio de administración III", enfocada a la construcción del sistema estructural y elementos no estructurales bajo especificaciones técnicas y de calidad normativa.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya, Ingeniero Civil, MSc.

ABSTRACT

TITLE: INTERNSHIP AS AN AUXILIAR IN THE WORK OF THE CONTINUOUS TECHNICAL SUPERVISION OF THE CONSTRUCTION OF THE ADMINISTRATION BUILDING III OF THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER *

AUTHOR: ANGIE DANIELA SANTOS NIEVES**

KEYWORDS: TECHNICAL SUPERVISION, REVISION, CONTROL OF MATERIALS, STRUCTURAL DESIGN, REINFORCEMENT.

DESCRIPTION:

The responsibility involved in the construction of an infrastructure project leads to the need to monitor and control its execution process. Said monitoring during the project allows to guarantee its functionality and durability, however, it is through technical supervision that the project is controlled and is mandatory according to title V of Law 400 of 1997 in article 18 for structures regardless of their use whose built area is equal to or greater than 3000 m². A continuous verification according to the plans, designs and specifications made by the structural designer represents an important part of the process. Part of the supervisory tasks in charge of the supervisor can be delegated to an assistant, who will work under her direction and responsibility. The following document presents the evidence of the activities carried out during the development of the business practice as support for the continuous technical supervision of the project "Administration Building III", focused on the construction of the structural system and non-structural elements under technical specifications and of normative quality.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería civil. Director: Homer Armando Buelvas Moya, Ingeniero Civil, MSc.

INTRODUCCIÓN

La responsabilidad que conlleva la construcción de un proyecto y el posible uso que este prestaría a una comunidad específica, incentiva al Ingeniero Civil a tratar de asegurar su entrega en los tiempos y costos pactados inicialmente. Realizar un seguimiento y control sobre la ejecución de los proyectos debe ser una necesidad de las obras de construcción ya que trae múltiples beneficios cómo ahorro de costos, y tiempos, control de riesgos optimizado y mejores resultados de calidad.

Según el artículo 18 del título V de la ley 400 de 1997¹, la construcción de edificaciones cuya área construida sea mayor a 3000 m², independiente de su uso, debe someterse a un monitoreo y control en función de una supervisión técnica. Este monitoreo va enfocado a la construcción de la estructura, los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural, así como también los elementos no estructurales que este apruebe.

El objetivo del siguiente documento consiste en evidenciar el desarrollo de las actividades más importantes en el apoyo a la realización de la supervisión técnica de la división de planta física de la Universidad Industrial de Santander (en adelante UIS) durante un breve espacio de tiempo en la construcción del nuevo

¹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 400 (agosto, 1997). Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Bogotá D.C., 1997, art.18.

edificio de administración III, estructura enmarcada dentro de la ley 400 de 1997. Se realizó el apoyo coordinado a las actividades de supervisión y vigilancia sobre la construcción del sistema estructural de la edificación y los elementos no estructurales existentes, cumpliendo con las especificaciones técnicas y de calidad.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyo en la supervisión técnica y administrativa de la obra Edificio de administración III por parte de la división de planta física de la Universidad Industrial de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyo en la realización de controles normativos exigidos en el uso de materiales estructurales para la construcción del Edificio Administración III.
- Apoyar la supervisión e inspección de los procesos técnicos constructivos mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción del Edificio Administración III.
- Ayudar en la elaboración de informes de seguimiento en la supervisión técnica de la obra Edificio Administración III.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 DEFINICIÓN DE SUPERVISIÓN

La supervisión técnica estructural se entiende como la acción de verificación de la construcción de la estructura de una edificación de acuerdo con los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido. Según la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente² (en adelante, NSR-10), la supervisión técnica puede ser realizada por el interventor, cuando a voluntad del propietario se contrate un equipo alterno, denominado la interventoría de la construcción, o por el contrario puede ser realizada por un profesional alterno con facultades mayores que las de un Interventor.

El supervisor técnico es el profesional, ingeniero civil o arquitecto o constructor de ingeniería o arquitectura, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica de un contrato de obra. Parte de las labores de supervisión puede ser delegada por el supervisor en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y responsabilidad.

² COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR-10), TITULO I – Supervisión técnica, p.12, 2010.

2.2. ENTIDAD SUPERVISORA – PLANTA FÍSICA UIS

La división de Planta Física de la UIS se conforma para el año de 1977, debido a un cambio en la estructura organizacional de la universidad, dónde se introduce la Dirección de servicios universitarios, al cual estaba adscrita.

Las especialidades de la Planta Física de la UIS³ se agrupan en diez categorías, dónde una de ellas es el Grupo de Diseño, Montaje y Supervisión de Obras, quien tiene por funciones: controlar el desarrollo y ejecución de los proyectos de edificación, reforma, ampliación, remodelación y demás obras civiles que adelante la Universidad, participar en el proceso de interventoría de las obras civiles que la universidad contrate, participar en la lectura e interpretación de planos y especificaciones de construcción, velar por el suministro oportuno de los materiales necesarios para adelantar las obras programadas y presentar los informes técnicos requeridos por el jefe Inmediato o por la Interventoría de Obras.

2.3. OBRA EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN III UIS

El nuevo edificio de administración III está ubicado en Bucaramanga, Colombia sobre el eje vial de la carrera 27, pasos adelante del auditorio Luis A. Calvo en el campus central de la UIS. Una edificación nueva de uso administrativo que

³ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Funciones División de Planta Física, [En línea]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/funciones.html>. [Último acceso: 2020].

resuelve el deterioro histórico y la pérdida de identidad arquitectónica del núcleo existente⁴.

La composición arquitectónica del edificio en mención está representada por dos volúmenes paralelos de 3 y 4 niveles, implantados en armonía con el trazado ortogonal del campus como lo muestra la figura 1. La edificación contempla para el manejo bioclimático el uso de materiales naturales básicos y autóctonos de la región, que, sumado a los corredores de viento, la dilatación de los volúmenes, generan un gran confort térmico y alto aprovechamiento de la iluminación natural como se plantea en la Figura 2.

⁴ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Nuevo edificio de administración 3 [video]. Colombia: YouTube, UIS. 4:47 minutos. (4, octubre, 2019). Disponible en: <https://youtu.be/1gSbrJyLjdc>.

Figura 1. Ubicación del proyecto.



Fuente: Universidad Industrial de Santander, «Nuevo edificio de administración 3,» 2019. [En línea]. Disponible en: <https://youtu.be/1gSbrJyLjdc>.

Figura 2. Render del proyecto.



Fuente: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Nuevo edificio de administración 3, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://youtu.be/1gSbrJyLjdc>.

3. APOYO AL MONITOREO Y CONTROL SOBRE MATERIALES DE OBRA

En el presente capítulo se hace una relación de los insumos con mayor valoración a lo largo de la práctica y que implicaban su inspección física y su revisión normativa o técnica.

3.1. MONITOREO Y CONTROL GENERAL DEL USO DE MATERIALES

Se realizó una revisión continua de los requisitos de construcción generales y especificaciones técnicas de los materiales empleados en los elementos estructurales y no estructurales de la obra del Edificio Administración III. Por cada material inspeccionado en obra, se realizó una descripción detallada de sus características físicas y se generó una lista de chequeo sencilla para el uso de la División de Planta Física durante el desarrollo de la obra en gestión. Esta lista de chequeo permitía una revisión inicial del cumplimiento general del material, pero no implicaba la recomendación de calidad, ya que eso estaba a cargo de otro profesional. Para mayor detalle ver anexo A. Check list rápido para supervisión.

3.1.1. Acero de refuerzo. Implicaba trabajo sobre toda barra de acero corrugada que ingresaba a la obra. Se realizaba una verificación del estado físico de las barras al momento de llegar a la obra, no debían presentar corrosión y debían ser

fabricados con acero de baja aleación que estaba indicado por la letra W inscrita en cada barra, según lo indicado en la NTC 2289.⁵

3.1.2. Concreto. Consistía en la revisión sobre el concreto comprado y traído al sitio mediante mixer. El uso del concreto era monitoreado en función de la cantidad a ejecutar. Al momento de fundir un elemento debía al menos gastar el volumen esperado respecto a planos, en ningún momento este debía estar por debajo pues podría ser un indicador de falla en la geometría del elemento o fugas en el armado, lo cual correspondía a una no conformidad de la calidad.

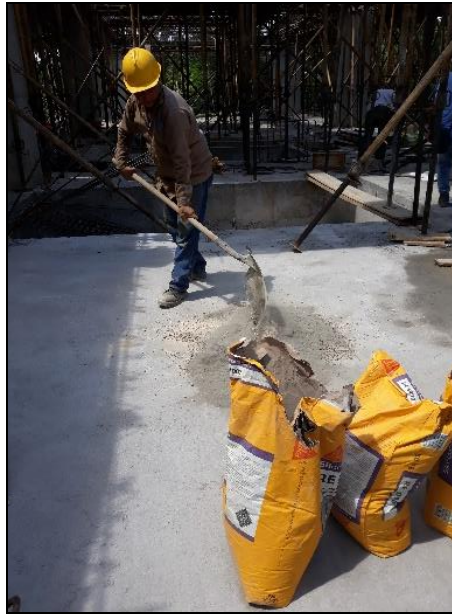
3.1.3. Uso de mortero para reparación de superficies. Implicaba la inspección física de los elementos de concreto y cómo realizar su reparación superficial ante la existencia de hormigueros. Este hormiguero se compone por los espacios dejados en la masa de concreto, producto de una deficiente compactación en el proceso de su colocación.⁶ Para reparar estos hormigueros es necesario la preparación de un mortero especial que garantice la funcionalidad del recubrimiento estructural del elemento, la cual es separar el refuerzo del contacto ambiental.

⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma técnica colombiana NTC 2289 (12, diciembre, 2007). Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto, vol. 8, 2007.

⁶ EUCLID GROUP TOXEMENT. Guía de reparación de hormigueros. [En línea]. Bogotá D.C. 2017. Disponible en: <http://www.toxement.com.co/media/3415/reparacio-n-de-hormigueros.pdf>

Cuando dichos hormigueros se presentaban se debía realizar una inspección física por parte del practicante sobre la preparación del material y la reparación del elemento para que se hiciera de la mejor manera posible (ver anexo A). Se iniciaba haciendo limpieza de la zona y se delimitaba el vacío a una forma regular, finalmente se le aplicaba un mortero cementoso modificado Sika Top (ver figura 3) y se seguía un proceso normal de curado.

Figura 3. Ejecución de la reparación de una superficie en concreto reforzado.



Fuente: Autor

3.1.4. Aditivos y/o epóxicos. Consistía en la verificación del correcto uso de aditivos y/o epóxicos en la ejecución de anclaje de los elementos. Para este proyecto las escaleras de uno de los bloques estaban apoyadas en una pantalla estructural, por lo que el acero de refuerzo para los descansos debía anclarse a

esta. Para la correcta ejecución de este procedimiento la superficie debía estar limpia y libre de material suelto, polvo o lechada de cemento y usarse un anclaje epóxico Sikadur AnchorFix-4 que garantice la adherencia y resistencia mecánica del anclaje.

3.1.5. Platinas y pernos. Implicaba verificar que los elementos cumplieran la especificación técnica del diseño y material mediante la inspección visual del elemento y la ficha técnica expedida por el fabricante. La arquitectura del edificio se compone de dos bloques unidos por un puente metálico peatonal, el cual está soportado por un apoyo móvil (ver figura 4) compuesto de seis pernos en varilla roscada $\text{Ø}5/8''$ A193, un perno $\text{Ø}1''$ A325, platinas de espesor $e=15.9\text{mm}$ y rigidizadores de $e=12.7\text{mm}$.

Figura 4. Detalle apoyo móvil de puente metálico.



Fuente: Autor

Los cuales debían estar fabricados en acero laminar G-50 y un límite de fluencia $F_y=345$ Mpa para las platinas, los pernos en varilla roscada con un $F_y=722$ Mpa y para el perno A325 una tensión de corte nominal $F_{nv}=457$ Mpa. Todo esto debía estar certificado por el fabricante.

3.2. MONITOREO Y CONTROL SOBRE LOS ENSAYOS DE MATERIALES

Para poder asegurar que los materiales utilizados en la obra sean de la calidad especificada se debían realizar los ensayos correspondientes sobre muestras representativas de los materiales.⁷

3.2.1. Acero de refuerzo. Consistía en la revisión de los certificados de las barras de acero de refuerzo que ingresaban a la obra. Se hacía una inspección visual de la barra de acero dónde se constataba que estuviera marcada con la letra W que indicaba que el tipo de acero utilizado en su fabricación (baja aleación) cumplía con la norma NTC 2289. El acero utilizado presentaba un certificado de calidad emitido por la empresa fabricante, en la cual se revisaba que cumpliera con la norma NTC 3353 con la que era realizado el ensayo, además se verificaban la resistencia a la fluencia, la cual debía estar entre 420 y 540 Mpa, la resistencia última, que debía superar el mínimo de 550 Mpa y el porcentaje de elongación, que debía ser superior al 12%.

⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR-10), Op. Cit. P.117.

3.2.2. Concreto. Implicaba la verificación de la correcta ejecución de toma de muestras y elaboración de cronograma para la realización de ensayos en muestras de concreto y el seguimiento a sus respectivos resultados. Cuando el concreto llegaba a obra se hacía inicialmente el ensayo de asentamiento según la INV E-404⁸ lo que nos permitía tener una percepción sobre su manejabilidad. Posteriormente se hacía el muestreo para el ensayo de resistencia a la compresión dónde se verificaba la dimensión de los cilindros, el procedimiento para la recolección de muestra según lo indicado en la NTC 454⁹ y finalmente se supervisaba que a la muestra se sometiera a un proceso de curado adecuado como lo menciona la NTC 550¹⁰.

Se tomaban cuatro muestras al azar para cada tipo de concreto fundido en el día o diferente elemento estructural, que eran ensayados a los 7, 14 y 28 días, dejando una muestra testigo. (ver anexo B. Formato para ensayos sobre muestras de concreto) En caso de que un resultado a los 28 días presentara una no conformidad se solicitaba el ensayo de la muestra testigo dónde se verificaba su resistencia. Si la inconsistencia permanecía se ordenaba un ensayo no destructivo cómo el esclerómetro.

⁸ INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Asentamiento del concreto (slump), I.N.V.E-404-07.

⁹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 454 (19, octubre, 2011). Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco, toma de muestras. Vol.3.

¹⁰ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 550 (21, junio, 2000). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Vol.2.

4. APOYO TECNICO Y ADMINISTRATIVO A LA SUPERVISIÓN

En este apartado se realiza una mención de las principales actividades complementarias a los procesos técnicos desarrollados durante la obra.

4.1. REVISIONES PRELIMINARES

Los procesos de obra inician siempre con la revisión de los estudios previos, es por esto, que en la práctica desarrollada se realizó inicialmente una revisión de la información necesaria para la ejecución del proyecto: documentación contractual, estudios preliminares a la ejecución del proyecto, parámetros sísmicos, especificaciones geotécnicas, etc.

Con esta información se elaboró un plan de acción para el desarrollo de la práctica y las actividades de apoyo que permitían aportar al desarrollo de los alcances del proyecto y en específico a la realización de la supervisión durante el plazo del contrato.

4.2. REVISIÓN DE DISEÑOS

La revisión de diseños consiste en realizar una inspección visual sobre todos los planos existentes de las diferentes modalidades, revisando que tuvieran la información e indicaciones necesarias para una realización adecuada de la construcción. Como por ejemplo dimensiones, unidades, material, especificaciones del material y recomendaciones pertinentes.

Además, como parte de las labores de apoyo, continuamente se revisaba que estos planos estuvieran actualizados ya que generalmente se presentaban modificaciones o correcciones por parte del diseñador o por el gerente técnico del contrato de obra.

4.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La construcción de la estructura del Edificio Administración III debe hacerse cumpliendo como mínimo los requisitos incluidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 2010 (en adelante, NSR-10) y lo relacionado en los documentos contractuales diseñados por la UIS, por esto, se hacía una revisión de las especificaciones técnicas y recomendaciones contenidas en los planos por parte del diseñador dónde en ningún momento debían ser contrarias a las dispuestas por el reglamento y los documentos en mención

Se verificaban dimensiones mínimas de áreas transversales del elemento, recubrimiento, espaciamiento entre acero de refuerzo transversal, etc.

4.4. CONTROL CANTIDADES DE OBRA

En la construcción del edificio Administración III, se presenta un caso particular de administración de obra, en donde, la UIS era quien proveía los materiales como acero de refuerzo y concreto; por común acuerdo se estableció que las cubicaciones de concreto las hiciera el contratista en obra, las cuales eran

revisadas y comparadas de acuerdo con planos y dimensiones tomadas en sitio por la supervisión y en particular por esta práctica ingenieril.

Se manejaba un control sobre la cantidad de acero recibido en obra y el utilizado, de tal forma que siempre se tuviera el necesario en obra para evitar retrasos en las programaciones. Complementando las actividades de inspección visual que se desarrollaban en el capítulo 3 de este documento.

4.5. SUPERVISIÓN EN LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE OBRA.

Durante la práctica, se realizaba una inspección y control diario, por parte del ingeniero de apoyo. Cada elemento armado se le hacía una inspección visual de las especificaciones técnicas en obra como se relacionan a continuación:

4.5.1. Vigas. Estos elementos de concreto reforzados con dimensiones de sección transversal desde 30X70 hasta 80X120 centímetros (ver figura 5) y longitudes entre los 3 y 8 metros debían cumplir con:

- Dimensiones geométricas.
- Alineación.
- Espaciamiento del refuerzo.
- Longitud y ubicación de traslapos.
- Recubrimiento.
- El acero de refuerzo colocado con diámetros, longitudes y distribución, detallado en el diseño estructural.

Figura 5. Armado de acero de refuerzo de una viga de sección 120X80 cm.

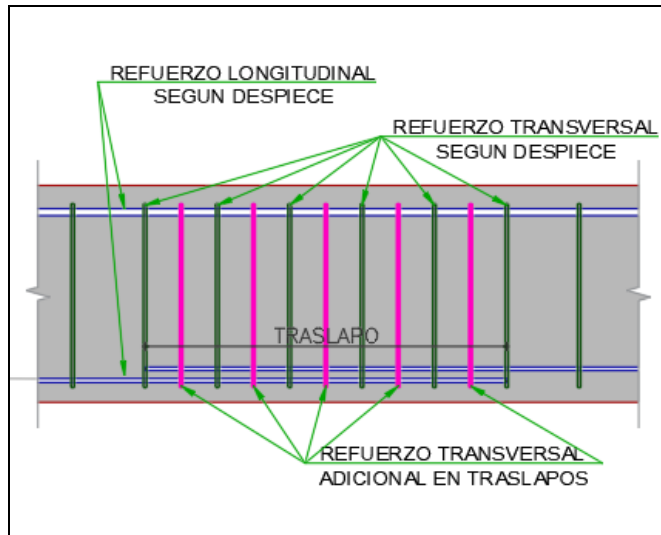


Fuente: Autor

Según la NSR-10¹¹, en las vigas que hacen parte del sistema de resistencia sísmica con capacidad de disipación de energía especial (DES), se deben confinar las zonas de traslape. Es por esto, que se colocaba un refuerzo transversal adicional en zonas de traslape a lo largo de su longitud, como lo detalla la figura 6 y fue uno de los parámetros inspeccionados en obra con mayor detalle.

¹¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR-10), TITULO C – Concreto estructural, p.C366, 2010.

Figura 6. Confinamiento adicional para zonas de traslazo.



Fuente: ASGARD INGENIERÍA. Proyecto Edificio de administración III, Universidad Industrial de Santander "Sede principal". Planos de plantas y vigas: Escala 1:100. V50.2.

Figura 7. Zona de traslazo confinada en sección de viga.

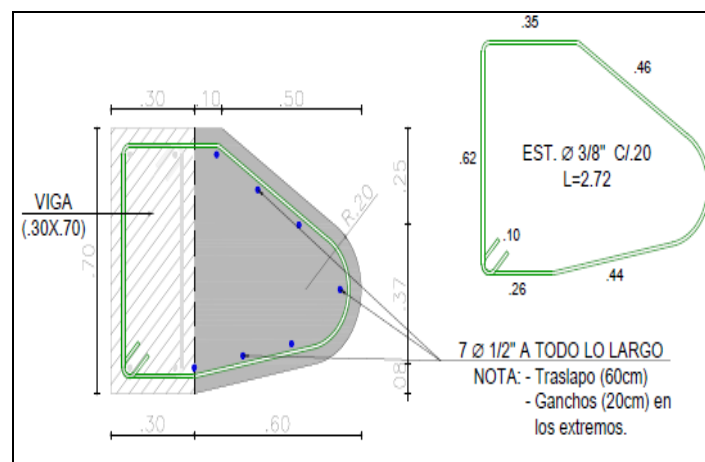


Fuente: Autor

Debido al diseño arquitectónico de la estructura, en los niveles N+00 y N+12.30 debía colocarse un estribo $\varnothing 3/8"$ figurado de forma semicurva (ver figura 8) cada 20 cm a lo largo de todas las vigas de borde. Los cuales solo podían sobresalir a máximo 60 cm desde la cara de la viga. Se inspeccionó que cada estribo cumpliera con los requisitos de confinamiento y sus ganchos garantizaran las longitudes mínimas.

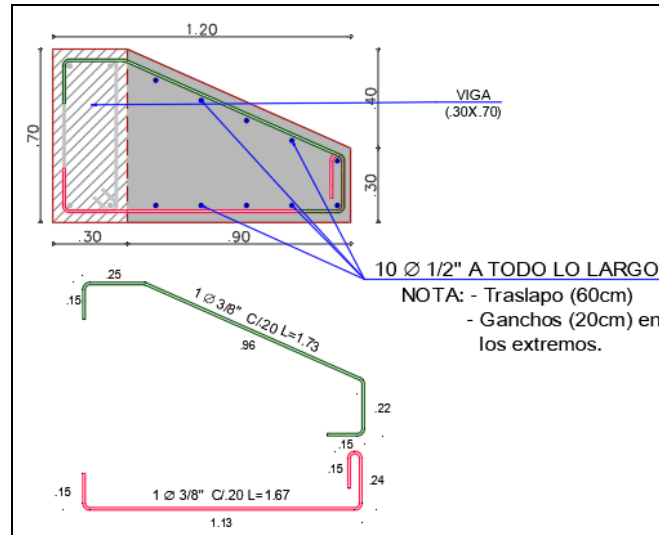
En los lugares dónde se presentaban sustracciones al volumen, el tipo de estribo de borde cambiaba a una forma de poligonal de 5 lados como se muestra en la figura 9, con un mismo diámetro y separación.

Figura 8. Detalle borde de placa semicurva.



Fuente: ASGARD INGENIERÍA. Proyecto Edificio de administración III, Universidad Industrial de Santander "Sede principal". Planos de plantas y vigas: Escala 1:100. V50.2.

Figura 9. Detalle borde de placa longitudinal.



Fuente: ASGARD INGENIERÍA. Proyecto Edificio de administración III, Universidad Industrial de Santander "Sede principal". Planos de plantas y vigas: Escala 1:100. V50.2.

4.5.2. Columnas. En columnas de concreto reforzado, el proceso de revisión iniciaba con el cimbrado del perímetro de todas las columnas sobre la placa, demarcando con exactitud la sección que debía ser de 80X80 o 120X80 centímetros, según fuera el caso, con el fin de evitar excentricidades no contempladas. Posteriormente se llevaba la misma revisión realizada en vigas, pero adicionalmente se verificaba la verticalidad de estas y con especial cuidado las zonas de confinamiento y nodos.

Al momento de realizar el encofrado, las abrazaderas o mordazas debían quedar horizontales (ver figura 10), muy bien ajustadas a los tableros y las suficientes para mantener la sección constante y evitar desalineamientos o abombamientos.

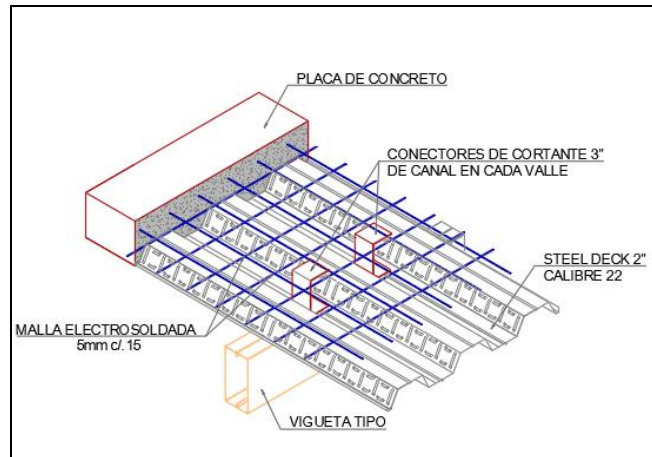
Figura 10. Encofrado de columnas para fundición.



Fuente: Autor

4.5.3. Placas. El proyecto presenta tres tipologías de losas de concreto reforzado: placa maciza $e=15$ cm, placa aligerada y placa Steel deck, ambas con $e=12$ cm. Cuando se trataba de placas macizas, se verificaba el acero de refuerzo colocado, su separación, y que se respetara el recubrimiento. Mientras, que para placas aligeradas se revisaba que la malla de refuerzo cumpliera con las dimensiones y diámetro solicitado, los empalmes de la malla debían traslaparse al menos dos cuadros y al momento de la fundida debía estar levantada con distanciadores para garantizar el recubrimiento, el casetón debía ser removible cumpliendo con las dimensiones geométricas y material requerido.

Figura 11. Detalle diseño de placa en Steel deck.



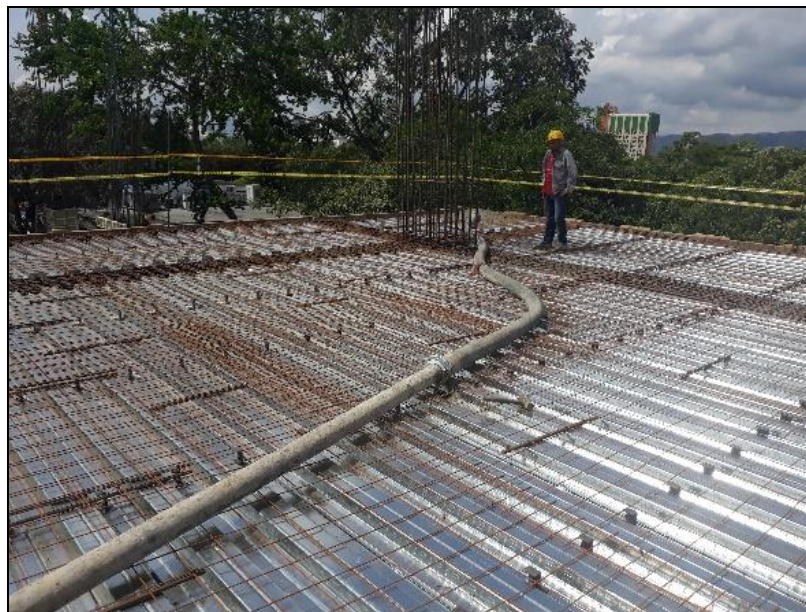
Fuente: ASGARD INGENIERÍA. Proyecto Edificio de administración III, Universidad Industrial de Santander “Sede principal”. Planos de plantas y vigas: Escala 1:100. V50.2.

Las placas en Steel deck por su parte (figura 11), están compuestas por laminas colaborantes de 2” y dos tipos de viguetas perlín tipo cajón: 2P-10-12 que es un perlín cajón con 10 pulgadas de alto y fabricado en calibre 12 y el perlín 2P4-18-12 que es un perlín reforzado con rigidizadores en el alma, un ancho de aleta de 4”, altura de 18” y fabricado en calibre 12, que debían cumplir con la siguiente inspección:

- Los empalmes de las láminas debían hacerse cada 90 cm con puntos de soldadura de al menos 2.5 cm de longitud.
- Para garantizar que los elementos viga-metal deck trabajen como una unidad, debían colocarse conectores de cortante tipo canal de 3” cada 30 cm en cada valle, soldados tanto a la lámina colaborante como al perlín.

- El refuerzo del perlín en los apoyos debía ser embebido dentro de la viga al menos hasta la mitad de ésta.
- Los perlines debían tener un apuntalamiento temporal por puntales en los 2 tercios de su longitud.
- La lámina colaborante debía estar apoyada en la viga al menos 2.5 cm y los extremos debían estar cubiertos por un testero metálico.
- En los lugares que existieran aberturas y las zonas donde requiriera un refuerzo adicional negativo se colocaban barras de acero corrugado con $\text{Ø}5/8$ " y longitudes variables.
- Al momento de la fundida (figura 12) la malla electrosoldada debía estar levantada o con distanciadores que garantizaran el recubrimiento especificado.

Figura 12. Placa armada de Steel deck en proceso de fundición.



Fuente: Autor

4.5.3. Mampostería confinada. La mampostería confinada en ladrillo H15 para la construcción de las divisiones estructurales, se presenta solo en una zona del proyecto, la cual servía de soporte de la escalera del bloque sur.

La construcción del muro se hacía en mampostería H15 siguiendo el patrón de colocación, el mortero de pega debía estar colocado en todo el ancho del muro en las juntas verticales y horizontales. En las vigas y columnas de confinamiento eran revisados los refuerzos, las dimensiones geométricas y la verticalidad en el caso de las columnas. Estos elementos debían ser fundidos posterior a la construcción del muro y debían fundirse monolíticamente viga y columna.

4.5.4. Anclajes. Se presentaban dos casos de anclajes inspeccionados durante la ejecución de la práctica, los anclajes de la mampostería confinada y el refuerzo del descanso de la escalera en el bloque norte.

El refuerzo de confinamiento de las columnas debía anclarse al sistema estructural del resto de la edificación [2], estos debían hacerse mediante barras de empalme $\varnothing 3/8$ " que sobresalieran la longitud necesaria para hacer un traslapo de 60 cm con la barra de refuerzo de la columneta. El refuerzo para el descanso de la escalera era anclado a la pantalla estructural de concreto mediante el uso de barras de empalme $\varnothing 1/2$ " de 1m de longitud espaciadas cada 20cm.

El proceso de anclaje iniciaba con una limpieza de la superficie, la cual debía estar libre de polvo y material suelto, seguidamente se perforaba el elemento estructural al cual iba a ser anclado y se aplicaba anclaje epóxico Sikadur AnchorFix-4.

Finalmente se introducía la barra de empalme. Al finalizar debía garantizarse que la superficie quedara con textura rugosa para garantizar la adherencia del concreto nuevo.

En general, se pudo observar que las prácticas de construcción van enfocadas a cumplir los procesos constructivos pero que existe la necesidad por parte del ingeniero de llevar un seguimiento o inspección de las disposiciones técnicas con el fin de dar cumplimiento a la normativa o indicaciones iniciales.

5. APOYO A LOS INFORMES DE SUPERVISIÓN

Adicional a la inspección y seguimiento del control físico de los materiales y de las actividades de obra, se realizó un apoyo a las actividades administrativas de supervisión. Se resalta el apoyo a la realización de informes y revisión de actas de obra.

5.1. INFORMES DE SUPERVISIÓN

Se realizó un seguimiento continuo a la obra a través de la bitácora de supervisión llevada por el gerente técnico en colaboración con el practicante, dónde quedan registrados aspectos relevantes cómo:

- Fechas de sucesos importantes.
- Avance de actividades ejecutadas.
- Modificaciones a planos de diseño.
- Relación de obras adicionales no contempladas en el contrato.
- Observaciones realizadas al contratista.
- Correcciones pendientes o realizadas.
- Incidentes que afecten el normal desarrollo de la obra.
- Conformidad a los resultados de los ensayos de materiales.

Al final de cada mes se desarrolló en base a esta bitácora un informe general de supervisión para informar a la Universidad sobre el avance general del proyecto, el balance de tiempos de ejecución y comparación con el cronograma, memorias de

supervisión técnica realizadas para cada elemento estructural, registro fotográfico de las actividades realizadas y conclusiones y/o recomendaciones para la correcta ejecución de obra y contrato.

5.2. REVISIÓN DE ACTAS DE CONTRATISTA DE OBRA

Dentro de las labores de supervisión, se debe contemplar el control de actas de obra y cobro realizadas por los contratistas a cargo. En la ejecución del edificio Administración III resalta la participación durante la practica en la revisión de dichas actas, así como la interacción permanente con los profesionales a cargo de las mediciones de obra.

Cada mes el contratista presentaba actas parciales de ejecución de obra sobre las actividades realizadas durante este periodo que debían contener:

- Fecha.
- Numero de acta.
- Nombre del contratista y NIT.
- Periodo correspondiente del acta.
- Las cantidades ejecutadas de cada uno de los ítems en memorias de cálculo.
- Valor total por cancelar en letras y números.

Para que estás actas fueran aprobadas se hacia una revisión por parte del practicante de cada ítem relacionado y cada elemento contenido en este, además,

se comparaban con las cantidades e ítems pagados con anterioridad para evitar pagos dobles por un mismo ítem.

Con la presentación del acta también se realizaba un balance general de la obra donde se evidenciaba el total de las cantidades ejecutadas hasta la fecha, el porcentaje de avance de cada una según las cantidades y presupuesto pactados inicialmente. Todo esto con el fin de que ambas partes estuvieran informadas sobre el cumplimiento del presupuesto y contrato, además de las cantidades adicionales realizadas para efectos de adiciones.

6. CONCLUSIONES

A partir de las actividades ejecutadas se realizaron dos herramientas metodológicas que faciliten las futuras actividades de supervisión y que queden a disposición de la división de Planta Física de la Universidad, que se relacionan a continuación:

- **Anexo A. Check list rápido para supervisión.** Que incluye las revisiones normativas generales para cada elemento estructural como vigas, placas y columnas. Así como, el procedimiento a seguir para la correcta ejecución de las actividades de inspección de materiales ingresados a obra, reparación de superficies y realización de anclajes.
- **Anexo B. Formato para ensayos sobre muestras de concreto.** Con este formato se puede llevar un control sobre los elementos fundidos en obra, el cronograma para los ensayos de resistencia a la compresión del concreto y el seguimiento de estos resultados. Esto nos permite verificar que la mezcla utilizada cumple con la resistencia de diseño.

La realización de la presente práctica empresarial permite evidenciar que la correcta realización de una supervisión técnica favorece ampliamente la ejecución de la construcción de un proyecto debido a que permite que se ejecute según diseños sin modificaciones de terceros y bajo los controles normativos de

procesos y materiales que aseguren su correcta funcionalidad estructural. Realizar además un monitoreo y control sobre los materiales de obra permite que la construcción se realice siguiendo los requisitos generales de construcción y satisface las especificaciones técnicas del material indicadas por el diseñador que permiten desarrollar un nivel de confianza sobre las características físicas, mecánicas y estructurales de la construcción realizada.

El control de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto y el seguimiento de los resultados se vuelve de vital importancia para el desarrollo de un proyecto de construcción ya que determina que la mezcla de concreto utilizada cumple o no con los requerimientos de resistencia especificada y en caso de que se genere un resultado no esperado se facilite la identificación del elemento a revisar.

La supervisión e inspección de los procesos técnicos constructivos garantiza el cumplimiento de cada uno de los diseños, en este caso de esta práctica, evidenciando ampliamente el tema de diseños estructurales. El correcto uso de los materiales e insumos de obra y el cumplimiento de los cronogramas que al final se ven reflejados en ahorro de tiempo y costos para la entidad a cargo de la construcción

BIBLIOGRAFÍA

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 400 (agosto, 1997). Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Bogotá D.C., 1997, art.18.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR-10), TITULO I – Supervisión técnica, p.12, 2010.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Norma colombiana de construcción sismo resistente (NSR-10), TITULO C – Concreto estructural, p.C366, 2010.

EUCLID GROUP TOXEMENT. Guía de reparación de hormigueros. [En línea]. Bogotá D.C. 2017. Disponible en:
<http://www.toxement.com.co/media/3415/reparacio-n-de-hormigueros.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Norma técnica colombiana NTC 2289 (12, diciembre, 2007). Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto, vol. 8, 2007.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 454 (19, octubre, 2011). Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco, toma de muestras. Vol.3.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC 550 (21, junio, 2000). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Vol.2.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Asentamiento del concreto (slump), I.N.V.E-404-07.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Funciones División de Planta Física, [En línea]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/plantaFisica/funciones.html>. [Último acceso: 2020].

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Nuevo edificio de administración 3 [video]. Colombia: YouTube, UIS. 4:47 minutos. (4, octubre, 2019). Disponible en: <https://youtu.be/1gSbrJyLjdc>.

PÉREZ JIMENES, Leonardo José. Supervisión técnica en la construcción de edificaciones [En línea]. Trabajo de grado Ingeniero civil. Universidad de Sucre.

Facultad de Ingeniería. Programa de ingeniería civil, 2009. 79 p. Disponible en:

Repositorio

Unisucre.

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/344/2/T692.5P438.pdf>