

**APOYO EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA
BODEGA DEL PARQUE INDUSTRIAL PROVINCIA DE SOTO II**

JUAN FELIPE RINCÓN LEMUS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FLORIDABLANCA

2020

**APOYO EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA
BODEGA DEL PARQUE INDUSTRIAL PROVINCIA DE SOTO II**

JUAN FELIPE RINCÓN LEMUS

**Práctica Empresarial como requisito para optar
al título de Ingeniero Civil**

Director:

CLAUDIA PATRICIA RETAMOSO LLAMAS

M.I.C. Ingeniera Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FLORIDABLANCA

2020

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, noviembre de 2020

A Dios

*A mis padres por dármele todo y ser
mi constante apoyo*

Juan Felipe Rincón Lemus

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradezco a Dios por tantas bendiciones a lo largo de mi vida, por darme salud, un hogar, alimento diario y abundantes oportunidades como la obtención de un título universitario.

A mis padres, por haberme dado la vida y apoyarme siempre en todo. A mi padre Olger, por ser un ejemplo a seguir, con tantas cualidades que cualquier persona quisiera tener, con ese corazón tan grande y noble que no ve mal hacia los demás, y por ser ese hombre trabajador que se esmera a diario por darle todo a su familia. A mi madre Diana, por ser esa mamá ejemplar, que vela por el bien de sus hijos y los cuida sin medida, a quienes les ha brindado todo su amor y lo que está a su alcance para verlos salir adelante y alcanzar la felicidad. A mi hermano Olger Andrés, por ser ese amigo incondicional con el que he compartido buenas historias desde pequeño. A mi hermana Maria Ximena, por divertirme con tantas locuras y acompañarme cuando lo necesito. Y a mi hermana Maria Angélica, por llegar a mi vida y convertirse en esa consejera con la que puedo contar en todo momento, siendo un ejemplo de perseverancia y resiliencia con su forma de ver el mundo y actuar.

A Ale, una persona muy especial en mi vida, por brindarme tanto amor y momentos de felicidad, por hacerme una mejor persona y ayudarme en las diferentes situaciones que se me pueden presentar.

A la Universidad Pontificia Bolivariana y su personal docente y administrativo, por recibirme día a día con la mejor actitud, por todo el conocimiento y enseñanzas impartidas. Especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil, por su calidad humana y profesional en la formación de futuros profesionales. A mis compañeros de estudio durante mi carrera universitaria, los cuales fueron de gran ayuda para salir adelante con todo tipo de trabajos y evaluaciones. Por último, a la profesora Claudia Retamoso, por su valiosa ayuda en el desarrollo del presente trabajo y culminación en mi proceso de formación como ingeniero civil.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS.....	2
1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
2.1. MISIÓN	3
2.2. VISIÓN.....	3
2.3. PROYECTOS IMPORTANTES.....	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
4. MARCO TEÓRICO	10
4.1. SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	10
4.2. CONTROLES DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA	10
4.2.1. CONTROL DE EJECUCIÓN.....	10
4.2.2. CONTROL DE MATERIALES.....	11
4.2.3. ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD	11
4.2.4. CONTROL DE ESPECIFICACIONES	11
4.2.5. CONTROL DE PLANOS.....	11
4.3. PRESUPUESTO DE OBRA	12
4.4. PROGRAMACIÓN DE OBRA	12
5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO.....	13
5.1. INSPECCIÓN A ELEMENTOS ESTRUCTURALES	13
5.1.1. ARMADO Y FUNDIDA.....	13
5.1.2. APLOME DE ELEMENTOS VERTICALES	15
5.2. CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES	16
6. APORTES DEL PRACTICANTE	19
6.1. CONTROL DE SEGUIMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL	19
6.2. CÁLCULO DE CANTIDADES DE ACERO.....	21

6.2.1.	ACERO PARA PARRILLAS DE ZAPATAS	21
6.2.2.	ACERO PARA VIGAS PERTENECIENTES A LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	23
6.2.3.	ACERO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN	25
6.3.	CONTROL DE MEDIDAS DE ENTREGA DE MATERIALES, CORRESPONDENCIA Y RESIDUOS	27
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Estación de Policía - Chima, Santander.....	4
Figura 2. Centro Administrativo Municipal - El Playón, Santander	5
Figura 3. CEGIRD Oriente - Floridablanca, Santander	6
Figura 4. Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico de Putumayo, Mocoa..	7
Figura 5. Fachada Frontal Bodega 15.....	9
Figura 6. Armado de Columnas.....	13
Figura 7. Encofrado de Columnas.....	14
Figura 8. Ensayo de Asentamiento del Concreto	15
Figura 9. Aplome de Columnas	16
Figura 10. Muestras de Concreto	17
Figura 11. Resultados de Ensayo a Compresión Muestras de Concreto	18
Figura 12. Cuadro de Zapatas.....	21
Figura 13. Planta Cimentación Tanque de Almacenamiento de Agua Potable	24
Figura 14. Detalle Viga de Cimentación B.....	25
Figura 15. Detalle Viga Amarre	26
Figura 16. Tramo Viga Amarre de G-2 A G-3.....	27

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Áreas Bodega 15	8
Tabla 2. Seguimiento a Muestras de Concreto	20
Tabla 3. Cálculo de Acero Parrillas Zapatas	23
Tabla 4. Cálculo de Acero Vigas de Losa de Cimentación Tanque de Almacenamiento.....	25
Tabla 5. Cálculo de Acero Vigas de Cimentación	27
Tabla 6. Control de Medidas de Entrega de Material, Correspondencia y Residuos.....	29

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA BODEGA DEL PARQUE INDUSTRIAL PROVINCIA DE SOTO II

AUTOR(ES): JUAN FELIPE RINCÓN LEMUS

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): CLAUDIA PATRICIA RETAMOSO LLAMAS

RESUMEN

En el presente documento se evidencian las actividades realizadas por el estudiante en la modalidad de práctica empresarial, la cual tuvo un periodo de duración de cuatro meses y se llevó a cabo en la empresa CONSOLTEC GROUP SAS. La práctica empresarial consistió en la construcción de una bodega en el Parque Industrial Provincia de Soto II, ubicado en la ciudad de Bucaramanga-Santander, donde se realizó el apoyo en obra en la supervisión técnica del proyecto. La actividad principal que se llevó a cabo consistió en el cumplimiento del diseño estructural en la ejecución de la obra y el control de los materiales implementados en la misma. Se llevó a cabo un trabajo detallado de las cantidades de materiales utilizados durante la obra, para comparar con lo que se realizó en obra, para hacer cumplimiento de la supervisión técnica. Se tomaron en consideración los lineamientos consignados en el TÍTULO I del Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR10. Finalmente, en el documento se expondrán algunos aportes del practicante a través del desarrollo de la práctica empresarial, junto con las conclusiones y recomendaciones.

PALABRAS CLAVE:

Práctica Empresarial, Supervisión Técnica, Diseño Estructural, Materiales, Obra.


Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Support in the Technical Supervision in the Construction of a Warehouse in the Industrial Park on Provincia de Soto II

AUTHOR(S): Juan Felipe Rincón Lemus

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Claudia Patricia Retamoso Llamas

ABSTRACT

This document shows the activities carried out by the student in the business practice modality, which had a period of four months and was carried out in the company CONSOLTEC GROUP SAS. The business practice consisted of the construction of a warehouse in the Soto II Province Industrial Park, located in the city of Bucaramanga-Santander, where support was provided on-site in the technical supervision of the project. The main activity that was carried out consisted of fulfilling the structural design in the execution of the work and the control of the materials implemented in it. Detailed work was carried out on the quantities of materials used during the work, to compare with what was done on-site, to comply with the technical supervision. The guidelines outlined in TITLE I of the Colombian Regulations for Seismic-resistant Construction NSR10 were taken into consideration. Finally, the document will present some contributions of the practitioner through the development of business practice and the conclusions and recommendations.

KEYWORDS:

Business Practice, Technical Supervision, Structural Design, Materials, Work.


V.B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de los proyectos de construcción, la supervisión técnica se refiere a todas aquellas actividades de inspección que se realizan para garantizar una adecuada ejecución a lo planteado en etapas previas de planeación, es por ello que la supervisión técnica dentro de cualquier proyecto posee una importancia especial y de allí surge el interés por realizar la práctica empresarial entorno a dicho campo de la ingeniería civil.

Por otro lado, la práctica empresarial se desarrolla en el GRUPO DE CONSULTORÍA Y SOLUCIONES TÉCNICAS S.A.S – CONSOLTEC GROUP, empresa que tiene una larga trayectoria en la ejecución de proyectos de consultoría e ingeniería, de este modo se ha involucrado en el desarrollo de las comunidades en distintos sectores del país, siendo una de sus fortalezas principales el área de interventoría o supervisión.

De esta forma, la empresa en mención ha sido la encargada para realizar la supervisión técnica de la construcción de una bodega ubicada en el Parque Industrial Provincia de Soto II, en Bucaramanga-Santander. La construcción de dicha bodega consiste en una ampliación de una empresa destacada en la industria lechera en el departamento, con el fin de aumentar su capacidad de almacenamiento y ubicación de personal administrativo.

Ahora bien, el practicante entra a jugar un rol de apoyo en esta supervisión técnica, pues inspeccionará que las actividades ejecutadas en obra se lleven a cabo de una manera óptima y, que los materiales utilizados en la construcción cumplan con las propiedades exigidas en la norma. En este sentido, el practicante desarrolló una serie de aportes que iban desde la realización de formatos para el seguimiento de muestras de concreto y el control de las medidas de entrega para los materiales, hasta la verificación de las cantidades planteadas en el presupuesto para la cimentación del proyecto. Esta práctica empresarial tuvo como tiempo de duración un periodo de cuatro meses.

A continuación, se presentará de manera detallada toda la información acerca de la practica en cuestión, seguidamente las actividades y aportes realizados por el estudiante durante el proyecto junto con algunas conclusiones y recomendaciones que sirvan como guía para futuros proyectos.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Efectuar apoyo en el desarrollo de la supervisión técnica para un proyecto de construcción de una bodega a razón de hacer la práctica empresarial.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar el cumplimiento de los diseños estructurales en obra planteados previamente por los consultores.
- Establecer seguimiento a la calidad del concreto estructural utilizado en el proyecto mediante la realización de muestras para ensayos a compresión.
- Corroborar las cantidades de los elementos de cimentación establecidas en el presupuesto a través de la elaboración de tablas que plasmen la veracidad de estos cálculos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

GRUPO DE CONSULTORÍA Y SOLUCIONES TÉCNICAS S.A.S – CONSOLTEC GROUP es una empresa santandereana constituida en 2011, con NIT 900311856-7, dedicada a la consultoría e interventoría de obras civiles. Tiene como sede principal la Carrera 11 #41-24, en Bucaramanga, Santander. Fundada por el Ing. Ricardo Andrés Sanz Londoño, CONSOLTEC GROUP ha obtenido gran experiencia en el campo de la ingeniería hasta la fecha, desarrollando una capacidad de organización y liderazgo con el fin de beneficiar comunidades, mediante el desarrollo de programas y proyectos tanto para la empresa pública como privada. (Consoltec Group SAS, 2020)

2.1. MISIÓN

CONSOLTEC GROUP ofrece servicios de diseño, gestión, planeación, interventoría y ejecución de obras de ingeniería en empresas públicas y privadas, garantizando la calidad y cumplimiento de los proyectos, generando un impacto social y ambiental satisfaciendo así las necesidades de nuestros clientes y usuarios finales. (Consoltec Group SAS, 2020)

2.2. VISIÓN

El aprendizaje, la modernización profesional y la promoción de nuestro compromiso con el desarrollo del país, permitirá que CONSOLTEC GROUP para el año 2030, se ubique dentro de las 10 primeras empresas del sector del Diseño, Gestión, Planeación, Interventoría y Ejecución de Obras de ingeniería a nivel nacional. (Consoltec Group SAS, 2020)

2.3. PROYECTOS IMPORTANTES

Dentro de los proyectos más destacados realizados por CONSOLTEC GROUP se encuentran:

- “Estudios y Diseños para la construcción de la Estación de Policía del municipio de Chima, Santander”

Figura 1

Estación de Policía - Chima, Santander



Fuente: Consoltec Group SAS, 2020

- “Estudios y Diseños para la construcción del Centro Administrativo Municipal, municipio del Playón, Santander”

Figura 2

Centro Administrativo Municipal - El Playón, Santander



Fuente: Consoltec Group SAS, 2020

- “Estudios, diseños detallados y construcción del Centro Logístico Humanitario de Santander – Centro de Gestión Integral del Riesgo de Desastres CEGIRD Oriente, en el municipio de Floridablanca, Santander”

Figura 3

CEGIRD Oriente - Floridablanca, Santander



Fuente: Consoltec Group SAS, 2020

- “Estudios y diseños de la Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico de Putumayo, Mocoa”

Figura 4

Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico de Putumayo, Mocoa



Fuente: Consoltec Group SAS, 2020

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La supervisión técnica que realiza la empresa CONSOLTEC GROUP SAS, consiste en un proyecto de construcción de una bodega ubicada en el lote 15 del Parque Industrial Provincia de Soto II, en el municipio de Bucaramanga, Santander, la cual se construye con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento y ubicación de personal administrativo para una empresa dedicada a la producción de lácteos.

El lote donde se construye la bodega, cuenta con un área de 713,48 m² y el área total construida será de 1474,27 m². Esta bodega contará con un parqueadero subterráneo, un tanque de almacenamiento de agua potable de 400 m³, un ascensor para uso del personal de la empresa, zona de cargue y descargue, zonas de almacenamiento y oficinas. Por otra parte, la modalidad de contrato del proyecto entre la empresa contratante y la constructora que lleva a cabo la obra se efectúa por administración delegada.

El inicio de la construcción de la obra tuvo lugar hacia finales del año 2019, donde se empezaron actividades preliminares tales como el cerramiento y los movimientos de tierra. La finalización del proyecto se encuentra estimada para finales del presente año o inicios del siguiente.

A continuación, se pueden observar el cuadro de áreas (*ver Tabla 1*) del proyecto a construir y una imagen (*ver Figura 5*) en la que se puede apreciar un render del diseño arquitectónico de este, específicamente de su fachada frontal.

Tabla 1

Cuadro de Áreas Bodega 15

ÁREA DE LOTE	713,38
ÁREA CONSTRUIDA	
PLANTA SÓTANO	688,27
CUARTO ELÉCTRICO	27,13
BOMBA HIDRÁULICA	31,32
PARQUEADEROS	458,66
PUNTOS FIJOS	171,16

Continuación Tabla 1

Cuadro de Áreas Bodega 15

PLANTA PRIMER PISO	688,27
BAÑOS	9,22
OFICINAS	39,69
ÁREA DE BODEGA	395,81
ÁREA DE PARQUEOS	96,00
PUNTOS FIJOS	147,55
PLANTA SEGUNDO PISO	698,40
OFICINAS	63,60
ÁREA DE BODEGA	590,60
PUNTOS FIJOS	44,20
PLANTA TERCER PISO	87,60
OFICINAS	63,60
PUNTOS FIJOS	24,00
ÁREA CONSTRUIDA TOTAL	1474,27

Nota, todos los valores están dados en m². Fuente: Propia

Figura 5

Fachada Frontal Bodega 15



Fuente: Silva, 2019

4. MARCO TEÓRICO

4.1. SUPERVISIÓN TÉCNICA

Al hablar de la supervisión técnica de un proyecto de construcción hacemos referencia a la verificación del cumplimiento en obra de los diseños, planos y especificaciones elaborados por el respectivo consultor, que en este caso es el diseñador estructural. Con ella se busca que lo que se haya planteado inicialmente en etapa de planeación se ejecute en su mayoría al pie de la letra, si no se presentan inconvenientes en el transcurso de la obra. El supervisor técnico es la persona encargada de que se haga este cumplimiento, realizando los debidos controles e informes periódicos de acuerdo a los documentos de obra. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

4.2. CONTROLES DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA

Dentro del alcance al que debe llegar el supervisor técnico con sus trabajos se encuentran algunos controles que se mencionarán a continuación:

4.2.1. CONTROL DE EJECUCIÓN

Corresponde a vigilar e inspeccionar todo lo relacionado con la ejecución de la obra, llevando a cabo como mínimo los siguientes puntos:

- ✓ Replanteo
- ✓ Dimensiones geométricas
- ✓ Colocación de acero de refuerzo
- ✓ Mezclado, transporte y colocación del concreto
- ✓ Condiciones de la cimentación y concordancia con el estudio geotécnico
- ✓ Colocación de formaletas y obra falsa

En el caso que el suministro del concreto sea por medio de una central, se deben tener en cuenta algunos parámetros como lo son el tipo, la resistencia, la consistencia, el tamaño máximo del agregado y el lugar donde se colocará. A su vez, al momento de suministrar dicho material se debe disponer del personal adecuado y de los accesos por donde ingresarán los correspondientes equipos. (Menéndez & Velasco, 2005)

4.2.2. CONTROL DE MATERIALES

El profesional encargado de la supervisión técnica deberá exigir el cumplimiento a las normas técnicas de calidad y a los requisitos generales de los materiales empleados para la construcción de la estructura, donde cada material a utilizar debe seguir unos lineamientos de la norma que le compete. De igual forma, el supervisor debe verificar que el transporte, almacenamiento, proceso y uso de los materiales sea el adecuado, garantizando la calidad de estos. (Palomino, 2014)

4.2.3. ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD

El supervisor técnico deberá aprobar al constructor el número de ensayos y la frecuencia de la toma de muestras que se deben realizar en un laboratorio previamente aprobado por él. A su vez, este debe interpretar los resultados obtenidos y definir la conformidad de los materiales con las normas técnicas exigidas. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

4.2.4. CONTROL DE ESPECIFICACIONES

La construcción de la estructura deberá cumplir como mínimo las especificaciones técnicas del Reglamento para cada material y las emitidas por la Comisión Rectora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, junto con las particulares obtenidas de los planos y especificaciones elaborados por los diseñadores. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

4.2.5. CONTROL DE PLANOS

Hace referencia a constatar la existencia de todas las indicaciones necesarias para realizar de forma adecuada la construcción, con los respectivos diseños. De llegar a faltar algún detalle en los planos se debe consultar con el diseñador estos elementos faltantes para que complemente esto y no perder continuidad en el desarrollo del proyecto. Por ello, el supervisor debe definir si los planos se encuentran completos o incompletos, tanto en número como en contenido. Además, se recomienda llevar un documento en el que se encuentre un índice de planos, con las respectivas modificaciones aprobadas por el consultor para posteriormente ir elaborando los planos *As Built*. (Palomino, 2014)

4.3. PRESUPUESTO DE OBRA

Un presupuesto de obra es un elemento de planeación el cual consiste en un plan detallado basado en términos numéricos donde se genera un resumen de las actividades necesarias para que un proyecto se realice de una manera óptima, previendo todos los tipos de costos que pueden influir en cada actividad planteada y qué cantidad de dicha actividad es la necesaria para que al finalizar la obra todo se encuentre en perfectas condiciones y esté completo. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2003)

4.4. PROGRAMACIÓN DE OBRA

Se trata de la planificación del tiempo que se va a tomar en ejecutar un proyecto u obra a partir de lo que tarda cada actividad estipulada en este, dichos tiempos son calculados a partir de rendimientos que pueden ser teóricos, basados en datos estadísticos, o empíricos que se basan en la experiencia y/o el conocimiento que ha obtenido una empresa o persona a lo largo del tiempo. A su vez, con este se puede llevar seguimiento del avance de la obra una vez haya iniciado esta y determinar medidas para solucionar problemas en el caso de que ocurran. (Antill & Woodhead, 2002)

5. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Al iniciar la práctica empresarial, el desarrollo del proyecto constructivo se encontraba finalizando actividades de movimientos de suelo y empezando una fase de cimentación. Por ello, al momento de comenzar con la práctica en la obra las actividades asignadas consistieron en, la inspección del armado y fundida de los elementos estructurales, junto con el control de calidad de los materiales a emplear y algunos cálculos de cantidades.

5.1. INSPECCIÓN A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

5.1.1. ARMADO Y FUNDIDA

Cada vez que se empezara una actividad de armado se constataba con los planos estructurales más recientes el refuerzo longitudinal y transversal que debía llevar cada elemento, en otras palabras, se revisaba el diámetro de barras y estribos a emplear, separación entre cada uno de ellos y longitudes mínimas de gancho y traslapo, esto con el fin de no tener retrasos por equivocaciones y lograr continuar acorde al calendario estipulado. En la *Figura 6* se puede observar el proceso de armado de una columna localizada en el perímetro del tanque de almacenamiento de agua potable.

Figura 6
Armado de Columnas



Fuente: Propia

Una vez estuviese completamente armado un elemento se procedía a encofrar (ver *Figura 7*) donde con la ayuda de tableros y puntales se aseguraba que al depositar el concreto dentro del molde, este pudiera soportar la presión ejercida por el material.

Figura 7
Encofrado de Columnas



Fuente: Propia

Finalmente se fundía el elemento estructural depositando el concreto en la armadura, teniendo en cuenta todas las precauciones que se deben tener en cuenta y que se mencionan a continuación:

- **Chequeo del concreto:** Debido a que el concreto utilizado en obra era premezclado, se debía hacer una revisión del sello de cada mixer, corroborando que cada pedido correspondiera a lo solicitado. Por otra parte, se realizaba el ensayo de asentamiento o *slump* (ver *Figura 8*), para verificar que dicho asentamiento se encontrara dentro del rango aceptable; llegado el caso que el

asentamiento estuviese por encima del rango aceptado se comunicaba con la empresa de concretos para dar razón de que no se aceptaría el pedido.

Figura 8
Ensayo de Asentamiento del Concreto



Fuente: Propia

- **Vibrado:** Mientras se depositaba el concreto se debía supervisar como se vibraba este para que cuando fraguara y posteriormente se desencofrara no se presentaran segregaciones u hormigueos en el acabado de las caras. Para ello, se revisaba cómo se introducía el vibrador, teniendo en cuenta que este no tuviera contacto con la formaleta ni con el acero y que el tiempo de duración dentro del concreto no fuera superior a lo recomendado.

5.1.2. APLOME DE ELEMENTOS VERTICALES

Para elementos verticales tales como muros y columnas se debía verificar antes y después de la fundida que estos estuvieran aplomados, es decir, desde el inicio hasta su fin debían mantener una verticalidad, como se muestra en la *Figura 9*. En lo posible

se trataba de que no se presentaran desviaciones, y en el caso de tenerlas, que estas fueran mínimas.

Figura 9
Aplome de Columnas



Fuente: Propia

5.2. CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES

Dentro de las actividades referentes a la supervisión técnica se debía corroborar la calidad de los materiales a utilizar en la construcción, es por lo que mediante la elaboración de muestras para ensayo se podía verificar la validez de estos.

Para esta práctica empresarial únicamente se llevó control de la calidad del concreto estructural, debido a que el periodo de tiempo que se abarcó durante el proyecto correspondió a fase de cimentación e inicios de estructura.

De esta forma, tomando como guía el TÍTULO C de la NSR-10 (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010), se realizó la toma de muestras del concreto para llevar control a la resistencia a compresión de cada uno de los elementos estructurales,

siguiendo los procedimientos y especificaciones mencionados en la NTC 550 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2000). Dichas muestras se tomaban por medio de moldes cilíndricos metálicos, con una relación diámetro-altura 1:2, siendo estos de 15 cm x 30 cm. Ahora bien, la frecuencia de los ensayos se podía presentar de las siguientes formas: un grupo de muestras por cada día de fundida, por cada 40 m³ de concreto y, por cada 200 m² de superficie de losas o muros, fuesen preparados en obra o de concreto premezclado. Un grupo de muestras correspondía a 6 cilindros de concreto, para así ensayarlos en pares a los correspondientes 7, 14 y 28 días.

Una vez preparados los cilindros mencionados anteriormente, se esperaba al siguiente día para desencofrarlos y posteriormente ser entregados al laboratorio para su respectivo curado. En la *Figura 10* se puede observar un grupo de muestras antes de proceder a deseconfrar.


Figura 10
Muestras de Concreto








Fuente: Propia

Pasados los días correspondientes para que se testearan los cilindros, la empresa responsable de los ensayos se encargaba de fallarlos y hacía llegar su respectivo informe. A continuación, se puede observar en la *Figura 11* los resultados de cierto grupo de muestras de concreto:

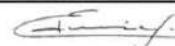
Figura 11
Resultados de Ensayo a Compresión Muestras de Concreto

	INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD SAS		EMISIÓN	2019
	DEPARTAMENTO TÉCNICO		VERSIÓN	2
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS NORMA LN.V E 410/2013 - NTC 873 - 2010		CÓDIGO	ICD-DT-122
PAGINA 1 DE 1				

ORDEN DE SERVICIO (ODS)N°	014-3
EMPRESA SOLICITANTE	
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN BODEGA 15 PROVINCIA DE SOTO DOS
CONTRATISTA	
FECHA DE LOS ENSAYOS	26/06/2020
TIPO DE MATERIAL	CONCRETO ESTRUCTURAL 4000 PSI

TIPO DE FALLA				
				
A. CONO	B. CONO Y GRIETA	C. CONO Y CORTE	D. CORTE	E. COLUMNAR

MUESTRA NÚMERO	ZONA FUNDIDA DISEÑOS	DIÁMETRO Cm	ALTURA Cm	ÁREA Cm²	FECHA FUNDIDA			FECHA DE PRUEBA			EDAD días	CARGA KN	RESISTENCIA DADA		TIPO DE FALLA	% DE RESISTENCIA
					AA	MM	DD	AA	MM	DD			Kg/cm²	lbf/pulg²		
3	MURO	15,28	30,05	183,37			12/06/2020			19/06/2020	7	412,30	229,3	3261,1	D	81,8
3	MURO	15,30	30,10	183,85			12/06/2020			19/06/2020	7	432,50	232,9	3411,9	C	85,6
3	MURO	15,31	30,12	184,09			12/06/2020			26/06/2020	14	560,80	310,5	4418,3	D	110,8
3	MURO	15,25	30,06	182,89			12/06/2020			26/06/2020	14	548,40	305,8	4348,9	D	109,1

OBSERVACIONES	ELABORADO POR:	ING. EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
	REVISADO POR:	ING. EDWIN F. VALENCIA PINZÓN
		
	FECHA DE ENTREGA:	26/06/2020

Fuente: Ingeniería y Control de Calidad SAS, 2020

6. APORTES DEL PRACTICANTE

Adicional al cumplimiento de las actividades como auxiliar en la supervisión técnica del proyecto, el practicante realizó una serie de aportes que contribuyeron al adecuado desarrollo del proyecto en cuestión. Dichos aportes tienen que ver con el control de seguimiento a la calidad del concreto premezclado solicitado, cálculos para las cantidades de acero de la cimentación y el control de las medidas de bioseguridad para la entrega y recibo de materiales, correspondencia y residuos.

En seguida, se pueden encontrar de manera detallada los aportes mencionados anteriormente:

6.1. CONTROL DE SEGUIMIENTO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL

Para llevar un adecuado seguimiento a los resultados de laboratorio se organizó un formato de elaboración propia que facilitó tanto al laboratorio como a la empresa el entendimiento de los especímenes elaborados. Dicho formato se presentaba a la empresa encargada de los ensayos para que tuviesen conocimiento de las fechas de fundida, del elemento estructural al que correspondía cada muestra, la cantidad de cilindros por fundida, el número de días a los cuales se quería ensayar cada uno de los cilindros y la resistencia de diseño de cada grupo de muestras (*ver Tabla 2*).

Generalmente se elaboraba un grupo de muestras por fundida, que correspondía a 6 cilindros de concreto. Si el volumen de concreto de la fundida superaba los 40 m³ se realizaban dos grupos de muestras, es decir, 12 cilindros de concreto. Una vez entregados los resultados, se procedía a completar el formato con las resistencias obtenidas para cada muestra y de esta forma calcular el porcentaje de resistencia a los que lograron llegar.

Tabla 2
Seguimiento a Muestras de Concreto

CILINDROS DE CONCRETO BODEGA 15						
FECHA	ELEMENTO FUNDIDO	N° CILINDRO	N° DÍAS	RESISTENCIA DISEÑO [PSI]	RESISTENCIA DADA [PSI]	% DE RESISTENCIA
14/07/ 2020	PARTE INFERIOR PLACA TANQUE DE ALMACENAMIENTO (30 CM)	1	7	4000		
		2	7			
		3	14			
		4	14			
		5	28			
		6	28			
		7	7			
		8	7			
		9	14			
		10	14			
		11	28			
		12	28			
21/07/2020	PARTE INFERIOR PLACA FOSO DE ASCENSOR	1	7	4000		
		2	7			
		3	14			
		4	14			
		5	28			
		6	28			
25/07/2020	PARTE RESTANTE PLACA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	7	4000		
		2	7			
		3	14			
		4	14			
		5	28			
		6	28			
		7	7	4500 BAJA PERMEABILIDAD		
		8	7			
		9	14			
		10	14			
		11	28			
		12	28			

Fuente: Propia

6.2. CÁLCULO DE CANTIDADES DE ACERO

Con el propósito de verificar la cantidad de acero desarrollada en el presupuesto y realizar el pedido de este para la cimentación del proyecto, se realizó el cálculo del refuerzo que necesitaban estos elementos estructurales. Algunos de estos elementos mencionados que se encontraran a continuación son zapatas, losas y vigas de cimentación.

6.2.1. ACERO PARA PARRILLAS DE ZAPATAS

Para realizar el cálculo de acero que necesitaban estos elementos de cimentación, se tomó como base el cuadro de zapatas (ver Figura 12) que se encuentra en el diseño estructural del proyecto. En dicho cuadro se encuentran datos tales como dimensiones de zapatas, longitudes de barra, gancho, recubrimiento y separación, los cuales fueron requeridos para esta cuantificación.

Figura 12
Cuadro de Zapatas

CUADRO DE ZAPATAS					
EJES	CANT	A	B	H	HIERROS
A-1	1	2.60	PROM 2.38	0.85	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 2.45 Ly = 1.25 Arriba y abajo (doble parrilla)
B-1	1	1.80	1.80	0.75	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 125 Lx = 1.65 Ly = 1.65 Arriba y abajo (doble parrilla)
C-1'	1	3.25	5.00	0.75	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 125 Lx = 3.10 Ly = 4.65 Arriba y abajo (doble parrilla)
D-1	1	1.50	1.90	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 135 Lx = 1.35 Ly = 1.75 Arriba y abajo (doble parrilla)
D-2	1	2.75	2.75	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 135 Lx = 2.60 Ly = 2.60 abajo 1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 135 Lx = 2.60 Ly = 2.60 arriba
D-3	1	2.70	2.70	0.85	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 2.55 Ly = 1.55 abajo 1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 2.55 Ly = 1.55 arriba
D-4	1	2.70	2.70	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 1.85 Ly = 1.85 abajo 1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 1.85 Ly = 1.85 arriba
D-5	1	1.30	2.55	0.75	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 125 Lx = 1.15 Ly = 2.40 Arriba y abajo (doble parrilla)
E-1	1	1.50	3.50	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 1.35 Ly = 3.35 Arriba y abajo (doble parrilla)
E-2	1	2.60	2.60	0.85	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 2.45 Ly = 2.45 abajo 1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 11 Lx = 2.45 Ly = 2.45 arriba
E-3	1	3.30	3.30	0.75	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 125 Lx = 3.15 Ly = 3.15 abajo 1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 125 Lx = 3.15 Ly = 3.15 arriba
GH-1	1	1.70	4.10	0.90	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 10 Lx = 1.55 Ly = 3.95 Arriba y abajo (doble parrilla)
GH-2	1	2.20	3.90	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 135 Lx = 2.05 Ly = 3.75 Arriba y abajo (doble parrilla)
GH-3	1	3.00	4.20	0.70	1 Ø 3/4" EN C/ SENTIDO C/Ø 135 Lx = 2.85 Ly = 4.65 Arriba y abajo (doble parrilla)



PARRILLA SUP. 1Ø xx/8" C/xx CM

PARRILLA INF. 1Ø xx/8" C/xx CM

Fuente: Quiroga, 2020

De esta forma, teniendo en cuenta todas las variables mencionadas anteriormente, se realizó el respectivo cálculo como se muestra a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3

Cálculo de Acero Parrillas Zapatas

PARRILLAS ZAPATAS													
N° VARILLA	ELEMENTO	A	B	r	G (Gancho)	Lx + G	Ly + G	cl.	N° en X	N° en Y	MASA	PESO PARCIAL	PESO TOTAL [KG]
3/4"	A-1	2,6	2,6	0,15	0,3	3,05	3,05	0,11	22	22	2,235	327,2	8706,2
	B-1	1,8	1,8			2,25	2,25	0,125	13	13		140,8	
	C-1'	3,25	5			3,7	5,45	0,125	39	25		647,5	
	D-1	1,5	1,9			1,95	2,35	0,135	13	10		118,8	
	D-2	2,75	2,75			3,2	3,2	0,135	19	19		286,1	
	D-3	2,7	2,7			3,15	3,15	0,11	23	23		352,0	
	D-4	2	2			2,45	2,45	0,11	17	17		197,1	
	D-5	1,3	2,55			1,75	3	0,125	19	9		145,3	
	E-1	1,5	3,5			1,95	3,95	0,135	25	10		210,4	
	E-2	2,6	2,6			3,05	3,05	0,11	22	22		327,2	
	E-3	3,3	3,3			3,75	3,75	0,125	25	25		435,8	
	GH-1	1,7	4,1			2,15	4,55	0,1	40	16		369,9	
	GH-2	2,2	3,9			2,65	4,35	0,135	28	15		327,3	
	GH-3	3	4,2			3,45	4,65	0,135	30	21		467,7	

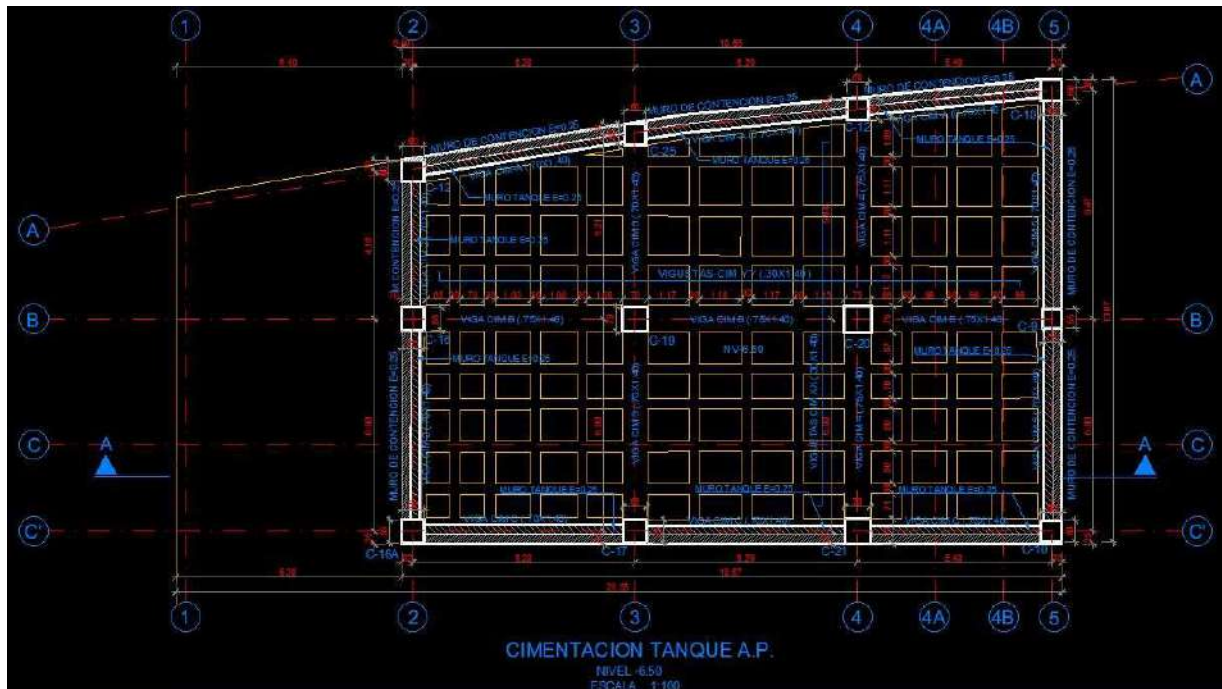
Nota, todos los valores de longitudes están dados en metros. Fuente: Propia

6.2.2. ACERO PARA VIGAS PERTENECIENTES A LA LOSA DE CIMENTACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

En el caso del tanque de almacenamiento de agua potable, su tipo de cimentación no fue por medio de zapatas sino losa, de modo tal que su superficie era la misma del tanque. En la *Figura 13* se detalla la planta de dicha cimentación y en la *Figura 14* un detalle de una de estas vigas.

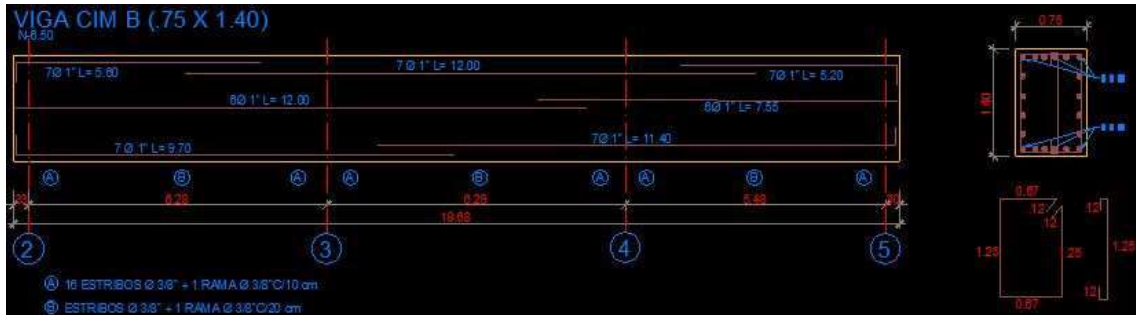
Figura 13

Planta Cimentación Tanque de Almacenamiento de Agua Potable



Fuente: Quiroga, 2020

Figura 14
Detalle Viga de Cimentación B



Fuente: Quiroga, 2020

De este modo, analizando los despieces de cada una de las vigas pertenecientes a esta losa de cimentación, se realizó el cálculo del acero de dichos elementos, donde las barras de 1" corresponden al refuerzo longitudinal y las barras de 3/8" al refuerzo transversal, como se observa en la *Tabla 4*.

Tabla 4
Cálculo de Acero Vigas de Losa de Cimentación Tanque de Almacenamiento

N° VARILLA	ELEMENTO	N° ELEMENTO	LONGITUD	PESO NOMINAL	PESO PARCIAL
1"	VIGA CIM C	1	363,3	3,973	1443,4
	VIGA CIM B	1	402,6		1599,5
	VIGA CIM A	1	366,9		1457,7
	VIGA CIM 2	1	202,2		803,3
	VIGA CIM 3	1	242,94		965,2
	VIGA CIM 4	1	254,94		1012,9
	VIGA CIM 5	1	264,66		1051,5
	VTA CIM XX	7	240,6		6691,3
	VTA CIM YY	10	161,4		6412,4

Continuación Tabla 4.

Cálculo de Acero Vigas de Losa de Cimentación Tanque de Almacenamiento

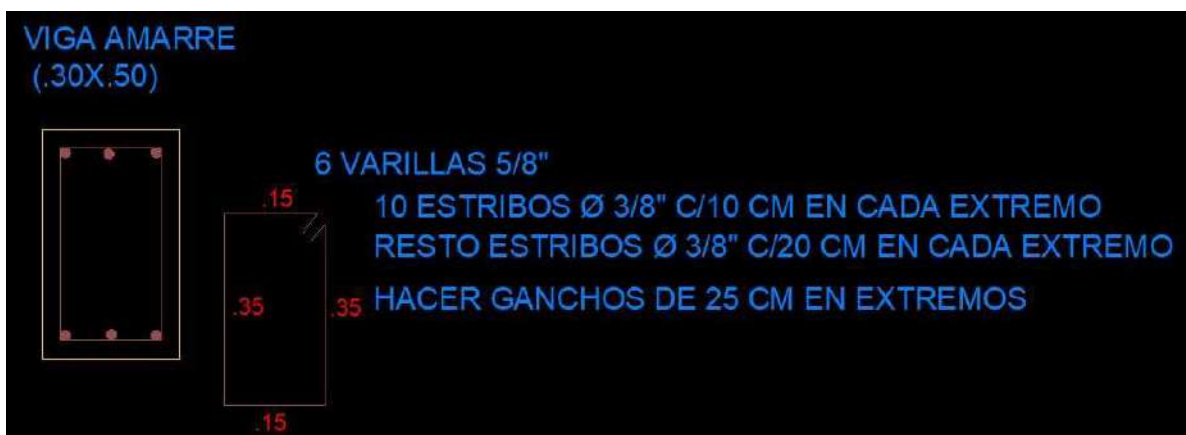
3/8"	VIGA CIM C	1	730,21	0,56	408,9
	VIGA CIM B	1	763,09		427,3
	VIGA CIM A	1	730,21		408,9
	VIGA CIM 2	1	437,06		244,8
	VIGA CIM 3	1	475,89		266,5
	VIGA CIM 4	1	506,87		283,8
	VIGA CIM 5	1	501,02		280,6
	VTA CIM XX	7	295,74		1159,3
	VTA CIM YY	10	187,62		1050,7
PESO TOTAL [KG]				25968,1	

Nota, todos los valores de longitudes están dados en metros. Fuente: Propia

6.2.3. ACERO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN

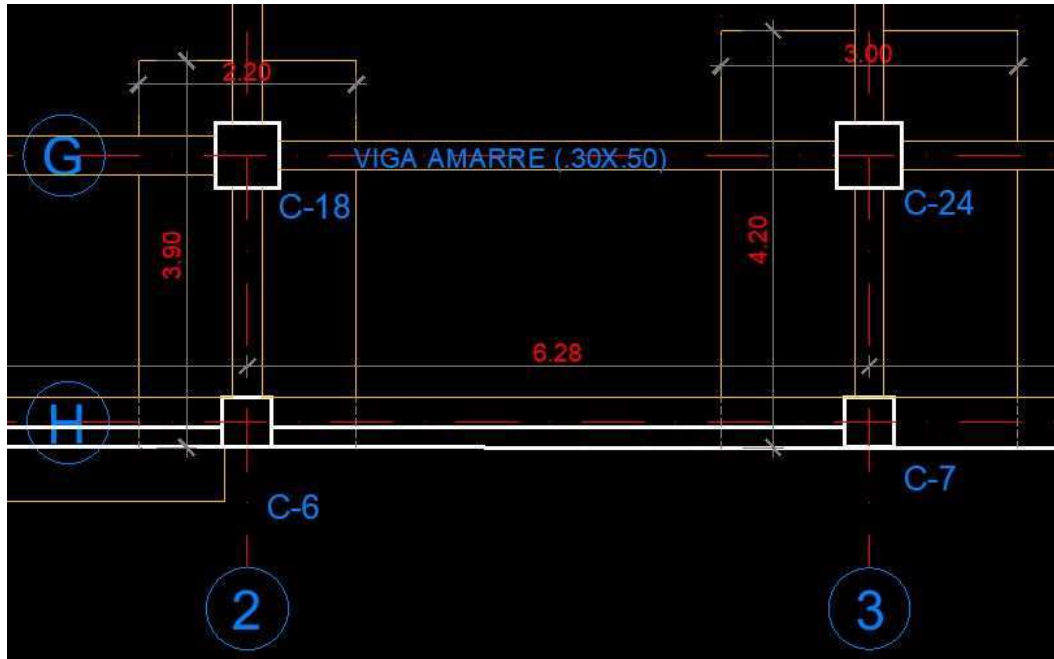
Una vez teniendo listas las zapatas y losas de cimentación, se procedió a calcular los elementos conectores entre ellos, es decir, las vigas de cimentación. En el diseño estructural se plantearon 7 diferentes tipos de vigas, pero para efectos de ejemplificación se detallará solo uno de ellos. En las siguientes imágenes se pueden observar un detalle (ver Figura 15) de la viga llamada "VIGA AMARRE" y un tramo donde se encuentra esta (ver Figura 16).

Figura 15
Detalle Viga Amarre



Fuente: Quiroga, 2020

Figura 16
Tramo Viga Amarre de G-2 A G-3



Fuente: Quiroga, 2020

De esta manera, se determinaron todos los tramos donde se encontraba cada viga y se cuantificó el acero de estas, donde el refuerzo de 5/8" era longitudinal y el de 3/8" transversal, como se detalla en la *Tabla 5*.

Tabla 5
Cálculo de Acero Vigas de Cimentación

ELEMENTO	DETALLE	N° VARILLA	LONGITUD ENTRE EJES	LONGITUD ESTRIBO	LONGITUD TOTAL	MASA	PESO PARCIAL
VIGA AMARRE	C-6 A C-18	5/8"	2,7	1,24	19,2	1,552	29,80
		3/8"			29,76	0,56	16,67
	C-7 A C-24	5/8"	2,7		19,2	1,552	29,80
		3/8"			29,76	0,56	16,67
	C-18 A C-22	5/8"	5,21		34,26	1,552	53,17
		3/8"			44,64	0,56	25,00

Continuación Tabla 5

Cálculo de Acero Vigas de Cimentación

VIGA AMARRE	C-24 A C-23	5/8"	5,21	1,24	34,26	1,552	53,17		
		3/8"			44,64	0,56	25,00		
	C-18 A C-24	5/8"	6,28		40,68	1,552	63,14		
		3/8"			50,84	0,56	28,47		
	C-24 A L.ASC	5/8"	4,57		30,42	1,552	47,21		
		3/8"			40,92	0,56	22,92		
	C-22 A C-23	5/8"	6,28		40,68	1,552	63,14		
		3/8"			50,84	0,56	28,47		
	C-23 A L.ASC	5/8"	4,57		30,42	1,552	47,21		
		3/8"			40,92	0,56	22,92		
	C-26 A C-2	5/8"	6,28		40,68	1,552	63,14		
		3/8"			50,84	0,56	28,47		
	C-2 A C-14	5/8"	6,29		40,74	1,552	63,23		
		3/8"			50,84	0,56	28,47		
						PESO TOTAL [KG]		756,04	

Nota, todos los valores de longitudes están dados en metros. Fuente: Propia

6.3. CONTROL DE MEDIDAS DE ENTREGA DE MATERIALES, CORRESPONDENCIA Y RESIDUOS

Dada la crisis sanitaria a nivel mundial fue necesario implementar ciertas disposiciones de bioseguridad para velar por la salud del personal de trabajo. Una de ellas correspondió a la elaboración de un formato para el control de medidas de entrega o recibo de material, correspondencia o residuos.

El formato en mención (ver Tabla 6) consistía en una serie de campos donde el encargado de completarlo debía escribir ciertos datos como lo son la fecha, el elemento a entregar o recibir, una breve descripción de este y la información del responsable que entregó dicho elemento, junto con una pregunta referente al cumplimiento de los protocolos de bioseguridad y posteriormente su respectiva firma.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, la supervisión técnica es una valiosa herramienta en cualquier proyecto de construcción ya que permite entregar resultados de calidad con un alto grado de eficiencia. Gracias al acompañamiento y control que esta hace, se puede verificar el cumplimiento de los diseños estructurales, de los materiales a utilizar y de los procedimientos que se llevan a cabo, factores de gran importancia en el desarrollo constructivo de una obra.

Para la práctica empresarial en mención se pudieron cumplir todos los objetivos planteados inicialmente, desde el objetivo principal que correspondía a efectuar apoyo en el desarrollo de la supervisión técnica del proyecto, hasta los objetivos específicos que consistieron en verificar el cumplimiento de los diseños estructurales en obra, establecer seguimiento a la calidad del concreto estructural mediante la realización de muestras para ensayos a compresión y corroborar las cantidades de los elementos de cimentación establecidas en el presupuesto a través de la elaboración de tablas que plasmen la veracidad de estos cálculos. A continuación, se presentan las principales conclusiones a cada uno de los objetivos específicos enunciados anteriormente.

En referencia al cumplimiento del diseño estructural, se pudo verificar la adecuada ejecución por medio del constante acompañamiento en el lugar de trabajo, donde cada vez que se armaba un elemento estructural se debía inspeccionar que tuviera todas las indicaciones plasmadas en los planos, comprobando cantidades, longitudes y estado de los elementos.

En cuanto a la calidad de los materiales, específicamente del concreto estructural, se puede concluir que la empresa que suministraba el concreto premezclado tiene un alto grado de confiabilidad en la obtención de la resistencia de diseño, ya que con tan solo 14 días de curado se obtenían resistencias mayores al 100%. Es por ello, que toda muestra de concreto que fue ensayada cumplió con las especificaciones técnicas tanto del reglamento general como del proyecto específico.

A su vez, se lograron verificar todas las cantidades de acero de la cimentación por medio del cálculo de estas. Gracias a la elaboración de tablas se corroboró la cuantificación dada en el presupuesto de obra y se efectuó de manera adecuada el pedido de dicho material, generándose poco desperdicio al momento de su colocación.

Por otra parte, se recomienda que el encargado de la supervisión técnica esté comprometido en obra durante todo el horario laboral, principalmente al realizar actividades de armado y fundida de elementos estructurales, dado que él es el profesional con el conocimiento adecuado para determinar si una actividad se está ejecutando a cabalidad y, de no estar presente, pueden ocurrir ciertos errores que afectan la calidad de la construcción.

Adicionalmente, en referencia a la frecuencia de la toma de muestras del concreto, se recomienda elaborar una cantidad de especímenes representativa que se encuentre acorde al volumen de fundida, ya que al guiarse únicamente del reglamento general dicha cantidad puede ser insuficiente afectando así, el promedio de las resistencias de las muestras.

Para finalizar, cabe aclarar que el desarrollo de la presente práctica estuvo perjudicado en términos de planeación y fechas dada la crisis sanitaria actual, en el que la pasantía fue suspendida por cierto periodo y los procesos tanto de la empresa como en obra fueron modificados acorde a las disposiciones de salubridad implementadas por el gobierno nacional.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Antill, J., & Woodhead, R. (2002). *Método de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción*. México: Limusa Noriega.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En *Título I - Supervisión Técnica*. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. En *Título C - Concreto Estructural*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Consoltec Group SAS. (2020). *Fotos*. Obtenido de Página de Facebook Consoltec Group SAS:
https://www.facebook.com/consoltecgrouphas/photos/?ref=page_internal
- Consoltec Group SAS. (2020). *Quiénes Somos: Consoltec Group*. Obtenido de Consoltec Group Web site: <http://consoltecgrouphas.com/quienes-somos/>
- Ingeniería y Control de Calidad SAS. (26 de Junio de 2020). Resultados de Ensayos a Compresión Muestras de Concreto Bodega 15 - Provincia de Soto II. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2000). *NTC 550. Concretos. Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en Obra*. Bogotá, D.C.
- Palomino, J. (2014). *GUÍA PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO*. Cartagena.
- Quiroga, F. (Enero de 2020). Diseño Estructural Bodega 15 Provincia de Soto II. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Serrano, G. (2015). *ACTIVIDADES DE APOYO EN LA SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA DE LA OBRA SAN FRANCISCO DE PAULA*. Bucaramanga.
- Silva, S. (Diciembre de 2019). Diseño Arquitectónico Bodega 15 Provincia de Soto II. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2003). *TUTORIAL PARA LA ASIGNATURA COSTOS Y PRESUPUESTOS*. Ciudad de México: FCA.