

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(148)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	FABER SANTIAGO MARTIN ROA
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL
DIRECTOR	ELKIN YESID BARBOSA QUINTERO
TÍTULO DE LA TESIS	APOYO EN EL CONTROL Y LA SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA FASE DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO-OFICINAS DE ADMISIONES REGISTRO Y CONTROL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO DESCRIBE LOS OBJETIVOS Y ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL APOYO COMO PASANTE EN LA OFICINA DE PLANEACIÓN DE LA UFPSO, EN LA EJECUCIÓN DE LA PRIMERA FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO. EL TRABAJO INCLUYE EL SEGUIMIENTO DE OBRA, EL CONTROL DE TIEMPOS Y COMO OBJETIVO DE APORTE SE DESARROLLA UN DISEÑO DE MEZCLAS QUE A SU VEZ INCLUYE CÁLCULO DE CANTIDADES Y COSTOS PARA LA PLACA DE ENTREPISO DEL PROYECTO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 148	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 99	CD-ROM: 1
--------------	-----------	-------------------	-----------



APOYO EN EL CONTROL Y LA SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE
LA PRIMERA FASE DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO-OFICINAS DE ADMISIONES
REGISTRO Y CONTROL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
OCAÑA

AUTOR:

FABER SANTIAGO MARTIN ROA

Trabajo de Grado modalidad de pasantías presentado como requisito para Optar por el Título
de Ingeniero Civil

Director de Pasantías:

ELKIN YESID BARBOSA QUINTERO

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Abril, 2018

Tabla de contenido

Capítulo 1. Apoyo en el Control y la Supervisión Técnica de la Construcción de la Primera Fase del Edificio Administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y control de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña1	
1.1	Descripción Breve de la Empresa 1
1.1.1	Misión..... 1
1.1.2	Visión. 1
1.1.3	Objetivos de la empresa. 2
1.1.4	Descripción de la estructura organizacional.....3
1.1.5	Descripción de la dependencia asignada. 5
1.2	Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada 5
1.2.1	Planteamiento del problema..... 7
1.3	Objetivos de la Pasantía 8
1.3.1	Objetivo general..... 8
1.3.2	Objetivos específicos. 8
1.4	Descripción de las Actividades a Desarrollar 9
Capítulo 2. Enfoques Referenciales 11	
2.1	Enfoques Conceptuales 11
2.2	Enfoque Legal 15
Capítulo 3. Informe de Cumplimiento de Trabajo..... 17	
3.1	Apoyar el control diario al proyecto por medio del registro de las actividades ejecutadas y la medición de cantidades de obra, para cuantificar el alcance del mismo 17
3.1.1	Conocer la información previa del proyecto (cantidades de obra, especificaciones técnicas y planos del proyecto).. 17
3.1.2	Diseñar y diligenciar formatos para mediciones en obra..... 27
3.1.3	Desarrollar un balance de cantidades en el cual se comparen los recursos ejecutados con relación a los planificados.. 30
3.1.4	Elaborar un registro fotográfico diario al avance del proyecto..... 32
3.1.5	Actualizar la bitácora digital de obra existente. 33
3.2	Supervisar la ejecución de los procesos constructivos por medio de listas de comprobación, donde se verifique el cumplimiento con las normas técnicas y especificaciones..... 34
3.2.1	Identificar los procesos constructivos a ser realizados.. 35
3.2.2	Elaborar listas de chequeos para cada actividad. 38

3.2.3	Visitas de campo a cada proceso constructivo.....	41
3.3	Apoyar la gestión del tiempo, mediante el seguimiento a la planificación para constatar	89
	que se cumplan las fechas de entrega y el avance del proyecto.....	89
3.3.1	Registrar los recursos empleados en cuanto a materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.....	89
3.3.2	Realizar un cuadro comparativo entre los tiempos establecidos en el contrato y los de entrega.	90
3.4	Proponer un diseño de mezclas óptimo que cumpla con la resistencia de diseño de un concreto de 28 Mpa. para la losa de entepiso del proyecto, calculando los materiales y estimando el costo de los recursos.	92
3.4.1	Realizar el diseño de mezclas mediante el método que más se ajuste a las características de los materiales..	92
3.4.2	Calcular las cantidades de obra de acuerdo al diseño de mezclas	115
3.4.3	Estimar el costo de los recursos (materiales, mano de obra y equipo) para la losa de entepiso del proyecto..	116
	Capítulo 4. Diagnostico final	122
	Capítulo 5. Conclusiones.....	123
	Capítulo 6. Recomendaciones.....	124
	Referencias	125
	Apéndices	127

Lista de Tablas

Tabla 1 Matriz DOFA	6
Tabla 2 Descripción de las actividades a desarrollar	9
Tabla 3 Definición de cotas de plantas.....	25
Tabla 4 Balance de cantidades de obra.	31
Tabla 5 Acero longitudinal de las columnas circulares.....	57
Tabla 6 Secciones de la formaleta metálica usada en el proyecto	59
Tabla 7 Asentamientos	93
Tabla 8 Tamaño máximo nominal	94
Tabla 9 Contenido aproximado de aire	94
Tabla 10 Agua de mezclado	95
Tabla 11 Relación agua/cemento	97
Tabla 12 Recomendaciones granulométricas para agregado grueso según ASTM C33.....	98
Tabla 13 Recomendaciones granulométricas para agregado fino según ASTM C3.....	99
Tabla 14 Verificación especificaciones granulométricas para agregado fino.....	100
Tabla 15 Verificación especificaciones granulométricas para agregado grueso.....	100
Tabla 16 Rango granulométrico recomendado	101
Tabla 17 Propiedades de los agregados.....	103
Tabla 18 Proporciones en peso y en volumen para 1 m ³ de concreto.....	104
Tabla 19 Cantidades de material para 1 m ³ de concreto con ajustes de humedad	108
Tabla 20 Cantidades de obra para placa de entrepiso	116

Lista de figuras

Figura 1. Estructura Orgánica.	4
Figura 2. Fachada interna del proyecto.	23
Figura 3. Fachada externa del proyecto.	23
Figura 4. Planta del proyecto.....	24
Figura 5. Planta arquitectónica del proyecto.....	25
Figura 6. Planta de cimentación, zona en ejecución del proyecto.....	26
Figura 7. Informe diario de cantidades.....	29
Figura 8. Ejemplo del informe diario de cantidades.	29
Figura 9. Formato para actas de inicio de cada actividad.	38
Figura 10. Formato de listas de chequeo.....	40
Figura 11. Acero transversal pantalla B16.....	51
Figura 12. Acero transversal pantalla C10 y C13.	52
Figura 13. Acero transversal columna A11 y A12.....	54
Figura 14. Acero transversal columna C11 y C12.	55
Figura 15. Acero transversal columna circular.	56
Figura 16. Registro de cantidades.	90
Figura 17. Comparativo de tiempos.	91
Figura 18. Optimización granulométrica de los agregados.....	102
Figura 19. APU para concreto de 28 Mpa.....	117
Figura 20. APU para vigas de entrepiso.....	118
Figura 21. APU para placa aligerada de entrepiso.	119
Figura 22. APU para acero de refuerzo.....	120
Figura 23. Precio por ítem para ejecución de placa de entrepiso.....	121

Lista de Fotografías

Fotografía 1. Excavación y nivelación para viga de cimentación.	42
Fotografía 2. Ensayo de densidades.	43
Fotografía 3. Instalación de concreto pobre.	44
Fotografía 4. Extendido del acero longitudinal, vigas de cimentación.	44
Fotografía 5. Amarrado de acero en vigas de cimentación.	45
Fotografía 6. Formaleteado de vigas de cimentación.	46
Fotografía 7. Mezclado de concreto en obra.	47
Fotografía 8. Vibrado de concreto.	48
Fotografía 9. Desencofrado vigas de cimentación.	49
Fotografía 10. Curado vigas de cimentación.	49
Fotografía 11. Vista general del proyecto al iniciar la pasantía.	50
Fotografía 12. Armado del acero de la pantalla B16.	51
Fotografía 13. Armado del acero de la columna C13.	53
Fotografía 14. Preparación de la columna A12 para instalación de formaleta.	54
Fotografía 15. Armado del acero de la columna C12.	55
Fotografía 16. Verificación de separación del acero transversal.	56
Fotografía 17. Limpieza del acero de las columnas.	58
Fotografía 18. Nivelación vertical de la columna.	58
Fotografía 19. Formaletas metálicas tipo tablero.	60
Fotografía 20. Instalación de chapetas y alineadores.	61
Fotografía 21. Formaleta instalada con alineadores y chapetas.	61
Fotografía 22. Nivelación y aplomado de la formaleta.	62
Fotografía 23. Nivelación de la formaleta con manguera.	62
Fotografía 24. Trazado de hilo.	63
Fotografía 25. Formaleta totalmente instalada.	63
Fotografía 26. Rampa de acceso.	64
Fotografía 27. Tarima para el vibrador.	64
Fotografía 28. Alistado de materiales.	65

Fotografía 29. Vibrado del concreto.	65
Fotografía 30. Humedecimiento y envoltura de la columna.	66
Fotografía 31. Columna envuelta en papel impermeable.	67
Fotografía 32. Trazado red de agua potable.	67
Fotografía 33. Excavación para instalación de tubería.	68
Fotografía 34. Continuidad de la red de agua potable.	69
Fotografía 35. Ubicación de puntos para continuidad de red.	69
Fotografía 36. Relleno de excavaciones para tuberías de agua potable.	70
Fotografía 37. Puntos de conexión sanitaria e instalación de redes hidrosanitarias.	71
Fotografía 38. Compactación de material seleccionado con canguro.	72
Fotografía 39. Terreno nivelado, previo a la instalación de malla electro-soldada.	72
Fotografía 40. Instalación de red hidráulica sobre terreno nivelado.	73
Fotografía 41. Punto de anclaje de la tubería hidráulica.	73
Fotografía 42. Extendido de malla electro-soldada.	74
Fotografía 43. Amarre de traslapo en malla electrosoldada.	74
Fotografía 44. Malla electrosoldada instalada.	75
Fotografía 45. Instalación de la formaleta.	75
Fotografía 46. Limpieza de vigas de cimentación y humedecimiento del terreno.	76
Fotografía 47. Transporte y vaciado del concreto.	77
Fotografía 48. Mezclado del concreto.	77
Fotografía 49. Puntos de referencia.	78
Fotografía 50. Verificación de la altura de la placa.	78
Fotografía 51. Extendido del concreto.	79
Fotografía 52. Alistado de materiales para entarimado, placa de entrepiso.	80
Fotografía 53. Ajuste de paraleles en obra.	80
Fotografía 54. Inicio de entarimado para placa de entrepiso.	81
Fotografía 55. Inspección de instalación de entrimado.	82
Fotografía 56. Corte e instalación de los tableros en el área de las columnas.	83
Fotografía 57. Cimbrado de la placa de entrepiso.	84
Fotografía 58. Figurado de acero.	85

Fotografía 59. Armado de acero en las vigas de entrepiso.....	86
Fotografía 60. Instalación de refuerzo superior de las vigas.....	86
Fotografía 61. Amarre de estribos en las vigas de entrepiso.....	86
Fotografía 62. Traslapos y amarres de estribos.....	87
Fotografía 63. Ganchos y separadores en concreto.....	87
Fotografía 64. Acero de refuerzo de vigas principales de la placa de entrepiso.	88
Fotografía 65. Instalación del refuerzo para viguetas.	88
Fotografía 66. Estimación de proporciones de materiales en obra.	110
Fotografía 67. Preparación de materiales: cemento.	110
Fotografía 68. Preparación de materiales: agregados.....	110
Fotografía 69. Mezclado y adición de agua.	111
Fotografía 70. Procedimiento para obtención de asentamiento: llenado del molde.....	112
Fotografía 71. Procedimiento para obtención de asentamiento: retiro de molde y medición.	112
Fotografía 72. Aceitado de moldes.	113
Fotografía 73. Molde cilíndrico llenado hasta la segunda capa.	113
Fotografía 74. Apisonamiento y liberación de aire atrapado.	114
Fotografía 75. Molde de concreto lleno.	114
Fotografía 76. Almacenamiento de muestras.....	115

Lista de Apéndices

Apéndice A. Informe diario de cantidades, construcción primera fase del edificio Admisiones registro y control de la UFPSO.	128
Apéndice B. Registro fotográfico diario.	129
Apéndice C. Bitácora digital.	130
Apéndice D. Lista de chequeo para concreto estructural.	131
Apéndice E. Lista de chequeo para excavaciones.	132
Apéndice F. Lista de chequeo para instalación de tuberías.	133
Apéndice G. Lista de chequeo para muros confinados.	134
Apéndice H. Memoria de cantidades.	135
Apéndice I. Resultado de ensayo resistencia a la compresión.	136

Resumen

El presente trabajo de grado desarrollado bajo la modalidad pasantías titulado “Apoyo en el Control y la Supervisión Técnica de la Construcción de la Primera Fase del Edificio Administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y control de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña” es el resultado seguimiento técnico realizado, cuyos objetivos estaban orientados a efectuar control por medio del registro de las actividades ejecutadas diariamente y la medición de las cantidades de obra verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y el desarrollo de los ítems especificados en el contrato, de igual manera en él se encuentra contenido el apoyo a la gestión del tiempo del proyecto plasmando comparativos entre lo ejecutado con lo planificado, finalmente se muestra una propuesta de diseño para la placa de entrepiso de la obra, con su respectivo cálculo de cantidades y costos necesarios para su ejecución, mostrando un diseño óptimo según las condiciones presentadas en obra. Por último, se presentan las conclusiones mostrando un balance positivo debido a que se alcanzaron los objetivos presentados al comienzo de la pasantía.

Introducción

Actualmente los lineamientos necesarios para la construcción se basan en los pilares fundamentales de alcance, tiempo, costo y calidad; que se desarrollan con el único fin de dar a término construcciones de gran desarrollo que contribuyan al crecimiento de la sociedad; por tal motivo los proyectos ejecutados deben tener una supervisión técnica que acompañe los procesos constructivos y aporten al desarrollo de los mismos. Es por esto que la oficina de planeación de la UFPS Ocaña realiza dichos procesos de control, apoyándose de profesionales idóneos y de practicantes, que en conjunto hacen seguimiento a los proyectos que se están ejecutando dentro de las instalaciones de la universidad

A continuación, en el presente trabajo se da a conocer el desarrollo de la pasantía, donde se podrá evidenciar las actividades desarrolladas por el pasante que dan cumplimiento a los objetivos plasmados al inicio; apoyando de una manera íntegra en el control y supervisión técnica de la construcción de la primera fase del edificio administrativo-oficinas de admisiones registro y control de la UFPSO, verificando el cumplimiento de las especificaciones, acompañando la ejecución de los procesos constructivos y supervisando el desarrollo general del proyecto.

Capítulo 1. Apoyo en el Control y la Supervisión Técnica de la Construcción de la Primera Fase del Edificio Administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y control de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

1.1 Descripción Breve de la Empresa

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña es una institución pública de educación superior, creada como máxima expresión cultural y patrimonio de la región; como una entidad de carácter oficial seccional, con autonomía administrativa y patrimonio independiente, adscrito al Ministerio de Educación Nacional. (Universidad Francisco de paula Santander Ocaña [UFPSO], 2016)

1.1.1 Misión. La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, institución pública de educación superior, es una comunidad de aprendizaje y autoevaluación en mejoramiento continuo, comprometida con la formación de profesionales idóneos en las áreas del conocimiento, a través de estrategias pedagógicas innovadoras y el uso de las tecnologías; contribuyendo al desarrollo nacional e internacional con pertinencia y responsabilidad social.

1.1.2 Visión. La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña para el 2019, será reconocida por su excelencia académica, cobertura y calidad, a través de la investigación como eje transversal de la formación y el uso permanente de plataformas de aprendizaje; soportada mediante su capacidad de gestión, la sostenibilidad institucional, el bienestar de su comunidad académica, el desarrollo físico y tecnológico, la innovación y la generación de conocimiento, bajo un marco de responsabilidad social y ambiental hacía la proyección nacional e internacional.

1.1.3 Objetivos de la empresa.

1.1.3.1 Investigación y formación académica. La investigación como eje transversal de la formación se desarrolla a través de la incorporación e implementación de las TIC en los procesos académicos, la cualificación de docentes, la calidad y pertinencia de la oferta, la cobertura y el desarrollo estudiantil como soporte integral del currículo, de la producción científica y la generación de conocimiento, hacia la consolidación de la universidad como institución de investigación.

1.1.3.2 Desarrollo físico y tecnológico. Fortalecimiento de la gestión tecnológica y las comunicaciones, modernización de los recursos y adecuación de espacios físicos suficientes y pertinentes para el desarrollo de las funciones sustantivas y el crecimiento institucional.

1.1.3.3 Impacto y proyección social. Desarrollo de las capacidades institucionales promoviendo impactos positivos a la región, el medio ambiente y la comunidad mediante la creación de alianzas estratégicas, ejecución de proyectos pertinentes, aumento de cobertura en actividades de extensión y el compromiso con la responsabilidad social.

1.1.3.4 Visibilidad nacional e internacional. Integración, transformación y fortalecimiento en las funciones de investigación, docencia y extensión para su articulación en un ambiente globalizado de excelencia y competitividad, tomando como referencia las tendencias, el estado del arte de la disciplina o profesión y los criterios de calidad reconocidos por la comunidad académica nacional e internacional.

1.1.3.5 Bienestar institucional. Generación de programas para la formación integral, el desarrollo humano y el acompañamiento institucional que permitan el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad universitaria con servicios que sean suficientes, adecuados y accesibles, que respondan a la política integral de bienestar universitario definida por la institución.

1.1.3.6 Sostenibilidad administrativa y financiera. Implementación y mantenimiento de procesos eficientes y eficaces en la planeación, ejecución y evaluación administrativa y financiera; abordando estándares de alta calidad y mejoramiento continuo en todos los niveles de la organización; generando espacios de participación, transparencia, eficiencia y control de la gestión.

1.14 Descripción de la estructura organizacional. Según Acuerdo No. 084 de septiembre 11 de 1995, el Consejo Superior Universitario, con base en las atribuciones legales y estatutarias que le confieren la ley 30 de 1992 y el Acuerdo No. 029 del 12 de abril de 1994, aprueba La Estructura Orgánica de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPSO, 2016).
(Ver Figura 1)

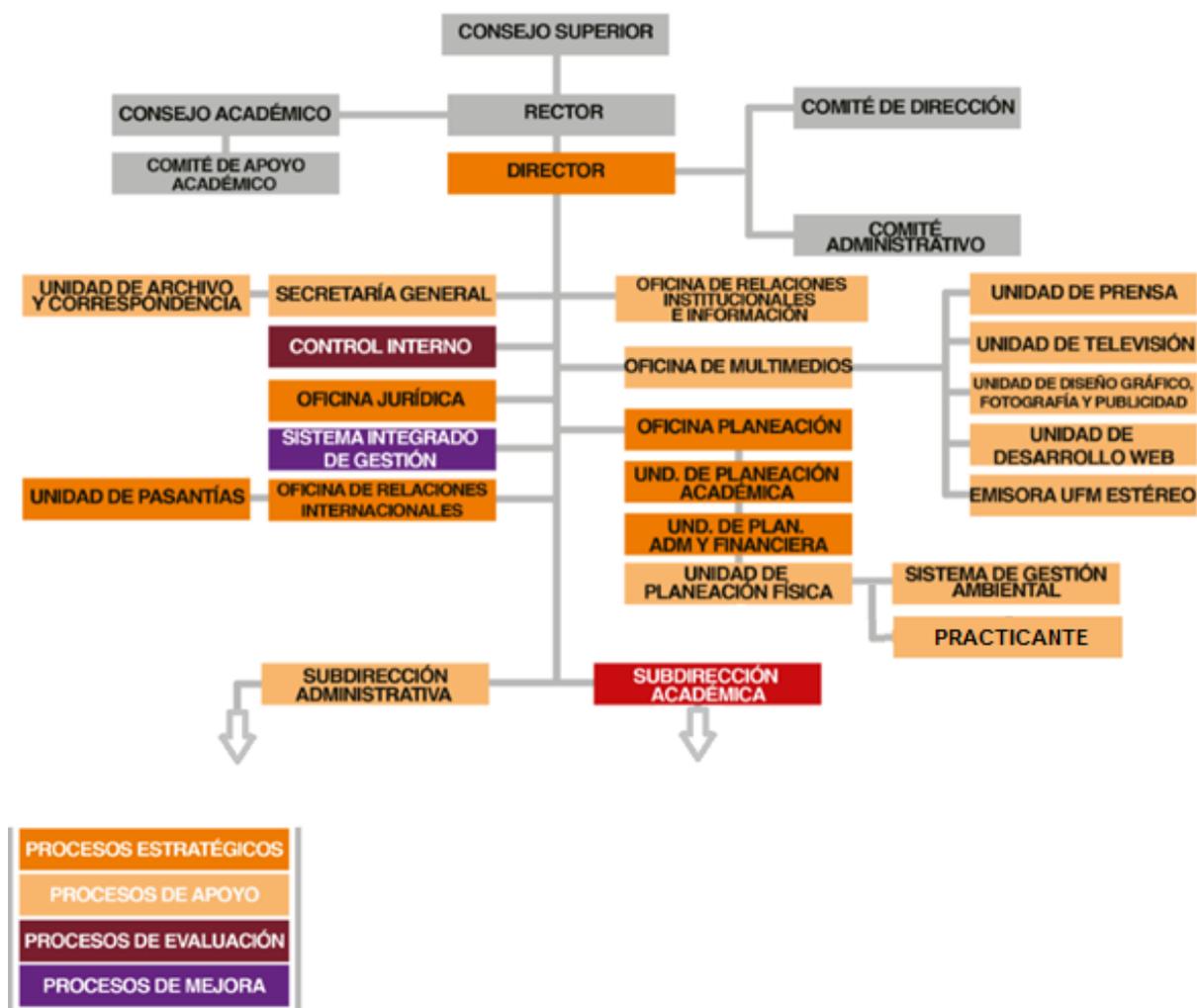


Figura 1. Estructura Orgánica.

Fuente. UFPSO

Modificado. Faber Santiago Martin Roa (2017)

1.15 Descripción de la dependencia asignada. La Oficina de Planeación es una dependencia técnica-administrativa de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, cuyo objetivo fundamental es planear, formular, coordinar y evaluar programas y proyectos que orienten el desarrollo de objetivos misionales de forma estratégica, táctica y operacional en concordancia con la visión institucional de manera efectiva, oportuna y de impacto social, con pertinencia para lograr la construcción y el fomento de la internacionalización de la educación superior.

A cuyo cargo se encuentra la supervisión de proyectos que amplían las proyecciones de una institución cambiante y con miras a cumplir todo lo propuesto en el plan de mejoras 2016-2019. Dentro de la oficina de planeación el pasante estará bajo la supervisión de la unidad de planeación física, en la que prestará sus servicios para apoyar el control y la supervisión técnica de las actividades de obra ejecutadas en la construcción de la primera fase del edificio administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y Control de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, mediante registros diarios del avance del proyecto, mediciones de cantidades de obra y verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas correspondientes al desarrollo de cada actividad.

12 Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada

A partir de la descripción anterior que corresponde a la realidad de la oficina de planeación de la universidad Francisco de Paula Santander y haciendo uso de la herramienta matriz DOFA, se identificó el diagnóstico descrito en la Tabla 1.

Tabla 1*Matriz DOFA*

<p style="text-align: center;">VARIABLES INTERNAS</p> <p style="text-align: center;">VARIABLES EXTERNAS</p>	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	OPORTUNIDADES	FO (MAX-MAX)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ El personal adquiere nuevas habilidades cognitivas y técnicas. ➤ Innovación en proyectos a través de nuevas tecnologías, generando mejores resultados y servicios. ➤ Proyectos de infraestructura de gran dimensión y calidad técnica. ➤ Recursos económicos estatales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechar la competitividad del personal para adquirir mayor prestigio a nivel regional. ➤ Emplear los recursos tecnológicos y equipos para generar proyectos y servicios innovadores, que contribuyan al desarrollo de la comunidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se presentan retrasos con las fechas de entrega de los proyectos. ➤ Los espacios en las oficinas no son los adecuados para un correcto desarrollo de las actividades ejecutadas por la dependencia. ➤ Control de costos y presupuesto ➤ Fragilidad económica. ➤ Invertir algunos recursos del presupuesto en instalaciones amplias para un mejor desarrollo de las actividades del personal. ➤ Realizar un control más eficiente de los proyectos, haciendo uso de los nuevos conocimientos adquiridos por los profesionales. ➤ Establecer planes de contingencia que eviten retrasos en la entrega de los proyectos.

Tabla 1 (Continuación)

AMENAZAS	FA (MAX-MIN)	DA (MIN-MIN)
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Competencia laboral. ➤ Sobrecostos durante la ejecución de proyectos. ➤ Poco crecimiento en la economía. ➤ Relevo generacional. ➤ Condiciones climáticas que afecten los ambientes laborales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lucrarse del personal idóneo de la dependencia para ocupen nuevos puestos por relevo generacional. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Realizar una supervisión detallada a la programación y los costos de los diferentes proyectos para evitar retardos en la entrega de trabajos. ➤ Optimizar las fases de planeación y ejecución de los proyectos para mejorar el rendimiento.

Fuente. (Pérez, 2016)

Modificado. Faber Santiago Martin Roa (2017)

1.21 Planteamiento del problema. La universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, es una institución que en los últimos años ha tenido un crecimiento notorio, obteniendo renombre y prestigio en la región, este aumento en la demanda estudiantil ha provocado que la planta física se quede corta a la hora de satisfacer las necesidades de todo el personal que labora y recibe clases en dicha institución; sin dejar de un lado que varios programas académicos se encuentran en procesos que apuntan a la acreditación en alta calidad.

Una universidad con alto desempeño genera aún más aumento en la demanda y por ende se necesitan instalaciones que estén preparadas para ejecutar todos los procesos que esto genera, sin retrasos, ni inconvenientes; por tal motivo se pone en marcha la construcción de la primera fase del edificio administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y Control, que mejorara las condiciones y ambiente laboral de todo el personal del área administrativa. Una construcción de

estas, no debe estar exenta de una constante supervisión y control que permita llevar a término todas las actividades constructivas bajo los pilares fundamentales de tiempo, alcance, costo y calidad.

Debido a que el proceso constructivo de dicho edificio necesita de un acompañamiento que garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas, se hace necesaria la presencia de un pasante de ingeniería civil, quien estará atento a las irregularidades presentadas y aportará los conocimientos adquiridos en su proceso formativo a disposición del proyecto en el transcurso de la pasantías, para desarrollar componentes como el control a la programación de la obra, supervisión y seguimiento técnico; además, simultaneo a dicho acompañamiento, el pasante propondrá un diseño de mezcla para la placa de entepiso del proyecto que cumpla con una resistencia de 28 Mpa.

1.3 Objetivos de la Pasantía

1.3.1 Objetivo general. Apoyar en el control y supervisión técnica de la construcción de la primera fase del edificio administrativo-Oficinas de Admisiones Registro y Control, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Apoyar el control diario al proyecto por medio del registro de las actividades ejecutadas y la medición de cantidades de obra, para cuantificar el alcance del mismo.

- Supervisar la ejecución de los procesos constructivos por medio de listas de comprobación, donde se verifique el cumplimiento con las normas técnicas y especificaciones.
- Apoyar la gestión del tiempo, mediante el seguimiento a la planificación para constatar que se cumplan las fechas de entrega y el avance del proyecto.
- Proponer un diseño de mezclas óptimo que cumpla con la resistencia de diseño de un concreto de 28 Mpa para la losa de entrepiso del proyecto, calculando los materiales y estimando el costo de los recursos.

14 Descripción de las Actividades a Desarrollar

Tabla 2

Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo general	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar para hacer posible el cumplimiento de los Obj. Específicos
<p>Apoyar en el control y supervisión técnica de la construcción de la primera fase del edificio administrativo- Oficinas de Admisiones Registro y Control, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.</p>	<p>Apoyar el control diario al proyecto por medio del registro de las actividades ejecutadas y la medición de cantidades de obra, para cuantificar el alcance del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocer la información previa del proyecto (cantidades de obra, especificaciones técnicas y planos del proyecto). ▪ Diseñar y diligenciar formatos para mediciones en obra. ▪ Desarrollar un balance de cantidades en el cual se comparen los recursos ejecutados con relación a los planificados. ▪ Elaborar un registro fotográfico diario al avance del proyecto. ▪ Actualizar la bitácora digital de obra existente.

Tabla 2 (Continuación)

Supervisar la ejecución de los procesos constructivos por medio de listas de comprobación, donde se verifique el cumplimiento con las normas técnicas y especificaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar los procesos constructivos a ser realizados. ▪ Elaborar listas de chequeos para cada actividad. ▪ Visitas de campo a cada proceso constructivo.
Apoyar la gestión del tiempo, mediante el seguimiento a la planificación para constatar que se cumplan las fechas de entrega y el avance del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registrar los recursos empleados en cuanto a materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad. ▪ Realizar un cuadro comparativo entre los tiempos establecidos en el contrato y los de entrega.
Proponer un diseño de mezclas óptimo que cumpla con la resistencia de diseño de un concreto de 28 Mpa para la losa de entepiso del proyecto, calculando los materiales y estimando el costo de los recursos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investigar sobre los métodos empleados para realizar un diseño de mezclas. ▪ Realizar el diseño de mezclas mediante el método que más se ajuste a las características de los materiales. ▪ Calcular las cantidades de obra de acuerdo al diseño de mezclas. ▪ Estimar el costo de los recursos (materiales, mano de obra y equipo) para la losa de entepiso del proyecto.

Nota. Fuente: Autor, 2017

Capítulo 2. Enfoques Referenciales

2.1 Enfoques Conceptuales

2.1.1 Bitácora. Es un instrumento que nos ayuda a identificar y conocer los eventos sobresalientes en una obra y nos ayudar a dar seguimiento a todos los trabajos que se están ejecutando, esto contribuye sustancialmente a mejorar la calidad de la obra y la supervisión ya que la persona encargada de la misma tiene a la mano toda la información necesaria de la obra. (Arquinetpolis, 2017)

2.1.2 Cantidades de obra. El proceso del cálculo de cantidades de obra para cada actividad constructiva es conocido comúnmente como cubicación, y requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, y que adicionalmente, ofrezca la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario.

Para este proceso son indispensables los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas que componen el proyecto de edificación. Independiente del sistema empleado para el cálculo de las cantidades de obra, se deben preparar algunos formatos adicionales para el cálculo de actividades constructivas que involucran instalaciones técnicas o para el cálculo del acero de refuerzo. Estos formatos contemplan en forma general la siguiente información: tipo de elemento, ubicación, dimensión y forma, y cantidad. (Durán, 2015)

2.1.3 Especificaciones técnicas. son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos. En el caso de la realización de estudios o construcción de obras, éstas forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos respectivos y en el contrato. Son muy importantes para definir la calidad de los trabajos en general y de los acabados en particular (Findeter, 2015)

2.1.4 Estructura de desglose de trabajo (EDT). La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos.

El logro de los objetivos del proyecto requiere de una EDT que defina todos los esfuerzos requeridos, la asignación de las responsabilidades a un elemento definido de la organización y que a partir de la EDT se establezca un cronograma y presupuesto adecuado para la realización de los trabajos.

La EDT organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en la declaración del alcance del proyecto aprobada y vigente. El trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT, denominados paquetes de trabajo.

Un paquete de trabajo puede ser programado, monitoreado, controlado, y su costo puede

ser estimado. En el contexto de la EDT, trabajo se refiere a los productos o entregables del proyecto, que son el resultado del esfuerzo realizado, y no el esfuerzo en sí mismo. (Bárceñas, 2012)

2.1.5 Interventoría. Se entiende por interventoría el servicio prestado por un profesional o persona jurídica especializada, para el control de la ejecución del proyecto arquitectónico o de la construcción. El interventor es el representante de la entidad contratante durante todas las etapas del proyecto: planos, etapa previa, ejecución y liquidación. (CONSTRUDATA, 2017)

2.1.6 Planos estructurales. Los Planos Estructurales son una representación gráfica de elementos estructurales, que siguen unas ciertas normas para su dibujo y su posterior interpretación. Nos permiten guiarnos en la materialización de cualquier obra, por tal motivo, debe tener el orden secuencial del proceso constructivo, haciendo constar, cada etapa de manera general, mostrando además los detalles de cada elemento estructural que la conforma o que se construyen conjuntamente.

La estructura es la distribución de las partes de un cuerpo, aunque también puede usarse en sentido abstracto. A partir de esta definición, la noción de estructura tiene innumerables aplicaciones. Puede tratarse de la distribución y el orden de las partes principales de un edificio o de una casa, así como también de la armadura o base que sirve de sustento a la construcción. Por otro lado, podemos definir plano como la representación de la planta de un edificio, así como a

las representaciones y esquemas de los diseños industriales. (Jacome, 2015)

2.1.7 Rendimiento. Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/h (unidad de medida de la actividad por hora hombre). (Botero, s.f., pág. 11)

2.1.8 Seguimiento técnico. Proceso que se desarrolla en la etapa de ejecución y operación del proyecto con el fin de reducir la brecha entre las fases de formulación y de implementación del proyecto. Recolección y análisis continuo de información para tomar decisiones durante la implementación de una política, programa o proyecto, con base en una comparación entre los resultados esperados y el estado de avance de los mismos. Permite al gerente del proyecto identificar y valorar los posibles problemas y logros frente a los mismos. Constituye la base para la adopción de medidas correctoras, con el fin de mejorar el diseño, aplicación y calidad de los resultados obtenidos. Es una ventana directa para ver los logros y analizar la gestión de las entidades del estado en materia de inversión pública. (Curso virtual de Gestión de la I. P., 2013)

2.1.9 Supervisión técnica. Se entiende por Supervisión Técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a 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. La supervisión técnica puede ser realizada por el interventor, cuando a voluntad del propietario se contrate una interventoría de la construcción. (Asociación Colombiana de ingeniería Sísmica, 2010)

2.2 Enfoque Legal

El presente trabajo se fundamenta en la ley 400 del 19 de Agosto de 1997 por la cual se crea la Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 (Asociación Colombiana de ingeniería sísmica, Bogotá, D.C), y el decreto 2269 de 1993 en el cual de conformidad con el decreto 2153 de 1992 se crea el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, siendo este el organismo nacional de normalización.

2.2.1 Norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 (Ley 400 del 19 de agosto de 1997). En esta norma se presentan los criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. (Alcaldía de Bogotá, s.f.)

Este trabajo se rige por las especificaciones técnicas contenidas en el título I de la presente norma correspondiente a supervisión técnica en la cual se fundamenta los objetivos de

estas pasantías pues este título enmarca las funciones del supervisor técnico. De igual manera el título C correspondiente a concreto estructural cobra relevancia al ser el conducto regular para el cumplimiento del segundo objetivo correspondiente a la vigilancia de los procesos constructivos por medio de la creación de listas de chequeo.

2.2.2 Norma técnica colombiana NTC. (Decreto 2269 de 1993). Este decreto confiere al Instituto Colombiano de normas técnicas funciones como establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, organizar los laboratorios de control de calidad, así como acreditar y supervisar los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de calibración que hagan parte del sistema nacional de certificación mediante las normas técnicas Colombianas NTC. (Alcaldía de Bogotá, s.f.)

Esta norma se empleó para dar cumplimiento al segundo objetivo en el cual se verifica el cumplimiento de las especificaciones y las normas técnicas de calidad.

Capítulo 3. Informe de Cumplimiento de Trabajo

3.1 Apoyar el control diario al proyecto por medio del registro de las actividades ejecutadas y la medición de cantidades de obra, para cuantificar el alcance del mismo

El seguimiento de obra es uno de los objetivos fundamentales de la supervisión técnica, ya que, gracias a este se puede acompañar el proceso constructivo de todos los ítems contratados, hacer toma de información a través de formatos y registros fotográficos y además corroborar que se cumplan los lineamientos necesarios para llevar a cabo la ejecución del proyecto de una manera óptima.

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrollaron las actividades descritas a continuación.

3.1.1 Conocer la información previa del proyecto (cantidades de obra, especificaciones técnicas y planos del proyecto). Para brindar un correcto acompañamiento y supervisión, es de gran importancia realizar la revisión de toda la documentación vinculada con la obra, previo al inicio de las actividades de campo, de este modo contextualizarse con todos los detalles del proyecto.

De acuerdo a esto, se solicitó a la empresa la documentación y datos necesarios para desarrollar la supervisión de tal manera que durante los primeros días de la pasantía se procedió a revisar y estudiar los documentos e información suministrados, como: contrato de obra, estudio

geotécnico, planos estructurales, presupuesto de obra y especificaciones técnicas que dieron origen al contrato; a continuación, se describe de manera resumida la información.

3.1.1.1 Contrato de Obra. Se realizó la lectura del contrato de obra No. 006 de marzo del 2017, resaltando aspectos importantes de algunas cláusulas del contrato, que se detallan a continuación:

Contratista: Edgar Antonio Sánchez Ortiz, director y representante legal de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Contratante: Luis Darío Contreras Mejía.

Interventoría: La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, ejercerá la vigilancia técnica y el desarrollo de los trabajos directamente o por medio de una interventoría, en este caso específico por los profesionales del área de planeación física de la UFPSO. Delegando esta función por medio de acto administrativo al Arquitecto Guillermo Mendoza Lemus.

Objeto del contrato: El contratista se obliga para con el contratante a realizar a todo costo los trabajos correspondientes a la construcción de la primera fase del edificio administrativo- oficina admisiones, registro y control en la sede el algodonal de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Localización y descripción de las obras a ejecutar: Las obras que se ejecutaran dentro del objeto del contrato están localizadas en la sede el Algodonal de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.

Valor del contrato: El valor del contrato se encuentra estimado en la suma de trecientos noventa y nueve millones seiscientos noventa y nueve mil cuatrocientos treinta y un pesos (\$399.699.431,00) M/CTE. El valor del contrato y los pagos se reconocerán de acuerdo a los valores que resulten de multiplicar las cantidades de obra medidas en sitio por los precios unitarios fijos establecidos.

Plazo: 180 días calendario a partir de la fecha acta de inicio y el cual podrá prorrogarse con antelación a la fecha de expiración mediante un acta de ampliación, debidamente justificada. (SECOP, 2017)

3.1.1.2 Descripción del proyecto.

Estudio Geotécnico.

Con fecha 6 de noviembre de 2014, se procedió a la realización del trabajo de campo de acuerdo a las recomendaciones del “Reglamento de la Norma Sismo Resistentes, NSR-10”, Capítulo H.3 (Caracterización geotécnica del Suelos); Tablas H.3.1-1 y H.3.2-1.

El informe geotécnico se corresponde al estudio y diseños geotécnicos de los suelos del sector donde se localiza el proyecto.

Se presentan los resultados de las exploraciones de campo, ensayos de laboratorio, evaluación geotécnica y recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación.

En caso de que se modifique el proyecto, o durante la construcción se encuentren condiciones diferentes, se debe verificar la necesidad de realizar exploraciones y/o análisis y recomendaciones geotécnicas adicionales.

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de Cuatro (4) perforaciones que alcanzaron como máximo los 8,45 m y/o Rechazo localizados estratégicamente.

La selección de los sitios a explorar respondió a las necesidades de conocer la distribución de los suelos en profundidad, según las condiciones geológicas y geomorfológicas reconocidas.

Las perforaciones se realizaron mediante el sistema de percusión, en las cuales, se tomaron muestras para ensayos de laboratorio. Adicionalmente se hizo una inspección en los alrededores de cada una de las zonas exploradas para verificar la presencia de áreas inestables cerca de cada región de interés, se indica que se debe tener sumo cuidado en el proceso de excavación en la parte posterior del lote, realizando un proceso de recintado controlado y un buen control de asentamientos y grietas en el terreno y estructuras colindantes.

Las principales recomendaciones del estudio son las siguientes:

- Los materiales para los llenos donde se requiera la proyección de estructuras especiales

como muros de contención u otras deben tener los siguientes requerimientos:

$$\Phi = \text{Angulo de fricción interno del suelo de lleno} = 30^\circ$$

$$\text{Peso específico del suelo de lleno} = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

$$C = \text{cohesión del suelo de lleno} = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$K_{300} = \text{Coef. Balasto Asumido} = 0.06 \text{ N/mm}^3$$

- Los materiales para llenos necesarios para adecuar obras no deben contener arcillas expansivas, materia orgánica, desechos sólidos, troncos y raíces objetables y provenientes de otras excavaciones, requiriendo el visto bueno del Interventor para ser aprobados.

- Los materiales para utilizar en la obra deben previamente ser sometidos a ensayos de laboratorio para su aprobación por la Interventoría y deben cumplir las normas pertinentes.

- Las dimensiones finales de los elementos de cimentación deben ser coherentes con la capacidad de soporte del suelo y las solicitaciones a las que estarán sometidos, el refuerzo de tales elementos será definido por el ingeniero estructural.

- Las excavaciones se deben hacer por Terraceos, en cortes no mayores a 0,80 m vertical y dejando taludes cuña.

- Las Excavaciones deben permanecer protegidas con polietileno grueso mientras no se esté trabajando y en horas nocturnas.

Al final del informe geotécnico se recogen las siguientes conclusiones:

- El reconocimiento geomorfológico en los diferentes sitios permitió concluir que no se detectan zonas inestables o incluso procesos incipientes de inestabilidad que pueden afectar las obras que se localizan en los alrededores.

- Como mejor estrato portante podría considerarse el material clasificado como ML y SP, presente entre 2.00 y 8.45 m de profundidad con respecto al nivel del terreno actual, el cual posee relativamente mejores condiciones geotécnicas. (TEAM, 2015)

Acabado arquitectónico.

Desde el planteamiento arquitectónico, se hace referencia a una edificación de dos niveles, el cual tendrá una distribución arquitectónica de la siguiente manera:

Primer Piso: Se tiene oficina de admisiones y registro, unidad de gestión documental, sala de reuniones, recepción y área de descanso, cocineta, aseo, cuarto técnico, control interno, coordinador, unidad de presupuesto, dirección financiera, unidad de contabilidad, unidad de contratación, gestión humana, unidad de bienes y servicios, subestación, sala de reuniones, WC mujeres y WC hombres.

Segundo Piso: Salón de capacitaciones, unidad estadística e inf, estratégica, gestión de laboratorios, planeación académica, autoevaluación y acreditación, subdirección académica, planeación y desarrollo institucional, sistema de gestión ambiental, sala de juntas, dirección oficina jurídica, control disciplinario, archivo, WC mujeres y WC hombres. (TEAM, 2015)

En la *Figura 2* y en la *Figura 3* se muestra el detalle de las fachadas del proyecto, en cada figura se encuentra marcado con un recuadro rojo la parte del proyecto que comprende el objeto del contrato anteriormente descrito; esta primera fase consiste en la ejecución de la parte estructural, muros, pisos e instalación de redes hidráulicas y sanitarias de la zona detallada en las figuras.

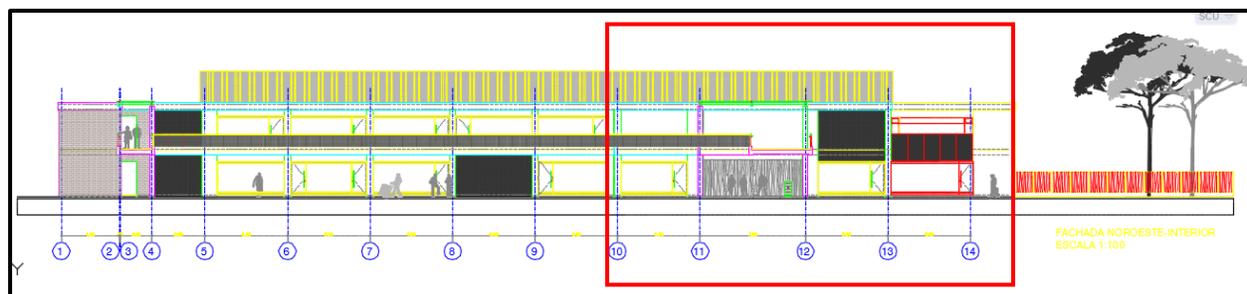


Figura 2. Fachada interna del proyecto.

Fuente. Planos cortes de fachada del proyecto.

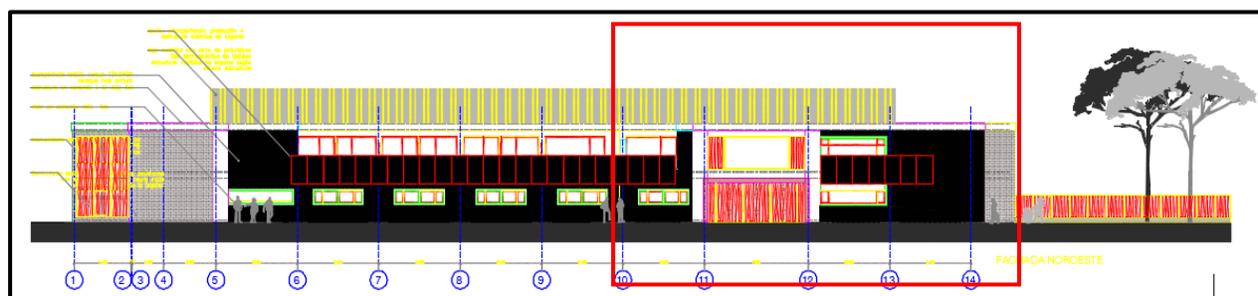


Figura 3. Fachada externa del proyecto.

Fuente. Planos cortes de fachada del proyecto.

Diseño Estructural.

Para el diseño estructural del edificio se han tenido en cuenta los siguientes estudios de partida y la normativa de aplicación:

- Planos de Acabado Arquitectónico.

En la *Figura 4* se muestra la planta arquitectónica del primer piso del proyecto y se detalla el área comprendida en la primera fase de construcción del edificio.



Figura 4. Planta del proyecto.

Fuente. Planos arquitectónicos del proyecto.

A continuación en la *Figura 5* se muestra el detalle arquitectónico de la fase en ejecución del proyecto, en ella se muestra las divisiones que tendría el primer piso de la estructura, en el cual se unicara la oficina de admisiones y registro, con sus respectivos archivos y cubículos correspondientes, además se muestra un paso peatonal en adoquines que se proyectaría dentro de la ejecución de la primera fase.

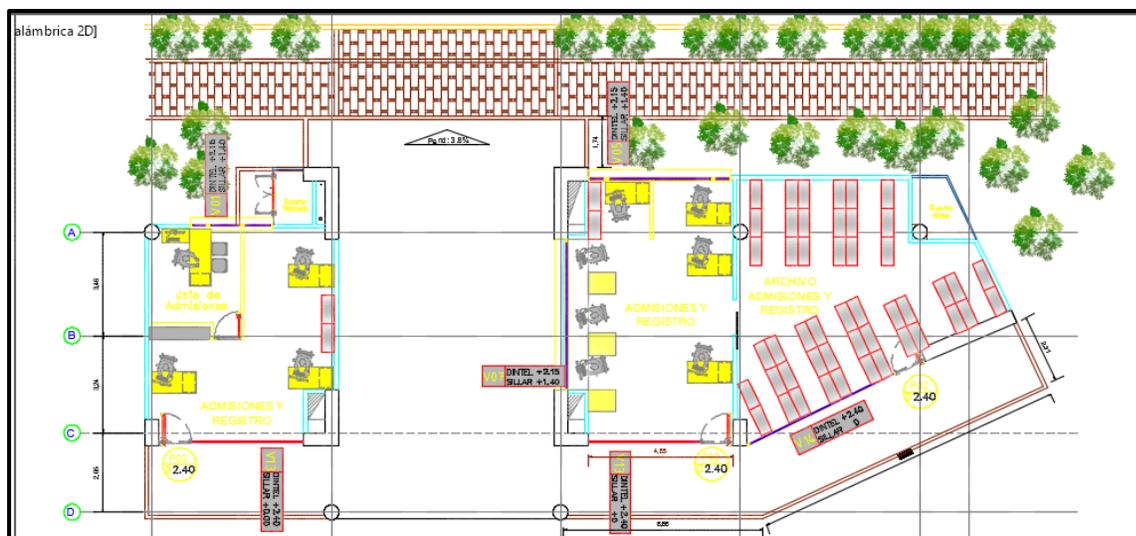


Figura 5. Planta arquitectónica del proyecto.

Fuente. Planos arquitectónicos del proyecto.

▪ Informe estudio Suelos.

Este informe proporcionado a la universidad recibió el nombre de Edificio Administrativo. Universidad Francisco de Paula Santander. Municipio de Ocaña; del cual se obtuvieron parámetros de diseños básicos para determinar la parte estructural del proyecto, determinando así las secciones respectivas de los elementos estructurales que conformaran el edificio.

El edificio en planta presenta dos módulos conectados por una pasarela, siendo uno de ellos en alineación recta y el otro en curva, presentando 3 niveles con las siguientes cotas:

Tabla 3

Definición de cotas de plantas.

Denominación de planta.	Cota.
Nivel 1	0,00
Nivel 2	3,30
Nivel 3 (Bajo cubierta)	6,61

La planta de cubierta queda definida por estructura metálica constituida por pórticos a base de tubo estructural cuadrado 200, espesor 8, que apoyan en las columnas de concreto y correas a base de tubo estructural cuadrado 60, espesor 8. (TEAM, 2015)

La parte estructural del proyecto, está conformada por un sistema aporticado que incluye vigas, columnas y pantallas; dentro de esta construcción se pueden encontrar pantallas en L, columnas rectangulares y circulares; tal y como se aprecia en la *Figura 6*, donde se muestra la planta de cimentación y se aprecian las secciones de los elementos estructurales que conforman la edificación.

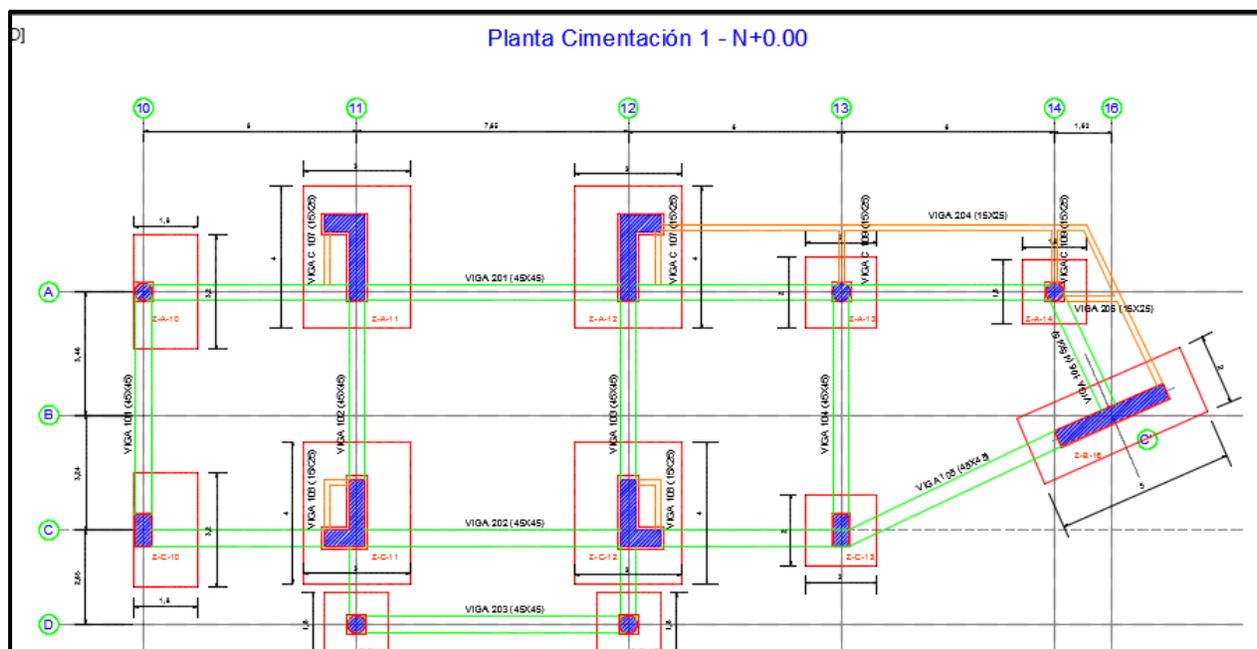


Figura 6. Planta de cimentación, zona en ejecución del proyecto.

Fuente. Planos estructurales del proyecto.

Especificaciones técnicas.

Se revisó el Documento de especificaciones técnicas, presentado por la empresa *TEAM INGENIERÍA Y CONSULTORIA SL SUCURSAL COLOMBIA*, el cual especifica cada actividad en cuanto a materiales, alcance del trabajo, ejecución del trabajo, medida y pago.

En este documento global se incluyeron las Especificaciones Técnicas parciales de los estudios técnicos presentados en el proyecto (acabado arquitectónico, estructura, redes hidráulicas-sanitarias, red eléctrica y redes de voz y datos).

Las especificaciones técnicas de esta sección fueron seguidas estrictamente por el Contratista para la realización de los trabajos, los cuales se adelantaron mediante la utilización de métodos de ingeniería eficientes y modernos; además dichas especificaciones sirvieron de apoyo para ejecutar el proceso de supervisión y el diligenciamiento de las actas de inicio.

3.1.2 Diseñar y diligenciar formatos para mediciones en obra. Para cumplir esta actividad se adecuó el formato entregado por la oficina de planeación para el informe diario, se le agregó el logo actual de la universidad y se distribuyeron los espacios de tal manera que se pudiera llevar la información de la manera más organizada posible(*ver Figura 7*).

En este formato se consignaban las cantidades de cada actividad ejecutada, y se describían el clima y las observaciones pertinentes del día laborado, dicho formato se diligenciaba finalizando la jornada; relacionando el ítem, unidad, dimensiones y cantidades, tal y como se muestra en el ejemplo plasmado en la *Figura 8*, facilitando así la recopilación de la información

para el cálculo de cantidades de obra, siendo útil al momento de confrontar cantidades contratadas y ejecutadas, donde estas deben concordar en totalidad, estando ambas partes tanto contratante y contratista, por eso al finalizar cada registro de cantidades en el formato, el residente de obra y el de interventoría lo revisaban y lo firmaban.

Mediante el registro de las cantidades de obra en el formato de seguimiento al proyecto, se mejora el control de los procesos ejecutados en obra y la entrega de soportes que evidencian el desempeño diario del mismo, siendo de gran utilidad al momento de diligenciar la bitácora de obra y establecer el avance del proyecto ya que, este formato proporciona el control diario de cantidades y el rendimiento que tienen las cuadrillas dentro de cada actividad; datos necesarios para confrontar la realidad de ejecución de un ítem y buscar palanes de mejora en caso que los rendimientos no sean los esperados.

Es pertinente aclarar que este formato se presentó como una propuesta para la respectiva aprobación e inclusión en el manual de interventoría de la universidad por parte de la oficina de planeación; aun así, se hizo uso dentro del proyecto para mantener el respectivo control.

En el Apéndice A, se muestra los formatos de informe diario diligenciados durante el transcurso de la pasantía.

3.1.3 Desarrollar un balance de cantidades en el cual se comparen los recursos

ejecutados con relación a los planificados. Un balance de cantidades se convierte en una herramienta eficaz de llevar control dentro de la obra, ya que permite hacer un contraste entre lo planificado y lo ejecutado, mostrando que actividades disminuyeron o aumentaron una vez fueron puestas en marcha, debido a que en la ejecución los procesos se ven enfrentados a una serie de imprevistos que hacen que algunos ítems exijan una especial atención al momento de hacer balances presupuestales, ya que pueden convertirse en pérdidas para el contratista o para el contratante.

Hablando en este contexto se procedió hacer un balance de las cantidades ejecutadas hasta el transcurso de las pasantías, inicialmente con ayuda de la EDT del proyecto se definen las actividades que ya han sido ejecutadas, permitiendo contrastar la información; seguidamente se obtuvo de los planos las cantidades plasmadas al comienzo del contrato y de los ítems no previstos que surgieron dentro de la ejecución de la obra a partir de la revisión y análisis de los planos y el cambio de especificaciones en algunas actividades; posterior al cálculo de cantidades se toman medidas en obra, de aquellas actividades que así lo permitieran y se hace el respectivo cálculo en la medida correspondiente y definida para el desarrollo y pago de cada actividad, en el caso de ítems como el concreto de zapatas, se hizo uso de información proporcionada por el residente de obra acerca de las condiciones de cumplimiento y desarrollo del proceso constructivo.

Una vez obtenida toda la información, se procedió a tabular la información para que fuera más fácil su comprensión, tal y como se muestra en la Tabla 4, donde se muestran las actividades

con sus ítems, así como la unidad que se usa para su medida, las respectivas cantidades (planificadas y ejecutadas), y al final la modificación que tuvo cada ítem.

Tabla 4

Balance de cantidades de obra

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA					
CONSTRUCCIÓN FASE 1 EDIFICIO ADMINISTRATIVO UFPS OCAÑA-OFICINA ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL					
ACTIVIDADES					
ÍTEM	DESCRIPCION	UNID	CANT. INICIAL	CANT. EJECUTADA	MOD. CANTIDAD
1,00	PRELIMINARES				
1.1	Descapote y nivelación	m2	0,00	0,00	0,00
1.2	Localización y replanteo	m2	399,68	399,68	0,00
1.3	Campamento e instalaciones provisionales	gl	1,00	1,00	0,00
1.4	Cerramiento perimetral en polisombra	ml	237,00	237,00	0,00
1.5	Valla informativa de 2,0 m x 1,0 m incluye instalación	und	1,00	1,00	0,00
1.6	Retiro de escombros hasta escombrera municipal	m3	0,00	0,00	0,00
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1	Entibado en tabla vertical	m2	0,00	0,00	0,00
2,2	Excavación manual en material común si clasificar	m3	334,60	350,09	15,49
2,3	Relleno compactado mecánicamente en material seleccionado. Incluye ensayos de compactación	m3	238,52	309,15	70,64
3,00	ESTRUCTURAS				
3.1	Mejoramiento en concreto de 14,5 Mpa para zapatas $0,05 < e < 0,10$	m3	10,50	10,40	-0,10
3.2	Concreto para zapatas de 28 Mpa	m3	43,16	43,16	0,00
3.3	Concreto para vigas de cimentación de 28 Mpa	m3	20,32	20,13	-0,19
3.4	Concreto para pedestales de 28Mpa	m3	22,10	22,51	0,41
3.5	Concreto placa de contrapiso $e=0,20$ m de 28 Mpa	m2	0,00	0,00	0,00
3.6	Concreto para columnas de 28 Mpa	m3	27,87	51,70	23,82
3.8	Concreto placa maciza para solera $e=0,2$ m	m2	0,00	0,00	0,00
3.12	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)	kg	21.424,52	18.550,55	-2.873,98

Tabla 4 (Continuación)

6,00 ITEM NO PREVISTOS					
6,1	Traslado interno de material de excavación manual.	m3	418,25	465,76	47,51
6,2	Concreto placa de contrapiso e= 0,10 m de 21 Mpa.	m2	118,78	313,55	194,77
6,3	Muro en bloque rosado b=0.12m.	m2	142,42	120,09	-22,33
6,4	Acero de refuerzo para pantallas corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm2).	kg	0,00	12.015,54	12.015,54
6,5	Demolición de piso en mortero e=0,10m	m2	0,00	225,18	225,18
6,6	Tubería agua presión PVC 1/2". Incluye accesorios.	ml	0,00	4,20	4,20
6,7	Tubería agua presión PVC 1". Incluye accesorios.	ml	0,00	25,33	25,33
6,8	Tubería agua presión PVC 1 1/2". Incluye accesorios.	ml	0,00	8,30	8,30
6,9	Tubería agua presión PVC 1 1/4". Incluye accesorios.	ml	0,00	13,45	13,45
6,10	Tubería agua presión PVC 2". Incluye accesorios.	ml	0,00	9,35	9,35
6,11	Tubería sanitaria PVC 4". Incluye accesorios.	ml	0,00	35,70	35,70
6,12	Punto de desagüe PVC 4"-2". Incluye accesorios.	und	0,00	2,00	2,00
6,15	Sardinela en concreto	ml	0,00	44,46	44,46
6,16	Columeta de confinamiento, incluido refuerzo	ml	0,00	20,30	20,30
6,25	Aseo General.	m2	0,00	399,68	399,68

Nota: Cabe destacar que este balance se realizó como una propuesta para su posterior revisión.

Nota. Fuente: Autor (2017).

3.1.4 Elaborar un registro fotográfico diario al avance del proyecto.

Las fotografías son una fuente muy importante de información en el ámbito de la construcción, ya que son un comprobante de que se realizaron los procesos constructivos según lo descrito en las especificaciones y se convierten en la evidencia de aquellas actividades que complementan el objeto general de un proyecto y que no se pueden medir en campo con una cantidad exacta, como es el caso del vibrado y el curado del concreto, la elaboración de ensayos de materiales, localización y replanteo topográfico, la colocación de formaletas y de actividades

cualitativas como las reuniones técnicas en obras; dichas actividades tienen como fin tomar decisiones sobre aspectos relevantes, consolidar de avance, realizar el control de calidad y complementar los procesos constructivos.

Por tal motivo se realizó un registro fotográfico que sirviera de soporte a los formatos de cantidades diarios y que facilitará la labor de diligenciar la bitácora digital, además este registro diario muestra de manera detallada los procesos de ejecución de cada actividad y sirve para dar claridad en caso dado de presentarse algún desacuerdo entre contratista y contratante, dicho registro de fotografías se puede observar en el Apéndice B.

3.1.5 Actualizar la bitácora digital de obra existente. En el tiempo de desarrollo de las pasantías en la construcción de la primera fase del edificio de admisiones, registro y control de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se diligencio el registro diario de la bitácora digital de obra; para esto se hizo uso de un formato digital suministrado por la oficina de planeación de la UFPSO, en el cual en primera instancia se consignaban las características más importantes del contrato como el número del mismo, su objeto, nombre del contratista, ubicación, nombre del ingeniero residente e interventor; posteriormente se consignaba el avance del proyecto, se anotaban las cantidades ejecutadas diariamente y se anexaba el registro fotográfico del día; además se cuenta con un espacio para referenciar el personal que trabajo en la obra, el equipo utilizado y las condiciones climáticas, aspectos muy fundamentales para determinar el rendimiento de la actividad ejecutada y el avance de obra.

En este formato también se cuenta con un espacio donde se anotan observaciones generales

acerca de la ejecución de los procesos constructivos desarrollados en la obra o aclaraciones acerca de la información consignada.

Este archivo se complementa del registro fotográfico tomado diariamente y del registro de cantidades diligenciado en campo; siendo de gran ayuda, ya que, mantiene de manera organizada la información del proyecto y facilita la realización de cortes para verificar el avance del proyecto, pasar cuentas de cobro y mirar las tareas que han sido ejecutadas en su totalidad. (Ver Apéndice C)

3.2 Supervisar la ejecución de los procesos constructivos por medio de listas de comprobación, donde se verifique el cumplimiento con las normas técnicas y especificaciones.

De acuerdo a lo establecido en el título I del reglamento Colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) correspondiente a la supervisión técnica en la sección del control de materiales “el supervisor técnico exigirá que la construcción de la estructura se realice utilizando materiales que cumplan con los requisitos generales y las normas técnicas de calidad establecidas por el reglamento para cada uno de los materiales estructurales o los tipos de elemento estructural”(NSR,2010), además de esto en el control de ejecución “ el supervisor técnico deberá inspeccionar y vigilar todo lo relacionado con la ejecución de obra” (NSR,2010), es por esta razón que a la hora de desempeñar esta función se hace necesario llevar a cabo las actividades contempladas en esta sección para ayudar a dar cumplimiento a las funciones correspondientes a la supervisión técnica, como lo son: Identificar los procesos constructivos a ser realizados, verificar que se cumplan las especificaciones técnicas del proyecto durante la ejecución de las

actividades correspondientes y supervisar la realización de ensayos como el de resistencia a la compresión simple; a continuación se muestra el desarrollo de las actividades propuestas para el cumplimiento de este objetivo.

Durante la ejecución de todas actividades ejecutadas en la obra, se recomendó de manera precisa que se cumplieren todas las especificaciones técnicas, garantizando así resultados óptimos y que estuvieran en conformidad con los criterios establecidos en la normatividad vigente para cada uno de los ítems.

3.2.1 Identificar los procesos constructivos a ser realizados. Previo al inicio de alguna actividad se debía tener claridad acerca de lo que se iba a ejecutar, de este modo poder ejercer la labor de supervisión de manera parcial, vigilando que se cumpliera lo establecido en la norma y especificaciones técnicas, por tal motivo se indagaba sobre el proceso constructivo que se realizaría y se estudiaba todo lo relacionado con el ítem.

Estudiar el proceso constructivo a ser realizado, fue fundamental a la hora de elaborar las listas de chequeo, ya que permitía prever con anterioridad la forma de ejecutar la actividad y establecer los parámetros que se debían verificar.

Al identificar el proceso se previa con anterioridad la ejecución del mismo, es por esto que en esta actividad se realizaban actas de inicio de actividad, donde se dejaba constatado el proceso a ser realizado, las especificaciones y observaciones pertinentes y las fechas de inicio y entrega de la actividad, esta acta debía ser firmada por la interventoría y la parte contratista; cabe aclarar

que este formato se presentó como propuesta a la oficina de planeación y fue diligenciado mas no firmado hasta que no se apruebe y haga parte del manual de interventoría de la universidad.

El acta diseñada estaba comprendida por cinco partes, al inicio de esta se describía el objeto del contrato, y los datos generales como el nombre del contratista y el interventor, posterior en la parte A, se procedía hacer la descripción pertinente de la actividad a la cual se le iba dar inicio, se contextualizaba de acuerdo a la estructura de desglose de trabajo del proyecto identificando el ítem correspondiente, la unidad y el nombre, así mismo se dejó una casilla de observaciones en caso dado de que la actividad necesitara una aclaración extra que complementara y facilitara la comprensión de la misma; una vez descrita esta sección se pasaba al literal B, el cual habla de los métodos constructivos o todas aquellas herramientas que facilitarían la ejecución de la actividad de una manera óptima, estas características se obtenían de las especificaciones técnicas del proyecto o de las recomendaciones descritas en la normatividad vigente, es decir se especificaba los procedimientos que serían desarrollados por el contratista para dar satisfacción al ítem contemplado dentro del documento.

Una vez establecidas las características técnicas de ejecución del proceso constructivo, en el literal C, se determinaba los tiempos de ejecución que tendría cada ítem, de tal modo que dentro de estas casillas se diligenciaba las fechas de inicio y finalización de la actividad; por lo tanto después de describir la ejecución del ítem y de establecer los plazos de entrega, en el literal D, la interventoría realizaba un comentario donde realizaría aclaraciones acerca de la actividad y determinaría si se aprobaba o no la ejecución de la misma, cabe resaltar que dentro de las características técnicas también se debe establecer las condiciones en que se debe encontrar el

lugar de desarrollo de la actividad para dar comienzo a la misma. Finalmente, las actas serian firmadas por los residentes de obra y de interventoría, dando visto bueno y aprobación a lo descrito dentro del documento. A continuación en la *Figura 9* se muestra el formato usado para la realización del acta.



FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE ÍTEM O ACTIVIDAD

CONTRATO No: 006 del 7 de marzo del 2017

OBJETO DEL CONTRATO:

XXXX

CONTRATISTA:

INTENVENTOR:

Acta:

El contratista solicita la autorización para el inicio de la actividad descrita a continuación:

A: IDENTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

ITEM	UND.	DESCRIPCIÓN
		ESTRUCTURAS
OBSERVACIÓN:		

B. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

C. PROGRAMACIÓN Y CRONOGRAMA

+	Fecha de inicio:		Fecha de finalización:	
---	------------------	--	------------------------	--

D. COMENTARIO DE LA INTERVENTORÍA

Para constancia de lo anterior, se firma la presente acta bajo la responsabilidad expresa de los que intervienen en ella, de conformidad a las funciones desempeñadas por cada uno de los mismos.

(Firma) _____
RESIDENTE DE OBRA

(Firma) _____
RESIDENTE DE INTERVENTORIA

Figura 9. Formato para actas de inicio de cada actividad.

Fuente. Autor (2017)

3.2.2 Elaborar listas de chequeos para cada actividad. Para dar cumplimiento a esta actividad se hizo estudio de las especificaciones técnicas del contrato y se tuvo en cuenta los requisitos de ejecución de la construcción establecidos en el numeral I.2.4.6 de la norma sismo resistente del 2010 los cuales están enfocados en el control detallado de todos los procesos ejecutados en la obra.

Se procedió a elaborar las listas de chequeo teniendo como base lo mencionado anteriormente y obteniéndose cuatro listas de comprobación correspondiente a ítems generales del proyecto, en primera instancia se desarrolló la lista de chequeo para concreto estructural, en esta se establecen todos los criterios para la preparación del concreto, el proceso de vaciado y curado de los elementos y se agrega una casilla para la revisión del acero de refuerzo usado. Esta lista de chequeo aplica para las actividades de concreto desarrollado en el transcurso de la pasantía

como lo son vigas de cimentación, placa de contrapiso, columnas y placa de entrepiso; en el Apéndice D, se muestra la lista de chequeo elaborada para los concretos.

También se elaboró una lista chequeo para verificar el cumplimiento de las excavaciones ejecutadas en el proyecto; por tal motivo en esta lista se evalúa todos los compromisos que tenían el contratista y el interventor al momento de desarrollar la actividad, así como el desarrollo de los respectivos rellenos que se realizaran posteriores a la excavación, esta lista sirvió para hacer seguimiento a la excavación ejecutada para la instalación de tuberías y la nivelación del terreno. (ver Apéndice E)

Así mismo como se superviso el proceso de excavación, también se desarrolló una lista que ayudara a comprobar que la instalación de las tuberías de agua potable y red sanitaria se desarrollaran según lo establecido en las especificaciones técnicas del contrato, de tal modo que en el Apéndice F se muestra los requerimientos con los cuales se debía ejecutar la actividad.

Finalmente se desarrolló una lista de chequeo para muros confinados que no soportan cargas, en esta se tuvo en cuenta los elementos de confinamiento como lo son las columnetas y el mortero de pega, la lista se puede observar en el Apéndice G.

Para cada una de estas hojas de chequeo se especifica el número del requisito de ejecución según lo contenido en la norma o en la especificación técnica, la referencia del numeral, descripción del mismo, y después de la verificación de cada una de estos requerimientos en

campo se marca con una “X” si cumple o no el debido proceso. Además, se incluye un campo para observaciones donde se puede describir algún aporte o falencias que tenga la ejecución de la actividad, así mismo aclaraciones acerca del contenido de la lista. En la *Figura 10* se muestra el formato empleado para la realización de esta actividad.

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada Mineducación	REQUISITOS DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN			
	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	ACTIVIDAD	CONCRETO ESTRUCTURAL		Hoja de chequeo No
			1	

TEMA	REQUISITO DE EJECUCIÓN		CUMPLE	
	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	SI	NO

OBSERVACIONES	
---------------	--

Figura 10. Formato de listas de chequeo.

Fuente. Autor, 2017.

3.2.3 Visitas de campo a cada proceso constructivo. La base del seguimiento es el trabajo en campo, ya que se aprecia realmente cada uno de los detalles del proceso constructivo, por tal motivo se acompañó cada actividad ejecutada en el transcurso de la pasantía, sirviendo como base para el diligenciamiento de la bitácora de obra, el registro fotográfico y la verificación con las litas de chequeo. A partir de esto a continuación se describen los procesos constructivos vigilados en obra, mostrando con detalle la ejecución de cada actividad.

5.3.1.1 Vigas de cimentación. Cuando se dio inicio a la pasantía se encontraba el proyecto en el armado y vaciado de las vigas de cimentación, se había ejecutado aproximadamente un 50 % del total de área del proyecto, por lo que se siguió haciendo control a las vigas faltantes, siguiendo lo recomendado en las especificaciones y acompañando cada una de los ítems que permitían el desarrollo de la actividad.

En las vigas que se acompañaron se realizó el siguiente procedimiento para la ejecución de la actividad:

- *Excavación y nivelación.* Para las vigas principales de cimentación se debían realizar excavaciones a la profundidad indicada en las especificaciones y un ancho que permitiera el ingreso del obrero y la instalación de la formaleta, esta profundidad incluye la altura del elemento y del solado aplicado para separar el terreno del concreto. Además, se emparejaba el terreno con material clasificado de tal manera que el elemento estructural descansara sobre una superficie uniforme. En la *Fotografía 1*, se aprecia en la parte izquierda la excavación ya terminada para uno de los elementos principales, en esta actividad se tomaba niveles a partir de un hilo trazado sobre los ejes tomando como referencias las columnas, asegurando que las profundidades cumplieran

con las necesidades del elemento estructural; en el lado derecho de la *Fotografía 1* se muestra el proceso de relleno de las excavaciones que se realizaron para fundir zapatas y pedestales, estos rellenos debían ejecutarse con la mayor cautela, evitando que la futura estructura sufriera complicaciones; para garantizar que los procedimientos cumplieran con la normatividad, se supervisó que se hicieran según las especificaciones, donde se hace énfasis en rellenar en capas de 15 centímetros y hacer uso de las herramientas de compactación necesarias en este caso el vibro compactador manual tipo rana.



Fotografía 1. Excavación y nivelación para viga de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

De tal modo que se supervisaba la excavación y nivelación para ejercer un control sobre la ejecución de cada proceso constructivo, garantizando el cumplimiento de lo descrito en el contrato inicial y verificando que las condiciones fueran equivalentes con lo plasmado en los planos y diseños, además se acompañó la realización de los respectivos ensayos, establecidos según la normatividad vigente, como lo es el caso del ensayo de densidades (ver *Fotografía 2*)



Fotografía 2. Ensayo de densidades.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Colocación de solado.* Posterior a la nivelación del terreno que soportaría la viga, se colocaba una capa de concreto pobre de 5 centímetros de espesor que se encargaría de nivelar y mantener limpias las superficies sobre las cuales descansaría cada elemento, función vital para mantener aislado el concreto estructural del suelo y proteger el acero de cualquier tipo de contaminación o alteración causada por las condiciones naturales del terreno.

En la Fotografía 3 se muestra la instalación del concreto, una vez que se ha terminado la excavación y se prestan las condiciones para el desarrollo de la actividad; en esta parte se supervisaba el mezclado del concreto, además se tomaba medidas con respecto al nivel de referencia para que toda la superficie tuviera el mismo espesor, de tal manera que el concreto pobre no robara volumen al concreto estructural del elemento que se instalaría posteriormente. En la parte derecha de la Fotografía 3 se muestra el solado al día siguiente de ser fundido, ya listo para empezar con el armado del acero.



Fotografía 3. Instalación de concreto pobre.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Instalación de acero de refuerzo.* Una vez se había secado el solado se procedía a armar el acero, correspondiente a cada viga, inicialmente se extendía el acero longitudinal en la respectiva zona donde sería instalado como se muestra en la *Fotografía 4*, anterior a esto ya se habían cortado y figurado la cantidad de varillas necesarias para cada elemento; en este ítem se verificaba que se usara las dimensiones establecidas en los planos conservando los traslapes especificados en el diseño y el tamaño de la barra en cada sección, en el caso de las vigas principales se usó varilla #6 y en las vigas complementarias se hizo uso de acero #4.



Fotografía 4. Extendido del acero longitudinal, vigas de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

En seguida de tener listo el acero longitudinal, se procedía hacer los amarres respectivos en los nodos o ejes verticales (columnas), midiendo la separación respectiva entre cada varilla, luego se continuaba con la instalación de los estribos #3 con una distribución en la zona de confinamiento de 0.08 metros y en la zona intermedia de 0.16 metros, en la longitud de cada elemento; tal y como se muestra en la *Fotografía 5*, donde se aprecia el amarre de los estribos cerca de una de las columnas.



Fotografía 5. Amarrado de acero en vigas de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Instalación de formaleta.* Este proceso se ejecutaba después de instalado en su totalidad el acero longitudinal y transversal del elemento estructural, la formaleta consistía en paneles de madera de sección rectangular cuya medida era de 0,70X1,40 metros; dichos paneles se colocaban a lado y lado del acero, alineando de tal manera que se respetara la dimensión del elemento y que quedaran en total verticalidad, así como los recubrimientos mínimos que se debe garantizar para el acero; en la parte izquierda de la *Fotografía 6* se aprecia la instalación de los

paneles de madera y en la parte derecha se muestra una vez instalada toda la formaleta de las vigas.

En esta actividad se debía vigilar que la formaleta estuviera en las condiciones apropiadas para el cumplimiento de su función, además se tomaban medidas que garantizaran las dimensiones externas de los elementos estructurales, así como se supervisaba que las formaletas tuvieran los apuntalamientos correspondientes que evitaran fallas de las vigas al momento de ser fundidas y los correspondientes listones en la parte superior para asegurar que el ancho de la viga se mantuviera uniforme.



Fotografía 6. Formaleteado de vigas de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Vaciado del concreto.* Después de terminado el proceso de instalación de la formaleta, se procede a fundir cada elemento, haciendo uso de concreto cuya resistencia sería de 28 Mpa, este fue mezclado en obra de tal modo se verifico que se usara la dosificación establecida en el

diseño, en este caso se usó $1 \frac{1}{4} : 2 : 2$; lo cual en obra consistía en el uso de un bulto de cemento más un baldado, cuatro cuñetes y medio de arena y cuatro cuñetes y medio de agregado, en la *Fotografía 7* se observa el mezclado y alistado de las materiales según las proporciones establecidas en el diseño.

De tal modo que se acompañó el proceso de mezclado vigilando que se produjera el concreto necesario para el elemento a fundir y que se usara inmediatamente después de su mezclado, evitando los desperdicios dentro de la obra. Inicialmente en el mezclado se deposita la grava o áridos gruesos, después de unos pocos minutos en seco se agrega el agua, se adiciona el cemento necesario, en segunda instancia se añade la arena, los aditivos y finalmente el agua necesaria para finalizar la mezcla.



Fotografía 7. Mezclado de concreto en obra.

Fuente. Autor (2017)

Posteriormente a la preparación de la mezcla se transportaba en carretillas hasta el elemento que se iba a fundir y se procedía a depositar uniformemente a lo largo de la viga y con ayuda de un vibrador neumático se realizaba el vibrado generando el asentamiento para que la mezcla quedara bien distribuida dentro del encofrado reduciendo la cantidad de espacios vacíos que quedan dentro de la mezcla (Ver *Fotografía 8*), logrando un acomodamiento efectivo. Esta parte del proceso constructivo debía tener especial cuidado ya que un exceso de vibrado puede lograr el desmezclado y segregación de los componentes, afectando drásticamente la resistencia del elemento estructural. Finalmente se nivela y se pasa el palustre para emparejar el concreto.



Fotografía 8. Vibrado de concreto.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Desencofrado.* Pasadas 12 horas de fundida la viga se procede desencofrar con cuidado para posteriormente realizar el curado del concreto rociando con agua cada elemento estructural en los días posteriores al retiro de la formaleta; este proceso se debía realizar progresivamente con el mayor cuidado posible, sin golpes ni sacudidas, en la *Fotografía 9* se observa las vigas de cimentación una vez se retiró la respectiva formaleta.



Fotografía 9. Desencofrado vigas de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

Después de desencofrar cada elemento se realizaba el respectivo proceso de curado, rociando agua a cada viga para que no perdiera la humedad necesaria durante un periodo de 3 a 7 días, dependiendo las condiciones climáticas que presente el ambiente y de esto modo evitar la formación de grietas, llamadas de retracción, que ocasionan la reducción de la resistencia del concreto. (Ver *Fotografía 10*)



Fotografía 10. Curado vigas de cimentación.

Fuente. Autor (2017)

5.3.1.2 Columnas. Al iniciar la pasantía se encontró que la actividad de instalación de acero de refuerzo en estos elementos ya estaba avanzada (*Fotografía 11*), por lo cual se procedió a verificar que el armado del refuerzo cumpliera con lo especificado en los planos, mirando que se usara las varillas indicadas y comprobando las separaciones establecidas en las especificaciones y normatividad vigente.



Fotografía 11. Vista general del proyecto al iniciar la pasantía.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Verificación del refuerzo usado.* El refuerzo transversal utilizado en las columnas del proyecto fue de 3/8" y se colocaba con una separación en la zona de confinamiento de 0.08 m y en la zona intermedia a una distancia de 0.16 m, en toda la longitud del elemento, cumpliendo con lo establecido en el diseño estructural y en la norma; en las figuras expuestas posteriormente se muestra el figurado de cada uno de los estribos usados en los diferentes elementos.

En la se puede observar el acero transversal que se usó en la columna-pantalla y en la *Fotografía 12* se observa el proceso de armado de la misma, en cuanto al acero longitudinal se contaba con 36 varillas de 3/4" y 8 de 1", al verificar la distribución de los aceros se observó que

estaba de acuerdo a lo especificado en los planos estructurales del proyecto.

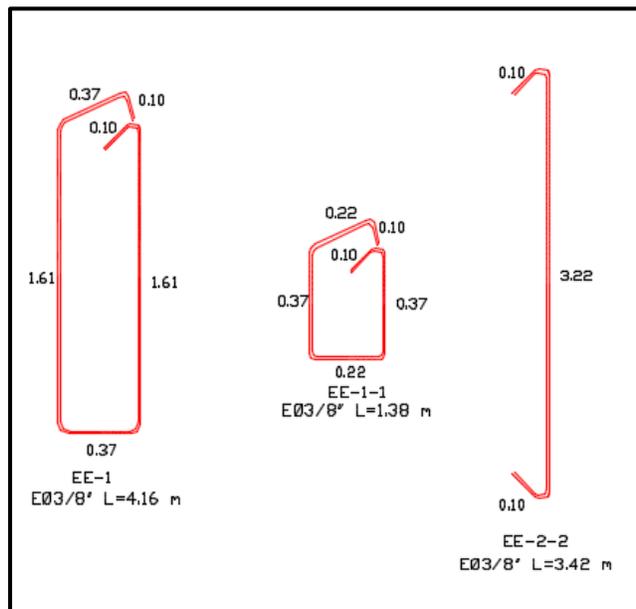


Figura 11. Acero transversal pantalla B16.

Fuente. Planos estructurales del proyecto. (Modificado. Autor (2017))



Fotografía 12. Armado del acero de la pantalla B16.

Fuente. Autor (2017)

En las columnas rectangulares tampoco se encontró problemas en la distribución del refuerzo, en la se aprecia los tipos de estribos empleados y que fueron usados en los elementos C10 y C13; con respecto al refuerzo longitudinal se observó que estaba conformado por 8 varillas de $\frac{3}{4}$ " y 14 varillas de $\frac{1}{2}$ ". En la *Fotografía 13* se muestra el proceso de armado de la última hilera del acero transversal de la columna C13.

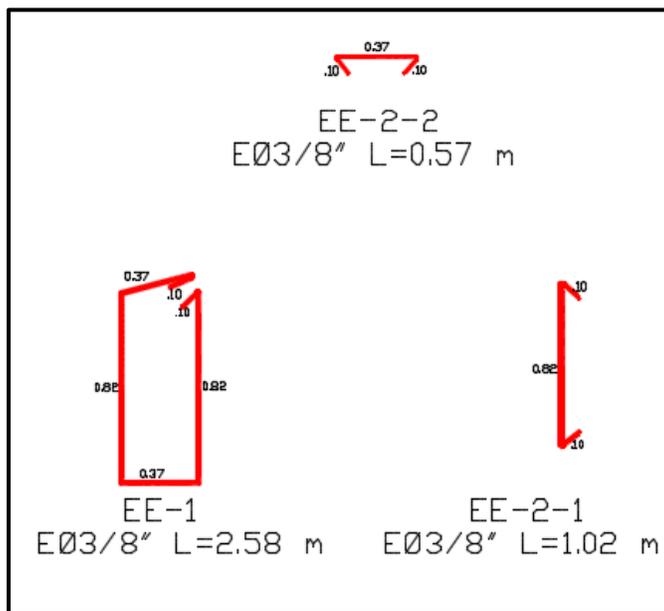


Figura 12. Acero transversal pantalla C10 y C13.

Fuente. Planos estructurales del proyecto

Modificado. Autor (2017)



Fotografía 13. Armado del acero de la columna C13.

Fuente. Autor (2017)

En las columnas-pantallas en “L” se encontró bien armado el acero, la distribución longitudinal estaba conformada por 56 varillas de 5/8” y 6 varillas de 1/2” para los elementos C11 y C12; para las pantallas A11 y A12 el acero usado fue 57 varillas de 1/2”, 9 varillas de 5/8” y 6 varillas de 3/4”; la distribución del acero transversal cambiaba de acuerdo a la sección que tuviera el elemento; habían dos tipos de columnas en “L”, en la *Figura 13* se muestra los estribos usados para las eles del eje A y en la *Figura 14* se muestra los estribos para las eles del eje C.

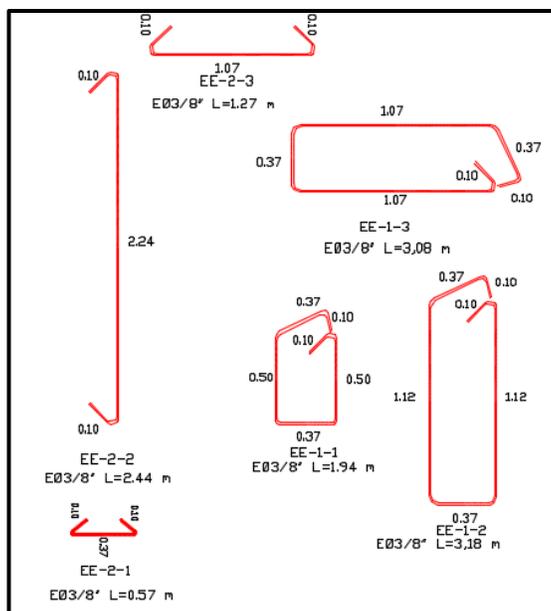


Figura 13. Acero transversal columna A11 y A12.

Fuente. Planos estructurales del proyecto

Modificado. Autor (2017)



Fotografía 14. Preparación de la columna A12 para instalación de formaleta.

Fuente. Autor (2017)

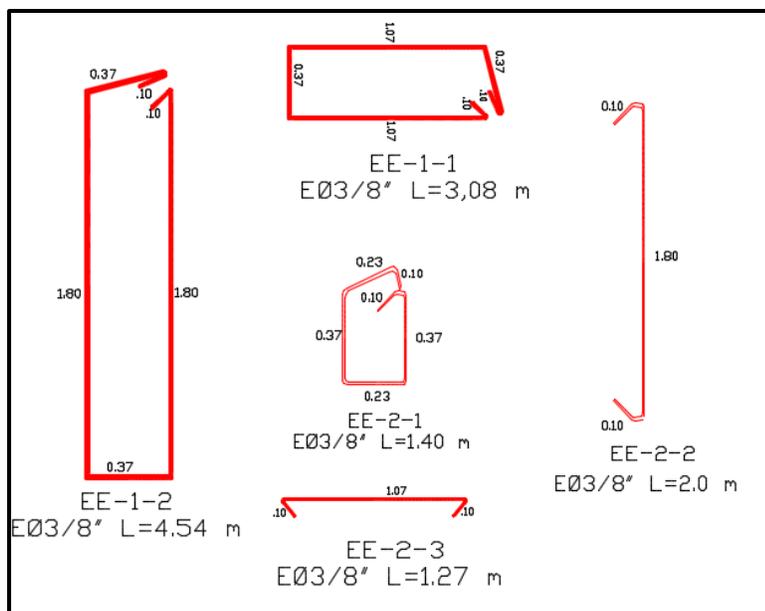


Figura 14. Acero transversal columna C11 y C12.

Fuente. Planos estructurales del proyecto

Modificado. Autor (2017)



Fotografía 15. Armado del acero de la columna C12.

Fuente. Autor (2017)

En la *Figura 15* se muestra el refuerzo transversal usado en las columnas circulares, así mismo en la *Fotografía 16* se muestra la distribución del acero circular de la columna D12 y la verificación de las separaciones, en cuanto a la distribución longitudinal del acero era diferente para cada elemento por lo tanto en el *Tabla 5* se especifica el refuerzo asignado a cada columna.

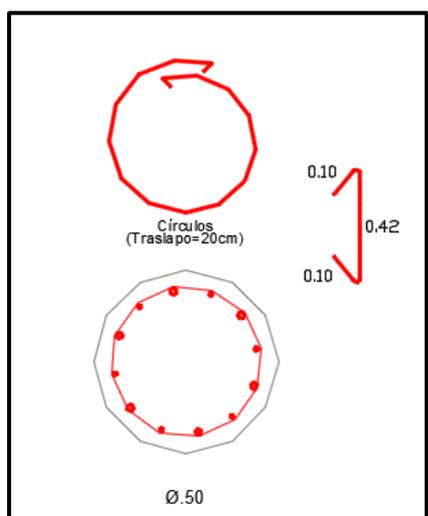


Figura 15. Acero transversal columna circular.

Fuente. Planos estructurales del proyecto

Modificado. Autor (2017)



Fotografía 16. Verificación de separación del acero transversal.

Fuente. Autor (2017)

Tabla 5

Acero longitudinal de las columnas circulares

Columna	Acero Longitudinal
A10	16 varillas de ¾"
A13	12 varillas de 1"
A14	14 varillas de ¾"
D11	12 varillas de 5/8"
D12	10 varillas de ¾"

Fuente. Autor (2017)

▪ *Limpieza de refuerzo.* Se hizo limpieza al acero y al nudo de la columna con ayuda de una hidrolavadora (*Ver Fotografía 17 parte izquierda*) para quitar partículas producto del concreto de las zapatas, de los rellenos ejecutados para nivelar el piso y cualquier otra suciedad que pudiera afectar la adherencia del concreto con el acero alterando la resistencia de la estructura; a este proceso se le hizo supervisión constatando que se limpiara todo el acero del elemento y se hicieran todos los respectivos procedimientos que garantizan el cumplimiento de la actividad.

Como se observa en la *Fotografía 17*, la viga de cimentación debía quedar sin partículas del material granulado y las varillas quedaran libres de escoria.



Fotografía 17. Limpieza del acero de las columnas.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Toma de niveles al refuerzo.* Se verifica el nivel del acero para garantizar que esté cumpliendo con la demarcación de los ejes y se usó la plomada para que el acero quedara alineado verticalmente, tal y como se muestra en la *Fotografía 18*, donde se observa al maestro del proyecto haciendo uso de este elemento.



Fotografía 18. Nivelación vertical de la columna.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Instalación de la formaleta.* Una vez alineado el acero de cada elemento se procedía a instalar la formaleta, en el caso de este proyecto se usó una formaleta metálica de diferentes secciones (ver Tabla 6) como se puede apreciar en la *Fotografía 19*, teniendo así la formaleta tipo tablero que consiste en una sección rectangular con una cara lisa y una cara con bordes perforados salidos, que permitían el ensamble con los demás elementos; también se usó la formaleta tipo rinconera que fue empleada en las columnas en “L” para la cara interior esquinera y para completar el cerramiento de la hilada de estos elementos, se usaban ángulos a 90° que tenían sus dos lados perforados y ensamblaban las esquinas de cada módulo (*ver Fotografía 19 en la parte derecha*), igualmente para las columnas circulares se hizo uso de este sistema; estas formaletas garantizaban las dimensiones externas de las columnas y daban un acabado liso, de buen aspecto a la vista, que son especificaciones solicitadas por el contratante.

Tabla 6

Secciones de la formaleta metálica usada en el proyecto

Tipo Formaleta	Sección (cm)
Tablero	40x120
Tablero	30x120
Tablero	20x120
Tablero	17x120
Tablero	15x120
Tablero	10x120
Tablero	13x120
Rinconera	10x23x120
Rinconera	10x12x120
Angulo	120
Circular	50

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 19. Formaletas metálicas tipo tablero.

Fuente. Autor (2017)

La estructura de estas formaletas estaba soportada por alineadores y chapetas; las chapetas se encargan de unir cada una de los tableros que conforman la cara del elemento y sellar las juntas, de estos fueron usados cuatro por cada línea de amarre tal y como se muestra en la *Fotografía 20*, por su parte los alineadores estaban conformados por un conjunto de tensores y tubería metálica calibre 16 con sección transversal de 1.5"x3", se instalaban para alinear las formaletas y de este modo garantizar que las caras internas queden sin juntas y den un acabado liso a la columna, además sirven de soporte para que la formaleta no se abra, para esto por cada cara se instala dos alineadores (conformados por 4 tensores y un tubo metálico), que aseguraban el elemento; en la *Fotografía 20* (parte derecha) se puede observar la instalación del primer alineador de una de las columnas y en la *Fotografía 21*. Antes de instalar la formaleta se debía hacer una limpieza y engrasarla para facilitar la remoción de la misma.



Fotografía 20. Instalación de chapetas y alineadores.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 21. Formaleta instalada con alineadores y chapetas.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Aplomado y apuntalamiento de la formaleta.* Una vez instalada la primera hilera de formaletas se procedía a nivelar por medio del nivel de burbuja (*ver Fotografía 22 en la parte izquierda*), la plomada (*ver Fotografía 22 en la parte derecha*) y el nivel de manguera (*ver Fotografía 23*), para que quede totalmente perpendicular el elemento, además se le dio el encuadre para que en todas las caras del elemento quede el mismo recubrimiento y se trazaron los hilos como se detalla en la Fotografía 24 para que coincidan en un solo eje perpendicular las caras externas de cada columna, garantizando el acabado de las mismas y los detalles

arquitectónicos del proyecto; una vez acomodada la hilera se le colocaba un apuntalamiento que asegurara la estructura para que no se fuera a desacomodar durante el proceso de armado, además estos parales le dan estabilidad para que el peso del concreto no hiciera ceder la formaleta y desalineara las marcas inicialmente trazadas, finalmente como se aprecia en la Fotografía 25, se sigue instalando la segunda y tercera hileras de la formaleta asegurando con las chapetas, alineadores y puntales como se describió anteriormente.



Fotografía 22. Nivelación y aplomado de la formaleta.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 23. Nivelación de la formaleta con manguera.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 24. Trazado de hilo.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 25. Formaleta totalmente instalada.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Instalación de rampa.* Seguidamente a la instalación de la formaleta se adecuo una rampa (*Fotografía 26*) para acceder a la base superior de cada elemento y así facilitar el proceso de fundición, dicha rampa estaba hecha en tablonces de madera, con respectivos escalones y en la parte superior un descanso donde se ubicaba la persona encargada de depositar el concreto y estar pendiente de este proceso, así mismo se instaló una tarima para colocar el vibrador (*Fotografía 27*), estos se aseguraban sobre los andamios para evitar accidentes.



Fotografía 26. Rampa de acceso.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 27. Tarima para el vibrador.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Fundida de elementos estructurales.* Una vez terminado el proceso de instalación de la formaleta, se procede a fundir las columnas, en este caso se usó un concreto de 28 Mpa. mezclado en obra, se verificó que se usara la dosificación establecida en el diseño, en este caso se usó $1\frac{1}{4}:2:2$; lo cual en obra consistía en el uso de un bulto de cemento más un baldado, cuatro cuñetes y medio de arena y cuatro cuñetes y medio de agregado; en la *Fotografía 28* se observa el alistado de los agregados para el proceso de mezclado.



Fotografía 28. Alistado de materiales.

Fuente. Autor (2017)

Se debía tener especial cuidado que durante este proceso se llevara a cabo el vibrado correctamente (*ver*

Fotografía 29), en particular en la parte más baja de la columna, en algunos elementos se hizo complicado este procedimiento debido a la cantidad de refuerzo, pero para garantizar que no quedaran vacíos se introducía una varilla lisa de 5/8”, dando golpes repetidamente; este procedimiento se realizaba para que no quedaran vacíos en el elemento y se garantizara la resistencia de la columna. Las columnas se fundían hasta una altura de 2,90 metros, que es la altura indicada en los planos estructurales.



Fotografía 29. Vibrado del concreto.

Fuente. Autor (2017)

▪ Una vez fundido el elemento se realizaba el curado del mismo, la formaleta se retiraba al día siguiente, se procedía a humedecer la columna (*Fotografía 30*) y envolverla en papel impermeable (*parte derecha de la Fotografía 30*), esto se hace debido a que en el concreto en su proceso de fraguado y endurecido evapora dos terceras partes del agua adicionada, si esta cantidad de agua se pierde antes de que alcance la resistencia se puede producir un agrietamiento del elemento y se perdería dicha resistencia y la apariencia esperada.

En los días posteriores se siguió humedeciendo la envoltura y la misma columna (*Fotografía 31*), para garantizar que no se agriete y que mantenga un contenido de humedad favorable para el proceso de curado.



Fotografía 30. Humedecimiento y envoltura de la columna.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 31. Columna envuelta en papel impermeable.

Fuente. Autor (2017)

5.3.1.3 Instalación de tuberías de agua potable. En esta actividad se verificó que las excavaciones se hicieran con el ancho y profundidad estipulado en las especificaciones y que permitieran la ejecución de la actividad de manera eficiente.

Inicialmente se marca los puntos para el trazado de la tubería teniendo en cuenta las columnas como puntos de referencia tal y como se muestra en la *Fotografía 32*.



Fotografía 32. Trazado red de agua potable.

Fuente. Autor (2017)

En la *Fotografía 33* se observa la excavación ejecutada. En algunas partes se encontró una placa de 10 cm de espesor, ya que el sitio antes era usado como parqueadero, así que con ayuda del martillo demoledor se rompió ejecuto el proceso de demolición y se aflojaba el terreno para que fuera más fácil la labor de excavación, tal y como se muestra en la parte derecha de la *Fotografía 33*.



Fotografía 33. Excavación para instalación de tubería.

Fuente. Autor (2017)

Una vez excavado se procedía a colocar la tubería y accesorios según lo especificado en el plano de instalaciones, se verifico que se usara la tubería indicada y que cada tramo colocado cumpliera con los diámetros señalados en los planos de instalaciones del proyecto, en este caso se hizo uso de tubería 2", 1 ½" y 1", con los respectivos accesorios que aseguraban la continuidad de la red (ver *Fotografía 34*).



Fotografía 34. Continuidad de la red de agua potable.

Fuente. Autor (2017)

Además se superviso el proceso de instalación de tal manera que se hicieran los empalmes con los accesorios adecuados y se dejaran los puntos de conexión para dar continuidad a la red; como se observa en la *Fotografía 35*, se ubican los puntos sanitarios y de agua potable donde se concretara el resto de tuberías.



Fotografía 35. Ubicación de puntos para continuidad de red.

Fuente. Autor (2017)

Seguidamente a la instalación del entramado de las instalaciones se sobrepuso y se compactó el material seleccionado hasta lograr el nivel original, los rellenos se ejecutaban colocando capas de 15 cm que se compactaban con el canguro, estas capas eran rociadas con agua de tal manera de que las partículas del material se deslicen unas con otras y se dejen compactar adecuadamente. (Ver *Fotografía 36*)



Fotografía 36. Relleno de excavaciones para tuberías de agua potable.

Fuente. Autor (2017)

5.3.1.4 Placa de Contrapiso. A continuación, se describirá el proceso usado en obra para la ejecución de la actividad de placa de contrapiso; placa instalada para homogeneizar el piso y transmitir las cargas al terreno, de esta manera los movimientos que tenga el suelo debido a expansión o asentamiento no provoquen daños o grietas en el piso instalado posteriormente.

Antes de proceder a instalar la placa de contrapiso se debía identificar los lugares y puntos donde se ubicaría las instalaciones según lo trazado en los planos del proyecto; así mismo proceder hacer las respectivas excavaciones para la colocación de dichas redes. Se verifico

estuvieran ubicados los puntos sanitarios (*parte derecha de Fotografía 37*), debido a que ya estaban instalados antes de empezar la actividad, además se acompañó el proceso de instalación de las redes de agua potable, como se observa en la parte izquierda de la *Fotografía 37*, en la cual hay un punto de conexión sanitaria y un tramo de la red de agua potable antes de colocar la malla de antepiso.



Fotografía 37. Puntos de conexión sanitaria e instalación de redes hidrosanitairas.

Fuente. Autor (2017)

Posterior a esto se niveló cada uno de los paneles con el canguro adicionando material seleccionado (*Fotografía 38*) y haciendo cortes donde fuera necesario; el terreno debía quedar al mismo nivel de la cara superior de las vigas de cimentación tal y como se aprecia en la *Fotografía 39*.



Fotografía 38. Compactación de material seleccionado con canguro.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 39. Terreno nivelado, previo a la instalación de malla electro-soldada.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Tendido de instalaciones:* De acuerdo con lo especificado en el diseño de estos elementos se configuro en el sitio las redes hidráulicas (ver *Fotografía 40*), su localización se hizo referenciando los elementos con los ejes de las vigas y se hacía previa al tendido de la malla electrosoldada.



Fotografía 40. Instalación de red hidráulica sobre terreno nivelado.

Fuente. Autor (2017)

A medida que se va avanzando en la configuración de la red, los tramos de tubería se amarran con anclajes al terreno para asegurar su posición (*Fotografía 41*); estos eran amarres con varilla #3.



Fotografía 41. Punto de anclaje de la tubería hidráulica.

Fuente. Autor (2017)

Después de nivelar el terreno se continuaba con la instalación de la malla electrosoldada (*ver Fotografía 42*), la cual cubría todos los paneles dispuestos, esta malla tenía espesor de 4 mm y conformaba retículas de 15x15cm. Se verifico que se hicieran los traslapos (*ver Fotografía 43*),

que no debían ser menores a un cuadro de la malla y que se asegurara el traslape amarrando las mallas entre sí como mínimo en tres puntos sobre cada una.



Fotografía 42. Extendido de malla electro-soldada.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 43. Amarre de traslape en malla electrosoldada.

Fuente. Autor (2017)

El aseguramiento de la posición de las mallas se realizaba de diferentes formas, amarrándolas entre sí por lo menos en dos puntos y amarrándolas a las vigas de cimentación, los cuales tenían clavos sobresaliendo para tal fin. Todos estos amarres se hicieron con alambre negro #18.



Fotografía 44. Malla electrosoldada instalada.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Instalación de formaleta.* Para la placa de contrapiso se colocaba formaleta de madera en la parte lateral de todos los paneles, esta debía quedar bien asegurada para que no se corriera al momento de vaciar el concreto para ello se amarraba con varillas enterradas al lado de cada tabla.

La instalación de esta formaleta se detalla en *Fotografía 45.*



Fotografía 45. Instalación de la formaleta.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Trazado de hilo y procedimientos complementarios.* Se procedía hacer tendido de hilo en los paneles que se iba a vaciar el concreto, se tomaba niveles en las columnas y se amarraba un hilo que atravesara el sitio donde se vaciaría el concreto, esto se hacía con el fin de ir rectificando que después de vaciar el concreto la placa quedara con el espesor estipulado y que esta sea constante en toda el área fundida., en este caso l placa tenía un espesor de 10 cm.

Después de nivelar y antes de vaciar el concreto se limpiaba las vigas de cimentación con la hidrolavadora de tal modo que la placa y las vigas de cimentación se adhieran y garanticen una mejor resistencia de la estructura; además se debía humedecer el terreno y así obtener un mejor comportamiento concreto-suelo, en la *Fotografía 46* se observa a uno de los obreros realizando estos procesos momentos antes de fundir la placa, era necesario verificar que se hicieran ya que se encuentran contemplados dentro de las especificaciones de ejecución de la actividad.



Fotografía 46. Limpieza de vigas de cimentación y humedecimiento del terreno.

Fuente. Autor (2017)

▪ *Vaciado y vibrado del concreto.* Para el vaciado del concreto en la placa de contrapiso se observó que el procedimiento consistía en transportar el concreto en carretillas hasta el lugar

donde se estaba realizando esta actividad.



Fotografía 47. Transporte y vaciado del concreto.

Fuente. Autor (2017)

El concreto se preparaba en obra (ver *Fotografía 48*) y se usó una dosificación de 1 $\frac{1}{4}$: 2:3; lo cual consistía en 1 bulto y un balde y medio de cemento, 4 cuñetes y medio de arena y 6 cuñetes y medio de triturado; esta dosificación estaba establecida según el diseño para un concreto de 21 Mpa.



Fotografía 48. Mezclado del concreto.

Fuente. Autor (2017)

Una vez obtenida la mezcla se transportaba en las carretillas hasta el sitio de vaciado, inicialmente se ubicaban unos tres o cuatro puntos debajo de la línea trazada con el hilo (ver *Fotografía 49*) y sobre estos puntos de referencia se extendía la mezcla con ayuda de la llana para alcanzar el nivel especificado, se usaban retazos de tableta que se colocaban sobre la mezcla extendida y sobre ellos se medía el nivel. Luego de hacer este trazado se procedía a seguir vaciando el concreto y tomando como referencia los puntos marcados se extendía con ayuda de la regla metálica (ver *Fotografía 51*) de tal manera que quedara a la misma altura; continuamente se verificaba que la placa tuviera la misma altura, tomando las medidas necesarias como se aprecia en la *Fotografía 50*.



Fotografía 49. Puntos de referencia.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 50. Verificación de la altura de la placa.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 51. Extendido del concreto.

Fuente. Autor (2017)

5.3.1.5 Instalación de acero para placa de entrepiso. Para armar el acero de la placa de entrepiso se debía tener listo el entarimado que soportaría dicho elemento, siguiendo el procedimiento descrito a continuación:

- *Instalación de entarimado.* Estas estructuras serían usadas de forma temporal para sostener la placa de entrepiso mientras ésta adquiere las propiedades mecánicas óptimas para la cual fue diseñada, en el transcurso de la pasantía se puede apreciar el proceso de armado de dicho entarimado así como el amarre del acero correspondiente a la placa del proyecto.

El entarimado ejecutado en la obra se complementa con elementos verticales (parales) y horizontales (cerchas metálicas) conformando el sistema de encofrado sobre el cual se apoyan los tableros de madera que servían como base de la placa que se iba a fundir. En la *Fotografía 52* en la parte izquierda se aprecia los tableros usados, cuya sección era de 0,70 x 1,40 metros y en la

parte derecha se aprecian las cerchas y parales que se utilizaron dentro de la obra.



Fotografía 52. Alistado de materiales para entarimado, placa de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)

Los parales venían armados en dos secciones, una de mayor diámetro que la otra, para que de este modo se pudiera ajustar la altura deseada, asegurándolo con un pasador, en la *Fotografía 53 (parte izquierda)* se observa uno de los parales usados en el proyecto, donde se aprecia lo descrito anteriormente.



Fotografía 53. Ajuste de parales en obra.

Fuente. Autor (2017)

Con el tablero armado se procedía a la nivelación más cuidadosa de la formaleta, graduando la altura de los parales con el regulador de rosca *Fotografía 53 (parte derecha)*, y controlando en varios puntos con ayuda de un listón con la medida exacta del entrepiso.

Para su armado se iniciaba con módulos rectangulares de 4 parales, los cuales iban arriostrados con crucetas (ver *Fotografía 54, la parte derecha*) que sirven para dar rigidez a la estructura temporal en caso de que se presenten movimientos horizontales, sin deformarse y/o colapsar. Era gran importancia que al realizar el armado de los parales con sus respectivos arriostros se deje un corredor libre para que se pueda movilizar la persona encargada de realizar los ajustes a las formaletas y parales. En la *Fotografía 54* se muestra la primera parte de ejecución que tal y como se describe anteriormente se debía iniciar colocando secciones rectangulares del entarimado, como se muestra en la parte izquierda de la fotografía; por otro lado en la parte derecha se muestra el arriostro que se hacía en las cerchas por medio de varillas de acero, ayudado a conservar la estabilidad de los tableros y conectando las secciones separadas, para que trabajarán como un solo elemento.



Fotografía 54. Inicio de entarimado para placa de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)

Era de gran importancia que antes de usar los tableros, se hiciera una inspección de su superficie para asegurar que no tuviera ninguna imperfección, agujeros o esté sucia, debido a que si se presentan daños pueden generar derrames de concreto, obligando a realizar reparaciones y arreglos posteriores de forma innecesaria, además de afectar la seguridad del personal que desarrollaría la actividad. (ver *Fotografía 55*)



Fotografía 55. Inspección de instalación de entrimado.

Fuente. Autor (2017)

Era muy importante armar a la medida la sección de formaleta en el área que comprendían las columnas ya que no siempre el tamaño de los tableros coincide, así que se realizaban los cortes exactos que cubrieran los espacios evitando dejar vacíos y grietas en la formaleta que más adelante afectarían el proceso de fundir el elemento. (ver *Fotografía 56*)



Fotografía 56. Corte e instalación de los tableros en el área de las columnas.

Fuente. Autor (2017)

- *Armado de vigas y viguetas.* Para este procedimiento se debía realizar un cimbrado en toda la placa, el cual consiste en la demarcación de los ejes del edificio sobre la formaleta con ayuda de un hilo impregnado de mineral rojo. Además, se ubican las vigas y viguetas.

En la *Fotografía 57* se muestra el desarrollo del cimbrado de la placa, acompañado por el director de obra y la ingeniera residente de obra, los cuales indicaban y aseguraban el trazado de los ejes de acuerdo a lo descrito en los planos.



Fotografía 57. Cimbrado de la placa de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)

Con respecto al armado del acero estructural de las vigas y viguetas, inicialmente se figuraba el acero de acuerdo a las medidas establecidas en los planos y según las indicaciones proporcionadas por el ingeniero a cargo, en la *Fotografía 58* se muestra el figurado de acero transversal y la selección del acero longitudinal según su diámetro, posteriormente se almacenaban en obra de acuerdo a su diámetro y longitud para su fácil ubicación en el momento en que vayan a ser instaladas.



Fotografía 58. Figurado de acero.

Fuente. Autor (2017)

Luego de marcar los ejes por donde se trazarían las vigas y después de haber figurado el acero de cada elemento, se colocaban los refuerzos transversales (estribos) en los nodos, se debía tener cuidado al colocar la cantidad adecuada, según lo especificado en los planos estructurales tal y como se parecía n la parte izquierda de la *Fotografía 59*; una vez rectificada a cantidad de estribos que se usarían para cada elemento, se procedía a colocar a colocar el acero longitudinal de la parte inferior de la viga y se amarraban los estribos según la separación estipulada, dependiendo la zona donde se amarrara dicho acero (ver parte derecha de la *Fotografía 59*).

Después de fijar el refuerzo transversal con el refuerzo longitudinal inferior, se procede a colocar el acero correspondiente al refuerzo longitudinal superior, amarrando a los estribos y fijando los elemento como se muestra en la *Fotografía 60*, hasta terminar de asegurar todo el elemento (ver *Fotografía 61*)



Fotografía 59. Armado de acero en las vigas de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 60. Instalación de refuerzo superior de las vigas.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 61. Amarre de estribos en las vigas de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)

Durante el proceso se revisaba que el armado se realizara estrictamente como se indica en los planos estructurales, respetando siempre sus traslapes, espaciamientos, ganchos, longitudes y diámetros (ver *Fotografía 62*). Era de gran importancia el uso de separadores como se muestra en la parte derecha de la *Fotografía 63*, los cuales eran hechos en concreto y eran usados para garantizar la correcta posición del acero de refuerzo, así como su recubrimiento.



Fotografía 62. Traslapos y amarres de estribos.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 63. Ganchos y separadores en concreto.

Fuente. Autor (2017)

Concluida la instalación del refuerzo de los ejes principales (*Fotografía 64*), se procedía a colocar el refuerzo de las viguetas, teniendo especial cuidado con la separación que debía tener los estribos en cada vigueta, así como la aferencia entre cada uno de los elementos.



Fotografía 64. Acero de refuerzo de vigas principales de la placa de entrepiso.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 65. Instalación del refuerzo para viguetas.

Fuente. Autor (2017)

3.3 Apoyar la gestión del tiempo, mediante el seguimiento a la planificación para constatar que se cumplan las fechas de entrega y el avance del proyecto.

3.3.1 Registrar los recursos empleados en cuanto a materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad. Esta actividad se desarrolló a manera de establecer como se dividían los frentes de trabajo dentro de la obra y como se ejecutaba cada ítem para cumplir con lo especificado al iniciar el contrato, para ser efectuada se consignó en una tabla los datos en obra que relacionaban la cantidad ejecutada con su costo de ejecución y el respectivo tiempo, además se muestra la cuadrilla y el equipo usados. Es pertinente aclarar que en las cantidades mostradas no corresponden a la totalidad de la actividad si no que muestran las cantidades ejecutadas durante la pasantía.

 UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA OFICINA DE PLANEACIÓN										
CONSTRUCCIÓN FASE I EDIFICIO ADMINISTRATIVO UFPS OCAÑA-OFCINA ADMINSIONES, REGISTRO Y CONTROL										
ÍTEM	DESCRIPCION	EJECUTADO								
		Fecha Inicial	Fecha Final	Dias	Unid.	Cantid.	V/Unitario	Costo	Cuadri.	Equipo
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
2.2	Excavación manual en material común si clasificar	8/08/2017	26/09/2017	49,00	M3	30,40	42.100,00	\$ 1.279.840	1:3	Herramiento menor
2.3	Relleno compactado mecánicamente en material seleccionado. Incluye ensayos de compactación	8/08/2017	26/09/2017	49,00	M3	26,04	42.100,00	\$ 1.096.284	1:3	Herramienta menor, vibrocompactador tipo rana
3,00	ESTRUCTURAS									
3.3	Concreto para vigas de cimentación de 28 Mpa	8/08/2017	15/08/2017	7,00	M3	7,00	725.959,00	\$ 5.081.713	1:6	Mezcladora, Vibrador, Herramienta menor
3.6	Concreto para columnas de 28 Mpa	23/08/2017	11/09/2017	19,00	M3	51,70	725.959,00	\$ 37.532.080	1:6	Mezcladora, Vibrador, Herramienta menor
3.12	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)	8/08/2017	20/10/2017	73,00	KG	8.839,45	4.561,44	\$ 40.320.621	1:3	Dobladora manual, cizalla, herramienta menor

6,00	ITEMNO PREVISTOS									
6,2	Concreto placa de contrapiso e= 0,10 m de 21 Mpa.	25/08/2017	13/09/2017	19,00	M2	313,55	67.250,00	\$ 21.086.238	1:6	Mezcladora, Herramienta menor
6,3	Muro en bloque rosado b=0.12m.	20/11/2017	25/11/2017	5,00	M2	142,42	37.750,00	\$ 5.376.355	1:2	Herramienta menor
6,4	Acero de refuerzo para pantallas corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²). (segundo piso)	7/10/2017	20/10/2017	13,00	KG	12.015,54	5.576,00	\$ 66.998.651	1:3	Dobladora manual, cizalla, herramienta menor
6,5	Demolición de piso en mortero e=0,10m	8/08/2017	29/08/2017	21,00	M2	4,20	11.670,00	\$ 49.014	0:2	Martillo demoleedor, herramienta menor
6,6	Tubería agua presión PVC 1/2". Incluye accesorios.	5/09/2017	6/09/2017	1,00	ML	25,33	13.095,00	\$ 331.696	1:1	herramienta menor
6,7	Tubería agua presión PVC 1". Incluye accesorios.	5/09/2017	6/09/2017	1,00	ML	8,30	18.325,00	\$ 152.098	1:1	herramienta menor
6,8	Tubería agua presión PVC 1 1/2". Incluye accesorios.	29/08/2017	30/08/2017	1,00	ML	13,45	31.230,00	\$ 420.044	1:1	herramienta menor
6,9	Tubería agua presión PVC 1 1/4". Incluye accesorios.	7/09/2017	8/09/2017	1,00	ML	9,35	26.900,00	\$ 251.515	1:1	herramienta menor
6,10	Tubería agua presión PVC 2". Incluye accesorios.	29/08/2017	8/09/2017	10,00	ML	35,70	39.736,00	\$ 1.418.575	1:1	herramienta menor
6,11	Tubería sanitaria PVC 4". Incluye accesorios.	17/08/2017	19/08/2017	2,00	ML	2,00	42.971,00	\$ 85.942	1:1	herramienta menor
6,12	Punto de desagüe PVC 4" -2". Incluye accesorios.	17/08/2017	19/08/2017	2,00	UND	44,46	101.857,00	\$ 4.528.562	1:1	herramienta menor
6,16	Columneta de confinamiento, incluido refuerzo	23/11/2017	25/11/2017	2,00	ML	20,30	45.000,00	\$ 913.500	1:2	herramienta menor

Figura 16. Registro de cantidades.

Fuente. Autor 2017

3.3.2 Realizar un cuadro comparativo entre los tiempos establecidos en el contrato y los de entrega. Estudiando la programación de obra y con el registro de la ejecución de cada actividad, se realiza un comparativo entre los tiempos de ejecución, determinando así los cambios que había tenido el contrato; se puede observar en la *Figura 17* que los cambios presentados son debidos a los ítems imprevistos que han aparecido en la ejecución del proyecto.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA OFICINA DE PLANEACIÓN										
CONSTRUCCIÓN FASE 1 EDIFICIO ADMINISTRATIVO UFPS OCAÑA-OFCINA ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL										
ÍTEM	DESCRIPCION	PROGRAMADO				EJECUTADO				
		Fecha Inicial	Fecha Final	Dias	Costo	Fecha Inicial	Fecha Final	Dias	Costo	
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
2.2	Excavación manual en material común si clasificar	8/08/2017	26/09/2017	49,00	\$ 14.086.581	8/08/2017	26/09/2017	49,00	\$14.738.660	
2.3	Relleno compactado mecánicamente en material seleccionado. Incluye ensayos de compactación	8/08/2017	26/09/2017	49,00	\$ 10.041.549	8/08/2017	26/09/2017	49,00	\$13.015.358	
3,00	ESTRUCTURAS									
3.3	Concreto para vigas de cimentación de 28 Mpa			0,00	\$ 14.750.543	8/08/2017	15/08/2017	7,00	\$14.612.792	
3.6	Concreto para columnas de 28 Mpa	23/08/2017	11/09/2017	19,00	\$ 20.235.556	23/08/2017	11/09/2017	19,00	\$37.529.984	
3.12	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)	8/08/2017	20/10/2017	73,00	\$ 97.726.677	8/08/2017	20/10/2017	73,00	\$84.617.211	
6,00	ITEM NO PREVISTOS									
6.2	Concreto placa de contrapiso e=0,10 m de 21 Mpa.	-	-	0,00	\$ 7.987.935	25/08/2017	13/09/2017	19,00	\$21.086.459	
6.3	Muro en bloque rosado b=0,12m.	-	-	0,00	\$ 5.376.343	20/11/2017	25/11/2017	5,00	\$ 4.533.247	
6.4	Acero de refuerzo para pantallas corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²),(segundo piso)	-	-	0,00	\$ -	7/10/2017	20/10/2017	13,00	\$66.988.659	
6.5	Demolición de piso en mortero e=0,10m	-	-	0,00	\$ -	8/08/2017	29/08/2017	21,00	\$ 2.627.877	
6.6	Tubería agua presión PVC 1/2". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	5/09/2017	6/09/2017	1,00	\$ 54.999	
6.7	Tubería agua presión PVC 1". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	5/09/2017	6/09/2017	1,00	\$ 464.172	
6.8	Tubería agua presión PVC 1 1/2". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	29/08/2017	30/08/2017	1,00	\$ 259.209	
6.9	Tubería agua presión PVC 1 1/4". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	7/09/2017	8/09/2017	1,00	\$ 361.805	
6.10	Tubería agua presión PVC 2". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	29/08/2017	8/09/2017	10,00	\$ 371.532	
6.11	Tubería sanitaria PVC 4". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	17/08/2017	19/08/2017	2,00	\$ 1.534.065	
6.12	Punto de desagüe PVC 4"-2". Incluye accesorios.	-	-	0,00	\$ -	17/08/2017	19/08/2017	2,00	\$ 203.714	
6.16	Columneta de confinamiento, incluido refuerzo	-	-	0,00	\$ -	23/11/2017	25/11/2017	2,00	\$ 913.500	

Figura 17. Comparativo de tiempos.

Fuente. Autor 2017

3.4 Proponer un diseño de mezclas óptimo que cumpla con la resistencia de diseño de un concreto de 28 Mpa. para la losa de entrepiso del proyecto, calculando los materiales y estimando el costo de los recursos.

3.4.1 Realizar el diseño de mezclas mediante el método que más se ajuste a las características de los materiales. El método empleado en el siguiente diseño tiene como base los procedimientos del American Concrete Institute elaborado por el comité ACI 211 y el de la Road Note Laboratory (RNL). El método americano ACI es el más conocido y ampliamente usado; se fundamenta en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por abrams, el cual consiste en seguir en una forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1m³ de concreto. Sin embargo, cuando los agregados no cumplan con las recomendaciones granulométricas de la norma ASTM C33; se puede emplear el procedimiento alternativo propuesto por la RNL de la gran Bretaña, que consiste en hacer una optimización granulométrica. (Niño Hernández, 2010).

A continuación, se describe el procedimiento usado para la realización del diseño presentado para la placa de entrepiso:

3.4.2.1 Elección del asentamiento. El asentamiento permite establecer el control de calidad, cuyo objetivo principal es medir la consistencia del concreto; para determinar este se hizo uso de la Tabla 7, donde se tienen en cuenta parámetros como consistencia, grado de trabajabilidad, tipo de estructura y condición de colocación.

En este caso se eligió un rango de 5- 10 con un grado de trabajabilidad y una consistencia igual a media, ya que este es el rango utilizado en estructuras como vigas, fundaciones, muros.

Tabla 7

Asentamientos

Asentamiento (cm)	Consistencia (tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condición de colocación
0-2,0	Muy Seca	Muy Pequeño	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibraciones de formaleta
2,0-3,5	Seca	Pequeño	Pavimento vibrado con maquina mecánica
3,5-5,0	Semi-Seca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas, losas medianamente reforzadas con vibración, fundaciones en concreto simple, pavimentos con vibraciones normales
5,0-10	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactados a mano, columnas, vigas, fundaciones y muros con vibración
10,0- 15,0	Húmeda	Alto	Secciones con mucho refuerzo, trabajos dónde la colocación sea difícil, revestimiento de túneles, no recomendable para compactarlo con demasiada vibración.

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.1.

3.4.2.2 Elección del tamaño máximo nominal. El tamaño máximo nominal está limitado por las dimensiones de la estructura a construir, y se obtuvo mediante el ensayo de granulometría realizado al triturado, que fue proporcionado por el contratista del proyecto, se verifico también con ayuda de la Tabla 8 donde se obtuvo un valor de 1” lo que equivale a 25,40 mm.

Tabla 8*Tamaño máximo nominal*

Dimensión mínima del elemento	Tamaño máximo nominal en mm (pulgadas)			
	Muros Reforzados, Vigas Y Columnas	Muros sin refuerzo	Losas muy reforzadas	Losas sin refuerzo o poco reforzadas
6-15	12 (1/2") - 19 (3/4")	19 (3/4")	19 (3/4")- 25 (1")	19 (3/4")- 38 (1 1/2")
19- 29	19 (3/4")- 38 (1 1/2")	38 (1 1/2")	38 (1 1/2")- 76 (3")	
30- 74	3/8 (1 1/2")- 76 (3")	76 (3")	38 (1 1/2")- 76 (3")	76 (3")
75 o mas	3/8 (1 1/2")- 76 (3")	152 (6")	38 (1 1/2")- 76 (3")	76 (3")- 152(6")

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.2.

3.4.2.3 Estimación del contenido de aire. El aire incluido, beneficia en la manejabilidad y cohesión de la mezcla, y es muy importante anotar que cuando la estructura no estará expuesta a ambientes severos como es el caso de este diseño el contenido de aire es notoriamente menor; a partir de esto se estimara un contenido de aire atrapado con ayuda de la Tabla 9, donde se enseñan los valores que recomienda el ACI 318 S-08 para varios grados de exposición. El valor alcanzado de porcentaje promedio aproximado de aire atrapado, para la placa aligerada del proyecto es de 1,5.

Tabla 9*Contenido aproximado de aire*

Agregado grueso		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total de aire recomendado para los siguientes grados de exposición		
Pulgadas	mm		Suave	Mediano	Severo
3/8	9,51	3,0	4,5	6,0	7,5
1/2	12,50	2,5	4,0	5,5	7,0
3/4	19,10	2,0	3,5	5,0	6,0
1	25,40	1,5	3,0	4,5	6,0
1 1/2	38,10	1,0	2,5	4,5	5,5

Tabla 10 (Continuación)

Concreto sin aire incluido	3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125
	8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
	15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	
	Cantidad aproximado de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento	2	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido	3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
	8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
	15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	
	Cantidad recomendable de contenido total de aire por ciento	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.4.

3.4.2.5 Estimación de la relación agua/ cemento. La relación agua / cemento, medida en peso, es uno de los factores más importantes en el diseño de mezclas de concreto y por lo tanto se le debe prestar mucha atención al escoger este valor, la relación a/c requerida se determina básicamente por requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y acabado.

Con ayuda de Tabla 11 (relación a/c) para una resistencia de 280 kg/cm^2 , como se mencionó en los requerimientos previos para el diseño y teniendo en cuenta que es un concreto sin inclusión de aire se obtiene un valor de 0,47 para la relación a/c del presente diseño de mezclas.

Tabla 11*Relación agua/cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días en Kg/cm ³ (psi)	Concreto sin inductor de aire. Relación absoluta por peso	Concreto con inductor de aire. Relación absoluta por peso
175 (2 500)	0,65	0,56
210 (3 000)	0,58	0,50
245 (3 500)	0,52	0,46
280 (4 000)	0,47	0,42
315 (4 500)	0,43	0,38
350 (5 000)	0,40	0,35

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.5.

3.4.2.6 Cálculo del contenido del cemento. Una vez obtenidas la relación agua/cemento y el contenido de agua, se procede a introducir los datos en la ecuación mostrada y obtener el contenido de cemento de la mezcla, como se muestra a continuación:

$$C = \frac{a}{\frac{a}{c}} \longrightarrow C = \frac{197,13 \text{ kg/m}^3}{0,47} \longrightarrow C = 419,43 \text{ kg/m}^3$$

3.4.2.6 Verificación de las especificaciones granulométricas. En gran parte la obtención de un buen concreto fresco y endurecido depende de la granulometría de los agregados. Por tal motivo, antes de dosificar las cantidades de arena y grava es necesario verificar que su

distribución de tamaños esté comprendida dentro de un rango preestablecido y no obtener proporciones de agregado grueso y fino, no convenientes.

A continuación, se presentan las recomendaciones granulométricas descritas ASTM C33

(Tabla 12 y

Tabla 13) , especificaciones que determinaran el método de diseño a seguir según la gradación de los agregados.

Tabla 12

Recomendaciones granulométricas para agregado grueso según ASTM C33

Agregado	Tamaño Normal mm	Material que pasa cada uno de los siguientes tamices (porcentajes)												
		101,60 mm 4"	90,50 mm 3 ½ "	76,10 mm 3"	64,00 mm 2 ½ "	50,80 mm 2"	38,10 mm 1 ½ "	25,40 mm 1"	19,00 mm ¾"	12,70 mm ½ "	9,51 mm 3/8"	4,76 mm No.4	2,38 mm No.8	1,19 mm No.16
0	90,50 a 38,10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
1	64,0 a 38,10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2	50,80 a 4,76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0a 5		
3	38,10 a 4,76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25,40 a 4,76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10		
5	19,0 a 4,76							100	95 a 100		20 a 55		0 a 5	
6	12,70 a 4,76								100	95 a 100		0 a 15	0 a 5	
7	9,51 a 2,38									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

8	50,80 a 25,40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
9	38,10 a 19					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.7.

Tabla 13

Recomendaciones granulométricas para agregado fino según ASTM C33

Tamiz		% Pasa	
mm	pulgadas	Límite inferior	Límite superior
9,51	3/8	100	100
4,76	No.4	95	100
2,38	No. 8	80	100
1,19	No. 16	50	85
0,595	No. 30	25	60
0,297	No. 50	10	30
0,149	No. 100	2	10

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.8.

Con ayuda de las recomendaciones granulométricas presentadas anteriormente para agregado grueso y agregado fino, se puede comprobar que la granulometría no cumple con las especificaciones recomendadas en la norma ASTM C33 (NTC 174); como se aprecia en las Tabla 14 y Tabla 15), por esta razón no se puede hacer uso del método ACI ya que este solo se utiliza si los agregados cumplen con todas las recomendaciones granulométricas ASTM C33. Por lo que se procede a realizar el diseño según lo establecido en el método de la Road Note Laboratory (RNL), donde se optimiza la granulometría mezclando la arena y la grava, para lograr la relación más conveniente entre el agregado grueso y el agregado fino. Esta combinación se

obtiene con ayuda del rango granulométrico recomendado en la Tabla 16. (Rango granulométrico recomendado)

Tabla 14

Verificación especificaciones granulométricas para agregado fino

Abertura del tamiz		% Pasa	Especificaciones		
Mm	Pulg.		Ls	Li	
12,7	1/2	100	100	100	ok
9,5	3/8	98,4	100	100	x
4,8	No. 4	93	100	95	x
2,4	No. 8	83,49	100	80	ok
1,2	No. 16	60,33	85	50	ok
0,6	No. 30	22,26	60	25	x
0,3	No. 50	10,25	30	10	ok
0,15	No. 100	4,51	10	2	ok
Pasa 100		0,00			

Nota. Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 15

Verificación especificaciones granulométricas para agregado grueso

Abertura del tamiz		% Pasa	Especificaciones		
Mm	Pulg.		Ls	Li	
38,1	1 ½	100	100	100	ok
25,4	1	81,6	100	95	x
19	3/4	17,98			
12,7	1/2	2,01	60	25	x
9,5	3/8	1,25			
4,8	No. 4	0,8	10	0	x

2,4	No. 8	0,73	5	0	x
Pasa No. 8		0,00			

Nota. Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 16

Rango granulométrico recomendado

Tamiz		Límite de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos								
pulg	mm	90,6 mm 3 1/2"	76,10 mm 3"	64,00 mm 2 1/2"	50,30 mm 2"	38,10 mm 1 1/2"	25,40 mm 1"	19,00 mm 3/4"	12,70 mm 1/2"	9,51 mm 3/8"
3 1/2	90,60	100								
3	76,10	94 91	100							
2 1/2	64,00	89 83	94 91	100						
2	50,80	82 73	87 80	92 85	100					
1 1/2	38,10	74 62	78 68	83 75	90 85	100				
1	25,40	64 50	68 55	72 60	78 68	87 80	100			
3/4	19,00	58 42	62 47	65 51	71 58	78 68	90 85	100		
1/2	12,70	50 34	53 37	57 41	62 47	68 55	78 68	87 80	100	
3/8	9,51	45 29	48 32	51 35	56 40	62 47	71 58	78 68	90 85	100
No. 4	4,76	36 20	38 22	40 24	44 27	48 32	56 40	62 47	71 58	78 68
No. 8	2,36	28 13	30 15	32 16	34 18	38 22	44 27	48 32	55 40	61 46
No. 16	1,18	22 9	23 10	25 11	27 13	30 15	34 18	38 22	44 27	48 32
No. 30	600u	17 6	18 7	20 8	21 9	23 10	27 13	30 15	34 19	38 22
No. 50	300u	14 4	14 4	15 5	17 8	18 7	21 9	23 10	27 13	30 15
No. 100	150u	11 3	11 3	12 4	13 4	14 5	17 6	18 7	21 9	23 10

Nota. Fuente: Niño Hernández (2010). Tecnología del concreto tomo 1. Capítulo 11: diseño de mezclas de concreto de peso normal, tabla 11.12.

Escogida la especificación granulométrica según el tamaño máximo, se optimiza la granulometría por medio del método grafico en donde se encuentran ubicadas las granulometrías del agregado grueso y el fino, junto con la especificación granulométrica anteriormente establecida; determinando con este procedimiento la mejor mezcla de arena y grava para lograr un concreto de buenas propiedades de manejabilidad y resistencia para un contenido de cemento dado.

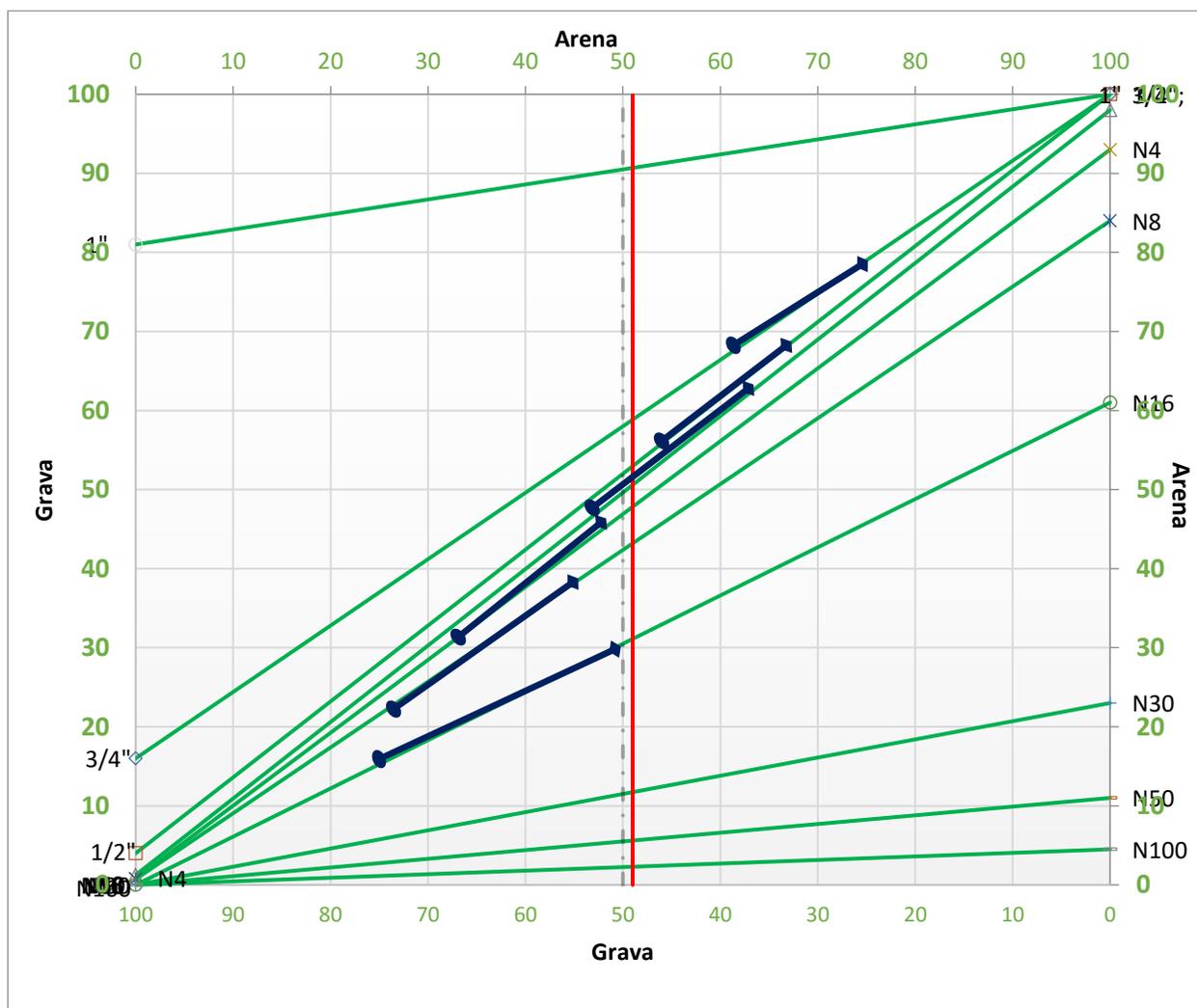


Figura 18. Optimización granulométrica de los agregados.

Fuente. Autor (2017)

De acuerdo con lo anteriormente descrito y mostrado en la *Figura 18*, la mezcla

óptima de agregados estará compuesta de 49% de arena y 51% de triturado

3.4.2.7 Proporciones de los materiales de la mezcla en peso y en volumen para 1 m³ de

concreto. El proceso de estimación de estas proporciones se basa en la definición de densidad ($d = \text{peso de masa/volumen}$); para conocer la densidad de los materiales se solicitó la información al director de obra, de tal manera que se facilitaron los estudios pertinentes que se le hicieron a los agregados donde se encontraban consignados los datos necesarios para la realización del presente diseño, en la Tabla 17 se consignan los datos suministrados en el proyecto.

Tabla 17

Propiedades de los agregados

Propiedad	Agregado grueso	Agregado fino
Densidad Aparente (Kg/m^3)	2671	2665
Humedad natural (%)	1,31	5,37
Absorción máxima (%)	1,32	1,98
Peso Unitario (Kg/m^3)	1668	1546
Módulo de finura	-	3,28

Nota. Fuente: Autor del proyecto.

El volumen de agregados para un metro cubico de concreto será:

$$\text{Volumen de los agregados} = 1 \text{ m}^3 - (V. \text{ agua} + V. \text{ aire} + V. \text{ cemento})$$

$$\text{Volumen de los agregados} = 1 \text{ m}^3 - (0,197 + 0,015 + 0,131)$$

$$\text{Volumen de los agregados} = 0,657 \text{ m}^3$$

Para calcular los pesos secos respectivos se debe conocer la densidad aparente promedio.

Como la densidad aparente de la grava ($d_g = 2671 \text{ Kg/m}^3$) difiere muy poco de la densidad de la

arena ($d_f = 2665 \text{ Kg/m}^3$) se puede emplear la expresión que se muestra a continuación:

$$d_{prom} = (\%f) \times (d_f) + (\%g) \times (d_g)$$

Siendo:

d_g = Densidad aparente de la grava

d_f = Densidad aparente de la arena

d_{prom} = Densidad aparente promedio

$\%f$ = Porcentaje de la arena, en forma decimal

$\%g$ = Porcentaje de la grava, en forma decimal

Por lo tanto, se tiene:

$$d_{prom} = (0,49) \times (2665) + (0,51) \times (2671) \longrightarrow d_{prom} = 2668,06 \text{ Kg/m}^3$$

El valor obtenido como volumen de agregados es multiplicado por los porcentajes que salieron de la optimización de granulometría, cuyos porcentajes son de 49% y 51% para arena y grava respectivamente, a partir de ellos se procede a determinar su peso en kilogramos por medio de la densidad aparente promedio. De esta forma quedan determinados todos los materiales de la mezcla, los cuales pueden ser apreciados mejor en la Tabla 18, donde se muestra un resumen general de las cantidades antes de hacer modificaciones por absorción y humedad.

Tabla 18

Proporciones en peso y en volumen para 1 m³ de concreto

Material	Peso W (Kg/m ³)	Densidad aparente (Kg/m ³)	Volumen (m ³)	Volumen de los materiales sin agregados	Volumen de los agregados
Agua	197,13	1000	0,197		
Aire	0,0	0,00	0,015		
Cemento	419,43	3200	0,131	0,343	0,657
Agregado fino	859,115	2671	0,322		
Agregado grueso	893,80	2665	0,335		
Total volumen			1		

Nota. Fuente: Autor del proyecto.

▪ *Ajustes por humedad de los agregados:*

Para realizar el ajuste al diseño, se debe conocer si el agregado resta o suma agua a la mezcla, por tal motivo se estima la diferencia entre la absorción y la humedad.

Agregado Grueso:

$$\Delta = \%w - \%abs$$

$$\Delta = 1,31 - 1,32$$

$$\Delta = 0,010 \text{ (le resta agua a la mezcla)}$$

Una vez se establece si resta o suma agua a la mezcla, se procede a calcular el valor sobrante o faltante de agua a través de la siguiente expresión:

$$A = m (h \pm abs)$$

Dónde:

A: sobrante o faltante de agua

m: peso de la muestra en kilogramos

h: % de humedad del agregado

abs: % absorción del agregado

Por lo tanto:

$$A = 893,80 * (-1,31\% + 1,32\%)$$

$$A = 0,089 \text{ kg}$$

Agregado Fino:

$$\Delta = \%w - \%abs$$

$$\Delta = 5,37 - 1,98$$

$$\Delta = 3,39 \text{ (le suma agua a la mezcla)}$$

Una vez se establece si resta o suma agua a la mezcla, se procede a calcular el valor sobrante o faltante de agua a través de la siguiente expresión:

$$A = m (h \pm abs)$$

Dónde:

A: sobrante o faltante de agua

m: peso de la muestra en kilogramos

h: % de humedad del agregado

abs: % absorción del agregado

$$A = 859,115 * (5,37\% - 1,98\%)$$

$$A = 29,124 \text{ kg}$$

Se puede notar que el agregado grueso resta agua, pero el agregado fino suma agua a la mezcla, por lo tanto, el contenido de agua será:

$$\text{Agua} = 197,13 \text{ kg} + 0,089 \text{ kg} - 29,124 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 168,095 \text{ kg}$$

Después de obtenida la cantidad de agua con los ajustes respectivos de humedad y absorción, se procede a corregir el volumen de los agregados:

$$\text{Volumen de los agregados} = 1 \text{ m}^3 - (\text{V. agua} + \text{V. aire} + \text{V. cemento})$$

$$\text{Volumen de los agregados} = 1 \text{ m}^3 - (0,168 + 0,015 + 0,131)$$

$$\text{Volumen de los agregados} = 0,686 \text{ m}^3$$

Una vez ajustada la cantidad de agua, se procede a hallar los valores de material para los nuevos volúmenes de los agregados; los valores de muestra seca son resultado de la corrección de volumen de agua, a partir de la densidad aparente promedio y el nuevo valor de volumen total de los agregados. Además de ajustar la cantidad de agua se hace la corrección de peso seco a húmedo de la siguiente manera:

$$Mh = M(1+H)$$

Donde:

Mh: Muestra húmeda

M: Muestra seca

H: humedad del agregado

Por lo tanto:

$$Mh_{(Agregado\ grueso)} = 933,821 (1+1,31\%) \longrightarrow Mh_{(Agregado\ grueso)} = 946,054 \text{ kg/m}^3$$

$$Mh_{(Agregado\ fino)} = 896,468 (1+5,37\%) \longrightarrow Mh_{(Agregado\ fino)} = 944,608 \text{ kg/m}^3$$

A partir de los anteriores ajustes, se obtiene como resultado la Tabla 19, donde se muestran las cantidades en peso y volumen con las correcciones respectivas de los materiales, para 1 m³ de concreto.

Tabla 19

Cantidades de material para 1 m³ de concreto con ajustes de humedad

Material	Peso W (Kg/m ³)	Densidad aparente (Kg/m ³)	Volumen (m ³)	Volumen de los materiales sin agregados	Volumen de los agregados
Agua	168,095	1000	0,168		
Aire	0,0	0,00	0,015		
Cemento	419,43	3200	0,131	0,314	0,686
Agregado fino	944,608	2671	0,336		
Agregado grueso	946,054	2665	0,350		
Total volumen			1		

Nota. Fuente: Autor del proyecto.

3.4.2.8 Calculo de proporciones en peso y volumen. A través de una sencilla relación se establece las proporciones en peso y volumen que tiene el diseño:

$$\frac{\text{Peso Cemento}}{\text{Peso Cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso Cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso Cemento}} : \frac{\text{Peso Agua}}{\text{Peso Cemento}}$$

$$1 : 2,25 : 2,26 : 0,40$$

$$\frac{\text{Vol. Cemento}}{\text{Vol. Cemento}} : \frac{\text{Vol. A. fino humedo}}{\text{Vol. Cemento}} : \frac{\text{Vol. A. grueso humedo}}{\text{Vol. Cemento}} : \frac{\text{Vol. Agua}}{\text{Vol. Cemento}}$$

1 : 2,56 : 2,67 : 1,28

3.4.2.9 Elaboración y ensayos de mezcla de concreto. Posterior al diseño de la mezcla se procedió a realizar el mezclado en obra, obteniendo así la cantidad necesaria de concreto para realizar el ensayo de asentamiento y a su vez los cilindros que permitieron el desarrollo de uno de los ensayos de concreto endurecido que fue el de resistencia a la compresión, estos procedimientos se ejecutaron en obra y serán descritos.

Una vez obtenida las proporciones del diseño se procede a desarrollar la mezcla, lo cual consistía en sacar las cantidades necesarias de cada agregado para obtener el volumen necesario para la ejecución de los ensayos mencionados anteriormente. El proceso de preparación de la mezcla en obra, consistía en tomar una medida en volumen en baldes, para ello inicialmente se calculaba el peso del cemento que se usaría para la mezcla, una vez se colocaba dentro del balde, se emparejaba la superficie y se marcaba la altura equivalente a este volumen, a partir de ello y conociendo las proporciones en volumen de los agregados, se calculaba la altura que representaban dentro del balde, tal y como se aprecia en la *Fotografía 66*.



Fotografía 66. Estimación de proporciones de materiales en obra.

Fuente. Autor (2017)

Una vez se estimaban las proporciones, unificando las medidas de acuerdo al planteamiento descrito en obra; se continuaba con el mezclado, adicionando inicialmente el cemento como se muestra en la *Fotografía 67*, luego los agregados (*Fotografía 68*) y ejecutando el mezclado en seco como se muestra en la parte izquierda de la *Fotografía 69*; luego de mezclar bien los agregados con el cemento se le adicionaba el agua estimada para el volumen de concreto preparado (ver parte central de la *Fotografía 69*) y se continuaba el mezclado hasta obtener una mezcla homogénea.



Fotografía 67. Preparación de materiales: cemento.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 68. Preparación de materiales: agregados.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 69. Mezclado y adición de agua.

Fuente. Autor (2017)

Después de preparada la mezcla se realizó el ensayo de asentamiento, siguiendo el procedimiento descrito en la norma de invías, ensayo del cual se obtuvo un slump de 9.7 cm, lo cual determina una buena fluidez y la forma de derrumbamiento, apreciando la consistencia esperada del hormigón.

Asentamiento del concreto (SLUMP). De acuerdo con la norma INVE 404-07, se humedeció el molde (cono de abrams) y se colocó sobre una superficie horizontal y no absorbente. Se sujetó firmemente con los pies y se llenó con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Cada capa se apisono con 25 golpes con la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal, después que la última capa ha sido compactada se pulió a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde se retira mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. Seguidamente se midió el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.



Fotografía 70. Procedimiento para obtención de asentamiento: llenado del molde.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 71. Procedimiento para obtención de asentamiento: retiro de molde y medición.

Fuente. Autor (2017)

Preparación de muestras de concreto. Antes de colocar el concreto en el molde, era necesario aceitar el interior del cilindro para evitar que el concreto quedara adherido al metal; para hacer esto se untaban las paredes y el fondo con una esponja impregnada de aceite mineral; la capa de aceite debía ser delgada, de tal manera que en el fondo no se acumulara aceite.



Fotografía 72. Aceitado de moldes.

Fuente. Autor (2017)

El cilindro se llenaba en tres capas de igual altura (10cm) y cada capa se apisona con una varilla lisa de 16 mm de diámetro con uno de sus extremos redondeados, la cual se introducía 25 veces por capa en diferentes sitios de la superficie del concreto, teniendo en cuenta de que la varilla solo atravesara la capa que se estaba compactando, sin pasar a la capa siguiente; además se debía golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con un mazo, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire que podrían quedar atrapadas en el concreto (ver *Fotografía 74.*



Fotografía 73. Molde cilíndrico llenado hasta la segunda capa.

Fuente. Autor (2017)



Fotografía 74. Apisonamiento y liberación de aire atrapado.

Fuente. Autor (2017)

Finalmente, tras la compactación se completaba el llenado del molde con más mezcla y se alisaba la superficie con la ayuda del palustre para que la superficie quedara uniforme.



Fotografía 75. Molde de concreto lleno.

Fuente. Autor (2017)

Después de tener el concreto en los moldes se dejaban en un sitio cubierto evitando golpes o vibraciones, pasadas las 24 horas se retiraban del molde cuidadosamente y se marcaban; inmediatamente se sometían a un proceso de curado sumergiéndolos en un tanque con agua

evitando la evaporación del agua que contiene el cilindro.



Fotografía 76. Almacenamiento de muestras.

Fuente. Autor (2017)

Resistencia a la compresión de cilindros de concreto. Según la norma INVE 410-07 y la NTC 673 El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados, a una velocidad de carga, hasta que se presente la falla. Por lo que una vez cumplidas las edades de 7, 14 y 28 días de curado, se realizaba el ensayo; los resultados se pueden ver en el Apéndice I.

3.4.2 Calcular las cantidades de obra de acuerdo al diseño de mezclas. Las cantidades de obra se calcularon con base en los planos, en este proceso se estimaron las cantidades para los ítems que comprendían el desarrollo de la placa de entrepiso, estos eran el acero de refuerzo, el concreto para las vigas y la placa.

Para obtener las cantidades necesarias inicialmente se definieron las actividades que comprendían la ejecución de la placa de entrepiso, por tal motivo los ítems involucrados son: Acero de refuerzo corrugado, concreto para vigas de entrepiso y el concreto para placa aligerada.

En el Apéndice H se encuentra la memoria de cantidades, y en Tabla 20 se muestra el resumen de los cálculos realizados.

Tabla 20

Cantidades de obra para placa de entrepiso

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
3.7	Concreto vigas de entrepiso	m3	40,55
3.9	Concreto placa aligerada de entrepiso de 28 Mpa e= 0,35 m	m2	218,11
3.12	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)	kg	8.482,91

Nota. Fuente: Autor

3.4.3 Estimar el costo de los recursos (materiales, mano de obra y equipo) para la losa de entrepiso del proyecto. Después de calculadas las cantidades de obra se estimó el costo de los materiales; cuyo objetivo fue determinar el costo total de la ejecución de la placa de entrepiso haciendo uso del diseño propuesto. Primeramente, se realizaron los análisis de precios unitarios en el cual se muestra detalladamente los precios de los materiales, mano de obra y equipo a emplear para cada actividad mencionada anteriormente.

El primer análisis de precios unitarios que se debía determinar era el del concreto con la dosificación propuesta en el diseño, por tanto, en la *Figura 19* se muestra el análisis detallado del ítem, especificando unidades, precios y la cantidad necesaria; una vez obtenido el unitario de concreto se podía desarrollar el ítem de vigas de entrepiso y placa aligerada, los cuales se aprecian en la *Figura 20* y la *Figura 21*. Así mismo también se calculó el APU para el acero de refuerzo que se usaría en la placa tal y como se observa en la *Figura 22*

Objeto:	CONSTRUCCIÓN PRIMERA FASE DEL EDIFICIO DE ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL DE LA UFPSO.			
ITEM:	-	UNIDAD :	M3	
OBJETO :	Concreto de 28 Mpa.			
I. EQUIPO				
Descripción	Unidad	V. Unitario	Rendimiento	Valor/Unit.
Mezcladora 1 bulto	dM	\$ 35.000	0,48	\$ 16.800
Herramienta menor			5%	\$ 3.826
			Sub-Total	\$ 20.626
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Triturado 3/4"	M3	\$ 70.000	0,705	49.344,98
Arena Clasificada	m3	\$ 45.000	0,702	31.581,41
Cemento	Kg	\$ 500	343,14	171.570,49
Agua	Lts	\$ 20	168,10	3.361,90
			Sub-Total	255.858,78
III. MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornal Hr	Rendimiento	Valor-Unit.
Cuadrilla 1X4	hH	\$ 19.926,00	3,84	\$ 76.516
			Sub-Total	\$ 76.516
Total Costo Directo				\$ 353.000

Figura 19. APU para concreto de 28 Mpa.

Fuente. Autor 2017

Objeto:	CONSTRUCCIÓN PRIMERA FASE DEL EDIFICIO DE ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL DE LA UFPSO.			
ITEM:	3.7	UNIDAD :	M3	
OBJETO :	Concreto vigas de entrepiso			
I. EQUIPO				
Descripción	Unidad	V. Unitario	Rendimiento	Valor/Unit.
Vibrador Electrico	dM	\$ 70.000	0,04	\$ 2.800
Formaleta madera 1,40X0,70 M-UND	dU	\$ 250	0,40	\$ 100
Herramienta menor			5%	\$ 2.079
			Sub-Total	\$ 4.979
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Concreto de 28 Mpa.	M3	353.000	1,000	353.000,41
			Sub-Total	353.000,41
III. MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornal Hr	Rendimiento	Valor-Unit.
Cuadrilla 1X3	hH	\$ 16.303,00	2,55	\$ 41.573
			Sub-Total	\$ 41.573
Total Costo Directo				\$ 399.552

Figura 20. APU para vigas de entrepiso.

Fuente. Autor 2017

Objeto:	CONSTRUCCIÓN PRIMERA FASE DEL EDIFICIO DE ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL DE LA UFPSO.			
ITEM:	3,9			
OBJETO :	Concreto placa aligerada de entrepiso de 28 Mpa e= 0,35 m	UNIDAD :	M2	
I. EQUIPO				
Descripción	Unidad	V. Unitario	Rendimiento	Valor/Unit.
Vibrador Electrico	dM	\$ 70.000	0,04	\$ 2.800
Formaleta madera 1,40X0,70 M-UND	dU	\$ 150	16,70	\$ 2.505
Paral Metalico 4m	dU	\$ 203	19,23	\$ 3.904
Cercha metalica 3 mts	dU	\$ 116	9,60	\$ 1.114
Herramienta menor			5%	\$ 2.772
Sub-Total				\$ 13.094
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Concreto de 28 Mpa.	M3	\$ 353.000	0,13	\$ 45.890
Bloque unicel U-40/60P 60*25*40	Und	\$ 6.500	3,00	\$ 19.500
Sub-Total				\$ 65.390
III. MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornal Hr	Rendimiento	Valor-Unit.
Cuadrilla 1X3	hH	\$ 16.303,00	3,4	\$ 55.430
Sub-Total				\$ 55.430
Total Costo Directo				\$ 133.914

Figura 21. APU para placa aligerada de entrepiso.

Fuente. Autor 2017

Objeto:	CONSTRUCCIÓN PRIMERA FASE DEL EDIFICIO DE ADMISIONES, REGISTRO Y CONTROL DE LA UFPSO.			
ITEM:	3.12	UNIDAD :	Kg	
OBJETO :	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)			
I. EQUIPO				
Descripción	Unidad	V. Unitario	Rendimiento	Valor/Unit.
Dobladora Manual	dU	\$ 10.971	0,03	\$ 329
Cizalla Manual	dU	\$ 10.971	0,03	\$ 329
Herramienta menor			5%	\$ 90
			Sub-Total	\$ 748
II. MATERIALES EN OBRA				
Descripción	Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.
Acero de referencia	Kg	\$ 2.800	1,050	\$ 2.940
Alambre negro	Kg	\$ 2.900	0,080	\$ 232
			Sub-Total	3.172,00
III. MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Jornal Hr	Rendimiento	Valor-Unit.
Cuadrilla 1X4	hH	\$ 19.926,00	0,09	\$ 1.793
			Sub-Total	\$ 1.793
Total Costo Directo				\$ 5.713

Figura 22. APU para acero de refuerzo.

Fuente. Autor 2017

Finalmente, con las cantidades de obra calculadas y los análisis de precios unitarios, se calculaba el costo total de la placa de entrepiso, especificando el ítem y la actividad correspondiente, seguidamente la unidad de medida, la cantidad de obra, el valor unitario y el valor parcial para posteriormente calcular el valor directo que no es más que la sumatoria de todos los valores parciales de las actividades que comprenden la ejecución de la placa.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/PARCIAL
3.7	Concreto vigas de entrepiso	m3	40,55	\$ 399.552	\$ 16.201.635,52
3.9	Concreto placa aligerada de entrepiso de 28 Mpa e= 0,35 m	m2	218,11	\$ 133.914	\$ 29.207.860,38
3.12	Acero de refuerzo corrugado con una resistencia de fluencia de 420 MPa (4200 kgf/cm ²)	kg	8.482,91	\$ 5.713	\$ 48.465.117,66

Figura 23. Precio por ítem para ejecución de placa de entrepiso.

Fuente. Autor 2017

Capítulo 4. Diagnostico final

De manera satisfactoria se da por terminado el periodo de pasantía en la oficina de planeación física de la UFPS Ocaña realizada dentro del proyecto que comprendía la ejecución de la primera fase del edificio Administrativo- Oficina de admisiones, registro y control de la universidad; tiempo en el cual se dio cumplimiento a los objetivos propuestos inicialmente mediante el trabajo realizado en campo y oficina, comprendiendo procesos como el seguimiento y acompañamiento técnico a cada procedimiento constructivo, cálculo de cantidades de obra, edición de planos, revisión de actas, diligenciamiento de bitácora y demás; permitiendo analizar y controlar el alcance, tiempo y calidad del proyecto, involucrando los conocimientos adquiridos durante la carrera y aumentándolos en la ejecución del mismo.

En cuanto al desarrollo de la pasantía, el cumplimiento fue exitoso, se recibió el apoyo adecuado facilitando la comprensión de los procesos de supervisión y control, además se presentó la oportunidad de contribuir con la actualización de planos y el catastro de las redes de agua potable de la universidad, fortaleciendo así diferentes campos de aplicación de la ingeniería civil.

Durante el periodo de ejecución de la pasantía, la oficina de planeación mostro gran mejora al momento de facilitar formatos de seguimiento que permitieran generar un control en los proyectos, así mismo en su afán de mejorar los procesos de supervisión se desarrollaron socializaciones donde se daban a conocer todos los cambios que tenía el manual de interventoría.

Capítulo 5. Conclusiones

Se apoyó el control al proyecto, vigilando cada una las actividades ejecutadas, realizando mediciones diarias de cantidades de obra y generando formatos y registros fotográficos que fortalecen la labor de seguimiento, convirtiéndose en soportes para dar evidencia del cumplimiento del contrato.

Al realizar el control de los procesos constructivos se evidencio el cumplimiento de acuerdo a las especificaciones, las normas técnicas de calidad y lo contemplado en los estudios iniciales para cada una de las actividades desarrolladas.

En el seguimiento de los tiempos definidos para la construcción del proyecto se verifico el avance de obra y la inversión para cada una de las actividades proyectadas; así mismo se pudo evidenciar que surgen gran número de actividades no previstas en el transcurso de ejecución del proyecto, que hacen extender el tiempo de construcción un poco más de lo programado inicialmente.

Se desarrolló la ejecución de propuesta del diseño de mezclas para la placa de entepiso del proyecto, entregando así la respectiva dosificación, donde fue notorio que los agregados de la zona no cumplen satisfactoriamente con las recomendaciones de la normatividad vigente, conllevando al aumento de la cantidad necesaria para su ejecución y por ende aumentando los costos de elaboración de concretos y morteros

Capítulo 6. Recomendaciones

Es de gran importancia contar con una programación y presupuesto de obra detallado que mejore los procesos de supervisión y permita tener un control en tiempo real de cada una de las actividades establecidas en el contrato. Se sugiere utilizar la herramienta informática Microsoft Project para este proceso y así poder cumplir con los plazos para la ejecución de toda obra, permitiendo el desarrollo de cortes semanales que establezcan un paralelo entre lo planificado y lo ejecutado.

De acuerdo al diseño de mezclas, observando las condiciones que presentan los agregados de la zona, se recomienda trabajar de la mano con las áreas de investigación de la universidad, de tal manera que se establezcan dosificaciones óptimas para concretos y morteros que se desarrollen en la región, ayudando a cumplir con las propiedades del concreto como lo es la resistencia a la compresión.

Referencias

- Alcaldía de Bogotá. (s.f.). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sesgar/normas/Norma1.jsp?i=336>
- Arquinetpolis. (2017). Guía para redactar y llenar correctamente la bitácora de obra. Recuperado de <http://arquinetpolis.com/guia-para-redactar-y-llenar-correctamente-una-bitacora-deobra/>
- Asociación Colombiana de ingeniería Sísmica. (2010). NSR-10. Obtenido de <http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/9titulo-i-nsr100.pdf>
- Bárceñas. (2012). Obtenido de <https://formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com/2012/05/09/tema-n5-la-estructura-de-desglose-del-trabajo-edt-segun-la-guia-del-pmbok-30-042012-sesion-10-segunda-parte/>
- Botero, L. F. (s.f.). *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Recuperado el 15 de 08 de 2016, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/843-2516-1-PB.pdf>
- Curso virtual de Gestión de la I. P. (2013). Obtenido de <http://168.176.60.11/cursos/eLearning/dnp/2/html/contenido-1.3.5-etapas-seguimiento.html>
- CONSTRUDATA. (29 de 11 de 2017). *SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS*. Obtenido de <http://www.construdata.com/Bancoconocimiento/R/ReglamentoSCA/reglamento%206.htm>
- Durán, E. (2015). Organización de obras. Obtenido de <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>
- Findeter. (2015). Especificaciones técnicas para la construcción. Recuperado de <https://www.findeter.gov.co/descargar.php?idFile=208380>

Jacome, J. J. (01 de 06 de 2015). *PLANOS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES*. Obtenido de PLANOS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES:
<http://jacomeajj.blogspot.com.co/2015/06/planos-y-elementos-estructurales.html>

OCAÑA, U. F. (13 de 07 de 2017). UFPSO. Obtenido de UFPSO: www.ufpso.edu.co/Estructura

Planos Arquitectónicos SENA. (2012). Obtenido de <http://planosarquitectonicossena.blogspot.com.co/p/planosestructurales.html>
CONSTRUDATA. (29 de 11 de 2017). *SOCIEDAD COLOMBIANA DE ARQUITECTOS*. Obtenido de <http://www.construdata.com/Bancoconocimiento/R/ReglamentoSCA/reglamento%206.htm>

Jacome, J. J. (01 de 06 de 2015). *PLANOS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES*. Obtenido de PLANOS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES:
<http://jacomeajj.blogspot.com.co/2015/06/planos-y-elementos-estructurales.html>

SECOP. (08 de 02 de 2017). *SECOP*. Obtenido de SECOP:
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-4-6506889>

TEAM, C. (2015). *DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO EN EL PLAN MAESTRO DE LA U.F.P.S. OCAÑA*. Ocaña.

Apéndices

Apéndice A. Informe diario de cantidades, construcción primera fase del edificio

Admisiones registro y control de la UFPSO.

[DOCUMENTOS FINALES\INFORME DE CANTIDADES DIARIO.pdf](#)

Apéndice B. Registro fotográfico diario.

[DOCUMENTOS FINALES\REGISTRO FOTOGRAFICO](#)

Apéndice C. Bitácora digital.

[DOCUMENTOS FINALES\APENDICE C. BITACORA DIGITAL.xlsx](#)

Apéndice D. Lista de chequeo para concreto estructural.

[DOCUMENTOS FINALES\LISTAS DE CHEQUEO CONCRETO ESTRUCTURAL.pdf](#)

Apéndice E. Lista de chequeo para excavaciones.

[DOCUMENTOS FINALES\LISTAS DE CHEQUEO EXCAVACIONES.pdf](#)

Apéndice F. Lista de chequeo para instalación de tuberías.

[DOCUMENTOS FINALES\LISTAS DE CHEQUEO INSTALACION DE TUBERIAS.pdf](#)

Apéndice G. Lista de chequeo para muros confinados.

[DOCUMENTOS FINALES\LISTAS DE CHEQUEO MUROS CONFINADOS.pdf](#)

Apéndice H. Memoria de cantidades.

[DOCUMENTOS FINALES\MEMORIA DE CANTIDADES.xlsx](#)

Apéndice I. Resultado de ensayo resistencia a la compresión.

[DOCUMENTOS FINALES\RESISTENCIA A LA COMPRESION.png](#)