

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilancia Mineducación	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>i(136)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>CRISTIAM EMIRO ORTIZ TRIGOS</b>
<b>FACULTAD</b>	<b>DE INGENIERÍAS</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>DIRECTOR</b>	<b>FRANCISCO DURÁN CASTRO</b>
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>APOYO TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DEL LOTE 139 DEL CONDOMINIO CAMPESTRE TORRES DEL CABLE A CARGO DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA ISGOCON S.A.S EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.</b>

#### RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN EL PRESENTE TRABAJO SE EXPONER EL DESARROLLO DEL APOYO TÉCNICO REALIZADO COMO PASANTE UNIVERSITARIO, BAJO LA SUBORDINACIÓN DE LA CONSTRUCTORA ISGOCON S.A.S Y CUYO ENFOQUE ESTÁ CENTRADO EN EL CONTROL DEL ALCANCE DEL PROYECTO DURANTE SU EJECUCIÓN.

AL MISMO TIEMPO SE HACE UN ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS RECURSOS EMPLEADOS, SU EFICIENCIA Y VARIACIÓN DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS EN LAS FASES DEL PROYECTO Y SU INFLUENCIA ECONÓMICA EN LOS COSTOS TOTALES.

#### CARACTERÍSTICAS

<b>PÁGINAS: 136</b>	<b>PLANOS:</b>	<b>ILUSTRACIONES: 73</b>	<b>CD-ROM: 1</b>
---------------------	----------------	--------------------------	------------------



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552  
 Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104  
 info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

APOYO TÉCNICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR DEL  
LOTE 139 DEL CONDOMINIO CAMPESTRE TORRES DEL CABLE A CARGO DE LA  
EMPRESA CONSTRUCTORA ISGOCON S.A.S EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE  
DE SANTANDER.

AUTOR:

CRISTIAM EMIRO ORTIZ TRIGOS

Trabajo de grado bajo la modalidad de pasantías para Optar el título de Ingeniero Civil

DIRECTOR:

Ing. FRANCISCO DURÁN CASTRO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Noviembre de 2018

## **DEDICATORIA**

Inicialmente quiero dedicar este logro a Dios por ser El quien guio cada uno de mis pasos, y darme la resiliencia necesaria para superar las adversidades que se han presentado. De igual manera a mi padre EMIRO ORTIZ TRIGOS (Q.E.P.D), por ser mi modelo a seguir, por enseñarme tantas cosas, y por alentarme siempre a ser mejor.

También les dedico este logro a mí madre MAGALY TRIGOS TRIGOS y a mi novia YINETH ANGARITA QUINTANA, por ser mi apoyo y motivación durante toda la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi tía Luz Estela, por darme la mano en los momentos más difíciles de mi vida y motivarme a continuar con mis propósitos y en general a toda mi familia, por apoyarme de una u otra forma.

A mis amigos Oscar y Ehiber por apoyarme durante la realización del proyecto.

A mi director el Ing. Francisco Duran Castro, por ayudarme y apoyarme durante la ejecución del proyecto.

Agradezco a la empresa ISGOCON S.A.S por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo en sus instalaciones.

A la Universidad y a toda la planta docente que tuve la oportunidad de conocer durante el proceso de formación.

## Índice

<b>Capítulo 1. Apoyo técnico en la construcción de la vivienda unifamiliar del lote 139 del condominio campestre torres del cable a cargo de la empresa constructora Isgocon s.a.s en el municipio de Ocaña norte de Santander. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la empresa: Isgocon S.A.S .....	1
1.1.1 Misión. ....	2
1.1.2 Visión. ....	2
1.1.3 Estructura organizacional.....	2
1.1.4 Objetivos de la empresa. ....	3
1.2 Diagnóstico inicial. ....	4
1.2.1 Planteamiento del problema.....	6
1.2.2 Alcance de la pasantía.....	7
1.3 Objetivos de la pasantía. ....	8
1.3.1 General. ....	8
1.3.2 Específicos. ....	8
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar. ....	9
<b>Capítulo 2. Enfoques Referenciales.....</b>	<b>11</b>
2.1 Enfoque conceptual.....	11
2.2 Enfoque Legal. ....	13
<b>Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo .....</b>	<b>15</b>

3.1 Desarrollo de actividades en la construcción de la vivienda Lote 139 Condominio campestre torres del cable.....	15
3.1.1 Verificar el alcance del proyecto de construcción de la vivienda del lote 139 del condominio campestre torres del cable llevada a cabo por Isgocon s.a.s, a través de un control del avance en la ejecución de actividades programadas en la EDT, durante el tiempo de la pasantía.....	15
3.1.1.1. Estudiar las características generales del proyecto. ....	15
3.1.1.2 Realizar un análisis comparativo de la estructura de desglose del trabajo (EDT) a partir de la reformulación de sus actividades.....	23
3.1.1.3 Estimar duraciones de actividades ejecutadas durante el tiempo de la pasantía... ..	28
3.1.1.4 Realizar cortes periódicos del avance de las actividades desarrolladas.....	35
3.1.2. Realizar el apoyo técnico mediante el control de calidad, costo y rendimiento de mano de obra y de los materiales utilizados durante la ejecución del proyecto adelantado por la empresa, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.....	39
3.1.2.1. Revisar las condiciones de calidad de los materiales y la mano de obra utilizada durante la ejecución de actividades.....	39
3.1.2.2 Estimar los rendimientos reales obtenidos durante la ejecución del proyecto.....	60
3.1.3. Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades programadas por la entidad identificando las posibles variaciones que se puedan presentar con relación a los costos generales del proyecto en el desarrollo de cada una de las actividades.....	67
3.1.3.1 Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades evidenciadas durante el tiempo de las pasantías.....	67

3.1.3.2 Estimar las menores y mayores cantidades presentes durante la ejecución del proyecto.....	69
3.1.3.3 Realizar un análisis de las actividades no contempladas durante la proyección para determinar su importancia en el presupuesto del proyecto. ....	70
3.1.3.4 Estimar las variaciones que se presentaron en el costo directo total del proyecto. ....	72
3.1.4. Proponer el diseño hidráulico de un canal con el fin de dar solución a la problemática de aguas lluvias en la parte posterior de la vivienda unifamiliar del lote 139 ubicada en la urbanización torres del cable, bajo la responsabilidad de la empresa Isgocon s.a.s. ....	73
3.1.4.1. Revisar las condiciones Hidrológicas de la zona en cuestión.....	75
3.1.4.2. Estudiar las características topográficas de la zona. ....	81
3.1.4.3. Definir las propiedades más adecuadas a implementar en de la sección del canal. ....	81
3.1.4.4. Determinar Analíticamente las características del canal a implementar ....	82
3.1.4.5. Proponer el presupuesto para la construcción del canal. ....	97
<b>Capítulo 4. Diagnostico final.....</b>	<b>99</b>
<b>Capítulo 5. Conclusiones .....</b>	<b>100</b>
<b>Capítulo 6. Recomendaciones .....</b>	<b>102</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>103</b>
<b>Apéndices .....</b>	<b>105</b>

## Lista de tablas

Tabla 1	Matriz DOFA ISGOCON S.A.S.....	4
Tabla 2	Actividades a desarrollar dentro de la dependencia.....	9
Tabla 3	Parámetros generales de diseño .....	21
Tabla 4	Especificaciones generales para el concreto reforzado.....	21
Tabla 5	Análisis de ítem preliminares .....	24
Tabla 6	Ítems adicionales propuestos en la nueva EDT .....	25
Tabla 7	Análisis de ítem Estructura en concreto .....	25
Tabla 8	Análisis Ítem Mampostería.....	27
Tabla 9	Cálculo de tiempos para el concreto.....	33
Tabla 10	Cálculo de tiempos para el acero .....	34
Tabla 11	Dosificaciones de concretos y morteros .....	39
Tabla 12	Análisis de materiales componentes de concretos.....	40
Tabla 13	Verificación del acero de refuerzo.....	48
Tabla 14	Lista de chequeo para viga elevada 0,30 x 0,50 m en concreto 3000 psi.....	50
Tabla 15	Resumen de los rendimientos mínimos y máximos para cada actividad analizada.....	61
Tabla 16	Cantidades menores y mayores presentadas.....	69
Tabla 17	Ítem no previstos.....	71
Tabla 18	Cuadro comparativo costos directos.....	73
Tabla 19	Calculo del coeficiente de escorrentía compuesto para la cuenca .....	78
Tabla 20	Calculo del caudal de diseño por el método racional .....	81
Tabla 21	Parámetros de diseño .....	82
Tabla 22	Resultado del cálculo de los parámetros hidráulicos para cada tramo de canal .....	87
Tabla 23	Cantidades de obra por ML para el canal .....	98

## Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de ISGOCON S.A.S. ....	3
Figura 2. Objetivos de la empresa Isgocon s.a.s. ....	3
Figura 3. Ubicación del proyecto.....	16
Figura 4. Perfil estratigráfico del suelo.....	17
Figura 5. Vista frontal-occidental vivienda lote 139. ....	19
Figura 6. Fachada Oriental de la vivienda lote 139. ....	20
Figura 7. Primer formato de registro.....	29
Figura 8. Segundo formato de registro. ....	30
Figura 9. Formato tiempos de obra ejecución de actividad acero zapatas.....	30
Figura 10. Formato tiempos de obra ejecución de actividad acero zapatas.....	31
Figura 11. Corte avance de obra tercer mes, 3 de marzo hasta 2 de abril 2018.....	36
Figura 12. Corte avance de obra quinto mes, 3 de marzo hasta 2 de abril 2018. ....	37
Figura 13. Grafica de avance de obra acumulado.....	38
Figura 14. Ficha técnica del cemento utilizado. ....	41
Figura 15. Caracterización del agregado fino. ....	42
Figura 16. Determinación grafica de la gradación.....	42
Figura 17. Clasificación de los agregados fino.....	43
Figura 18. Clasificación del agregado grueso.....	43
Figura 19. Caracterización del agregado grueso.....	44
Figura 20. Determinación grafica de la granulometría. ....	44
Figura 21. Toma de medida del asentamiento. ....	45
Figura 22. Tabla de consistencia del concreto. ....	46
Figura 23. Realización de cilindros de concreto.....	47
Figura 24. Proceso de instalación de productos sika en las juntas frías. ....	51
Figura 25. Fisuras en el concreto zapatas. ....	52
Figura 26. Proceso de curado implementado para el concreto de zapatas.....	53
Figura 27. Anomalías presentes en el agregado fino. ....	53
Figura 28. Prueba de figuración al acero. ....	54
Figura 29. Falla presentada por el acero al momento de figurarse. ....	55

Figura 30. Capacitación a la mano de obra.....	56
Figura 31. Verificación del nivel del acero de columnas para garantizar un adecuado recubrimiento lateral. ....	57
Figura 32. Verificación pitagórica de la escuadra de los ejes de columnas.....	57
Figura 33. Verificación de aplome de columnas. ....	58
Figura 34. Verificación del buen aspecto de las columnas y mampostería. ....	58
Figura 35. Adecuado encofrado de losas de entepiso.....	59
Figura 36. Salarios establecidos por el contratista.....	60
Figura 37. Grafica comparativa rendimiento actividad excavación manual.....	62
Figura 38. Tabla de clasificación de la eficiencia de la productividad de la mano de obra. ....	63
Figura 39. Grafica comparativo rendimiento actividad concreto solado.....	64
Figura 40. Grafica comparativo rendimiento actividad zapatas. ....	64
Figura 41. Grafica comparativa rendimiento actividad concreto vigas de cimentación.....	65
Figura 42. Grafica comparativa rendimiento actividad concreto losa maciza.....	65
Figura 43. Grafica comparativa rendimientos actividad mampostería ladrillo macizo.....	66
Figura 44. Grafica comparativa rendimiento actividad bloque N°4.....	66
Figura 45. Formato para la realización de los análisis de precios unitarios. ....	68
Figura 46. Valor de las actividades no previstas.....	72
Figura 47. Confluencia de causas aportantes.....	74
Figura 48. Cauce natural definido por el agua de escorrentía.....	74
Figura 49. Condiciones de disposición final del caudal a la vía.....	75
Figura 50. Tabla de Coeficiente de impermeabilidad (C) definido por el RAS 2000.....	76
Figura 51. Identificación de áreas tributarias para determinación coeficiente de escorrentía. ....	77
Figura 52. Tabla de intensidades suministrada por la empresa ESPO S.A.....	79
Figura 53. Curvas IDF.....	79
Figura 54. Sección trapezoidal.....	82
Figura 55. Recubrimientos para canales y su n de Manning.....	83
Figura 56. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 2 y el tramo 5.....	89
Figura 57. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 5 y el tramo 9.....	89
Figura 58. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 9 y el tramo 13.....	90
Figura 59. Sección hidráulica tramo +5m.....	91

Figura 60. Sección hidráulica tramo +10m.....	91
Figura 61. Sección hidráulica tramo +15m.....	92
Figura 62. Sección hidráulica tramo +20m.....	92
Figura 63. Sección hidráulica tramo +25m.....	93
Figura 64. Sección hidráulica tramo +30m.....	93
Figura 65. Sección hidráulica tramo +35m.....	94
Figura 66. Sección hidráulica tramo +40m.....	94
Figura 67. Sección hidráulica tramo +45m.....	95
Figura 68. Sección hidráulica tramo +50m.....	95
Figura 69. Sección hidráulica tramo +55m.....	96
Figura 70. Sección hidráulica tramo +60m.....	96
Figura 71. Sección hidráulica tramo +62.35m.....	96
Figura 72. Sección transversal del canal.....	97
Figura 73. Presupuesto para la construcción del canal .....	98

## Lista de Apéndices

Apéndice A. Estudio geotécnico.....	106
Apéndice B. Implantación topográfica del proyecto. ....	107
Apéndice C. Plantas arquitectónicas.....	108
Apéndice D. Plano hidrosanitario. ....	109
Apéndice E. Plano eléctrico.....	110
Apéndice F. Formato registro de tiempo. ....	111
Apéndice G. Corte de obra.....	112
Apéndice H. Resultados de ensayos del concreto y acero de refuerzo. ....	113
Apéndice I. Lista de chequeos. ....	114
Apéndice J. Planilla de pago de seguridad social. ....	115
Apéndice K. Estimación del salario.....	116
Apéndice L. Registro de cantidades de obra y para estimación de rendimientos.....	117
Apéndice M. Análisis de precios unitarios. ....	118
Apéndice N. Levantamiento topográfico del canal.....	119
Apéndice O. Análisis de precios unitarios del canal.....	120

## Resumen

En el presente trabajo se exponer el desarrollo del apoyo técnico realizado como pasante universitario a la “Construcción de una vivienda unifamiliar del condominio campestre torres del cable en el municipio de Ocaña norte de Santander” bajo la subordinación de la constructora Isgocon s.a.s y cuyo enfoque está centrado en el control del alcance del proyecto durante su ejecución.

Al mismo tiempo se analizó el comportamiento de los recursos empleados, su eficiencia y variación de acuerdo con las características requeridas en las fases del proyecto y su influencia económica en los costos totales.

Además del apoyo técnico mencionado se analizaron las características de aguas lluvias aledañas al proyecto que tienen incidencia directa y genera afectaciones si no se les da el debido tratamiento.

## **Introducción**

Durante el proceso de aprendizaje que vivimos en la academia son muchos los conocimientos que adquirimos y que son de gran utilidad para el desarrollo tanto de nuestra vida personal como profesional, por este motivo cada día las entidades encargadas de nuestra formación integral y profesional se interesan por brindar espacios donde se prueban nuestras habilidades.

El siguiente trabajo presenta el análisis realizado durante el tiempo de desarrollo de las pasantías a las características de la mano de obra y los materiales implementado en la ejecución del proyecto de construcción de la vivienda unifamiliar del lote 139 del condominio campestre torres del cable, así como el comportamiento de la obra durante el periodo de desarrollo de sus actividades. se muestra un estimativo de los rendimientos arrojados por el personal empleado y la variación que estos presentan respecto a estudios desarrollados en la región.

Por otra parte, se mostrarán los cambios a los que se expuso el presupuesto inicial debido a la inclusión de actividades no prevista en el momento de la planificación del proyecto y a las variaciones presentadas en las cantidades de obra ejecutadas.

# **Capítulo 1. Apoyo técnico en la construcción de la vivienda unifamiliar del lote 139 del condominio campestre torres del cable a cargo de la empresa constructora Isgocon s.a.s en el municipio de Ocaña norte de Santander.**

## **1.1 Descripción de la empresa: Isgocon S.A.S**

ISGOCON S.A.S es una empresa dedicada al desarrollo de actividades relacionadas con estudios, diseños, construcciones, mantenimiento, consultoría e interventoría en todas las obras de las diferentes ramas de la ingeniería y arquitectura, ofreciéndose al servicio del Estado, la Comunidad y a los Particulares. (Gómez, 2017, pág. 38).

Al Estado, a través de la prestación de sus servicios de construcción, mantenimiento, consultoría e interventoría, a la Comunidad, a través del desarrollo de las actividades que propenden por el mejoramiento de las condiciones de vida de los ciudadanos en obras de construcción de uso público que benefician y contribuyen al desarrollo socio-económico del país y a los Particulares, a través de la prestación de sus servicios de construcción y arquitectura en el sector privado, contribuyendo al desarrollo social y económico de la empresa privada. (Gómez, 2017, pág. 38).

ISGOCON S.A.S. presta los siguientes servicios: en el ámbito de la obra civil y la construcción de edificios, así como soluciones de mantenimiento y de gestión a los sectores industrial y comercial, los sectores domésticos y de vivienda, en el sector público y privado. (Gómez, 2017, pág. 38)

ISGOCON S.A.S cuenta actualmente con una estructura organizacional funcional, y con una misión y visión que establecen el marco de la planeación estratégica en la organización.

(Gómez, 2017, pág. 38)

**1.1.1 Misión.** ISGOCON es una empresa de servicios integrales de ingeniería y construcción orientados a priorizar el desarrollo, satisfaciendo necesidades personales y empresariales acorde a los requerimientos de la infraestructura moderna, dando soluciones innovadoras y eficaces de alto contenido tecnológico, dentro de los postulados de altos estándares de calidad, seguridad y medio ambiente. (Gómez, 2017, pág. 38)

Nuestros clientes son empresas que valoran la excelencia operacional y la ética en los negocios. (Gómez, 2017, pág. 40)

**1.1.2 Visión.** Hacia el 2021 ISGOCON, será una empresa protagonista en el ámbito de la ingeniería y construcción, dinamizando la ejecución de proyectos exitosos, basados en la calidad del servicio de nuestro equipo de trabajo comprometido con la excelencia, cumplimiento, responsabilidad y calidad, visualizando un futuro de alta tecnología para avanzar en nuestra posición de liderazgo como ingeniería multidisciplinaria. (Gómez, 2017, pág. 40)

**1.1.3 Estructura organizacional.** La empresa ISGOCÓN S.A.S cuenta con la siguiente estructura organizacional, con el propósito de determinar los roles que debe asumir cada persona para lograr un rendimiento óptimo en la empresa. En la Figura 1 se muestra la estructura jerárquica de la empresa y se contempla la ubicación del pasante.

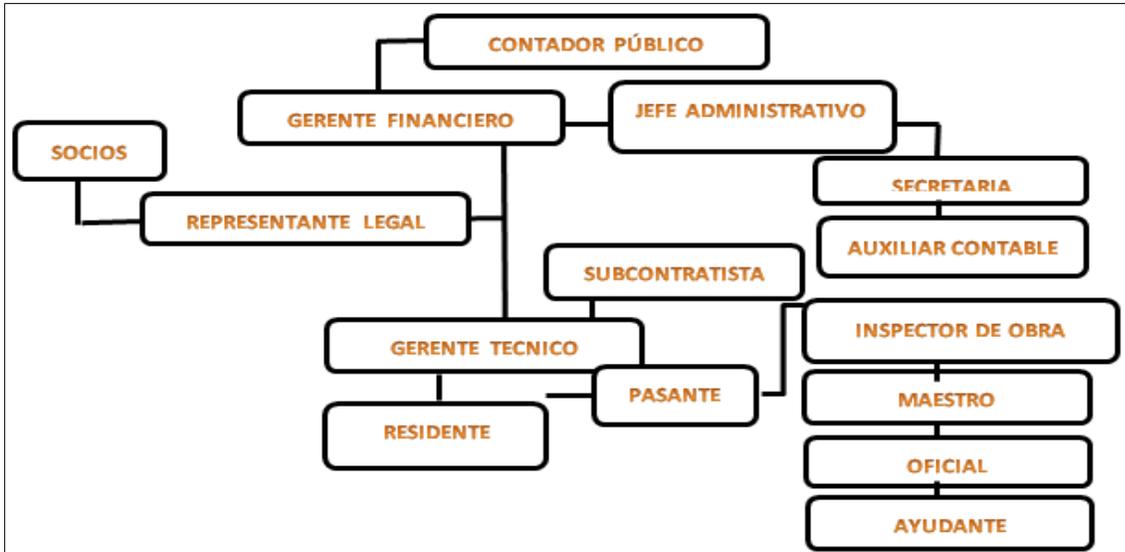


Figura 1. Estructura organizacional de ISGOCON S.A.S.

Fuente: ISGOCON S.A.S

**1.1.4 Objetivos de la empresa.** En la Figura 2 se detalla los objetivos de la empresa teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista.

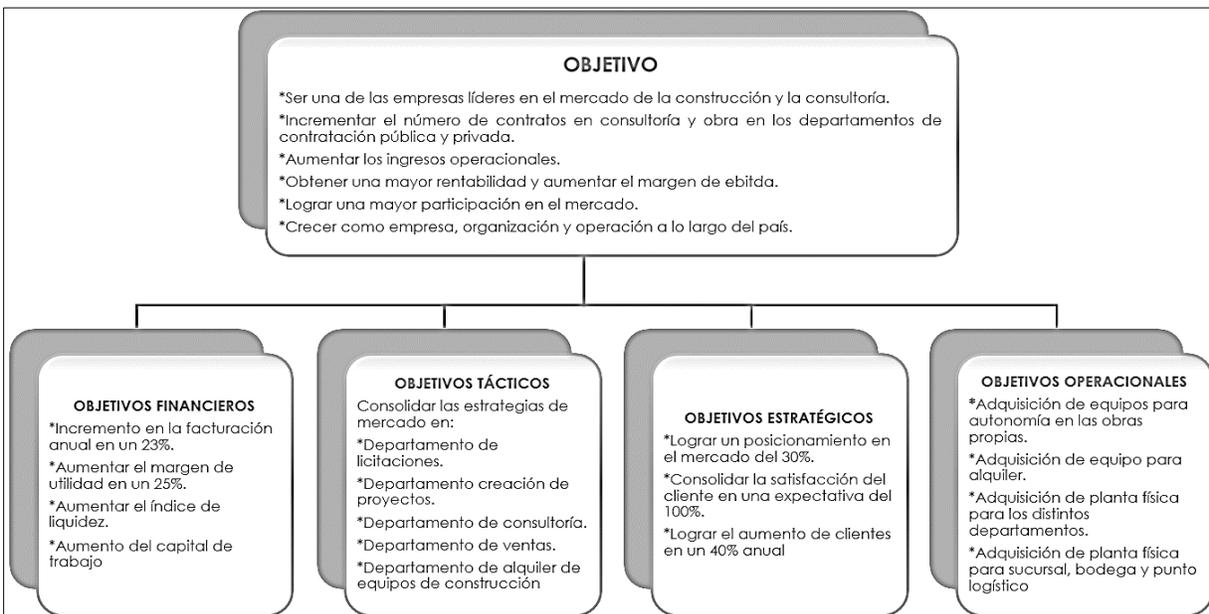


Figura 2. Objetivos de la empresa Isgocon s.a.s.

Fuente: (Lucy, 2017)

## 1.2 Diagnóstico inicial.

Toda empresa, entidad u organización orienta las actividades que realiza con la finalidad de lograr cumplir los objetivos propuestos y de esta manera obtener grandes resultados y alcanzar un excelente rendimiento en el mercado.

Para tal fin es necesario implementar estrategias en pro de mejorar las condiciones actuales, por lo que se formula la siguiente matriz DOFA, mostrada en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Matriz DOFA ISGOCON S.A.S*

MATRIZ DOFA- GENERACIÓN DE ESTRATEGIAS	ANALISIS INTERNO	
	DEBILIDADES (D)	FORTALEZAS (F)
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poco acompañamiento en la realización de las actividades desarrolladas en obra.</li> <li>2. Baja disposición propia de maquinaria.</li> <li>3. Falta de infraestructura de la empresa, para la atención del cliente.</li> <li>4. Poseen un insuficiente personal profesional en el área de la ingeniería civil, como apoyo en la ejecución de las obras.</li> <li>5. No cuentan con un sistema de publicidad</li> <li>6. Ausencia en la participación en el sistema de contratación pública.</li> <li>7. blica.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de la mano de obra calificada como ayudantes, oficiales y maestros, que llevan una continuidad con la empresa.</li> <li>2. Excelente planificación en el área profesional referente a los diseños y la ejecución de obras.</li> <li>3. Equipo profesional interdisciplinario</li> <li>4. Modelo de contratación para acaparar el mercado, administración delegada.</li> <li>5. Base de datos reales, tanto de insumos, materiales mano de obra, rendimiento, maquinaria y equipo.</li> <li>6. Buena administración de los recursos disponibles para las obras.</li> <li>7. Desarrollo de proyectos fuera de la región a cargo de personal propios de la empresa, llevando a cabo buenos rendimientos.</li> </ol>

Continuación Tabla 1

<b>ANÁLISIS EXTERNO</b>		
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>Estrategias (DO)</b>	<b>Estrategias (FO)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abarcan varios campos de la construcción como lo son: viviendas, vías, acueducto, alcantarillado, diseños, etc.</li> <li>2. Competitividad empresarial en base al cumplimiento de normativas, garantizando confianza al cliente.</li> <li>3. Desarrollo de varias obras a nivel regional y local, dándose a conocer.</li> <li>4. Cuentan con posibilidad de adquirir créditos para la ejecución de obra.</li> <li>5. Disponen de equipo técnico, disciplinario, proveedores que suministran material.</li> <li>6. Apoyo técnico brindado por pasante de ingeniería civil de la universidad francisco de paula Santander, Ocaña.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalecer el acompañamiento en la ejecución de las actividades realizadas en las diferentes obras, mediante apoyo y seguimiento técnico desarrollados por los pasantes de ingeniería civil.</li> <li>2. Realizando una buena inversión en la compra de maquinaria, alcanzando mayor competitividad en el área de la construcción.</li> <li>3. Desarrollar diferentes mecanismos de publicidad cuyo objeto será brindar información de los servicios disponible por la empresa</li> <li>4. Mejorar la infraestructura de la institución, para dar una mejor imagen y servicio a la comunidad.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mediante la realización de una muy buena planificación en el área profesional se buscará garantizar rendimientos en la ejecución de los diferentes campos de la construcción.</li> <li>2. Con la complementación del apoyo técnico y proveedores, en conjunto con el personal de la empresa fuera de la región, se optimizará el factor tiempo en la ejecución de las actividades en obra.</li> <li>3. Con el apoyo del equipo profesional interdisciplinario, se pretende abarcar los diferentes campos de la construcción, logrando así ser una empresa no limitada en sus servicios.</li> </ol>
<b>AMENAZAS (A)</b>	<b>Estrategias (DA)</b>	<b>Estrategias (FA)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de equipos certificados en alquiler, como formaleta, andamios, estructuras de soporte.</li> <li>2. Poca transparencia en el sector público.</li> <li>3. Ingreso a la región de personal de obra no calificada.</li> <li>4. Baja demanda en el mercado de la construcción, por medio de la inflación tácita generada por los altos costos de predios, debido a temas económicos de la región.</li> <li>5. Falta de exigencia en las normativas que rigen el campo de la construcción.</li> <li>6. Crecimiento de la construcción informal en la región.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquirir de forma propia equipos certificados, para no estar limitados en la elaboración de proyecto que exijan estos requisitos, en conjunto de la posesión de maquinaria.</li> <li>2. Disponer de un sistema publicitario en donde a la comunidad se le informe de todos los servicios prestados por la empresa, y a su vez atraer la atención de la baja demanda en la zona, mitigando el efecto de los constructores informales.</li> <li>3. Participar en la contratación privada principalmente, olvidando la contratación pública debido a la poca transparencia del mismo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preservar la contratación de mano de obra calificada garantizando calidad en las obras, en relación con el ingreso a la región de personal de obra no calificado.</li> <li>2. Fortalecer el área profesional en el campo de la planificación y ejecución de proyectos, cumpliendo con las normas que rige el campo de la construcción.</li> <li>3. Garantizar al cliente un presupuesto muy cercano a la realidad, guiados por una buena base de datos en general, siendo más competentes frente a las construcciones informales.</li> </ol>

**Nota.** La tabla muestra cada uno de los componentes de la matriz DOFA y se plantean las diversas estrategias.  
Fuente. Autor (2018)

**1.2.1 Planteamiento del problema.** Desde el comienzo de la historia humana, la ingeniería, en el sector de la construcción ha sido parte fundamental de la evolución y generación de un impacto positivo en el mejoramiento de la calidad de vida. Es por este motivo que cada día se deben generar, aplicar y supervisar nuevas técnicas y procesos que permiten planificar, controlar y ejecutar cada proyecto de construcción de una mejor manera.

Son muchas las entidades creadas con esta finalidad, dentro de las que se encuentra el grupo empresarial Isaza Gómez que por medio de la empresa Isgocon s.a.s la cual tiene como propósito la ejecución de proyectos de construcción de manera que se cumplan los requisitos establecidos por las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y la Norma Sismo Resistente colombiana (NSR) en su más reciente versión.

En muchas ocasiones se presentan errores en los procesos constructivos debido a la ausencia de apoyo técnico en cada uno de los procedimientos realizados a diario en las obras. En el caso particular de la construcción de la vivienda unifamiliar ubicada en el lote 139 del condominio campestre Torres del cable a cargo de Isgocon s.a.s, se evidencia la carencia de un profesional o de personal capacitado que este permanentemente en campo y que se encargue de coordinar y orientar cada uno de los procesos realizados durante la construcción de dicha edificación.

Por tal motivo surge la iniciativa de llevar a cabo la pasantía en la entidad Isgocon s.a.s como requisito de grado para optar al título de ingeniero civil, cuyo propósito está orientado hacia el fortalecimiento de dicho apoyo técnico y de esta manera garantizar que la realización del

proyecto esté acorde con las especificaciones establecidas en los diseños, satisfaciendo así las exigencias del cliente, además de llevar a la práctica los conceptos teóricos adquiridos durante el tiempo de la academia, obteniendo experiencia valiosa para enfrentar futuras situaciones que se pueden presentar en el campo de la ingeniería.

**1.2.2 Alcance de la pasantía.** Cada proyecto de construcción consta de unas características específicas que lo definen y además lo asemejan a otros. En este caso se habla de la vivienda unifamiliar ubicada en el lote 139 de la urbanización torres del cable, localizada en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

La vivienda consta de 3 niveles con una extensión total de 398,42 m<sup>2</sup>, un nivel inicial que comprende un parqueadero subterráneo, seguido por el segundo y tercer nivel donde se encuentra ubicado la zona residencial y social de la casa.

Durante el tiempo de la pasantía se podrán evidenciar los procesos de descapote, excavación manual y mecánica para la cimentación, construcción de la cimentación compuesta por 32 zapatas aisladas cimentadas en dos niveles diferentes, muros de contención en ladrillo doble y su respectiva impermeabilización de la parte sur y oriente del primer nivel, estructura del primer y segundo nivel incluyendo losas de entrepiso.

Además de la construcción de un filtro francés para salvar del freático a parte de la cimentación del sur y oriente del lote. Por otra parte, se realizará el control de calidad de la

resistencia de los concretos utilizados durante la construcción de los elementos estructurales ya mencionados anteriormente y el cálculo de cantidades reales y control de ejecución de obra.

### **1.3 Objetivos de la pasantía.**

**1.3.1 General.** Apoyar técnicamente a la construcción de la vivienda unifamiliar del lote 139 del condominio campestre torres del cable a cargo de la empresa constructora Isgocon s.a.s en el municipio de Ocaña norte de Santander.

**1.3.2 Específicos.** Verificar el alcance del proyecto de construcción de la vivienda del lote 139 del condominio campestre torres del cable llevada a cabo por Isgocon s.a.s, a través de un control del avance en la ejecución de actividades programadas en la EDT, durante el tiempo de la pasantía.

Realizar el apoyo técnico mediante el control de calidad, costo y rendimiento de mano de obra y de los materiales utilizados durante la ejecución del proyecto adelantado por la empresa, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades programadas por la entidad identificando las posibles variaciones que se puedan presentar con relación a los costos generales del proyecto en el desarrollo de cada una de las actividades.

Proponer el diseño hidráulico de un canal con el fin de dar solución a la problemática de aguas lluvias que se presenta en la parte posterior de la vivienda unifamiliar que está bajo la responsabilidad de la empresa Isgocon s.a.s.

#### 1.4 Descripción de las actividades a desarrollar.

La Tabla 2 muestra cada uno de los objetivos y actividades que permitirán el cumplimiento de las mismas durante el tiempo de pasantías.

**Tabla 2**

*Actividades a desarrollar dentro de la dependencia*

<i>Objetivo general.</i>	<i>Objetivos específicos.</i>	<i>Actividades a desarrollar en la empresa para el cumplimiento de los objetivos específicos.</i>
Apoyar técnicamente en la construcción de la vivienda unifamiliar del lote 139 del condominio campestre torres del cable a cargo de la empresa constructora Isgocon s.a.s en el municipio de Ocaña norte de Santander.	Verificar el alcance del proyecto de construcción de la vivienda del lote 139 del condominio campestre torres del cable llevada a cabo por Isgocon s.a.s, a través de un control del avance en la ejecución de actividades programadas en la EDT, durante el tiempo de la pasantía.	Estudiar las características generales del proyecto. Realizar un análisis comparativo de la estructura de desglose del trabajo (EDT) a partir de la reformulación de sus actividades. Estimar duraciones de actividades ejecutadas durante el tiempo de la pasantía. Realizar cortes periódicos del avance de las actividades desarrolladas.
	Realizar el apoyo técnico mediante el control de calidad, costo y rendimiento de mano de obra y de los materiales utilizados durante la ejecución del proyecto adelantado por la empresa, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.	Revisar las condiciones de calidad de los materiales y la mano de obra utilizada durante la ejecución de actividades. Estimar los rendimientos reales obtenidos durante la ejecución del proyecto.

Continuación Tabla 2

<p>Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades programadas por la entidad identificando las posibles variaciones que se puedan presentar con relación a los costos generales del proyecto en el desarrollo de cada una de las actividades.</p>	<p>Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades evidenciadas durante el tiempo de las pasantías.          Estimar las menores y mayores cantidades presentes durante la ejecución del proyecto.          Realizar un análisis de las actividades no contempladas durante la proyección para determinar su importancia en el presupuesto del proyecto.          Estimar las variaciones que se presentaron en el costo directo total del proyecto.</p>
<p>Proponer el diseño hidráulico de un canal con el fin de dar solución a la problemática de aguas lluvias en la parte posterior de la vivienda unifamiliar del lote 139 ubicada en la urbanización torres del cable, bajo la responsabilidad de la empresa Isgocon s.a.s.</p>	<p>Revisar las condiciones Hidrológicas de la zona en cuestión.          Estudiar las características topográficas de la zona.          Definir las propiedades más adecuadas a implementar en de la sección del canal.          Determinar Analíticamente las características del canal a implementar.          Proponer el presupuesto para la construcción del canal.</p>

**Nota.** La tabla muestra cada uno de los objetivos y sus respectivas actividades para su cumplimiento. Fuente. Autor (2018)

## Capítulo 2. Enfoques Referenciales

### 2.1 Enfoque conceptual.

**Programación de obra.** Proceso de ordenar en el tiempo de forma lógica y secuencial la ejecución de cada una de las actividades necesarias para poder llevar a buen término el proyecto. Para esto, es necesario realizar la estructura de división del trabajo y posteriormente, hacer el cronograma de ejecución del proyecto. (Hernández, 2010)

**Presupuesto de Obra.** Es la predicción monetaria que representa realizar una actividad o tarea determinada. “Presupuestar una obra, es establecer de qué está compuesta (composición cualitativa) y cuántas unidades de cada componente se requieren (composición cuantitativa) para, finalmente, aplicar precios a cada uno y obtener su valor en un momento dado”. (Cámara Boliviana de la Construcción, 2010)

**Estructura de desglose de trabajo (EDT).** La EDT organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en la declaración del alcance del proyecto.

Su finalidad es identificar y definir todos los esfuerzos requeridos, asignar las responsabilidades a los elementos de la organización, y que a partir de la EDT se establezca un cronograma y presupuesto adecuado para la realización de los trabajos.

El trabajo planificado está contenido en el nivel más bajo de los componentes de la EDT, denominados paquetes de trabajo, que en Presto se corresponden a las unidades de obra, y se caracterizan porque pueden ser programados, presupuestados, monitoreados y controlados. (RIB , 2018)

La EDT es un elemento clave en los demás procesos del proyecto, porque es la base para el control de costes, la asignación de recursos, el cronograma y el análisis de riesgos del proyecto. (RIB , 2018)

**Especificación técnica.** Instrucciones detalladas proporcionadas en conjunción con los planos y las copias del Plano de construcción. Las especificaciones frecuentemente describen los materiales a ser usados, dimensiones, colores, o técnicas de construcción. (Calderón, 2014)

Los detalles específicos sobre los materiales de construcción, técnicas, dimensiones, y los trabajadores de otros elementos deben utilizar en un Proyecto, junto con los planos y planes. (Calderón, 2014)

**Rendimiento de mano de obra.** 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  $um/hH$ . (Botero, 2009)

**APU (Análisis de Precios Unitarios).** Es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio. (Valera, 2012)

De esta también se desprende el Factor de costos asociados al salario, concepto que se explorará un poco más adelante. El Analista también influye sobre algunos detalles que pueden ser de mucha importancia en los resultados finales. (Valera, 2012)

## 2.2 Enfoque Legal.

**ICONTEC.** Es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

**NTC2289:** Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto.

**NTC1642:** Higiene y seguridad. Andamios. Requisitos generales de seguridad.

**NTC947-1:** accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos. Equipamientos. Bordillos, pasamanos, barandas y agarraderas.

**NTC3356:** Concretos. Mortero premezclado para mampostería.

**NTC121:** ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.

**NTC174:** concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.

**NSR-10.** El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) es una norma técnica colombiana encargada de reglamentar las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

**RAS 2000.** Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico ras - 2000

## **Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo**

### **3.1 Desarrollo de actividades en la construcción de la vivienda Lote 139 Condominio campestre torres del cable.**

**Objeto del contrato.** Construcción por el sistema de administración delegada y prestación de servicios profesionales, de acuerdo al reglamento de la sociedad colombiana de arquitectos para la construcción del proyecto “casa lote 139” en la ciudad de Ocaña.

**3.1.1 Verificar el alcance del proyecto de construcción de la vivienda del lote 139 del condominio campestre torres del cable llevada a cabo por Isgocon s.a.s, a través de un control del avance en la ejecución de actividades programadas en la EDT, durante el tiempo de la pasantía.**

**3.1.1.1. Estudiar las características generales del proyecto.** A continuación, se presenta una descripción detallada de la etapa de consultoría del proyecto, desglosando cada uno de los estudios que se contemplaron en esta esta fase.

La empresa Isgocon s.a.s llevó a cabo la ejecución del proyecto de construcción “Vivienda unifamiliar lote 139” cuyo propósito es la satisfacción de los requerimientos de particulares para el mejoramiento de la calidad de vida. Este se encuentra ubicado en el condominio campestre Torres del cable en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander como se muestra en la Figura 3.

El Condominio Campestre Torres del Cable es una comunidad organizada, que se rige por la ley de propiedad horizontal; nace el 4 de junio del 2001, con la licencia ambiental otorgada por CORPONOR mediante resolución 0540; creada con el propósito de brindar una mejor calidad de vida a sus residentes, ofreciendo un sitio tranquilo y seguro, ideal para vivir; cuenta con una extensión de veintidós (22) hectáreas en las cuales se conserva un amplia área de naturaleza viva presente en una reserva ecológica, una flora y fauna en su hábitat original. (LOPEZ, 2012).



**Figura 3. Ubicación del proyecto**

Fuente. Google Earth.

**Fase de consultoría de la vivienda Lote 139 Torres del cable.** Se llevó a cabo un estudio del sistema de administración delegada que fue la modalidad de contratación pactada para la ejecución del proyecto, Según la Cámara colombiana de la Construcción CAMACOL un contrato por administración delegada es todo acto jurídico en virtud del cual una persona se obliga con otra a realizar una obra material determinada, bajo una remuneración sin subordinación. En esta clase de contrato es el propietario quien controla el desarrollo del proyecto. (Posada, 2006). A continuación, se hace una descripción de los estudios previos realizados para el proyecto.

**Estudios geotécnicos.** El propietario contrata al departamento de geotecnia y laboratorio de materiales (GEOTEC) para la respectiva identificación del comportamiento geotécnico e hidrogeológico de los suelos del área en estudio.

GEOTEC define la respectiva metodología para realizar dicho estudio dedicándose inicialmente a la recolección de información geológica de la región, apoyándose en datos proporcionados por el plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) de la ciudad de Ocaña que sirvió de base para un estudio más detallado.

El cual consistió en la realización de Tres (3) sondeos de exploración en campo que permitieron hacer una descripción de las unidades de aflorantes y verificar los diferentes contactos litológicos. (GEOTEC, 2017). La Figura 4, muestra el perfil estratigráfico del suelo de la zona en estudio.

Estrato	Perfil	Descripción	Características Geotécnicas
1		Suelo orgánico areno arcilloso, de color café pardo, de consistencia pegajosa, de pobre comportamiento como suelo de soporte; debe retirarse del perfil de cimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consistencia media</li> <li>▪ Estado no plástico</li> <li>▪ No competente</li> </ul>
2		Arena arcillosa con gravillas dispersas, de color café con vetas, pardas, naranja y puntos blancos, de moderada plasticidad e índice de expansividad medio. De regular comportamiento como suelo de soporte, debido a su contenido de humedad y estado plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consistencia blanda a media</li> <li>▪ Moderada deformabilidad</li> <li>▪ Moderada permeabilidad</li> <li>▪ Estado plástico</li> <li>▪ No Competente</li> </ul>
3		Conglomerado de matriz areno arcillosa, con cantos de moderada calidad y tamaños menores a 3,8 cm; de color café amarillento con vetas naranja, grises y puntos blancos, de baja plasticidad e índice de expansividad moderado, competente como suelo de soporte y de buenas propiedades como material de préstamo, debido a sus características granulométricas y bajo grado de deformabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consistencia firme y dura</li> <li>▪ Baja deformabilidad</li> <li>▪ Moderada permeabilidad</li> <li>▪ Estado no plástico</li> <li>▪ Competente</li> </ul>

**Figura 4. Perfil estratigráfico del suelo.**

Fuente: (GEOTEC, 2017)

En base al estudio geotécnico, se aprecia que el suelo está compuesto por una capa orgánica poco competente para soportar cargas transmitidas por una estructura, un estrato intermedio, clasificado como arena arcillosa con gravillas dispersa de consistencia blanda o media y no competente, y un tercer estrato clasificado como conglomerado de matriz areno arcilloso con cantos de moderada calidad, de consistencia firme y dura y de baja permeabilidad, competente para soportar cargas. (GEOTEC, 2017)

En el Apéndice A, se muestra el proceso de dicho estudio geotécnico al igual que los resultados y recomendaciones propuestas por la entidad para tener en cuenta en la etapa de diseños de la vivienda.

**Estudio topográfico.** Para la respectiva ubicación del proyecto, se contrataron los servicios de un topógrafo, quien realizó un levantamiento altimétrico y planímetro mediante la implementación de una estación total electrónica.

En este reconocimiento de la condición topográfica del terreno se ubicaron las coordenadas, deltas y referencias necesarios para delimitar las zonas del terreno, el área total del lote y las respectivas segregaciones de estas áreas, según las normativas del condominio y los requerimientos del proyecto.

El Apéndice B, muestra la implantación topográfica realizada en el terreno al igual que la respectiva delimitación de las áreas del terreno.

**Diseño arquitectónico.** Para la realización de los diseños arquitectónicos de la vivienda los propietarios contratan a la Empresa TARING S.A.S, en cuyo proceso se define una magnitud de dicha residencia de 375,44 m<sup>2</sup>.

En el diseño se contempla un nivel inicial como sótano debido a las condiciones topográficas presentes, cuya área fue proyectada aproximadamente en  $65,73 \text{ m}^2$  y comprende la zona del parqueadero y algunos espacios destinados al almacenamiento variado de la vivienda, en el primer nivel, se dispone de las zonas sociales de la vivienda, espacios destinados al procesamiento de los alimentos, habitaciones de huéspedes y zona de labores, con una extensión total de  $158,87 \text{ m}^2$ .

Y un segundo nivel destinado a la parte habitacional de la vivienda cuya extensión es de  $150,84 \text{ m}^2$ . En la Figuras 5 y 6 se muestra algunas vistas de la modelación en 3D de la vivienda.



**Figura 5. Vista frontal-occidental vivienda lote 139.**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)



**Figura 6. Fachada Oriental de la vivienda lote 139.**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

Además de lo mencionado, el proyecto cuenta con los planos de cada una de las plantas por nivel, las cuales se muestran el Apéndice C.

**Diseño estructural.** El diseño estructural estuvo a cargo de la empresa Isgocon s.a.s, este diseño incluye un análisis sísmico basado en las NSR- 10 (Norma Sismo Resistente) donde se contemplan unos parámetros generales de diseño de acuerdo a la zona sísmica de la ciudad, el grupo de uso de la edificación y las cargas proyectadas para esta.

En la Tabla 3 se muestra los parámetros de diseño teniendo en cuenta las cargas generadas.

**Tabla 3***Parámetros generales de diseño*

<b>TIPO DE CARGA</b>	<b>SISTEMA MKS</b>	<b>SISTEMA INTERNACIONAL (SI)</b>
Carga permanente (D)	200 Kg/m <sup>2</sup>	2.0 KN/m <sup>2</sup>
Carga permanente (D)	700 Kg/m	7.0 KN/m
Carga viva (Lr)	180 Kg/m <sup>2</sup>	1.8 KN/m <sup>2</sup>
Carga viva Cubierta (Lr)	50 Kg/m <sup>2</sup>	0.5 KN/m <sup>2</sup>
Carga viva corredores	180 Kg/m <sup>2</sup>	1.8 KN/m <sup>2</sup>
Carga viva escaleras	500 Kg/m <sup>2</sup>	5 KN/m <sup>2</sup>

**Nota.** La tabla muestra los parámetros generales de diseño considerados por el diseñador para efectos de cálculo de la estructura. Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

La estructura está compuesta por un sistema de cimentación semi-profunda que comprende 32 zapatas aisladas con un respectivo sistema de arrojamiento; vigas y columnas propiamente características del sistema porticado. Basado en los resultados del análisis de la estructura, el diseñador propone unas especificaciones generales para el concreto reforzado de los elementos estructurales, siendo estas presentadas en la Tabla 4.

**Tabla 4***Especificaciones generales para el concreto reforzado*

<b>CONCRETO</b>		
Zapatas	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> /	21 Mpa
Vigas cimentación	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> /	21 Mpa
Columnas	f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> /	28.0 Mpa
Vigas aéreas.	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> /	21.0 Mpa
<b>ACERO</b>		
Mallas electro soldadas	f <sub>c</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	420 Mpa
Varillas	Varillas Ø ≤ 3/8"	f <sub>c</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>
<b>ESPECIFICACIÓN DURABILIDAD</b>		
Máxima relación A/C: 0.50		
Mínimo contenido de material cementante: 250kg/m <sup>3</sup>		
Abertura máxima de fisuras: 0.6mm		
Tiempo mínimo de curado: 15 días		

**Nota.** La tabla muestra las especificaciones generales para del concreto a utilizar. Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

**Diseño de redes hidrosanitarias.** El diseño de la red hidrosanitarias de la vivienda estuvo a cargo de la empresa ISGOCON s.a.s. para la red sanitaria y de aguas lluvias, se contempla tubería PVC- tipo pesado con diámetros que oscilan entre 2" y 4" y son redes que manejan de forma independiente. Esta cometida está diseñada para evacuar las aguas residuales de 5 baterías sanitarias, la zona de labores y cocina de la vivienda. por otra parte,

El diseño hidráulico estipula una acometida principal de agua potable conectada a la red de acueducto de la empresa ESPO S.A presente en el condominio. Esta red abastece un tanque de almacenamiento subterráneo el cual cuenta con un sistema hidroneumático llamado Hidroflow, que es un sistema compuesto de una bomba y un tanque para adicionar y aumentar la presión del agua con una velocidad constante, generando siempre la misma cantidad y fuerza que se requiera. (Plomería Avila Bogotá 24 horas, 2016).

En el Apéndice D se muestra la distribución por planta de las redes hidrosanitarias de la vivienda Lote 139.

**Diseño redes eléctricas.** El diseño de la red eléctrica estuvo a cargo de la empresa INGELCAF ingeniería eléctrica y telecomunicaciones, contempla 2 tableros principales de 16 circuitos encargados del suministro eléctrico de puntos de energía e iluminación de las tres plantas de la vivienda. para las salidas eléctricas generalmente se contemplan tomacorrientes dobles para las zonas internas de la edificación y Tomas GFCI para puntos expuestos a humedad e intemperie, se utilizan interruptores conmutables para los puntos de iluminación y se ubican sensores de movimientos en zonas de transito constante. Se cuenta con sistema de puesta a tierra

para el equipo de medida mediante una varilla de cobre macizo de 5/8", los ductos utilizados para transportar los circuitos de uso general es tubería embebidos en muros y losa es PVC tipo pesado con diámetros variables entre 1/2" y 1" y los utilizados para acometidas ubicadas sobre drywall y materiales similares es tubería conduit SCH 40.

En el apéndice E se muestra la distribución eléctrica en cada una de las plantas de la vivienda.

**Análisis Financiero.** Al ser un proyecto cuya finalidad es la satisfacción de necesidades básicas humanas no requiere un estudio que garantice una factibilidad económica por lo que solo se realiza el informe técnico financiero para estimar el costo que representa su realización.

En el informe elaborado por ISGOCON S.A.S se aprecian que los ítems Estructura en concreto y mampostería son los más representativos económicamente en el proyecto, representando el 32,17% y 13,01% respectivamente del valor total del contrato.

**3.1.1.2 Realizar un análisis comparativo de la estructura de desglose del trabajo (EDT) a partir de la reformulación de sus actividades.** Concluido el reconocimiento previo de las características del proyecto, se analizó la jerarquización y subdivisión de cada una de sus ítems para de esta manera evidenciar el nivel de detalle del proyecto, alcance y equilibrio presente, en función de la consecución adecuada de cada una de las fases propuestas por el contratista.

Para esto, se formuló una nueva estructura de desglose para las actividades donde se contempló un adecuado orden y secuenciación de las mismas con el propósito de evidenciar las

falencias de en la estructuración propuesta inicialmente por el contratista. En las siguientes tablas se muestra el análisis comparativo de cada uno de los hitos del proyecto, en la Tabla 5 se muestra el análisis para el ítem de preliminares.

**Tabla 5**

*Análisis de ítem preliminares*

EDT CONTRATISTA				EDT PROPUESTA			
Ítem	Actividades preliminares	Unidad	Cantidad	Ítem	Actividades preliminares	Unidad	Cantidad
1.1	Localización y replanteo	M2	898,00	1.1	Localización y replanteo	M2	898,00
1.2	Construcción de campamento de obra y bodega	M2	70,00	1.2	Construcción de campamento de obra y bodega	M2	70,00
1.3	Descapote y retiro	M3	89,80	1.3	Descapote y retiro	M3	89,80
1.4	Excavación tanque provisional de agua potable	M3	32,00	1.4	Cerramiento	MI	146,00
1.5	Excavación parqueadero	M3	512,00				
1.6	Excavación zapatas y vigas de amarre	M3	252,65				
1.7	Relleno material proveniente de excavaciones	M3	163,00				
	Relleno material seleccionado	M3	33,28				

**Nota.** La tabla muestra el comparativo de la EDT realizada por el contratista y la propuesta, para ítem preliminares.  
Fuente: Autor (2018)

En la Tabla 6 se observa que la estructura propuesta por el contratista es muy amplia, incluye actividades que son propias de otros ítems que deben contemplarse por separado para lograr un mejor control de su ejecución. De igual manera hay actividades propias de este ítem que no se contemplaron como lo fue el cerramiento.

**Tabla 6***Ítems adicionales propuestos en la nueva EDT*

<b>Movimiento de tierras</b>		<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>
2.1	Excavación parqueadero	M3	512,00
2.2	Excavación zapatas	M3	166,187
2.3	Excavación vigas de cimentación	M3	87,00
2.4	Excavación tanque provisional de agua potable	M3	32,00
<b>Relleno</b>		<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>
3.1	Relleno zapatas	M3	115,96
3.2	Relleno vigas de cimentación	M3	48,19

**Nota.** La tabla muestra la división las actividades incluidas por el contratista en el ítem preliminar. Fuente: Autor (2018)

**Tabla 7***Análisis de ítem Estructura en concreto*

EDT CONTRATISTA				EDT PROPUESTA			
Ítem	Estructura en concreto	Und	Cantidad	Ítem	Estructura en concreto	Und	Cantidad
2.1	Concreto solado 2.500 psi	M3	4,50	4.1	Concreto solado 2.500 psi	GBL	
2.2	Concreto 3.000 psi para zapatas	M3	27,84	4.1.1	Concreto solado zapatas	M3	3,173
2.3	Concreto de 4.000 psi para pedestales	M3	2,44	4.1.2	Concreto solado vigas de cimentación	M3	1,33
2.4	Concreto de 3.000 psi para vigas de cimentación.	M3	16,08	4.2	Zapatas 1,20 x 1,20 m en concreto 3000 psi	GBL	
2.5	Concreto de 4.000 psi para columnas primer nivel	M3	9,83	4.2.1	Corte, figurado y armado	KG	3918,00
2.6	Concreto de 3.000 psi para vigas segundo nivel	M3	22,28	4.2.2	Fundición	M3	27,84
2.7	Concreto de 3.000 psi para placa segundo nivel	M3	12,35	4.3	Columnas de 0,30 x0,30 m en concreto 4000 Psi	GBL	
2.8	Concreto de 4.000 psi para columnas segundo nivel	M3	3,99	4.3.1	Corte, figurado y Armado de acero.	Kg	5537,00
2.9	Concreto de 3.000 psi para viga cubierta	M3	22,43	4.3.2	Encofrado	M3	16,26
2.10	Concreto de 3.000 psi para placa cubierta	M3	20,19	4.3.3	Fundición	M3	16,26
2.11	Concreto de 3.000 psi para placa de contra piso primer nivel	M3	23,80	4.4	Vigas de cimentación de 0,30 x 0,40 m concreto 3000 psi	GBL	

## Continuación Tabla 7

2.12	Concreto de 3.000 psi para dintel en puertas	M3	0,26	4.4.1	Corte, figurado y armado de acero	Kg	1626,00
2.13	Concreto de 3.000 psi para escalera	M3	4,28	4.4.2	Encofrado	M3	16,08
2.14	Acero zapatas pdr 60.000 psi	Kg	3.918,00	4.4.3	Fundición	M3	16,08
2.15	Acero vigas de cimentación pdr 60.000 psi	Kg	1.626,00	4.5.			
2.16	Acero columnas pdr 60.000 psi	Kg	5.537,00	4.5	Vigas losa entrepiso primer nivel de 0,30 x 0,50 m concreto 3000 psi	GLB	
2.17	Acero vigas de primer nivel pdr 60.000 psi	Kg	3.500,00	4.5.1	Corte, figurado y armado de acero	Kg	3500,00
2.18	Acero vigas segundo nivel pdr 60.000 psi	Kg	4.232,00	4.5.2	Encofrado	M3	22,28
2.19	Acero viga cubierta pdr 60.000 psi	Kg	3.092,00	4.5.3	Fundición	M3	22,28
2.20	Acero placa primer nivel pdr 60.000 psi	Kg	975,00	4.6	Losa entrepiso primer nivel 0,10 m espesor.	GLB	
2.21	Concreto de 3.000 psi para placa cubierta	Kg	2.304,00	4.6.1.	Corte, figurado y armado de acero parrilla	Kg	975,00
2.22	Concreto de 3.000 psi para placa de contrapiso primer nivel	Kg	985,00	4.6.2.	Encofrado	M3	12,35
2.23	Concreto de 3.000 psi para dintel en puertas	Kg	72,80	4.6.3.	Fundición	M3	12,35
2.24	Concreto de 3.000 psi para escalera	Kg	697,00				
	Acero zapatas pdr 60.000 psi	Kg		4.7	Vigas losa de entrepiso segundo nivel 0,30 x 0,50 m	GBL	
				4.7.1.	Corte, figurado y armado de acero	Kg	4232,00
				4.7.2.	Encofrado	M3	22,28
				4.7.3.	Fundición	M3	22,28
				4.8	Losa entrepiso segundo nivel espesor 0,10 m	GBL	
				4.8.1	Corte, figurado y armado de acero parrilla	Kg	9,75
				4.8.2.	Encofrado	M3	12,35
				4.8.3.	Fundición	M3	12,35
				4.9.	Vigas cubierta 0,30 x 0,50 concreto 3000 psi	GBL	
				4.9.1.	Corte, figurado y armado de acero	Kg	3092,00
				4.9.2.	Encofrado	M3	22,43
				4.9.3.	Fundición	M3	22,43
				4.9.	Losa cubierta 0,10 m de espesor	M3	

## Continuación Tabla 7

4.9.1	Corte, figurado y armado de acero	Kg	2304,00
4.9.2	Encofrado	M3	20,19
4.9.3.	Fundición	M3	20,19

**Nota.** La tabla muestra el comparativo de la EDT del contratista y la propuesta del ítem estructura en concreto.  
Fuente: Autor (2018)

Como se puede observar en la Tabla 7, en la estructura de desglose propuesta para este ítem, se requiere un mayor nivel de detalle de las sub actividades que comprenden cada uno de los paquetes de trabajo de dicha estructura.

Se pudo constatar que el contratista no lleva la estructura hasta un nivel de detalle que permita controlar el tiempo y recursos empleados para su ejecución, además el orden secuencial de las sub actividades no es el adecuado, pues hay actividades que son predecesoras y están ubicadas indebidamente en la EDT.

**Tabla 8***Análisis Ítem Mampostería*

EDT CONTRATISTA				EDT PROPUESTA			
Ítem	MAMPOSTERÍA	Und	Cantidad	Ítem	Mampostería	Und	Cantidad
8.1	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel 1	M2	313,20	8.1	Suministro e instalación de muro en ladrillo macizo sótano	M2	90,00
8.2	Pañete muros primer nivel	M2	532,44	8.1.1	Pañete impermeabilizado muros sótano	M2	180,00
8.3	Poyo closets y muebles primer nivel	UN	9,00	8.1.2	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel 1	M2	313,20
8.4	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel 2	M2	307,20	8.2	Pañete muros primer nivel	M2	532,44
8.5	Pañete muros segundo nivel	M2	614,40	8.2.1	Poyo closets y muebles primer nivel	UN	9,00
8.6	Poyo closets y muebles segundo nivel	UN	11,00	8.2.2	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel 2	M2	307,20

Continuación Tabla 8

8.7	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel cubierta, antepecho	M2	55,00	8.3.1	Pañete muros segundo nivel	M2	614,40
8.8	Pañete muros nivel cubierta, antepecho	M2	110,00	8.3.2	Poyo closets y muebles segundo nivel	UN	11,00
8.9	Suministro e instalación de muro en ladrillo macizo	M2	90,00	8.4	Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel cubierta, antepecho	M2	55,00
8.10	Pañete impermeabilizado muros	M2	180,00	8.4.1	Pañete muros nivel cubierta, antepecho	M2	110,00
8.11	Alfajía en concreto de 2.500 psi	ML	72,00	8.4.2	Alfajía en concreto de 2.500 psi nivel cubierta	ML	72,00

**Nota.** La tabla muestra la comparación del ítem mampostería en la Edt del contratista, y la propuesta. Fuente: Autor (2018)

En la Tabla 8 se puede apreciar que las actividades propias de esta fase en algunos apartes no siguen el orden cronológico de ejecución para las actividades de la obra.

En general se apreció que no hay una secuenciación adecuada de las actividades y además no se contemplan cada una de las sub actividades necesarias, falencia que genera que el nivel de detalle sea inadecuado para un control minucioso de la ejecución del proyecto.

Estas actividades no muestran una adecuada subdivisión que permita definir con claridad su costo y tiempo empleado, debido a que se les ha asignado una distribución ecuánime de estas dos variables, escatimando la variación en la dificultad de su realización.

### ***3.1.1.3 Estimar duraciones de actividades ejecutadas durante el tiempo de la pasantía.***

Para la consecución de esta actividad fue necesario efectuar un adecuado seguimiento al trabajo de campo, donde, durante los meses de la pasantía se llevó diariamente el registro de cada una de

las actividades ejecutadas contemplando su duración y especificando la distribución de los tiempos empleados, así como el recurso humano encargado de cada una de ellas.

Para esto se desarrollaron diversos formatos con la ayuda de la herramienta EXCEL, donde se contempló el Hito a desarrollar y cada una de las actividades que conforman el paquete de trabajo necesario para su realización. Por otra parte, se incluyeron los tiempos que se presentaron durante el proceso (Tiempo productivo, tiempo no productivo) de manera general y sin dar las respectivas observaciones de cada uno de estos. Además, no se contemplaron los tiempos contributivos por separado, solo se hizo su inclusión a los tiempos productivos.

En las Figuras 7 y 8 se muestra los formatos utilizados para las diferentes actividades analizadas.

ITEM OBRA:		REGISTRO DE TIEMPOS POR ACTIVIDAD												
LOTE RR		ACTIVIDAD	HORARIO		CANTIDAD EJECUTADA	TIEMPOS DE OBRA		Horas / actividad	CUADRILLA ( Hh)				UNIDAD DE PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
ITEM	FECHA		Inicial	Final		TP	TNC		Df	Agud	Horas Cf	Horas Ay		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
<b>TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD</b>								<b>0:00:00</b>						

**Figura 7. Primer formato de registro.**

Fuente: Autor (2018)

ITEM OBRA:		LOTE RR		CANTIDAD EJECUTADA (m3)	Horas total por actividad	CUADRILLA ( Hh)				UNIDAD DE PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
ITEM	FECHA		ACTIVIDAD			Of	Ayud	Horas Of	Horas Ay		
	Inicial	Final									
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
<b>TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD</b>					<b>0:00:00</b>						

Figura 8. Segundo formato de registro.

Fuente: Autor (2018)

A continuación, se muestra un apartado del proceso de registro y análisis de la información de los datos obtenidos en campo. La Figura 9 muestra el proceso para uno de los ítems específicos.

ITEM OBRA:		ACERO ZAPATAS LOTE RR		REGISTRO DE TIEMPOS POR ACTIVIDAD										
ITEM	FECHA	ACTIVIDAD	HORARIO		CANTIDAD EJECUTADA (KG)	TIEMPOS DE OBRA		Horas / actividad	CUADRILLA ( Hh)				UNIDAD DE PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
			Inicial	Final		TP	TNC		Of	Ayud	Horas Of	Horas Ay		
1	5 de enero de 2018	CORTE Y FIGURADO	10:00 p. m.	6:00:00 p. m.	93,12	5:00:00	0:00:00	5:00:00	0	2	0:00:00	10:00:00	Kg/hH	9,312
2	6 de enero de 2018	CORTE Y FIGURADO	7:00:00	12:00:00	93,12	5:00:00	0:15:00	4:45:00	0	2	0:00:00	9:30:00	Kg/hH	9,802
3	9 de enero de 2018	CORTE Y FIGURADO	7:00:00	12:00:00	117,95	5:00:00	0:15:00	4:45:00	0	2	0:00:00	9:30:00	Kg/hH	12,416
4	9 de enero de 2018	ARMADO	8:00:00	17:00:00	260,73	9:00:00	1:15:00	7:45:00	0	2	0:00:00	15:30:00	Kg/hH	16,821
5	15 de enero de 2018	CORTE Y FIGURADO	10:00:00	17:00:00	487,33	7:00:00	1:00:00	6:00:00	0	2	0:00:00	12:00:00	Kg/hH	40,611
6	15 de enero de 2018	ARMADO	10:00:00	17:00:00	400,42	7:00:00	1:00:00	6:00:00	1	4	6:00:00	24:00:00	Kg/hH	13,347
7	16 de enero de 2018	ARMADO	7:00:00	10:00:00	83,81	3:00:00	1:00:00	2:00:00	1	5	2:00:00	10:00:00	Kg/hH	6,984
8	17 de enero de 2018	ARMADO	7:00:00	10:00:00	198,04	3:00:00	1:00:00	2:00:00	1	5	2:00:00	10:00:00	Kg/hH	16,503
9	23 de enero de 2018	INSTALACIÓN	10:00:00	15:30:00	93,12	5:30:00	1:00:00	4:30:00	2	6	9:00:00	27:00:00	Kg/hH	2,587
10	24 de enero de 2018	INSTALACIÓN	7:00:00	14:00:00	167,62	7:00:00	1:00:00	6:00:00	1	5	6:00:00	30:00:00	Kg/hH	4,656
11	25 de enero de 2018	INSTALACIÓN	13:30:00	17:00:00	111,74	3:30:00	1:00:00	2:30:00	1	4	2:30:00	10:00:00	Kg/hH	8,940
12	27 de enero de 2018	INSTALACIÓN	7:00:00	9:30:00	18,82	2:30:00	1:00:00	1:30:00	1	3	1:30:00	4:30:00	Kg/hH	3,104
13	30 de enero de 2018	INSTALACIÓN	7:00:00	9:00:00	18,82	2:00:00	1:00:00	1:00:00	1	3	1:00:00	3:00:00	Kg/hH	4,656
14	31 de enero de 2018	INSTALACIÓN	8:00:00	9:30:00	27,94	1:30:00	1:00:00	0:30:00	1	3	0:30:00	1:30:00	Kg/hH	13,968
15	1 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	9:00:00	11:00:00	55,87	2:00:00	1:00:00	1:00:00	1	5	1:00:00	5:00:00	Kg/hH	9,312
16	2 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	7:00:00	8:00:00	37,25	1:00:00	0:00:00	1:00:00	1	3	1:00:00	3:00:00	Kg/hH	9,312
17	6 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	13:00:00	14:00:00	49,66	1:00:00	0:00:00	1:00:00	1	3	1:00:00	3:00:00	Kg/hH	12,416
18	7 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	10:00:00	12:00:00	117,33	2:00:00	0:00:00	2:00:00	1	4	2:00:00	8:00:00	Kg/hH	11,733
19	12 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	13:00:00	17:00:00	167,62	4:00:00	0:00:00	4:00:00	1	4	4:00:00	16:00:00	Kg/hH	8,381
20	15 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	10:30:00	13:00:00	61,46	2:30:00	0:00:00	2:30:00	1	3	2:30:00	7:30:00	Kg/hH	6,146
21	17 de febrero de 2018	INSTALACIÓN	11:30:00	14:00:00	75,12	2:30:00	1:00:00	1:30:00	1	3	1:30:00	4:30:00	Kg/hH	12,520
22	4 de abril de 2018	INSTALACIÓN	13:00:00	15:00:00	55,872	2:00:00	0:00:00	2:00:00	1	3	2:00:00	6:00:00	Kg/hH	6,984
<b>TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD</b>								<b>69:15:00</b>						

Figura 9. Formato tiempos de obra ejecución de actividad acero zapatas.

Fuente: Autor (2018)

Como se puede observar, se contemplaron las actividades con un mayor nivel de detalle que el planteado en la estructura de desglose del trabajo (EDT), este formato se implementó en actividades de mayor facilidad para la estimación de su avance diario.

Se almacenaron los datos obtenidos en campo, como la hora de inicio y finalización de las actividades y la cantidad de obra ejecutada durante ese lapso de tiempo; se registraron dos tiempos, el productivo que abarca el período en el que se desarrolló la actividad y al cual se le anexó el tiempo contributivo, que es el tiempo en el que el obrero aporta al realización de la actividad con el desarrollo de labores secundarias que están directamente relacionadas, y los tiempos no contributivos que son los que el obrero destina a la satisfacción de sus necesidades fisiológicas. Cabe resaltar que se hizo una estimación básica de estos tiempos y que para un mayor grado de confiabilidad requiere un estudio más riguroso.

ITEM OBRA:		ACERO PLACA NIVEL 1 LOTE RR									
ITEM	FECHA		ACTIVIDAD	CANTIDAD EJECUTADA [m <sup>2</sup> ]	Horas totales por actividad	CUADRILLA ( Hh )				UNIDAD DE PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
	Inicial	Final				Of	Agud	Horas CV	Horas Ag		
1	3 de marzo de 2018	23 de abril de 2018	FIGURADO Y ARMADO ACERO VIGAS	3371,83	85:00:00	1	6	85:00:00	510:00:00	KG/hH	5,667
2	21 de marzo de 2018	26 de abril de 2018	FIGURADO Y ARMADO ACERO PLACA	1822,00	44:00:00	2	8	88:00:00	352:00:00	KG/hH	4,141
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
<b>TIEMPO TOTAL POR ACTIVIDAD</b>					<b>129:00:00</b>						

Figura 10. Formato tiempos de obra ejecución de actividad acero zapatas.

Fuente: Autor (2018)

El formato de la Figura 10, se implemento en actividades cuya estimación del avances diario de obra tenia un mayor grado de complejidad, debido a la forma en que se desarrollaban las subactividades que genera dicha actividad.

En el caso específico de la actividad acero de placa Nivel 1, se puede observar que está compuesta por las subactividades figurado y armado de acero de vigas y Figurado y armado de acero de parrillas losa, estas son actividades que por su unidad de medida dificultan el calculo de la cantidad instalada diariamente.

En el Apéndice F se presentan el proceso detallado para la mayor parte de las actividades contemplados en la proyección, es de resaltar que se presentan variaciones en el formato conforme a las características de cada uno de estos.

Luego del análisis detallado de cada una de las actividades que se ejecutaron durante el tiempo de pasantías, se pudo determinar el tiempo productivo realmente empleado para la consecución de cada una de estas actividades. Las Tablas 9 y 10 muestra el resumen de estas actividades y los tiempos empleados para su ejecución.

Para fines de estos cálculos se contempló un horario laboral de 9 horas diarias, comprendidas entre las 7:00 A.m. – 12:00 m y 1:00 P.m.- 5:00 P.m.

**Tabla 9***Cálculo de tiempos para el concreto*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SUBACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO EMPLEADO (DÍAS)</b>	<b>TIEMPO PRODUCTIVO (DÍAS)</b>
Concreto solado	Fundición	8	1,25
Concreto zapatas	Fundición	14	4,79
Concreto pedestales		<b>12</b>	<b>4,45</b>
	Encofrado		2,65
	Fundición		1,78
Concreto vigas cimentación		<b>12</b>	<b>4,75</b>
	Encofrado		1,69
	Fundición		3,04
Concreto Columnas sótano		<b>5</b>	<b>3,4</b>
	Encofrado		0,78
	Fundición		2,64
Concreto Losa nivel 1		<b>22</b>	<b>9,25</b>
	Encofrado de vigas		4,56
	Encofrado de losa		3,44
	Fundición		1,26
Concreto Columnas nivel 1		<b>8</b>	<b>4,6</b>
	Encofrado		2,11
	Fundición		2,5
Concreto Losa nivel 2		<b>25</b>	<b>18,65</b>
	Encofrado Vigas		7,11
	Encofrado losa		10,44
	Fundición		1,08
Concreto Columnas nivel 2		<b>8</b>	<b>3,45</b>
	Encofrado		1,86
	Fundición		1,58
Concreto Losa cubierta		<b>18</b>	<b>15,5</b>
	Encofrado vigas		5
	Encofrado placa		9,78
	Fundición		0,72

**Nota.** La tabla muestra los tiempos productivos reales empleados en la ejecución de cada una de las actividades de la fase estructura en concreto de la vivienda. Fuente: Autor (2018).

En la Tabla 9 se puede apreciar que hubo una diferencia considerable entre los días calendario utilizados para el desarrollo de las actividades referentes a la instalación de concreto de las losas de entepiso en relación con el tiempo productivo empleo para estas actividades, de

igual manera se observa que las actividades referentes a la ejecución de concreto de columnas, se aprovechó en mayor medida el tiempo empleado.

**Tabla 10**

*Cálculo de tiempos para el acero*

ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	TIEMPO EMPLEADO (DÍAS)	TIEMPO PRODUCTIVO (DÍAS)
Acero zapatas		<b>20</b>	<b>7,7</b>
	Corte y figurado		2,28
	Armado		1,98
	Instalación		3,44
Acero vigas cimentación	Corte, figurado y armado	<b>6</b>	<b>4,42</b>
Acero columnas sótano	Corte, figurado y armado	<b>6</b>	<b>4,44</b>
Acero losas Nivel 1		<b>20</b>	<b>14,33</b>
	Corte, figurado y armado de acero vigas		9,44
	Corte figurado y armado de acero parrillas losa		4,89
Acero columnas segundo nivel	Corte, figurado y armado	<b>9</b>	<b>5,11</b>
Acero losa segundo nivel		<b>24</b>	<b>18,58</b>
	Corte, figurado y armado de acero vigas		14
	Corte figurado y armado de acero parrillas losa		4,56
Columnas segundo nivel	Corte, figurado y armado	<b>12</b>	<b>6,22</b>
Acero losa nivel cubierta		<b>7</b>	<b>5,11</b>
	Corte, figurado y armado de acero vigas		3,11
	Corte figurado y armado de acero parrillas losa		2,0

**Nota.** La tabla muestra los tiempos productivos reales empleados para las actividades relacionadas con el acero de la fase estructura en concreto de la vivienda. Fuente: Autor (2018).

En la Tabla 10 se observa que las actividades relacionadas con la manipulación del acero de refuerzo de los elementos estructurales presentan mayores variaciones en los tiempos productivos respecto a los tiempos empleados, esto puede atribuirse a la dificultad de las actividades y a la intermitencia en el desarrollo de estas.

**3.1.1.4 Realizar cortes periódicos del avance de las actividades desarrolladas.** Con el fin de determinar los avances de obra, se solicitó al contratista los reportes de las actas de obra realizadas durante el periodo de ejecución del proyecto, y de esta manera verificar las variaciones presentadas en ejecución de las actividades respecto a lo proyectado. La Figura 11 muestra el corte que presentó la mayor variación negativa y la figura 12 muestra la mayor variación positiva en la ejecución de la obra.

En la Figura 12 se pudo observar que el tercer corte de ejecución de obra presentó las variaciones negativas más significativas, pues actividades como concreto de vigas de cimentación, y acero de vigas y losa primer nivel no lograron alcanzar los porcentajes de ejecución esperados en la proyección, y debido a su importancia en el desarrollo general del proyecto retrasaron la ejecución general de la obra en un 5,97%, estos retrasos en la ejecución pueden atribuirse a la inclusión de actividades adicionales que no se contemplaron inicialmente en el cronograma de ejecución de actividades y que tiene gran incidencia en las tareas críticas.

Con respecto a la Figura 13, se pudo evidenciar que en el quinto corte de obra se logró ejecutar en su totalidad lo proyectado, y algunas actividades presentaron una variación positiva en ejecución, generando que el porcentaje de ejecución total de la obra se incrementara en un 1,82%.

En el apéndice G, se muestran los 8 cortes realizados mes a mes durante el tiempo de ejecución de proyecto.

CONTRACTUAL						Acta No 3		CONDICIONES ACTUALIZADAS SEGUN ACTA MODIFICATORIA 1		ACUMULADO ACTA ANTERIOR		PRESENTE ACTA		ACUMULADO TOTAL		% OBRA EJECT	% OBRA PROYECTADA	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL			
1,08	RELLENO MATERIAL SELECCIONADO	M3	33,28	\$ 32.000,00	\$ 1.064.960	33,28	\$ 1.064.960	33,28	\$ 1.064.960	-	\$ -	33,28	\$ 1.064.960	33,28	\$ 1.064.960	100,00%	100,00%	
2,03	CONCRETO DE 4.000 PSI PARA PEDESTALES	M3	4,21	\$ 530.000,00	\$ 2.233.553	2,47	\$ 1.309.100	4,21	\$ 2.233.553	1,74	\$ 922.200	2,47	\$ 1.309.100	4,21	\$ 2.231.300	99,90%	100,00%	
2,04	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN.	M3	17,76	\$ 480.000,00	\$ 8.524.800	14,79	\$ 7.096.800	17,76	\$ 8.524.800	-	\$ -	14,79	\$ 7.096.800	14,79	\$ 7.096.800	83,25%	100,00%	
2,05	CONCRETO DE 4.000 PSI PARA COLUMNAS PRIMER NIVEL	M3	11,27	\$ 580.000,00	\$ 6.539.442	5,65	\$ 3.277.000	11,27	\$ 6.539.442	-	\$ -	5,65	\$ 3.277.000	5,65	\$ 3.277.000	50%	50,00%	
2,11	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PLACA DE CONTRAPISO PRIMER NIVEL	M3	23,80	\$ 520.000,00	\$ 12.376.000	15,87	\$ 8.250.840	23,80	\$ 12.376.000	-	\$ -	15,87	\$ 8.250.840	15,87	\$ 8.250.840	67%	66,67%	
2,14	ACERO ZAPATAS PDR 60.000 PSI	KG	2.122,00	\$ 3.030,07	\$ 6.429.799	707,26	\$ 2.143.050	2.122,00	\$ 6.429.799	-	\$ -	707,26	\$ 2.143.050	707,26	\$ 2.143.050	33%	33,33%	
2,16	ACERO COLUMNAS PDR 60.000 PSI	KG	6.602,00	\$ 3.030,07	\$ 20.004.493	1.466,96	\$ 4.444.985	6.602,00	\$ 20.004.493	3.380,70	\$ 10.243.742	1.466,96	\$ 4.444.985	4.847,66	\$ 14.688.727	73,43%	66,67%	
2,17	ACERO VIGAS DE PRIMER NIVEL PDR 60.000 PSI	KG	3.834,00	\$ 3.030,07	\$ 11.617.271	1.094,99	\$ 3.317.891	3.834,00	\$ 11.617.271	-	\$ -	1.094,99	\$ 3.317.891	1.094,99	\$ 3.317.891	28,56%	50,00%	
2,20	ACERO PLACA PRIMER NIVEL PDR 60.000 PSI	KG	1.965,00	\$ 3.030,07	\$ 5.954.079	561,20	\$ 1.700.485	1.965,00	\$ 5.954.079	-	\$ -	561,20	\$ 1.700.485	561,20	\$ 1.700.485	28,56%	100,00%	
5,01	ACOMETIDA SANITARIA	ML	34,00	\$ 42.958,82	\$ 1.460.600	6,80	\$ 292.120	34,00	\$ 1.460.600	-	\$ -	6,80	\$ 292.120	6,80	\$ 292.120	20,0%	20,00%	
6,01	ACOMETIDA HIDRÁULICA	ML	35,00	\$ 25.000,00	\$ 875.000	7,00	\$ 175.000	35,00	\$ 875.000	-	\$ -	7,00	\$ 175.000	7,00	\$ 175.000	20,00%	20,00%	
6,09	PUNTO DE AGUA CALIENTE	UN	5,00	\$ 25.000,00	\$ 125.000	1,00	\$ 25.000	5,00	\$ 125.000	-	\$ -	1,00	\$ 25.000	1,00	\$ 25.000	20,00%	100,00%	
7,01	ACOMETIDA SUBTERRÁNEA	GL	1,00	\$ 470.000,00	\$ 470.000	1,00	\$ 470.000	1,00	\$ 470.000	-	\$ -	1,00	\$ 470.000	1,00	\$ 470.000	100,00%	100,00%	
7,07	PUESTA A TIERRA	GL	1,00	\$ 339.800,00	\$ 339.800	1,00	\$ 339.800	1,00	\$ 339.800	-	\$ -	1,00	\$ 339.800	1,00	\$ 339.800	100,00%	100,00%	
8,01	ACOMETIDA PRINCIPAL	GL	1,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000	0,50	\$ 105.000	1,00	\$ 210.000	-	\$ -	0,50	\$ 105.000	0,50	\$ 105.000	50,00%	100,00%	
9,01	ACOMETIDA PRINCIPAL	GL	1,00	\$ 210.000,00	\$ 210.000	-	\$ -	1,00	\$ 210.000	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	100,00%	
1004,00	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN LADRILLO DOBLE	M2	115,00	\$ 119.350,00	\$ 13.725.250	57,50	\$ 6.862.625	115,00	\$ 13.725.250	57,50	\$ 6.862.625	57,50	\$ 6.862.625	115,00	\$ 13.725.250	100,00%	100,00%	
1006,00	IMPERMEABILIZACIÓN CON IGOL DENGO SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLÁSTICO PARA IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO	M2	135,32	\$ 13.750,00	\$ 1.860.650	90,20	\$ 1.240.250	135,32	\$ 1.860.650	45,10	\$ 620.125	90,20	\$ 1.240.250	135,30	\$ 1.860.375	99,99%	100,00%	
1007,00	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA VIGAS NIVEL SÓTANO	M3	11,78	\$ 687.500,00	\$ 8.098.750	-	\$ -	11,78	\$ 8.098.750	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	100,00%	
1009,00	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PLACA NIVEL SÓTANO	M3	21,95	\$ 766.700,00	\$ 16.829.065	-	\$ -	21,95	\$ 16.829.065	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	100,00%	
1010,00	RETRO DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACIONES	M3	301,00	\$ 8.637,00	\$ 2.599.737	75,25	\$ 649.934	301,00	\$ 2.599.737	150,50	\$ 1.299.869	75,25	\$ 649.934	225,75	\$ 1.949.803	75,00%	75,00%	
1011,00	TRADIEGO DE MATERIAL EN OBRA	M3	298,00	\$ 4.154,00	\$ 1.237.892	149,00	\$ 618.946	298,00	\$ 1.237.892	74,50	\$ 309.473	149,00	\$ 618.946	223,50	\$ 928.419	75,00%	75,00%	
<b>CONDICIONES INICIALES DEL CONTRATO</b>						<b>Acta No 3</b>		<b>CONDICIONES ACTUALIZADAS SEGUN ACTA MODIFICATORIA 1</b>		<b>ACUMULADO ACTA ANTERIOR</b>		<b>PRESENTE ACTA</b>		<b>ACUMULADO TOTAL</b>		<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>		
COSTO DIRECTO				\$ 629.620.348,92	\$ 45.204.748,00	\$ 581.612.435	\$ 49.135.843	\$ 35.426.191	\$ 110.666.489									
IMPREVISTOS DE OBRA 3%				\$ 15.888.610,47	\$ 1.356.142,44	\$ 3%	\$ 17.448.373,05	\$ 3%	\$ 1.474.075,29	\$ 3%	\$ 1.062.785,73	\$ 3%	\$ 3.319.994,67					
ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS PRESUPUESTO PRELIMINAR				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -									
ADMINISTRACIÓN DE OBRA 8%				\$ 42.369.627,91	\$ 3.616.379,84	\$ 8%	\$ 46.528.994,80	\$ 8%	\$ 3.930.867,44	\$ 8%	\$ 2.834.095,28	\$ 8%	\$ 8.853.319,12					
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>\$ 687.878.587</b>	<b>\$ 50.177.270,28</b>	<b>\$ 645.583.803</b>	<b>\$ 54.540.786</b>	<b>\$ 39.322.672</b>	<b>\$ 122.879.803</b>	<b>19,028%</b>								

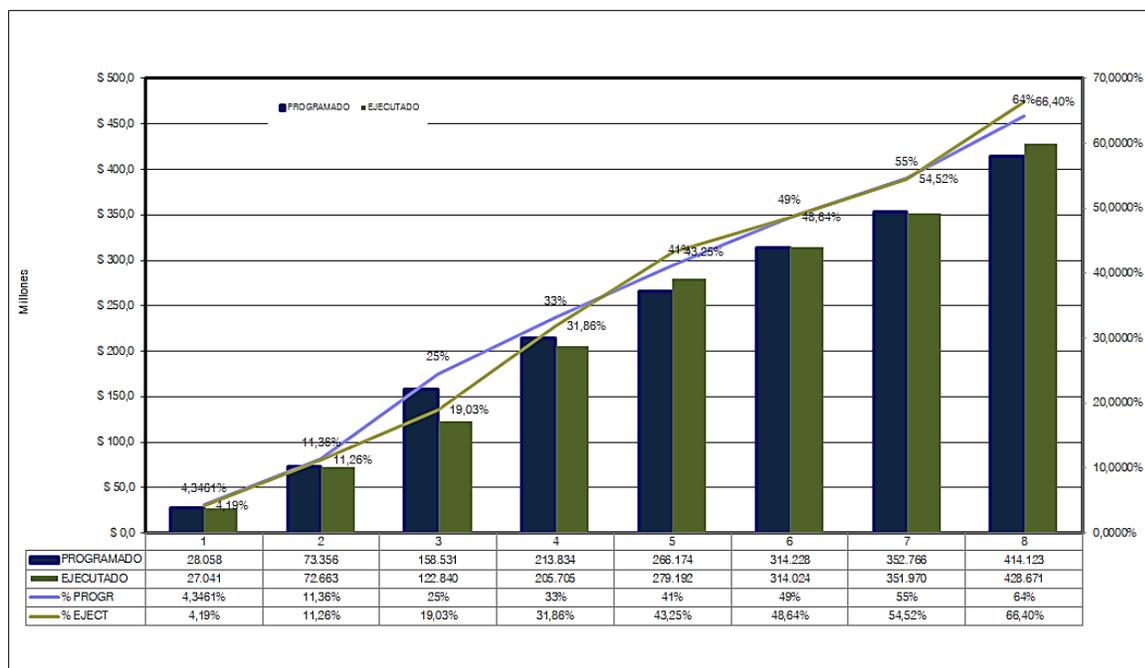
Figura 11. Corte avance de obra tercer mes, 3 de marzo hasta 2 de abril 2018.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

CONTRACTUAL						Acta No 5		CONDICIONES ACTUALIZADAS SEGÚN ACTA MODIFICATORIA 1		ACUMULADO ACTA ANTERIOR		PRESENTE ACTA		ACUMULADO TOTAL		% OBRA EJECT	% OBRA PROYECTADO
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL	CANT.	VR. TOTAL		
1,00	ACTIVIDADES PRELIMINARES				\$ 18.255.690,31		\$ -		\$ -		\$ 18.255.691,00		\$ -		\$ 18.255.670,00		
2,06	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA VIGAS SEGUNDO NIVEL	M3	24,29	\$ 630.000,00	\$ 15.299.550	14,49	\$ 9.128.700	24,29	\$ 15.299.550	9,80	\$ 6.174.000	14,49	\$ 9.128.700	24,29	\$ 15.302.700	100%	100,00%
2,07	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PLACA SEGUNDO NIVEL	M3	16,36	\$ 710.000,00	\$ 11.612.050	16,36	\$ 11.615.600	16,36	\$ 11.612.050	-	\$ -	16,36	\$ 11.615.600	16,36	\$ 11.615.600	100%	100,00%
2,08	CONCRETO DE 4.000 PSI PARA COLUMNAS SEGUNDO NIVEL	M3	3,99	\$ 640.000,00	\$ 2.552.064	3,99	\$ 2.553.600	3,99	\$ 2.552.064	-	\$ -	3,99	\$ 2.553.600	3,99	\$ 2.553.600	100%	100,00%
2,09	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA VIGA CUBIERTA	M3	22,43	\$ 780.000,00	\$ 17.491.500	22,43	\$ 17.495.400	22,43	\$ 17.491.500	-	\$ -	22,43	\$ 17.495.400	22,43	\$ 17.495.400	100,0%	33,33%
2,13	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA ESCALERA	M3	9,00	\$ 790.000,00	\$ 7.113.160	2,25	\$ 1.777.500	9,00	\$ 7.113.160	-	\$ -	2,25	\$ 1.777.500	2,25	\$ 1.777.500	25,0%	25,00%
2,16	ACERO COLUMNAS PDR 60.000 PSI	KG	6.602,00	\$ 3.030,07	\$ 20.004.493	748,66	\$ 2.268.489	6.602,00	\$ 20.004.493	5.854,47	\$ 17.739.413	748,66	\$ 2.268.489	6.603,13	\$ 20.007.901	100,02%	100,00%
2,19	ACERO VIGA CUBIERTA PDR 60.000 PSI	KG	2.215,00	\$ 3.030,07	\$ 6.711.595	2.215,00	\$ 6.711.595	2.215,00	\$ 6.711.595	-	\$ -	2.215,00	\$ 6.711.595	2.215,00	\$ 6.711.595	100,00%	100,00%
2,22	ACERO PLACA CUBIERTA PDR 60.000 PSI	KG	985,00	\$ 3.030,07	\$ 2.984.615	985,00	\$ 2.984.615	985,00	\$ 2.984.615	-	\$ -	985,00	\$ 2.984.615	985,00	\$ 2.984.615	100,00%	100,00%
2,24	ACERO ESCALERA PDR 60.000 PSI	KG	802,00	\$ 3.030,07	\$ 2.430.113	802,00	\$ 2.430.113	802,00	\$ 2.430.113	-	\$ -	802,00	\$ 2.430.113	802,00	\$ 2.430.113	100,00%	100,00%
5,01	ACOMETIDA SANITARIA	ML	34,00	\$ 42.958,82	\$ 1.460.600	12,19	\$ 523.668	34,00	\$ 1.460.600	21,80	\$ 936.502	12,19	\$ 523.668	33,99	\$ 1.460.170	100,0%	80,00%
5,03	CAJAS DE INSPECCIÓN	UN	2,00	\$ 240.000,00	\$ 480.000	-	\$ -	2,00	\$ 480.000	2,00	\$ 480.000	-	\$ -	2,00	\$ 480.000	100,00%	66,67%
5,05	PASES TUBERÍA SANITARIA PLACA SEGUNDO NIVEL	UN	2,00	\$ 28.000,00	\$ 56.000	2,00	\$ 56.000	2,00	\$ 56.000	-	\$ -	2,00	\$ 56.000	2,00	\$ 56.000	100,00%	100,00%
5,06	PASES TUBERÍA AGUAS LLUVIA PLACA SEGUNDO NIVEL	UN	4,00	\$ 28.000,00	\$ 112.000	4,00	\$ 112.000	4,00	\$ 112.000	-	\$ -	4,00	\$ 112.000	4,00	\$ 112.000	100,00%	100,00%
6,01	ACOMETIDA HIDRÁULICA	ML	35,00	\$ 25.000,00	\$ 875.000	7,00	\$ 175.000	35,00	\$ 875.000	21,00	\$ 525.000	7,00	\$ 175.000	28,00	\$ 700.000	80,00%	80,00%
6,05	PASES TUBERÍA HIDRÁULICA PLACA SEGUNDO NIVEL	UN	2,00	\$ 18.000,00	\$ 36.000	2,00	\$ 36.000	2,00	\$ 36.000	-	\$ -	2,00	\$ 36.000	2,00	\$ 36.000	100,00%	100,00%
					<b>CONDICIONES INICIALES DEL CONTRATO</b>	<b>Acta No 5</b>		<b>CONDICIONES ACTUALIZADAS SEGÚN ACTA MODIFICATORIA 1</b>		<b>ACUMULADO ACTA ANTERIOR</b>		<b>PRESENTE ACTA</b>		<b>ACUMULADO TOTAL</b>		<b>ACUMULADO PORCENTAJE</b>	
					COSTO DIRECTO	\$ 66.204.557	\$ 581.612.435	\$ 133.327.746	\$ 66.204.557	\$ 251.523.979							
					IMPREVISTOS DE OBRA 3%	\$ 1.986.136,71	\$ 17.448.373,05	\$ 3.999.832,38	\$ 1.986.136,71	\$ 7.545.719,37							
					ACTIVIDADES NO CONTEMPLADAS PRESUPUESTO PRELIMINAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -							
					ADMINISTRACIÓN DE OBRA 8%	\$ 5.296.364,56	\$ 46.528.994,80	\$ 10.666.219,68	\$ 5.296.364,56	\$ 20.121.918,32							
					<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 73.487.058</b>	<b>\$ 645.589.883</b>	<b>\$ 147.993.798</b>	<b>\$ 73.487.058</b>	<b>\$ 279.191.617</b>							

Figura 12. Corte avance de obra quinto mes, 3 de marzo hasta 2 de abril 2018.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)



**Figura 13. Grafica de avance de obra acumulado**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

La Figura 13 muestra que en general la curva de ejecución de proyecto estuvo muy cercana a la contemplada por el contratista, evidenciando que se cumplió de buena manera con los objetivos trazados para el proyecto. De igual manera se constató que hubo un comportamiento de mayor constancia en los últimos 3 periodos de ejecución y solo se presentaron retrasos considerables en uno solo de los periodos, en el resto de periodos se presentaron variaciones negativas, pero no generaron mayores afectaciones al proyecto.

**3.1.2. Realizar el apoyo técnico mediante el control de calidad, costo y rendimiento de mano de obra y de los materiales utilizados durante la ejecución del proyecto adelantado por la empresa, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.**

*3.1.2.1. Revisar las condiciones de calidad de los materiales y la mano de obra utilizada durante la ejecución de actividades.* Como punto inicial del proceso de verificación y control de calidad de los materiales, se identificaron los de mayor incidencia en la ejecución de las actividades, discriminados de acuerdo a las fases de ejecución del proyecto. El proyecto contempla un diseño inicial para las mezclas utilizadas en los diferentes elementos que componen la estructura. En la Tabla 11 se muestran las dosificaciones utilizadas en cada elemento y las resistencias esperadas.

**Tabla 11**

*Dosificaciones de concretos y morteros*

Dosificación	Elemento	Resistencia esperada	Asentamiento esperado.
1 : 2.29 : 2.92	Zapatas	3000 psi	3,7 pulg
	Vigas de cimentación		
1.25: 1.70: 2.17	Losas de entrepiso	4000 psi	3,7 pulg
	Pedestales		
	Columnas		
1:8	Mortero de limpieza	-	-
1:4	Mortero de pega	2000 psi	-

**Nota.** La tabla muestra cada una de las dosificaciones para cada elemento de acuerdo a las especificaciones y las propiedades esperadas. Fuente: Autor (2018).

**Reconocimiento de materiales empleados en la elaboración de mezclas.** Se realizó un reconocimiento visual y técnico de los materiales empleados para determinar el estado en que encontraban a la hora de ser empleados en la elaboración de concretos de cada uno de los elementos estructurales. La Tabla 12 muestra el análisis de materiales para la elaboración de las mezclas.

**Tabla 12**

*Análisis de materiales componentes de concretos*

MEZCLA	MATERIAL	NORMATIVA	OBSERVACIÓN
<b>Concretos 3000 - 4000 Psi y morteros 1:4 y 1:8</b>	Agua	<b>NTC 947-1</b> El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Si contiene sustancias que le produzcan color, olor o sabor inusuales, objetables o que causen sospecha, el agua no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto	El agua empleada en la elaboración de la mezcla se tomó directamente de la red de abastecimiento de agua potable de la empresa ESPO S.A. presente en el lugar. Esta esta agua cumple con los parámetros mínimos de calidad del agua.
	Cemento	<b>NTC 121.</b> Esta norma establece los requisitos físicos y mecánicos que deben cumplir los siguientes tipos de cemento Portland: 1,1 M, 2,3,4 y 5.	El cemento utilizado en la elaboración del concreto es cemento vallenato de uso general. Como se muestra en la Figura 14, los resultados de los ensayos de sus parámetros de control de calidad, están entre los límites establecidos por la normativa.
	Agregado fino	<b>NTC 174</b> El agregado fino debe estar clasificado dentro de los límites que se muestran en la Figura 14	El agregado fino empleado para la elaboración de la mezcla provino de la planta MTA (Mantenimiento, Transformación, el Algodonal). El tamaño del material utilizado fue 3/8". Con el fin de verificar las condiciones de dicho material y su correcta gradación, se solicitó su ficha técnica. Las Figuras 15 y 16 muestran los datos del análisis granulométrico del material.

## Continuación Tabla 12

Agregado grueso

**NTC 174** El agregado grueso debe cumplir con los requisitos establecidos en la Figura 17 para el número de tamaño especificado.

El agregado grueso utilizado en la elaboración de concretos fue suministrado por la planta MTA (Mantenimiento, Transformación, el Algodonal), se pudo constatar que la en la mayor parte de los tamices cumplió con los límites granulométricos establecidos por la normativa. Las Figuras 18 y 19, muestra la gráfica granulométrica del material.

**Nota.** La tabla muestra la descripción de los materiales utilizados en la elaboración de las mezclas empleadas y el comparativo de lo establecido por la normativa y los implementados en la ejecución de la obra. Fuente: Autor (2018).

En la Figura 14 muestra las propiedades físico químicas del material cementante y su rango de valores acorde con los requerimientos de la normativa.

 <b>CERTIFICADO DE CALIDAD DE PRODUCTO</b> <b>CEMENTO Y CALIZAS DE LA PAZ S.A.S</b> <b>CEMENTO GRIS TIPO UG (USO GENERAL)</b>				
Planta:	CEMENTO Y CALIZAS DE LA PAZ S.A.S			
Dirección:	LA PAZ CESAR, Km 1.5 SALIDA A LA GUABRA			
Fecha Producción:	Mayo - Junio			
Producto:	CEMENTO VALLENATO GRIS DE USO GENERAL			
Presentación:	EMPACADO			
Cliente:				
PARAMETRO DE CONTROL	METODO DE ENSAYO	RESULTADO	ESPECIFICACION CECAPAZ	ESPECIFICACION NTC 121
Finura en Tamiz N° 325, %	NTC 294	6,48		
Finura (permeabilidad al aire), cm <sup>2</sup> /g	NTC 33	4376		
<b>Tiempo de fraguado</b>				
Tiempo Inicial de fraguado, minutos	NTC 118	180	Min. 50	Min. 45
Tiempo final de fraguado, minutos	NTC 118	246	Max. 410	Max. 420
<b>Resistencia a la compresión</b>				
1 Día, kgf/cm <sup>2</sup>	NTC 220	85	Min. 60	
3 Días, kgf/cm <sup>2</sup>	NTC 220	170	Min. 110	Min. 80
7 Días, kgf/cm <sup>2</sup>	NTC 220	208	Min. 190	Min. 150
28 Días, kgf/cm <sup>2</sup>	NTC 220		Min. 280	Min. 240
Certificamos que el CEMENTO VALLENATO GRIS DE USO GENERAL cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 para CEMENTO TIPO UG.				

**Figura 14. Ficha técnica del cemento utilizado.**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

En las Figura 15 y 16 se muestra los datos del análisis granulométrico del material.

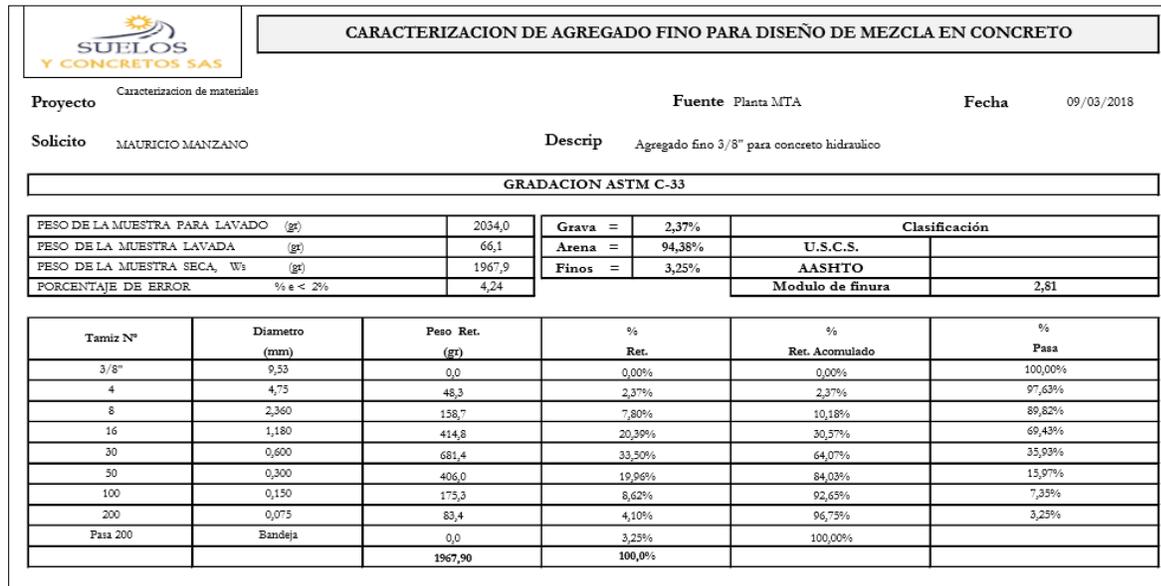


Figura 15. Caracterización del agregado fino.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

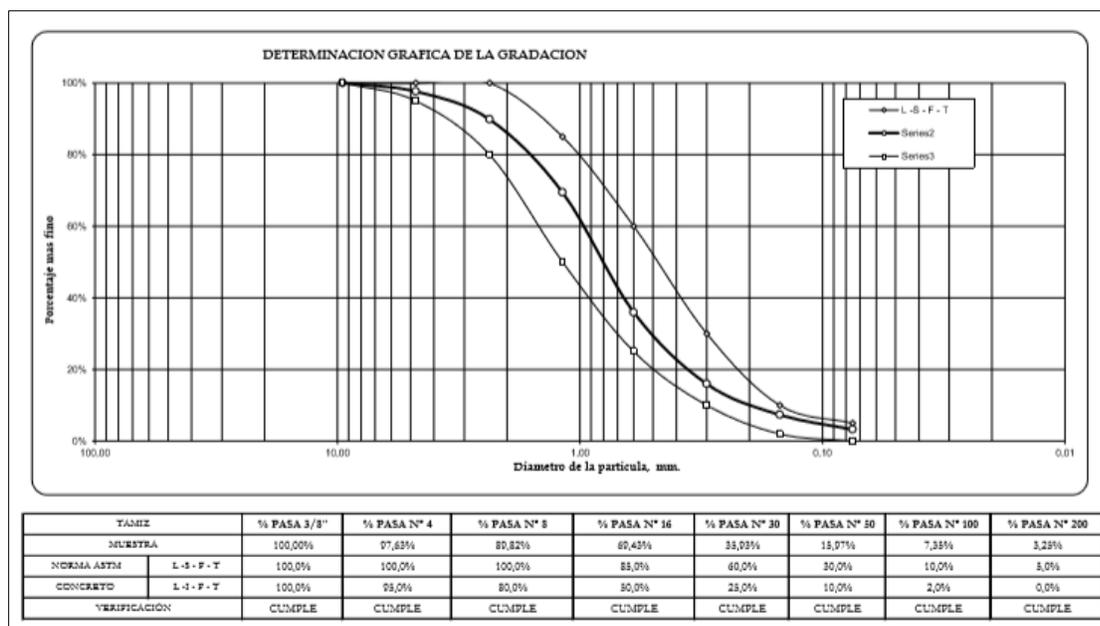


Figura 16. Determinación gráfica de la gradación.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

En la Figura 17 se muestra lo establecido por la NTC 174 para la clasificación de los agregados finos.

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa
9,5 mm	100
4,75 mm	95 a 100
2,36 mm	80 a 100
1,18 mm	50 a 85
600 $\mu$ m	25 a 60
300 $\mu$ m	10 a 30
150 $\mu$ m	2 a 10

**Figura 17. Clasificación de los agregados fino.**

Fuente: (NTC 174)

En la Figura 18 se muestra lo establecido por la NTC 174 para la clasificación de los agregados gruesos.

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)												
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)	1,18 mm (No.16)
1	90 mm a 37,5 mm	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
67	19,0 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (No.4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (No.8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

**Figura 18. Clasificación del agregado grueso.**

Fuente: (NTC 174)

Las Figuras 19 y 20 muestran los resultados de la granulometría y la respectiva curva granulométrica para el agregado grueso.

		<b>CARACTERIZACION DE AGREGADO GRUESO PARA DISEÑO DE MEZCLA EN CONCRETO</b>			
Proyecto	Caracterización de materiales	Fuente	Planta MTA	Fecha	09/03/2018
Solicito	MAURICIO MANZANO	Descrip	Agregado grueso 3/4" para concreto hidráulico		
<b>GRADACION ASTM C-33</b>					
PESO DE LA MUESTRA PARA LAVADO (gr)	2278,3	Grava =	93,18%	Clasificación	
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	69,1	Arena =	3,79%	U.S.C.S.	GW
PESO DE LA MUESTRA SECA, W <sub>s</sub> (gr)	2209,2	Finos =	3,03%	AASHTO	
PORCENTAJE DE ERROR	± 0,2%				

Tamiz N°	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	50,80	0,00	0,0%	0,0%	100,0%
1 1/2"	38,10	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
1"	25,40	0,0	0,0%	0,0%	100,0%
3/4"	19,050	56,4	2,5%	2,5%	97,5%
1/2"	12,700	1043,2	45,8%	48,3%	51,7%
3/8"	9,525	486,3	20,0%	68,3%	31,7%
4	4,750	367,0	14,0%	82,3%	17,7%
8	2,375	86,3	3,8%	86,1%	13,9%
Pasa 8	Bandeja	0,0	0,0%	86,1%	13,9%
		2209,20	100,0%		

Figura 19. Caracterización del agregado grueso.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

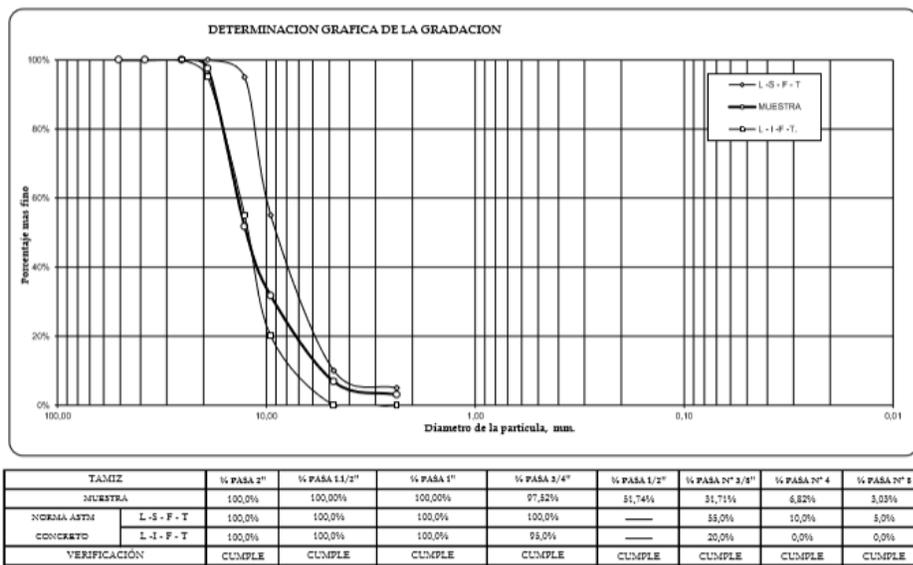


Figura 20. Determinación grafica de la granulometría.

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

**Toma de muestras de concreto de elementos estructurales.** Con el fin de verificar que se utilizaron las dosificaciones de forma adecuada se hizo la toma de muestras para los respectivos ensayos.

Posterior al mezclado se seleccionó una muestra representativa con la cual se realizó el ensayo de slump, con el fin de garantizar que la manejabilidad de concreto fuera la adecuada, sin exceder la cantidad de agua adicionada a la mezcla y alterar las resistencias esperadas.

La Figura 21 se muestra el desarrollo del ensayo y toma del asentamiento arrojado.



**Figura 21. Toma de medida del asentamiento.**

Fuente: Autor (2018).

Luego de tomadas las muestras, se pudo verificar que el aspecto de la mezcla era consistente, y se evidenciaba que el grado de humedad era el adecuado y sugerido por el diseño de mezclas. Luego de este proceso se verificó que el resultado obtenido en campo estuviese dentro de los límites definidos para los tipos de elementos en los que se utilizó la mezcla.

La Figura 22 muestra el asentamiento recomendado para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación y compactación.

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO mm.	EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE COLOCACIÓN	SISTEMA DE COMPACTACIÓN
<b>MUY SECA</b>	0,0 – 20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación.	Con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración externa, puede requerirse presión.
<b>SECA</b>	20-35	Pavimentos.	Pavimentos con máquina terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
<b>SEMISECA</b>	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>MEDIA (PLÁSTICA)</b>	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
<b>HÚMEDA</b>	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
<b>MUY HÚMEDA</b>	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo-embudo-tremie.	Secciones altamente reforzadas con vibración.
<b>SÚPER FLUIDA</b>	más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Figura 22. Tabla de consistencia del concreto.

Fuente: (Rivera, 2010)

Según el resultado obtenido durante el ensayo y como se resalta en la Figura 22, el asentamiento del concreto utilizado se encuentra dentro de los rangos sugeridos para el tipo de elementos estructurales en los cuales se empleó.

**Ensayos de resistencia del concreto a la compresión.** Se realizó la debida toma cilindros de muestra para todos los elementos estructurales, con la finalidad de determinar si se le estaba dando un adecuado manejo a las dosificaciones propuestas para los concretos. La Figura 23 evidencia la toma de cilindros de muestra.



**Figura 23. Realización de cilindros de concreto.**

Fuente: Autor (2018).

Se pudo constatar que se cumplieron con las resistencias esperadas para los concretos empleados y los resultados de la compresión de dichos cilindros se muestran en el Apéndice H.

**Acero de refuerzo.** El acero implementado para la realización de los elementos estructurales fue de tipo corrugado, cuyos diámetros variaban de acuerdo con las características de los elementos. Generalmente se utilizó acero Diaco fabricado bajo la NTC 2289, de buen comportamiento durante su manipulación y que no presentó fallas a la hora de figurarse. En el Apéndice H se presentan los ensayos a los diferentes diámetros de acero utilizado. En la Tabla 13 se muestra en la verificación de calidad del acero de refuerzo.

**Tabla 13**

*Verificación del acero de refuerzo*

MATERIAL	NORMATIVA (FIGURADO)	OBSERVACIÓN
<b>Acero corrugado estribos <math>\phi</math> 3/8"</b>	<b>NSR-10 (C7.1.4).</b> en los estribos de confinamiento requeridos en el capítulo C.21 en estructuras de capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES), para construcción sísmica resistente, deben emplearse ganchos sísmicos con un doblado de 135° o más, con una extensión de 6db, pero no menor de 75mm, que abraza el refuerzo longitudinal del elemento y se proyecta hacia el interior de la sección del elemento.	El acero implementado para la realización de los elementos estructurales fue de tipo corrugado, cuya figuración no se llevó a cabo en obra. Se utilizó acero Diaco fabricado bajo la NTC 2289, de buen comportamiento durante su manipulación y que no presentó fallas a la hora de figurarse.
<b>Acero corrugado longitudinal <math>\phi</math> 3/8" – 3/4"</b>	<b>NSR -10 (C 7.4.1)</b> en el momento que es colocado en concreto, el refuerzo debe estar libre de barro, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia. <b>(C 7.4.2)</b> El refuerzo, excepto el acero de preesforzado, con oxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse satisfactorio, si las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra limpiada, utilizando un cepillo de alambre de acero.	El estado de acero instalado en obra, cumple con lo establecido por la normativa en cuanto a condiciones de limpieza de la superficie de la barra corrugada.

**Nota.** La tabla muestra el análisis de las condiciones de figurado e instalación de los aceros de refuerzo de los elementos estructurales. Fuente: Autor (2018).

Para el control de calidad de los materiales, mano de obra y equipos se implementó una lista de chequeo, a través de la cual se hace un análisis del cumplimiento de ciertos requerimientos establecidos para dicho estudio. Para la comparación y verificación del acatamiento de las especificaciones de algunas actividades, se tomó como referencia lo establecido por las normas técnicas colombianas, decretos y leyes establecidas por el ministerio de trabajo en pro de garantizar la buena ejecución de las actividades relacionadas con el campo de la construcción y la seguridad del recurso humano encargado de su ejecución.

A continuación, se muestra un apartado de la lista de chequeo. En el Apéndice I se presenta el análisis de cada una de las actividades estudiadas. En la Tabla 14 se muestra el formato implementado para el control y su aplicación a una de las actividades realizadas.

**Tabla 14**

*Lista de chequeo para viga elevada 0,30 x 0,50 m en concreto 3000 psi*

MATERIALES							EVIDENCIA DE LA ACTIVIDAD	
ITEM	DESCRIPCIÓN	Unidad	Utilizado		Normativa	Cumplimiento		
			si	no		Cumple		No cumple
<b>3.7</b>	<b>Viga elevada 0,30 x 0,50 m concreto 3000 psi.</b>							
3.7.1	Concreto normal 3000 psi	M3	X		NTC 174	X		
3.7.2	Varilla corrugada 3/8"	Kg	X		NSR 10	X		
3.7.3	Varilla corrugada de 1/2" a 3/4"	kg	X		NSR 10	X		
3.7.4	Alambre negro #18	Kg	X		NSR-10	X		
EQUIPOS								
Descripción del equipo	ESTADO DEL EQUIPO							
	Bueno	Mal estado	no aplica					
Mezcladora gasolina 1 bulto	X							
Formaleta madera 0,70 m x 1,40 m	X							
Vibrador eléctrico	X							
Andamio (1,50 m)	X							
Paral metálico (3 m)	X							
Tabla blanca cepillada (0,025 x 0,3 x 3m)	X							
Cercha metálica (3 m)	X							
MANO DE OBRA								
Cuadrilla	Descripción	Implementos de seguridad				OBSERVACIONES GENERALES DE LA ACTIVIDAD		
		casco	gantes	gafas	Arnés			
3:23	Cuadrilla 6	No	No	No	No	<p>Los materiales implementados cumplen con la normativa técnica en lo que respecta a la calidad de los materiales y elaboración de las mezclas, se evidenció un adecuado tratamiento para las juntas frías por interrupciones durante el vaciado del concreto, con utilización de aditivos especialmente destinados a este tipo de proceso como el sikadur -32, la Figura 24 muestra el proceso de aplicación de los productos mencionados.</p> <p>Según lo establecido por la resolución 1409 del 2012 del ministerio del trabajo en que concierne a la seguridad del personal en alturas, esta establece que a partir de una altura de 1.50 m debe hacerse un control minucioso de los implementos de seguridad a utilizar. Se observó que estas condiciones no se cumplieron a cabalidad pues durante el armado y vaciado de los elementos no se contó con tales implementos adecuadamente.</p>		
1:4	Cuadrilla 7	Si	Si	No	No			

**Nota.** La tabla xxx muestra el análisis de calidad de los materiales, mano de obra y equipos de la actividad vigas elevadas en concreto 3000 psi del ítem estructura de concreto. Fuente: Autor (2018).

La Figura 24 muestra el proceso de aplicación de los aditivos sika utilizados para las juntas frías generadas durante el vaciado.



**Figura 24. Proceso de instalación de productos sika en las juntas frías.**

Fuente: Autor (2018).

Durante el proceso de verificación realizado con las listas de chequeo se evidenciaron algunas anomalías en los materiales, estas anomalías se presentan a continuación.

Durante el vaciado de las zapatas se presentó una irregularidad en la maduración del concreto, como se evidencia en la Figura 25 se presentan fisuras en dicho material; se consulta esta anomalía con el ingeniero Interventor de obra, el cual manifiesta que dichas fisuras pueden atribuirse a los cambios bruscos de temperatura que se presentaban y debido al proceso normal que sigue el concreto por retracción al secado.



**Figura 25. Fisuras en el concreto zapatas.**

Fuente: Autor (2018).

Esta anomalía se le dio a conocer al contratista y además se hizo la sugerencia de darle un tratamiento al proceso de curado del concreto de estos elementos por medio aditivos como antisol que mejoraran sus condiciones.

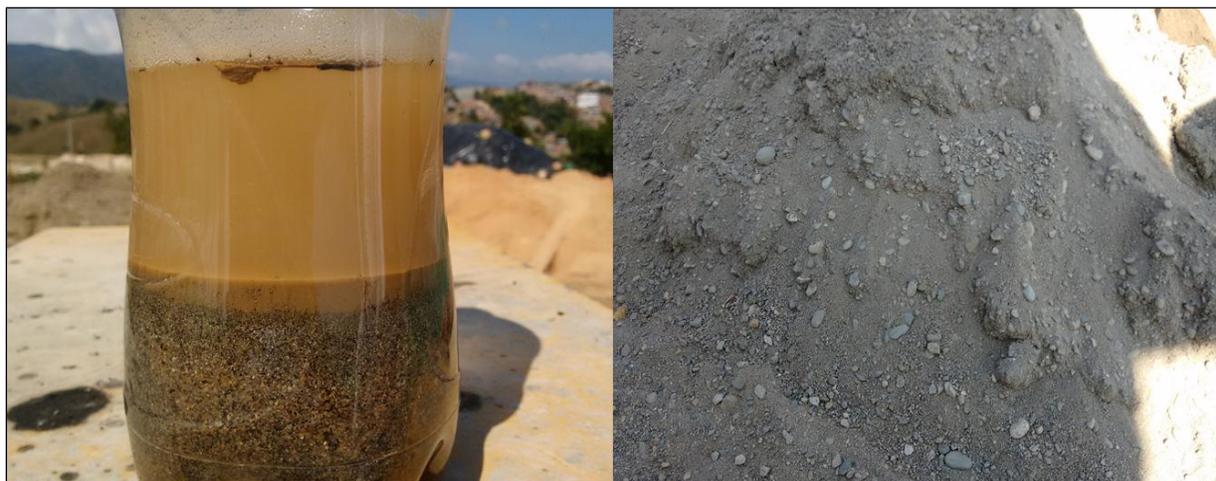
Debido a la inversión que representaba la aplicación de este tipo productos y en consenso con la interventoría se dispuso darle un curado mediante el humedecimiento y saturación temporal de los elementos, como se muestra en la Figura 26 y de esta manera evitar la pérdida de humedad a edades tempranas.



**Figura 26. Proceso de curado implementado para el concreto de zapatas.**

Fuente: Autor (2018).

En algunos casos se constató que, pese al cumplimiento de las especificaciones por parte del material, este presentó variaciones en el contenido de finos y partículas de mayor tamaño, componentes que inciden significativamente la calidad del producto final. La Figura 27, muestra algunas de estas irregularidades.



**Figura 27. Anomalías presentes en el agregado fino.**

Fuente: Autor (2018).

Durante la realización de la actividad vigas de cimentación, se evidencio un cambio en el suministro del acero de refuerzo implementado, se consultó dicha anomalía con el contratista y la interventoría para la toma de la decisión de la inclusión del material en la elaboración del elemento. En consenso con ambas partes, se decide hacer una prueba para dicho acero, con el fin de determinar si poseía las características adecuadas. La Figura 28 muestra la prueba de figuración a la cual fue sometido el acero.



**Figura 28. Prueba de figuración al acero.**

Fuente: Autor (2018).

Al figurar el elemento se observó que presentaba deterioro en la parte en la curvatura generada por el dobléz, se decidió retornar el acero a las condiciones iniciales para verificar su comportamiento, al realizar este proceso se presentó la ruptura del elemento. La Figura 29 muestra la falla presentada por la varilla.



**Figura 29. Falla presentada por el acero al momento de figurarse.**

Fuente. Autor (2018)

Por lo anterior el contratista y la interventoría solicitan al proveedor el respectivo cambio del material debido a que incumplía las condiciones normales para su utilización.

**Condiciones de la mano de obra.** El control de calidad de la mano de obra está sujeto las condiciones de trabajo y experiencia en el desarrollo de actividades. Dentro del contexto regional de nuestro municipio se está presentado una problemática que afecta directamente al gremio de la construcción debido a la inclusión de mano de obra no calificada de procedencia extranjera.

El personal involucrado durante el tiempo de ejecución de actividades ha tenido un proceso de evaluación durante la realización de variados proyectos con la empresa, con el fin de garantizar una continuidad y un ambiente laboral que no genere anomalías frecuentes como lo son bajos rendimientos, errores constructivos y demás factores que pueden presentarse por limitantes en el personal debido a inexperiencia. Se evidenció que para esto el contratista realizo charlas de orientación y capacitación periódicamente a la mano de obra, como se observa en la Figura 30.



**Figura 30. Capacitación a la mano de obra.**

Fuente. Autor (2018)

Además, se verifico periódicamente la inclusión del personal a empresas aseguradoras de contra riesgos laborales y la utilización de implementos de seguridad necesarios para las labores.

En el Apéndice J muestra las planillas de vinculación de la mano de obra al sistema de seguridad contra riesgos laborales.

Otra forma de verificar la calidad de la mano de obra fue la cualificación del producto final de cada fase de ejecución del proyecto. Para esto, durante el proceso de ejecución de las actividades se hicieron inspecciones visuales con el fin de reducir los errores en los que comúnmente incurre la mano de obra. Entre las Figura 31 hasta la Figura 35, se muestran algunos de los procesos de verificación a la mano obra.



**Figura 31. Verificación del nivel del acero de columnas para garantizar un adecuado recubrimiento lateral.**

Fuente. Autor (2018)



**Figura 32. Verificación pitagórica de la escuadra de los ejes de columnas.**

Fuente. Autor (2018).



**Figura 33. Verificación de aplome de columnas.**

Fuente. Autor (2018)



**Figura 34. Verificación del buen aspecto de las columnas y mampostería.**

Fuente. Autor (2018)



**Figura 35. Adecuado encofrado de losas de entrepiso.**

Fuente. Autor (2018).

**Revisión de los costos de la mano de obra empleada.** El análisis del costo de la mano de obra empleada se realizó con base en las cuadrillas generalmente empleadas para la ejecución de las diferentes actividades. A continuación, se presenta un análisis del costo que representa el personal involucrado.

**Análisis del costo de la mano de obra.** Para la estimación de los costos del personal involucrado en la realización de las actividades se consultó la revista de construcción Construdata en la cual se define el valor real del salario teniendo en cuenta cada uno de los factores que interviene en su cálculo, contemplando la normativa y las afectaciones a nivel tributario que rigen a esta actividad. (Construdata, 2018)

Se solicitó al contratista la información referente al análisis del costo efectuado para la determinación del salario del trabajador que se presenta en el Apéndice K.

A partir de estos datos, se determinó el valor real devengado diariamente de acuerdo con el nivel de especialidad. En la Figura 36 se muestra los salarios establecidos.

<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>SALARIOS ESTABLECIDOS POR EL CONTRATISTA</b>
Oficial	52.916
Ayudante	33.500

**Figura 36. Salarios establecidos por el contratista.**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

**3.1.2.2 Estimar los rendimientos reales obtenidos durante la ejecución del proyecto.** Para la ejecución de este proceso, se realizó un análisis de las actividades más relevantes de cada una de las fases desarrolladas. Este análisis se llevó a cabo en el formato de estimación de tiempos de obra presentado en el desarrollo del primer objetivo del presente informe.

El proceso de cálculo de los rendimientos se hizo por productividad, se registraron las cantidades ejecutas para cada actividad en los periodos de tiempo en los que se realizó. De igual manera se discrimina el personal involucrado. el análisis para cada actividad se presenta en el Apéndice L.

En la Tabla 15 se muestra el resumen de los picos mínimos y máximos obtenidos para los rendimientos de cada actividad analizada, es de resaltar que los rendimientos contemplados son los de las cuadrillas más empleadas durante la ejecución de las actividades.

**Tabla 15**

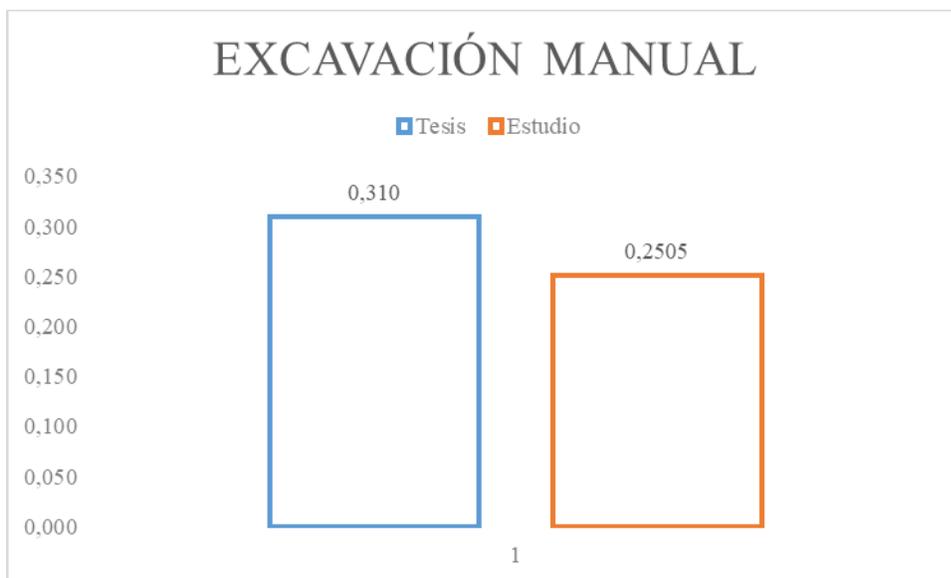
*Resumen de los rendimientos mínimos y máximos para cada actividad analizada*

ACTIVIDAD	CUADRILLA	UNIDAD	RENDIMIENTO MÍNIMO (UND /HH)	RENDIMIENTO MÁXIMO (UND /HH)
Excavación manual sin clasificar	0:5	M3	0,131	0,370
Concreto solado	1:2	M3	0,043	0,140
Acero de refuerzo zapatas A < 2 m2				
Corte y figurado	0:2	Kg	9,312	12,416
Armado	1:5	Kg	6,984	16,530
Instalación	1:3	Kg	6,146	13,968
<b>Concreto zapatas A &lt; 2 m2</b>	1:5	M3	0,085	0,247
Concreto pedestales 30 x 30 cm				
Encofrado	1:1	M3	0,027	0,125
Fundición	1:5	M3	0,017	0,125
Acero refuerzo vigas de cimentación 30 x 40 cm	1:1	Kg	6,364	17,182
Concreto Vigas de cimentación 30 x 40 cm	1:5	ML	0,340	1,173
Concreto columnas 30 x 30 cm H < 3m	1:5	M3	0,028	0,168
Acero vigas 30 x 40 elevadas H > 3m	1:6	Kg	-	5,667
Acero parrillas losa elevada e = 10 cm H > 3m	2:8	Kg	-	4,141
Concreto losa elevada e = 10 cm H > 3m	3:23	M3	-	0,186
<b>Concreto columnas 30 x 30 cm H &gt; 3 m</b>				
Encofrado	1:1	M3	0,065	0,194
Fundición	1:5	M3	0,016	0,097
Acero vigas 30 x 40 elevadas H > 6 m	1:5	Kg	-	3,602
Acero losa maciza elevada e=10 cm H> 6 m	3:10	Kg	-	4,319
Concreto losa maciza elevada e= 10 cm H > 6 m	3:18	M2	-	0,854
<b>Concreto Columnas 30 x 30 cm H &gt; 6 m</b>				
Encofrado	1:1	M3	0,083	0,170
Fundición	1:7	M3	0,026	0,061
Acero vigas 30 x 40 elevadas H > 9 m	3:10	Kg	-	4,350
Acero losa maciza elevada e=10 cm H> 9 m	3:10	Kg	-	4,092
Concreto losa maciza elevada e= 10 cm H > 6 m	3:18	M2	-	0,820
Mampostería en ladrillo macizo e =30 cm	1:1	M2	0,123	0,476
Mampostería en bloque N°4 e=10 cm H = 3m	1:1	M2	0,273	0,923
Mampostería en bloque N°4 e=10 cm H = 6 m	2:2	M2	0,577	0,803

**Nota.** La tabla muestra los rendimientos máximos y mínimos registrados para las cuadrillas comúnmente utilizadas en las actividades analizadas durante el tiempo de la pasantía. Fuente: Autor (2018).

Terminada la tabulación se realizó un análisis comparativo de estos resultados con rendimientos propuestos para la región, tomando como base el estudio realizado en el trabajo de grado “Estudio de rendimientos de mano de obra en Viviendas de interés social para la creación de Una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander”. (Plata & Quintero, 2017)

Como metodología se realizó un análisis grafico para estimar las variaciones porcentuales de acuerdo a los datos teóricos proporcionados por el estudio. En diferentes actividades no es posible realizar el comparativo, debido a diferencias en la unidad de medida contempladas en ambos estudios para la determinación de la productividad. Las Figuras 37 hasta la Figura 44 muestran las gráficas comparativas para algunas de las actividades analizadas.



**Figura 37. Grafica comparativa rendimiento actividad excavación manual.**

Fuente. Autor (2018).

Del resultado del análisis gráfico presentado en la Figura 37, se pudo determinar que existe una variación negativa del  $0,0595 \text{ m}^3/\text{hH}$  en el rendimiento de la actividad excavación manual ejecutada en el proyecto con respecto a los rendimientos teóricos propuestos en el estudio.

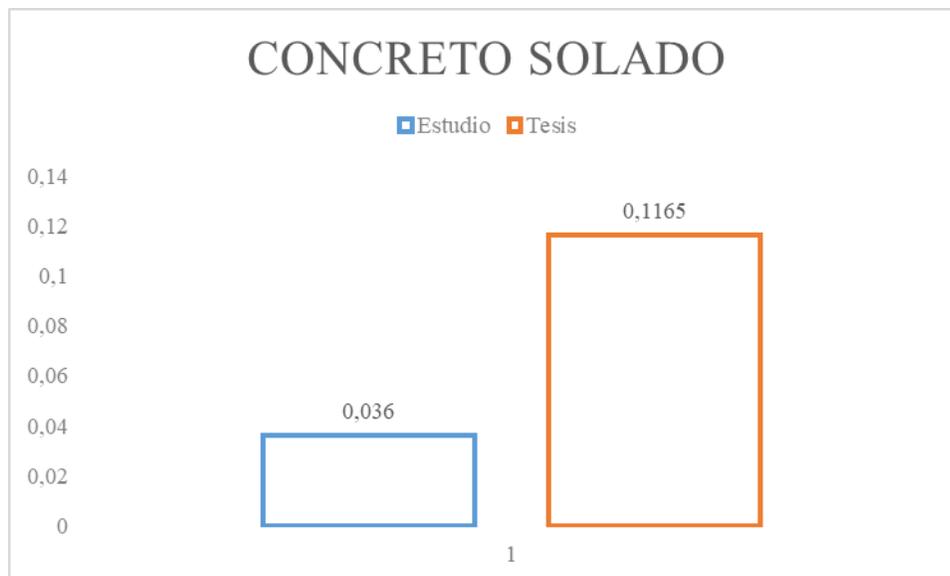
Lo que representa una disminución del 19,2% en el rendimiento de la actividad. Según Luis Fernando Botero Botero, La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. (Botero, 2009)

Para la actividad analizada el porcentaje de eficiencia en la productividad de la mano de obra es de 80,81% lo que hace que sea considerado un rendimiento muy bueno según los rangos de clasificación dados por Botero y que se muestra en la Figura 38.

<b>EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD</b>	<b>RANGO</b>
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

**Figura 38. Tabla de clasificación de la eficiencia de la productividad de la mano de obra.**

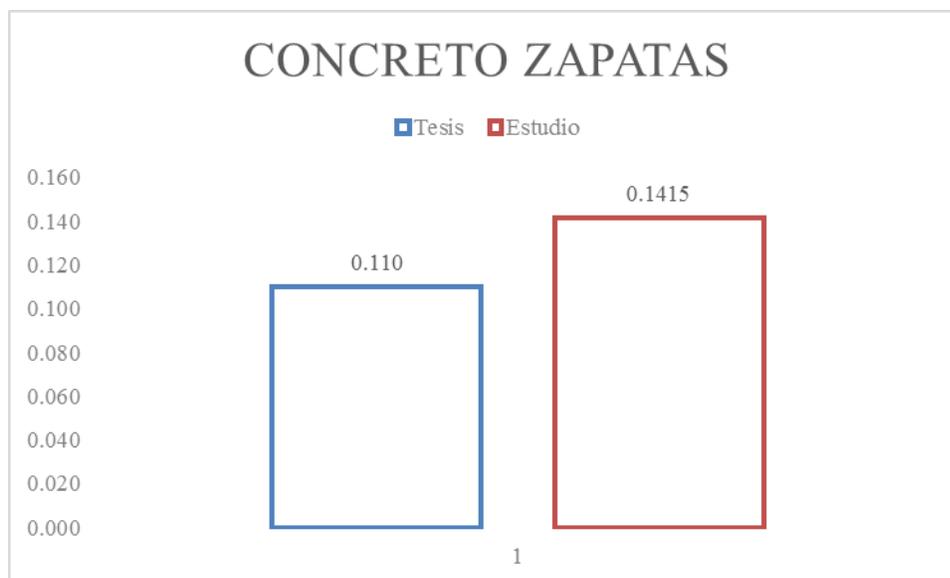
Fuente. (Botero, 2009)



**Figura 39. Grafica comparativo rendimiento actividad concreto solado.**

Fuente. Autor (2018).

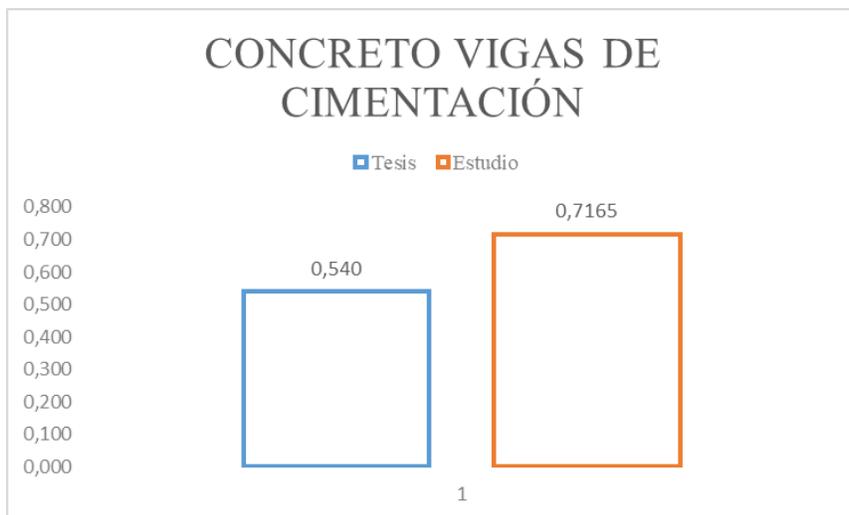
La actividad presentó una diferencia positiva del 69,09%.



**Figura 40. Grafica comparativo rendimiento actividad zapatas.**

Fuente. Autor (2018).

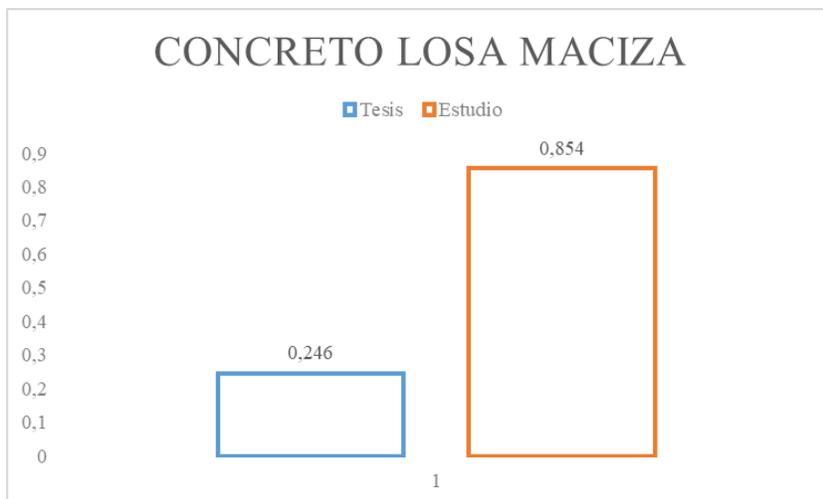
La actividad presenta una diferencia positiva de 22,26% respecto al rendimiento teórico, lo que clasifica la eficiencia de la mano de obra como excelente.



**Figura 41. Grafica comparativa rendimiento actividad concreto vigas de cimentación.**

Fuente. Autor (2018).

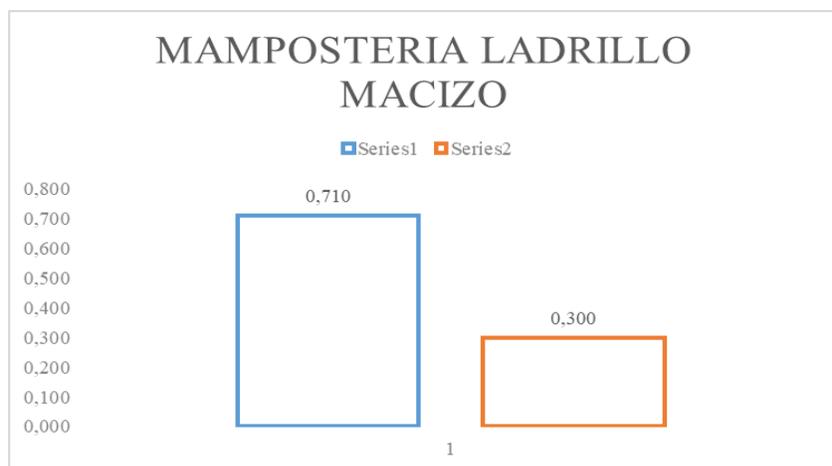
La diferencia porcentual para la actividad es de 24,63% por encima del rendimiento teórico propuesto.



**Figura 42. Grafica comparativa rendimiento actividad concreto losa maciza.**

Fuente. Autor (2018).

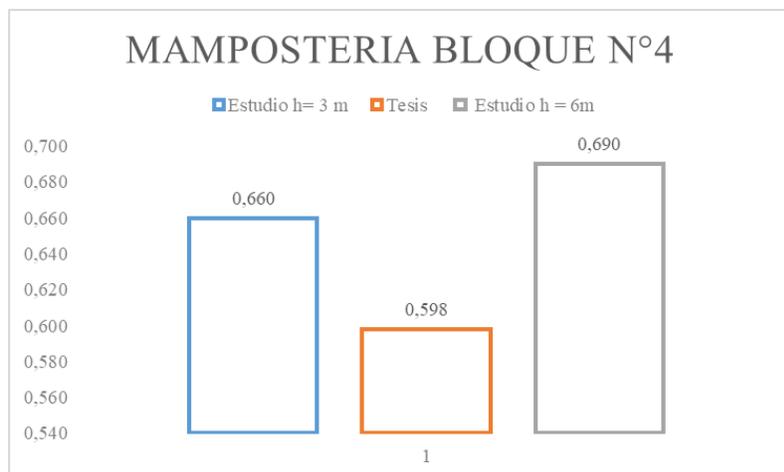
De la gráfica se pudo determinar la diferencia porcentual para la actividad es de 71,19% por encima del rendimiento teórico.



**Figura 43. Grafica comparativa rendimientos actividad mampostería ladrillo macizo.**

Fuente. Autor (2018).

La grafica muestra una variación negativa del rendimiento de la actividad respecto a lo proyectado. El análisis arroja un porcentaje de 42,25% caracterizando de esta manera el nivel de eficiencia de la mano de obra como baja.



**Figura 44. Grafica comparativa rendimiento actividad bloque N°4.**

Fuente. Autor (2018).

El comparativo grafico para la actividad mampostería refleja una variación negativa para la mampostería realizada en el primer nivel del proyecto. Caso distinto se presentó en la actividad en el segundo nivel de la vivienda donde la variación fue positiva y representó un 13,33%.

**3.1.3. Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades programadas por la entidad identificando las posibles variaciones que se puedan presentar con relación a los costos generales del proyecto en el desarrollo de cada una de las actividades.**

*3.1.3.1 Realizar los análisis de precios unitarios de las actividades evidenciadas durante el tiempo de las pasantías.* Para el desarrollo de esta actividad se solicitó al contratista la información referente a los análisis de precios unitarios contemplados para la proyección económica de la construcción. No fue posible obtener esta información debido a que la empresa no cuenta con una estructura de análisis de precios unitarios definida para cada actividad, en su lugar poseen un consolidado de valores unitarios definidos por similitud a proyecto anteriores.

Debido a esto se propuso realizar el análisis de precios unitarios, tomando como base el compendio de facturación de los materiales involucrados durante la ejecución de las actividades. Esta información fue proporcionada por el contratista y a partir de esta se tomaron los datos de valor unitario de los materiales y alquiler de equipos. Para el valor y los rendimientos de mano de obra se utilizaron los calculados en el desarrollo del segundo objetivo del presente informe. Para la realización de los APU se utilizó un formato en Excel, en el cual se contempla la estructura tradicional para su realización. La Figura 45, muestra dicho formato.



**3.1.3.2 Estimar las menores y mayores cantidades presentes durante la ejecución del proyecto.** En gran parte de los proyectos de ingeniería civil, en la realización de las memorias de cálculo proyectadas para las cantidades de obra propias de las actividades es difícil prever las posibles variaciones que se pueden presentar con respecto a las ejecutadas realmente en campo, es por esto que se planteó un análisis donde se verificó cuales actividades presentaron cambios respecto a las condiciones iniciales. En la Tabla 16 se muestra el análisis de las cantidades mayores y menores presentadas durante la ejecución del proyecto.

**Tabla 16***Cantidades menores y mayores presentadas*

Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	VR.UNITA.	VR. TOTAL	MAYORES		MENORES	
					(+)	VR. TOTAL	(-)	VR. TOTAL
Excavación parqueadero	m3	512,00	\$ 9.065,38	\$ 4.641.472	369,00	3.345.123		
Excavación zapatas y vigas de amarre	m3	252,65	\$ 9.065,38	\$ 2.290.367,33			36,00	326.353,55
Relleno material proveniente de excavaciones	m3	163,00	\$ 7.000,00	\$ 1.141.000,00	319,56	2.236.920,00		
Concreto solado 2.500 psi	m3	4,50	\$ 430.000,00	\$ 1.933.495,00	0,69	296.700,00		
Concreto de 3.000 psi para zapatas	m3	27,84	\$ 430.000,00	\$ 11.969.050,00	7,78	3.345.400,00		
Concreto de 4.000 psi para pedestales	m3	2,44	\$ 530.000,00	\$ 1.294.260,00	1,77	939.292,50		
Concreto de 3.000 psi para vigas de cimentación.	m3	16,08	\$ 480.000,00	\$ 7.718.400,00	1,68	806.400,00		
Concreto de 4.000 psi para columnas primer nivel	m3	9,83	\$ 580.000,00	\$ 5.704.242,00	1,44	835.200,00		
Concreto de 3.000 psi para vigas segundo nivel	m3	22,28	\$ 630.000,00	\$ 14.033.250,00	2,01	1.266.300,00		
Concreto de 3.000 psi para placa segundo nivel	m3	12,35	\$ 710.000,00	\$ 8.764.950,00	4,01	2.847.100,00		
Concreto de 3.000 psi para escalera	m3	4,28	\$ 790.000,00	\$ 3.384.360,00	4,72	3.728.800,00		
Acero zapatas 60.000 psi	KG	3.918,00	\$ 3.030,07	\$ 11.871.796,70			1.796,00	5.441.997,67
Acero vigas de cimentación 60.000 psi	KG	1.626,00	\$ 3.030,07	\$ 4.926.886,53			93,00	281.796,09

Continuación Tabla 16

Acero columnas 60.000 psi	KG	5.537,00	3.030,07	\$	\$	1.065,00	3.227.019,78		
					\$	16.777.472,78			
Acero vigas de primer nivel 60.000 psi	KG	3.500,00	3.030,07	\$	\$	334,00	1.012.041,88		
					\$	10.605.229,32			
Acero viga cubierta 60.000 psi	KG	3.092,00	3.030,07	\$	\$		877,00	2.657.367	
					\$	9.368.962,58			
Acero placa primer nivel 60.000 psi	KG	975,00	3.030,07	\$	\$	990,00	2.999.764,86		
					\$	2.954.313,88			
Acero placa segundo nivel 60.000 psi	KG	2.304,00	3.030,07	\$	\$	60,00	181.803,93		
					\$	6.981.270,96			
Acero escalera 60.000 psi	GG	697,00	3.030,07	\$	\$	105,00	318.156,88		
					\$	2.111.955,67			
Suministro e instalación de muro en bloque no 4, nivel 1	m2	313,20	45.000,00	\$	\$		33,20	1.494.000,00	\$
					\$	14.094.000,00			
Pañete impermeabilizado muros	m2	180,00	32.000,00	\$	\$	5.760.000,00	35.840,00		
					\$	1,12			

**Nota.** La tabla muestra las cantidades mayores y menores presentes en el tiempo de la pasantía. Fuente: Autor (2018).

Se constató que alguna de las diferencias presentes en las cantidades de obra se debe a errores por parte del contratista en el momento de realizar las memorias de cálculo y a las modificaciones realizadas al proyecto durante su fase de ejecución.

**3.1.3.3 Realizar un análisis de las actividades no contempladas durante la proyección para determinar su importancia en el presupuesto del proyecto.** En el desarrollo de un presupuesto es difícil prever las posibles variaciones que se puedan presentar durante el proceso de ejecución.

Estas condiciones generan que en la mayoría de los proyectos se presenten actividades que no se contemplaron en su etapa de planificación, denominadas ítems no previstos.

Un ítem no previsto son todas aquellas actividades indispensables para la correcta ejecución del objeto del contrato pero que no fueron previstas inicialmente, y que impliquen modificaciones en los costos directos del proyecto. (UNAL, 2002)

Durante el tiempo de la pasantía se logró identificar ciertos ítems que no fueron contemplados por errores en la etapa de planificación y que eran indispensables para el desarrollo de la obra. En la Tabla 17 se muestran los ítems no previstos, y la justificación de su inclusión.

**Tabla 17**

*Ítem no previstos*

ÍTEM	UNIDAD	OBSERVACIÓN
Suministro e instalación de tubería sanitaria semi pesada para filtro en diámetro 4", perforada	ML	Durante el proceso de excavación para la cimentación se evidenció la presencia del nivel freático, se consultó esta anomalía con entidad a cargo del estudio de suelos del proyecto el cual sugirió la realización de una estructura de drenaje para mitigar la interacción de los elementos de la cimentación con el afloramiento.
Suministro e instalación de geotextil nt 1600 para filtro	ML	
Grava común de diámetro 2 1/2" a 3" para filtro	ML	
Construcción de muro de contención en ladrillo doble	M2	El contratista no previó que la mampostería de los costados oriental y norte del sótano estarían expuestos a empujes del terreno, por lo que fue necesario implementar una contención en mampostería confinada.
Concreto ciclópeo 2500 psi	M3	Se evidenció terreno con regulares características en las excavaciones de algunos elementos de la cimentación por lo que se consultó con el ingeniero geotecnista encargado de los estudios en la zona , quien sugiere la realización de un mejoramiento de este tipo.
Impermeabilización con igol denso	M2	Se implementó como protección ante posibles problemas de humedad por contacto de la mampostería con el terreno.
Suministro e instalación de plástico para impermeabilización y aislamiento	M2	
Concreto de 3.000 psi para vigas nivel sótano	M3	Por error del contratista a la hora de hacer la proyección de las cantidades de obra de los elementos estructurales.
Concreto de 3.000 psi para placa nivel sótano	M3	
Retiro de material proveniente de excavaciones	M3	Material proveniente de las excavaciones de los elementos de cimentación y ampliaciones realizadas en el sótano.
Trasiego de material en obra		

**Nota.** La tabla muestra cada uno de los ítems no previsto y su respectiva justificación. Fuente: Autor (2018).

Con el fin de estimar la influencia económica que cada uno de estos ítems representó en el costo directo total del proyecto, se solcito al contratista los valores unitarios contemplados, con el fin de determinar el valor adicional que generaron dichas actividades. En la Figura 46, se muestra la información suministrada por el contratista respecto a los costos totales de estas actividades.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDA	VR. UNITARI	(	VR. TOTAL
1001,00	SUMINISTRO E INSTLACIÓN DE TUBERIA SANITARIA SEMI PESADA PARA FILTRO EN DIÁMETRO 4", PERFORADA	ML	\$ 16.500,00	48	\$ 792.000,00
1002,00	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL NT 1600 PARA FILTRO	M2	\$ 10.450,00	86	\$ 896.296,50
1003,00	GRAVA COMÚN DE DIAMETRO 2 1/2" A 3" PARA FILTRO	M3	\$ 99.000,00	6	\$ 594.000,00
1004,00	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN LADRILLO DOBLE	M2	\$ 119.350,00	115	\$ 13.725.250,00
1005,00	CONCRETO CICLÓPEO 2500 PSI	M3	\$ 533.500,00	8,9	\$ 4.748.150,00
1006,00	IMPERMEABILIZACIÓN CON IGOL DENSO	M2	\$ 13.750,00	135	\$ 1.860.650,00
1007,00	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLÁSTICO PARA IMPERMEABILIZACIÓN Y AISLAMIENTO	M2	\$ 4.510,00	135	\$ 610.293,20
1008,00	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA VIGAS NIVEL SÓTANO	M3	\$ 687.500,00	12	\$ 8.098.750,00
1009,00	CONCRETO DE 3.000 PSI PARA PLACA NIVEL SÓTANO	M3	\$ 766.700,00	22	\$ 16.829.065,00
1010,00	RETIRO DE MATERIAL PROVENIENTE DE EXCAVACIONES	M3	\$ 8.637,00	301	\$ 2.599.737,00
1011,00	TRASIEGO DE MATERIAL EN OBRA	M3	\$ 4.154,00	298	\$ 1.237.892,00
<b>COSTO ACTIVAIDES ADICIONALES</b>					<b>\$ 51.992.084</b>

**Figura 46. Valor de las actividades no previstas.**

Fuente: ( ISGOCON S.A.S, 2017)

### *3.1.3.4 Estimar las variaciones que se presentaron en el costo directo total del proyecto.*

Al realizar el análisis de precios unitarios para cada una de las actividades, se pudo identificar que existen variaciones considerables en los valores unitarios de cada uno de estos ítems, lo que representan el incremento o la disminución de su valor total. En la Tabla 18 se muestra los valores de cada uno de los dos costos analizados.

**Tabla 18***Cuadro comparativo costos directos*

<b>Costos directos contemplados por el contratista</b>	<b>Costos directos análisis con rendimientos obtenidos</b>
\$ 222.286.055,56	\$ 255.869.519,39

**Nota.** la tabla muestra el comparativo de los costos directos de las actividades evidenciadas durante la pasantía.  
Fuente: Autor.

Al comparar el valor total del costo directo estimado por el contratista y el valor total del obtenido mediante el ejercicio, se evidenció un incremento en los costos directos totales de un 13,12% respecto a lo proyectado que puede atribuirse a la variación de los rendimientos, y a la falta de detalle en la estimación del valor unitario de algunos ítems económicamente representativos como el acero de refuerzo.

Teniendo en cuenta todos los factores que afectaron directamente el costo directo del presupuesto, se pudo determinar qué se presentó un incremento cercano a los de \$ 69 538 044 por actividades no previstas y las cantidades mayores y menores.

**3.1.4. Proponer el diseño hidráulico de un canal con el fin de dar solución a la problemática de aguas lluvias en la parte posterior de la vivienda unifamiliar del lote 139 ubicada en la urbanización torres del cable, bajo la responsabilidad de la empresa Isgocon s.a.s.** Debido a las condiciones topográficas de la zona donde se encuentra ubicado el lote 139 se genera una problemática de aguas lluvias por el escurrimiento de las partes con mayor elevación. Inicialmente se hizo una inspección de la procedencia del caudal de escorrentía, identificando que son externas al condominio y por ende son competencia de la administración. La Figura 47 muestra la ubicación de la zona expuesta a la problemática.

Se llevó un registro fotográfico de las condiciones que se presentan durante la ocurrencia de eventos de precipitación para analizar las características y comportamiento de la zona durante los eventos. Las Figuras 48 y 49 muestran el registro de la inspección en campo.



**Figura 47. Confluencia de causas aportantes.**

Fuente. Autor (2018).



**Figura 48. Cauce natural definido por el agua de escorrentía.**

Fuente. Autor (2018)



**Figura 49. Condiciones de disposición final del caudal a la vía.**

Fuente. Autor

**3.1.4.1. Revisar las condiciones Hidrológicas de la zona en cuestión.** Como parte del desarrollo del objetivo de aporte propuesto para la realización de la pasantía se estudiaron las características hidrológicas del municipio de Ocaña, para de esta manera determinar parámetros hidrológicos necesarios para el cálculo del caudal de diseño de canal y obras hidráulicas adicionales.

Para el caso del canal de drenaje natural de la zona norte y occidental se aplicó el método racional debido a que el área de la cuenca drenada no supera las 80 Ha. (Minvivienda, 2000)

Según el RAS 2000 en el título D, define el método racional como un modelo empírico simple que puede utilizarse para el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias que tengan áreas relativamente pequeñas. (Minvivienda, 2000)

El diseñador podrá utilizar este método racional siempre y cuando el área de la cuenca de drenaje sea menor que 80 ha. El método racional calcula el caudal pico de aguas lluvias utilizando la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad. El caudal medido a la salida de esta cuenca pequeña durante un período de lluvia uniforme debe incrementarse hasta un valor máximo que se mantiene constante hasta que se detenga la lluvia. (Minvivienda, 2000)

**Calculo del coeficiente de escorrentía.** La definición del coeficiente de escorrentía (C) se realizó con base en la tabla D.4.7 de la normativa vigente RAS 2000, que clasifica y define un valor para determinadas superficies que pueden estar presentes en la zona de análisis (Minvivienda, 2000). La Figura 50 muestra la tabla de los coeficientes de escorrentía o impermeabilidad establecidos por el Ras 2000.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,30

**Figura 50. Tabla de Coeficiente de impermeabilidad (C) definido por el RAS 2000.**

Fuente. (Minvivienda, 2000)

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento (C) se define una cuenca aproximada dado a las características topográficas de la zona, se analizaron las áreas implicadas y se determinó que tipo de superficie comprende cada área. La Figura 51 muestra las áreas que comprenden la cuenca tomada como área aportante.



**Figura 51. Identificación de áreas tributarias para determinación coeficiente de escorrentía.**

Fuente: ARCGIS

Debido a la topografía del terreno los caudales de escorrentía de todas las áreas confluyen en el punto de menor elevación, correspondiente al punto 32 marcado en la Figura 47.

En la Tabla 19 se muestran el cálculo del coeficiente de impermeabilidad compuesto, de acuerdo con las áreas caracterizadas dentro de la cuenca establecida, sus dimensiones y el coeficiente de impermeabilidad individual de cada uno.

**Tabla 19**

*Calculo del coeficiente de escorrentía compuesto para la cuenca*

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	REFERENCIA DEL ÁREA	ÁREA EN HA	COEFICIENTE (C)	A*C
Laderas con vegetación	Polígono natural	0,2728	0,30	0,0818
Cubiertas	Polígono cubierta	0,0667	0,90	0,0600
Laderas sin vegetación	Área escarpada	0,1446	0,60	0,0867
$\sum A =$		<b>0,4841</b>	$\sum C * A =$	0,2285
		$\frac{\sum C * A}{\sum A} =$		<b>0,472</b>

**Nota.** La tabla muestra la determinación del coeficiente de escorrentía compuesto para la cuenca estudiada. Fuente: Autor (2018).

**Calculo del caudal mediante el método racional.** Para el cálculo del caudal se empleó la ecuación sugerida por el método racional. se hace una recopilación de los parámetros necesarios para efectuar el cálculo, como la intensidad, las áreas aferentes.

Para el caso del método racional el diseñador debe utilizar la intensidad media de precipitación dada por las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) para el período de retorno de diseño escogido, de acuerdo con lo establecido en el literal D.4.3.2 y una duración de lluvia equivalente al tiempo de concentración de la escorrentía, de acuerdo con lo establecido en el literal D.4.4.3.4. (Minvivienda, 2000)

Para efectos del cálculo de dicha intensidad, se emplearon las curvas de intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) utilizadas por la empresa de servicios públicos de Ocaña ESPO S.A para el diseño del colector de la quebrada el tejlar. De esta información se tomó la tabla de intensidades para determinados periodos de retorno. La Figura 52 muestra la tabla de intensidades.

INTENSIDAD DE AGUAS LLUVIAS (lt/seg - Ha)					
DURACION EN MINUTOS	TIEMPO DE RETORNO EN AÑOS				
	3	5	10	25	50
5	268	329,5	384,5	448,9	496,7
10	241,2	297	347,8	408,9	453,9
15	218,2	268,6	315,6	373,6	416,1
20	198,3	244,5	288,1	342,2	382,3
25	180,7	223,1	263,6	314,2	351,7
30	165,7	204,5	242	289,2	324,2
35	152,2	188,1	222,5	266,7	299,5
40	140,5	173,6	205,6	246,7	277
45	130,2	160,6	190,3	228,4	257
50	120,8	149,2	176,4	212	238,4
55	112,4	138,6	164,2	197,2	221,7
60	104,8	129,5	152,8	183,6	206,4
65	98,1	120,8	142,8	171,4	192,5
70	91,8	113,3	133,6	160	179,7
75	86,3	106,4	125	149,7	168,1
80	81	100	117,5	140,3	157,5
85	76,5	94,2	110,6	131,7	147,5
90	72,2	88,9	103,9	123,9	138,6
95	68,3	83,9	98,1	116,4	130
100	64,5	79,5	92,8	109,7	122,5

Figura 52. Tabla de intensidades suministrada por la empresa ESPO S.A.

Fuente: (ESPO S.A, 2012)

La Figura 53 muestra las curvas IDF utilizadas para el estudio.

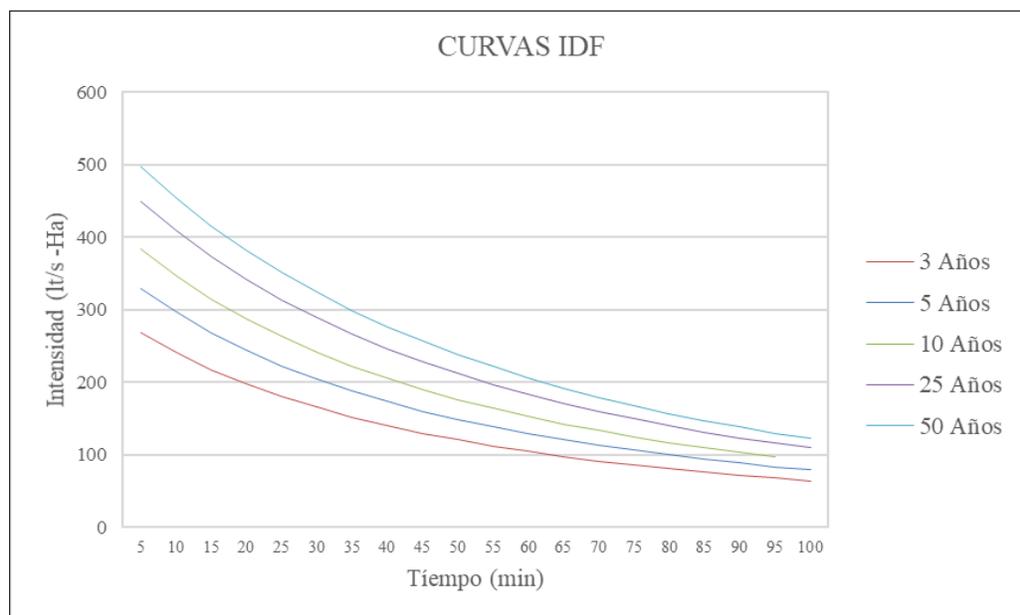


Figura 53. Curvas IDF.

Fuente. Autor (2018).

Se analizó el periodo de retorno a emplear conforme con lo que establece el RAS 2000. De acuerdo con las características de drenaje este clasifica como canal abierto, pero debido a que su área de drenaje no está en el rango establecido, se optó por escoger el periodo de retorno mínimo para el caso que es de 10 años. de igual manera se define el tiempo de concentración de acuerdo a la característica de la cuenca de la siguiente manera:

Datos;

$$C = 0,472$$

$$L = 49,3 \text{ mts}$$

$$Sp = 0,0434\%$$

$$T_c = \frac{0,707 (1.1 - C) * L^{\frac{1}{2}}}{Sp^{\frac{1}{3}}}$$

$$T_c = \frac{0,707 (1.1 - 0,472) * (49,3 \text{ m})^{\frac{1}{2}}}{0,0434^{\frac{1}{3}}}$$

$$T_c = \mathbf{8,871 \text{ min}}$$

Con base en este Tiempo se hace el cálculo de la intensidad para el periodo de retorno seleccionado. La Tabla 20 muestra el cálculo del caudal de diseño para el canal.

**Tabla 20**

*Calculo del caudal de diseño por el método racional*

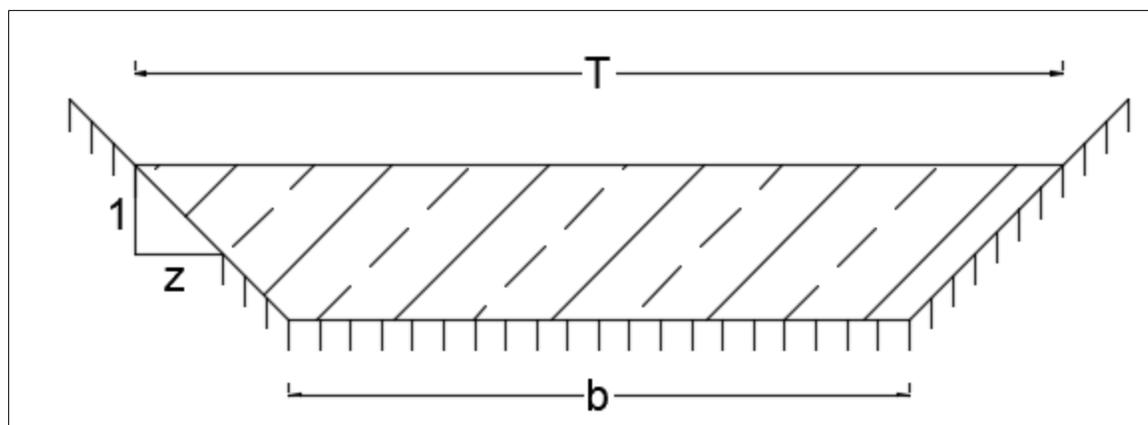
<b>Periodo de retorno</b>	<b>I (l/s-Ha)</b>	<b>A (Ha)</b>	<b>C</b>	<b>Q (M<sup>3</sup>/S)</b>
10 Años	357,268	0,4841	0,472	<b>0,0816</b>

**Nota.** La tabla muestra los parámetros y el cálculo del caudal de diseño. Fuente: Autor (2018).

**3.1.4.2. Estudiar las características topográficas de la zona.** Para la determinación de las características topográficas específicas de la zona del canal se realizó el levantamiento altimétrico y planímetro, con la ayuda de la empresa ISGOCON S.A.S. a partir de este análisis, se determina la planta y el perfil de la zona. En el Apéndice N se muestran los cortes mencionados. Entre las Figuras se muestra la toma de datos topográficos de la zona.

**3.1.4.3. Definir las propiedades más adecuadas a implementar en de la sección del canal.**

De acuerdo a las características topográficas del terreno y a los intereses económicos y arquitectónicos del propietario se definió que la sección adecuada para implementar en la propuesta de diseño es una sección trapezoidal. La Figura 54 muestra las propiedades geométricas de una sección trapezoidal.



**Figura 54. Sección trapezoidal.**

Fuente. Autor (2018)

**3.1.4.4. Determinar Analíticamente las características del canal a implementar.** Se establecieron algunas propiedades geométricas y físicas del canal como punto de partida para los cálculos de acuerdo con lo establecido por el manual de drenajes para carreteras, del instituto nacional de Vías. La Tabla 21, muestra los parámetros de inicio para el cálculo.

**Tabla 21**

*Parámetros de diseño*

PARAMETRO	VALOR
Caudal de diseño	0,0816 m <sup>3</sup> /s
Talud del canal (Z)	1:1
Base del canal	0.4 m

**Nota.** La tabla muestra los parámetros fijos para el diseño del canal. Fuente: Autor (2018).

Para el diseño del canal se implementa la ecuación de Manning y se asume un flujo uniforme según lo establecido por el manual. A continuación, se presenta la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} * AR_H^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde,

Q = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning para el material.

A = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

R<sub>h</sub> = Radio hidráulico de la sección.

S = pendiente longitudinal del canal.

**Coefficiente de rugosidad de Manning.** Dado a que el canal a implementar es un canal revestido, se decidió implementar un recubrimiento en piedra, por lo que según la tabla D4.14 del RAS 2000 (Minvivienda, 2000), se debe implementar un coeficiente de rugosidad comprendido entre 0,020 y 0,035. Para los cálculos se decidió emplear un coeficiente promedio N = 0,0275. La Figura 55 muestra la tabla D4.14 del RAS 2000.

Naturaleza del recubrimiento del canal		n de Manning <sup>10</sup> (s/m <sup>1/3</sup> )
Canales revestidos	Asfalto	0,013 – 0,017
	Mampostería o bloques	0,012 – 0,018
	Concreto	0,011 – 0,020
	Empedrado o cubierto de escombros	0,020 – 0,035
	Cubierta vegetal	0,030 – 0,400
Canales excavados sin revestir	Cubierta de tierra, alineamiento recto y uniforme	0,020 – 0,030
	Cubierta de tierra, alineamiento curvo y uniforme	0,025 – 0,040
	Excavado en roca	0,030 – 0,045
	Canales excavados sin mantenimiento	0,050 – 0,140
Canales naturales (menores de 30 m de longitud)	Sección bastante regular	0,030 – 0,070
	Sección irregular con algunos encharcamientos	0,040 – 0,100

**Figura 55. Recubrimientos para canales y su n de Manning.**

Fuente: (Minvivienda, 2000)

Para realizar el diseño se seccionó la longitud total de canal en tramos de 5 m, para cada tramo se hizo el respectivo análisis de los parámetros geométricos y el cumplimiento de las condiciones de velocidad máxima y mínima requerida para el flujo. Este proceso se realizó con el fin de estimar la necesidad de obras hidráulicas en algunos puntos debido a las características topográficas.

A continuación, se muestra el proceso detallado del cálculo de cada parámetro para el tramo 1.

**Análisis del tramo 1 (0,00 – 5,00).** las cotas de elevación topográficas establecidas para estos 2 puntos fueron 1201,20 para el inicio del tramo y 1200,94 para el final, a partir de las cuales se pudo obtener la pendiente cuyo resultado fue del  $S = 5,02\%$ .

Se determinan las propiedades geométricas de la sección en función del tirante hidráulico;

Área;

$$Am = (b + zy)y$$

$$Am = (0,40 m + y)y$$

Radio Hidráulico;

$$Q = \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$$

$$Rh = \frac{(0,4 m + y)y}{0,4 m + 2y\sqrt{1 + 1^2}}$$

Remplazando los datos conocidos en la ecuación de manning se tiene;

$$0,0816 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1}{0,0275} * [(0,40 \text{ m} + y)y] * \left[ \frac{(0,4 \text{ m} + y)y}{0,4 \text{ m} + 2y\sqrt{1 + 1^2}} \right]^{\frac{2}{3}} * (5,02\%)^{\frac{1}{2}}$$

$$y = 0,1081 \text{ m}$$

Teniendo el valor de la lámina de agua, se determinan los parámetros geométricos de la sección para verificar la velocidad mínima permisible en el canal y el número de froude y descartar que le flujo se encuentre en el rango crítico.

$$A_m = 0,0549 \text{ m}^2$$

$$R_H = 0,0778 \text{ m}$$

Despejando la variable Velocidad de la ecuación de caudal y remplazando lo valores conocidos se tiene:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,0816 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0549 \text{ m}^2}$$

$$V = 1,486 \text{ m/s}$$

Según lo establecido por el RAS 2000, que la velocidad mínima permisible está determinada por aquel valor que dicte la sedimentación de aquellos materiales producidos por el arrastre de la escorrentía superficial. Teniendo en cuenta la naturaleza típica de dichos materiales, en medios ambientes urbanos, se recomienda un valor para la velocidad mínima de 0,6 m/s. (Minvivienda, 2000)

Según los resultados, la velocidad del tramo está cumpliendo con los parámetros de auto limpieza de sedimentos.

Para el cálculo de número de Froude es necesario determinar el ancho superficial del canal, por lo que se calcula teniendo en cuenta los datos conocidos.

$$T = 0,616$$

Entonces,

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g * \frac{Am}{T}}}$$

$$Fr = 1,59$$

El flujo está en el régimen de flujo supercrítico por consiguiente es recomendable para el diseño de obras hidráulicas.

**Condiciones de flujo crítico.** El estado crítico del flujo a través de una sección de canal se caracteriza por varias condiciones importantes, estas son:

- La energía específica es mínima para un caudal determinado. (Chow, 2004)
- El caudal es máximo para una determinada energía específica 144. (Chow, 2004)
- La altura de velocidad es igual a la mitad de la profundidad hidráulica en un canal de baja pendiente. (Chow, 2004)
- El número de froude es igual a la unidad y se calcula con la siguiente formula (Chow, 2004)

Partiendo de estas consideraciones se realiza el cálculo del canal en condiciones de flujo crítico, mediante la ecuación general del flujo crítico.

$$\frac{Q^2 * T}{A^3 * g} = 1.0$$

Remplazando, en la ecuación los elementos geométricos en función del tirante crítico se obtuvo el valor para el tirante.

$$Y_c = 0.1427 \text{ m}$$

La Tabla 22 muestra el cálculo de los parámetros para el resto de tramos del canal.

**Tabla 22**

*Resultado del cálculo de los parámetros hidráulicos para cada tramo de canal*

Tramo	Pendiente (m)	Tirante (y)	Área (m <sup>2</sup> )	Rh (m)	T (m)	V (m/s)	F	Tirante crítico (yc)
1	0,050	0,1081	0,0549	0,0778	0,616	1,486	1,59	0,1427
2	0,042	0,1138	0,058	0,081	0,628	1,396	1,460	0,1427
3	0,024	0,1335	0,071	0,092	0,667	1,146	1,119	0,1427
4	0,044	0,1123	0,058	0,080	0,625	1,418	1,492	0,1427
5	0,226	0,0696	0,033	0,055	0,539	2,497	3,238	0,1427
6	0,132	0,0816	0,039	0,062	0,563	2,076	2,510	0,1427
7	0,190	0,0733	0,035	0,057	0,547	2,352	2,981	0,1427
8	0,146	0,0792	0,038	0,061	0,558	2,150	2,633	0,1427
9	0,028	0,1278	0,067	0,089	0,656	1,210	1,204	0,1427
10	0,102	0,0880	0,043	0,066	0,576	1,900	2,222	0,1427
11	0,024	0,1335	0,071	0,092	0,667	1,146	1,119	0,1427
12	0,160	0,0771	0,037	0,060	0,554	2,218	2,749	0,1427
13	0,080	0,0944	0,047	0,070	0,589	1,748	1,983	0,1427

**Nota.** La tabla muestra el resultado del cálculo de los parámetros hidráulicos de cada uno de los tramos de canal definidos en el levantamiento topográfico. Fuente: Autor (2018).

Como se observa en la Tabla 20, el tramo 3 es el tramo que presenta el mayor tirante hidráulico y es el más cercano a estar en régimen de flujo crítico, por lo que esta profundidad de flujo será la escogida para generalizar una profundidad del revestimiento de toda la longitud del canal y el cálculo del borde libre de la sección.

El borde libre de un canal es la distancia vertical desde la parte superior del canal hasta la superficie del agua en condición de diseño. Esta distancia, debe ser lo suficientemente grande para prevenir que ondas o fluctuaciones en la superficie del agua causen reboses por encima de los lados. (Chow, 2004)

Teniendo en cuenta las consideraciones establecidas por la Ven te Chow, se calculó el borde libre para la sección y que se unificó para toda la longitud del canal.

$$Bl = 30\% Yn$$

De donde,

$$Bl = 0,04 m$$

Entre la Figura 56 y la Figura 71, se muestran los perfiles hidráulicos de las diferentes de la sección de canal diseñado y las secciones transversales de cada uno de los tramos.

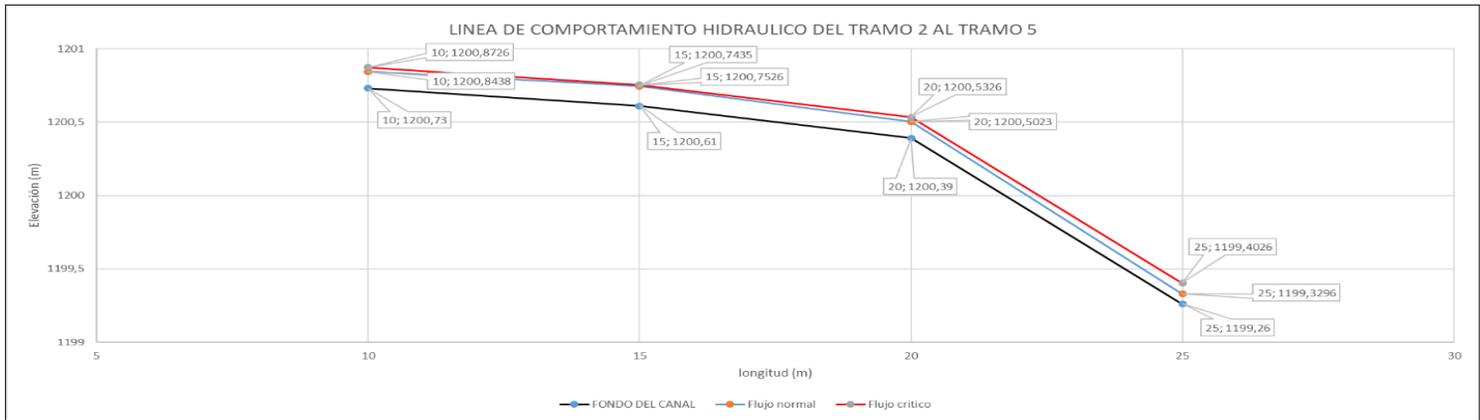


Figura 56. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 2 y el tramo 5

Fuente: Autor (2018)

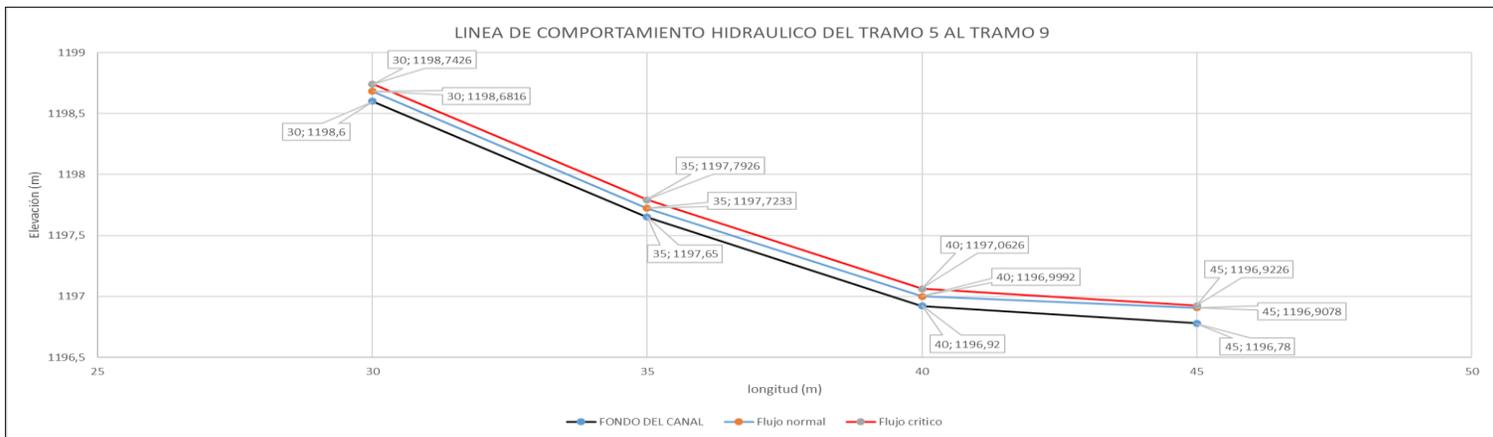
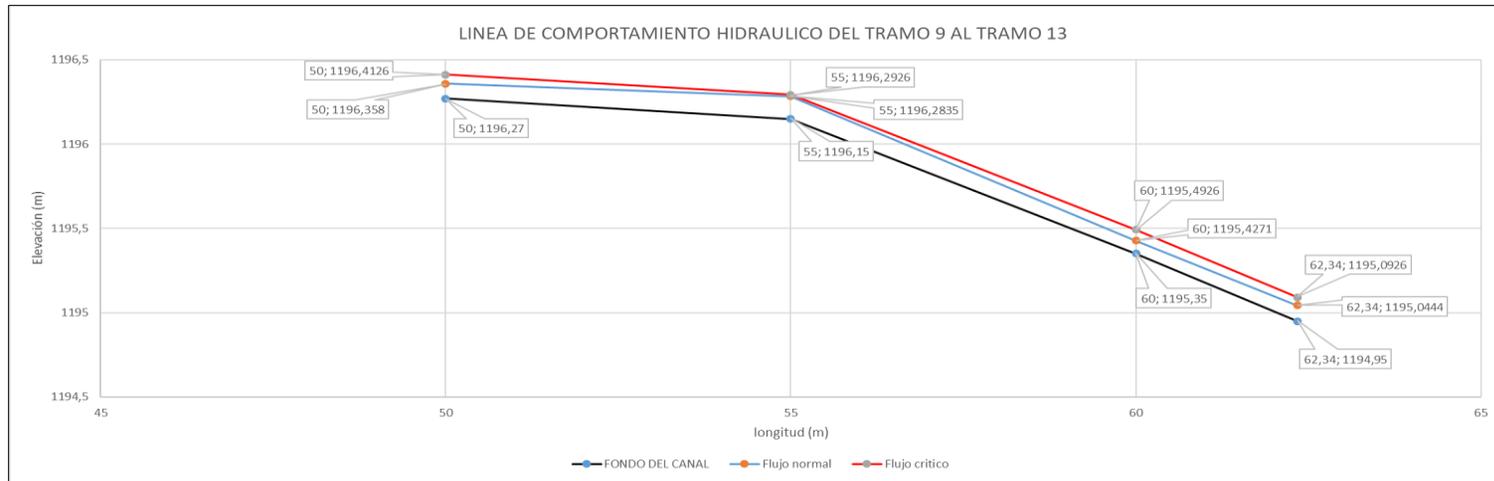


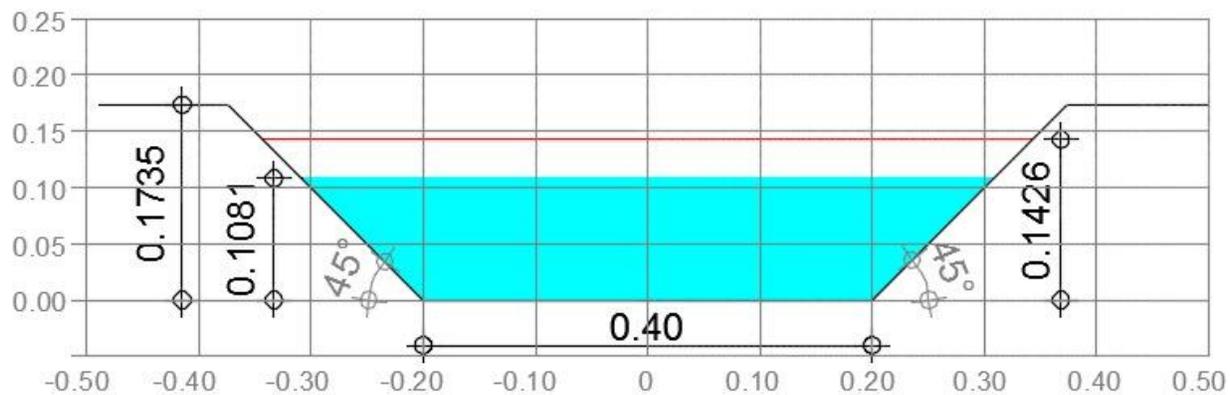
Figura 57. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 5 y el tramo 9

Fuente: Autor (2018)



**Figura 58. Perfil hidráulico del canal entre el tramo 9 y el tramo 13**

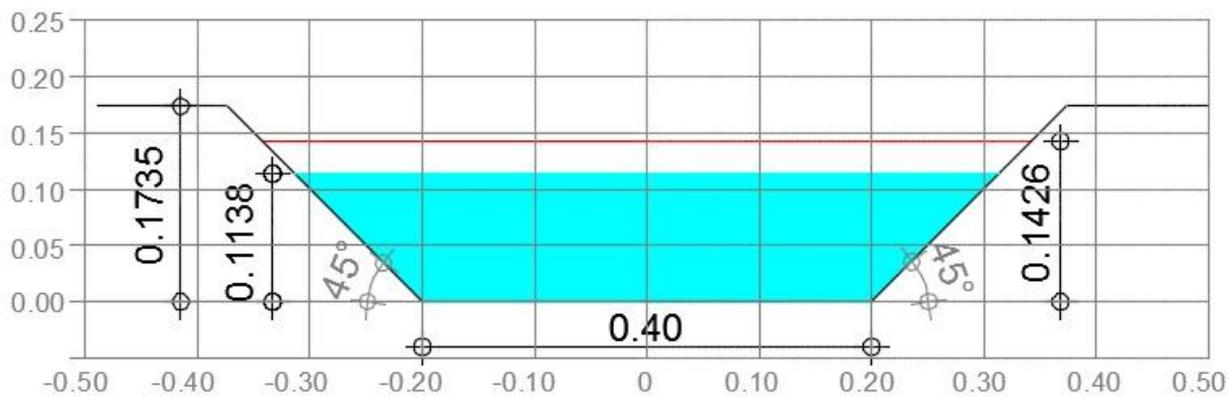
Fuente: Autor (2018)



**Figura 59. Sección hidráulica tramo +5m.**

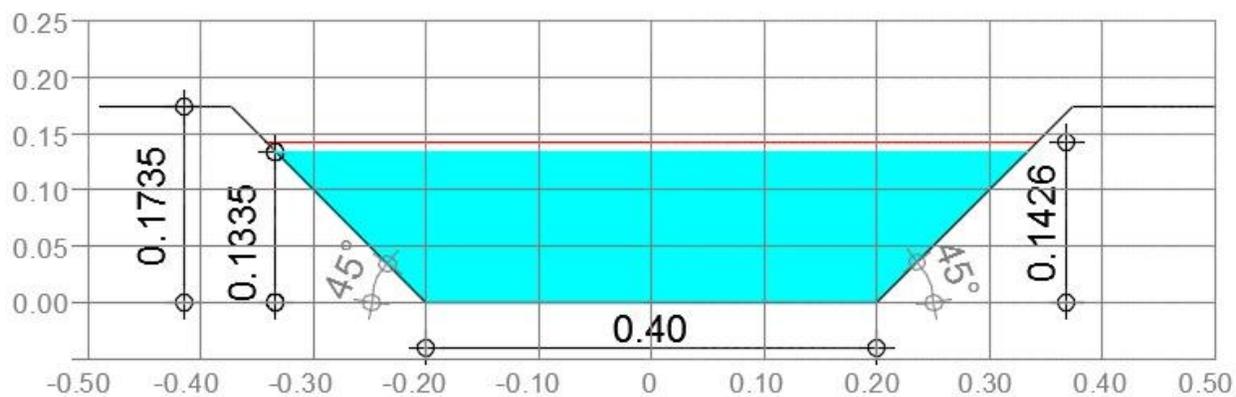
Fuente: Autor (2018)

### Sección tramo 2



**Figura 60. Sección hidráulica tramo +10m.**

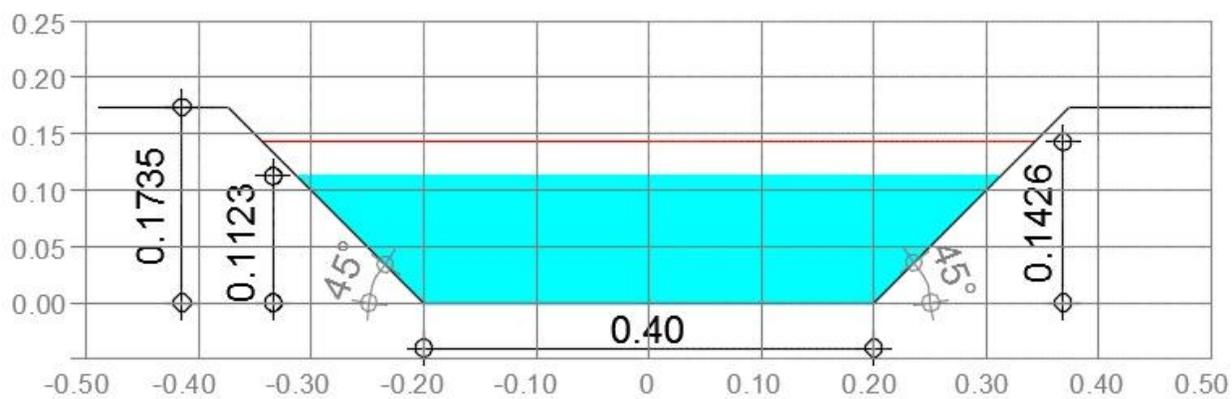
Fuente: Autor (2018)



**Figura 61. Sección hidráulica tramo +15m.**

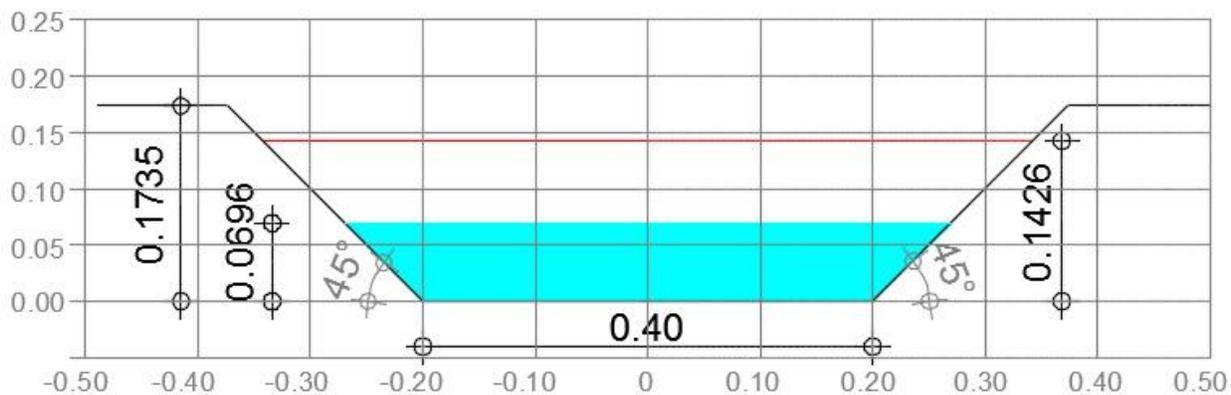
Fuente: Autor (2018)

#### Sección tramo 4



**Figura 62. Sección hidráulica tramo +20m.**

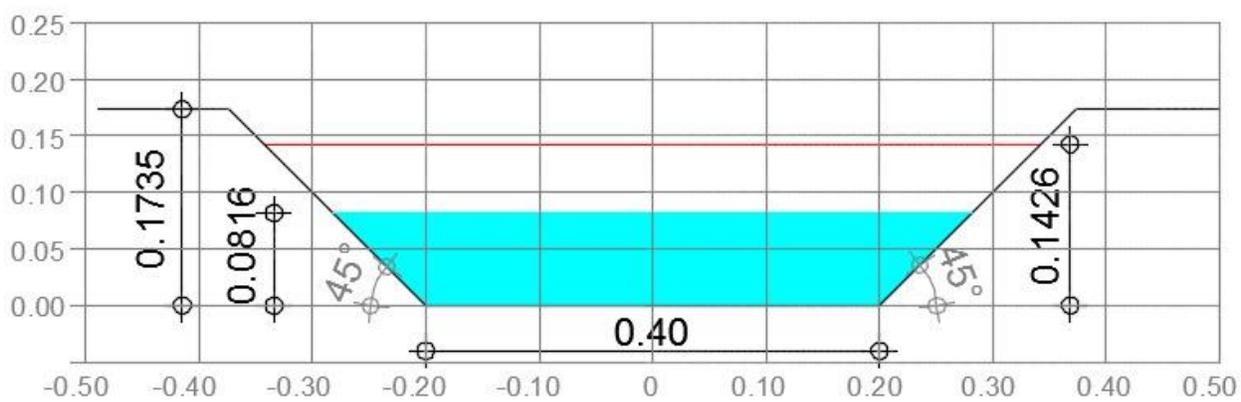
Fuente: Autor (2018)



**Figura 63. Sección hidráulica tramo +25m.**

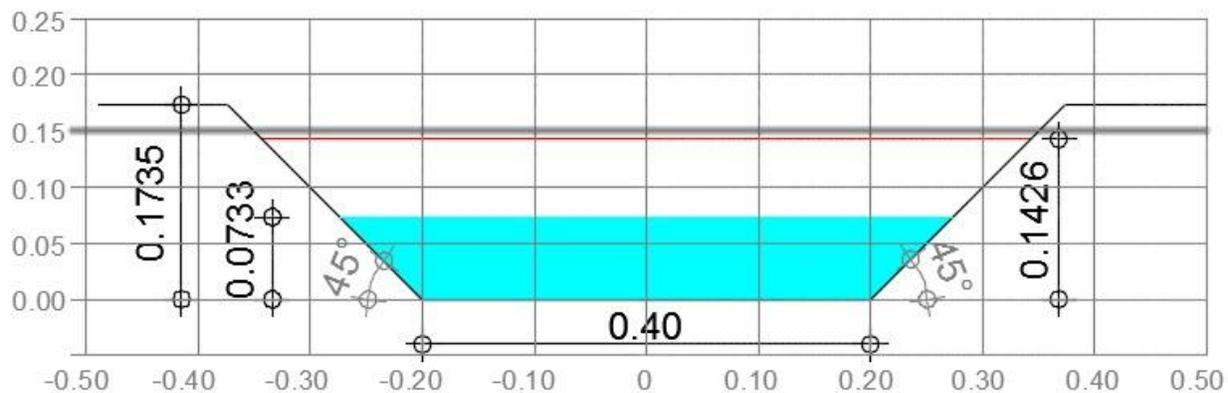
Fuente: Autor (2018)

### Sección tramo 6



**Figura 64. Sección hidráulica tramo +30m.**

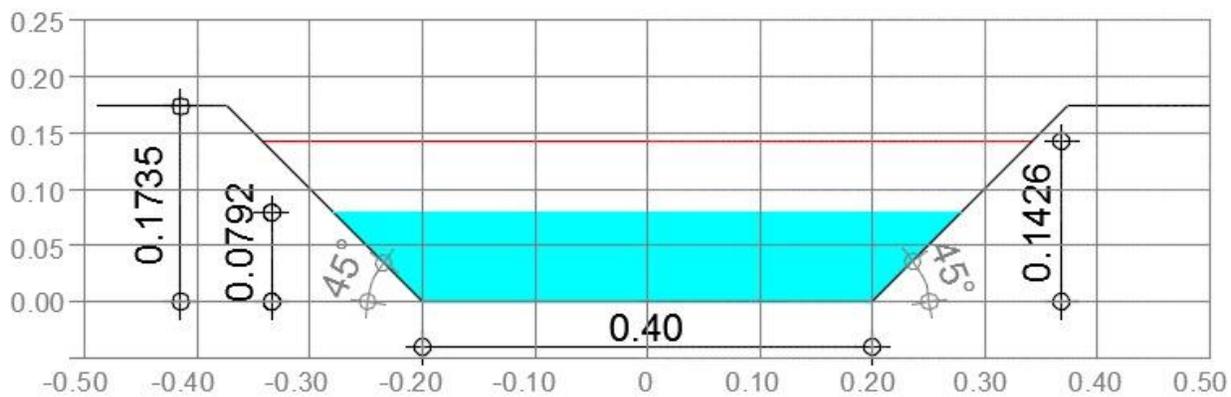
Fuente: Autor (2018)



**Figura 65. Sección hidráulica tramo +35m.**

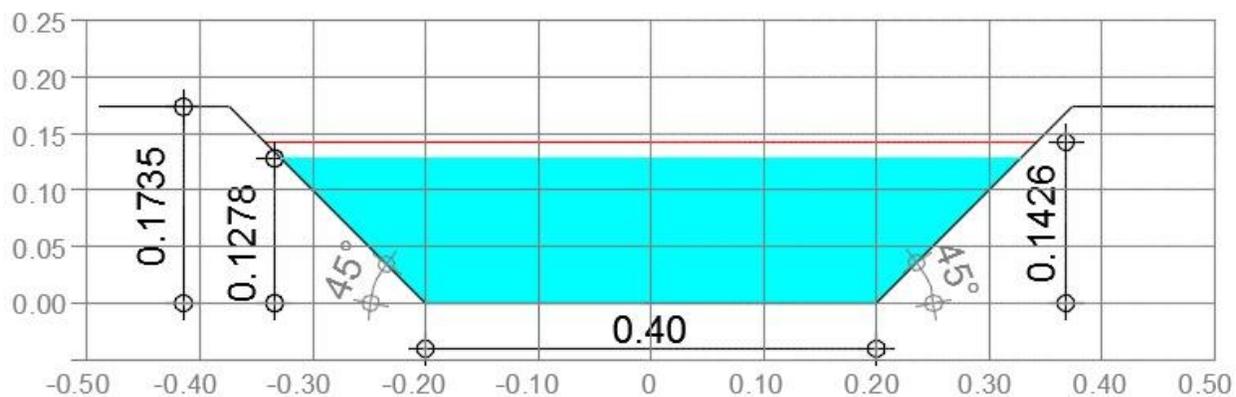
Fuente: Autor (2018)

### Sección tramo 8



**Figura 66. Sección hidráulica tramo +40m.**

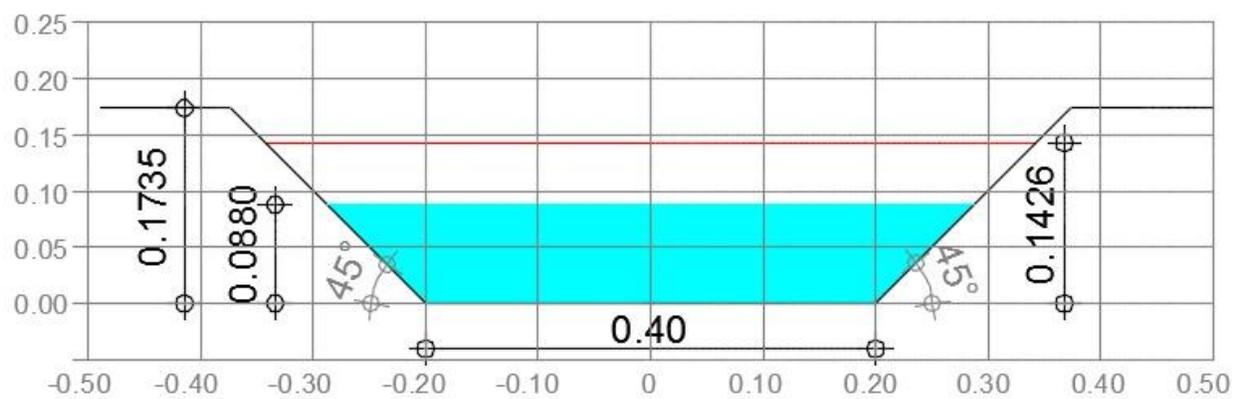
Fuente: Autor (2018)



**Figura 67. Sección hidráulica tramo +45m.**

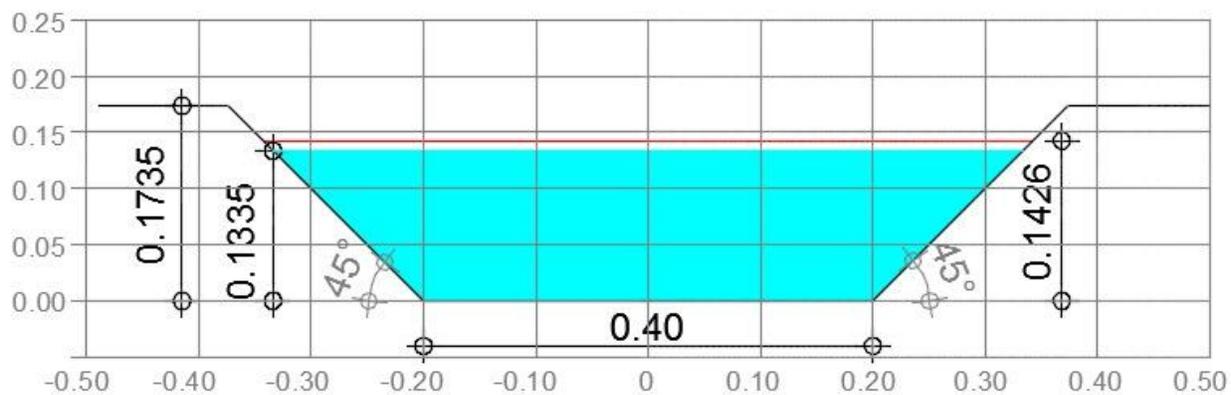
Fuente: Autor (2018)

### Sección tramo 10



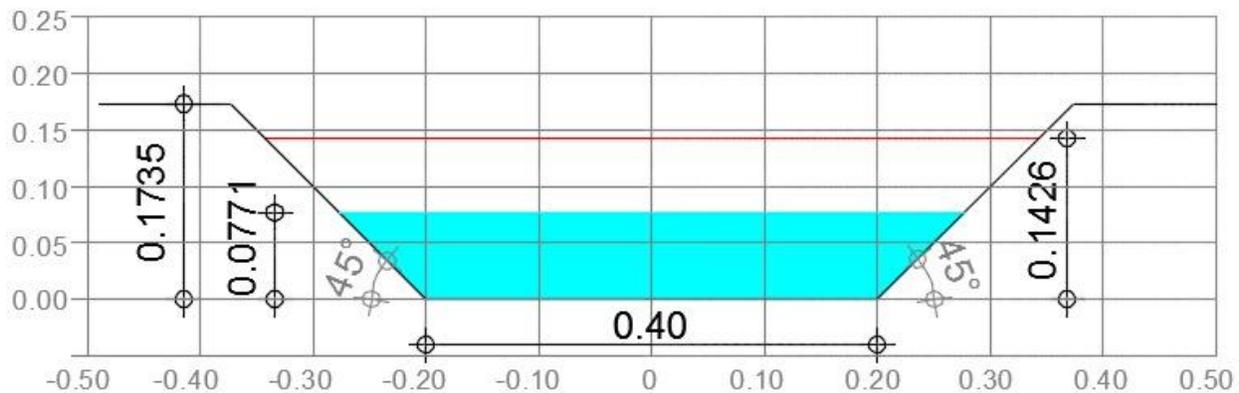
**Figura 68. Sección hidráulica tramo +50m.**

Fuente: Autor (2018)



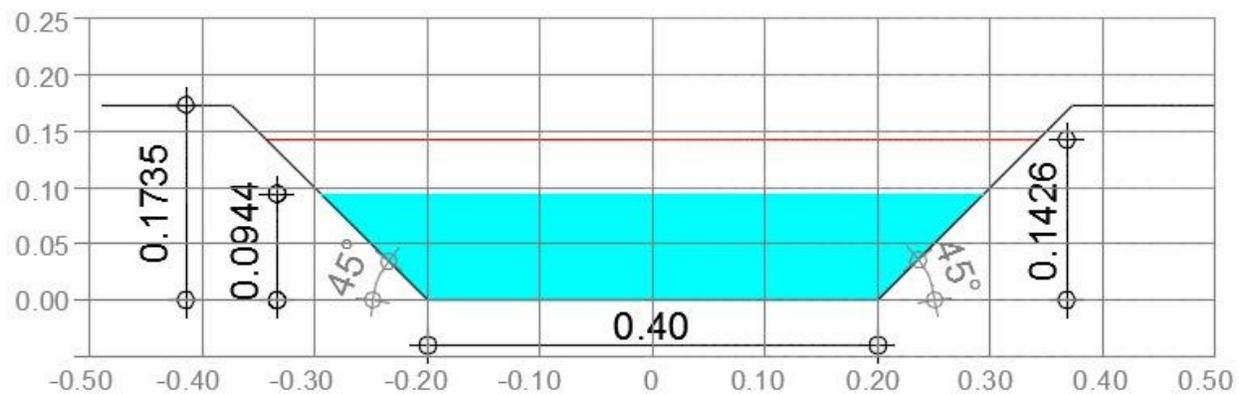
**Figura 69. Sección hidráulica tramo +55m.**

Fuente: Autor (2018)



**Figura 70. Sección hidráulica tramo +60m.**

Fuente: Autor (2018)

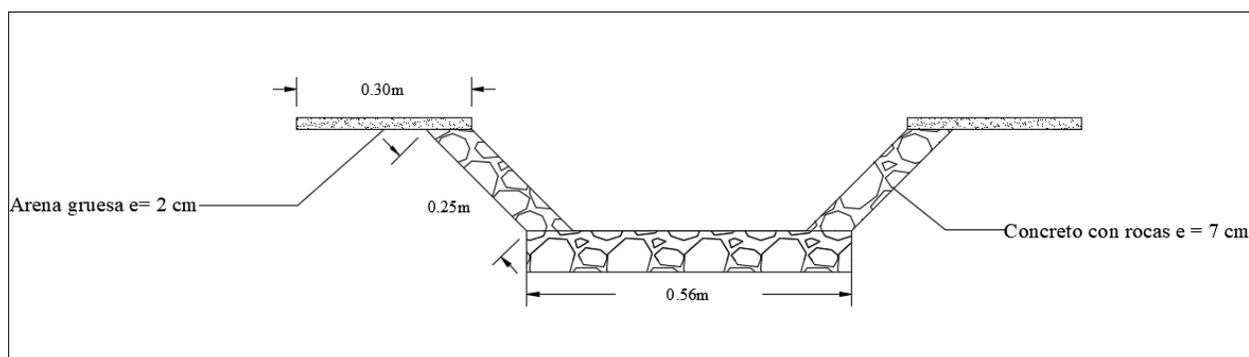


**Figura 71. Sección hidráulica tramo +62.35m.**

Fuente: Autor (2018)

**3.1.4.5. Proponer el presupuesto para la construcción del canal.** Para la realización de la proyección económica del costo de la implementación del canal se contempla un espesor de taludes y fondo del canal de 7 cm de acuerdo a lo consensado y establecido con el contratista y la parte contratante.

Se determina que el canal no llevará una armadura de acero, debido a las dimensiones del mismo y las condiciones a las que se encontrará expuesto. En la Figura 72, se muestra el detalle final de la sección del canal con las respectivas consideraciones constructivas.



**Figura 72. Sección transversal del canal.**

Fuente: Autor (2018)

De acuerdo con las características finales del canal, se hizo la estimación de las cantidades de materiales empleados para la realización del canal. En la Tabla 23, se muestra el análisis de los materiales a emplear para la construcción de un metro lineal (MI) de canal.

**Tabla 23**

*Cantidades de obra por ML para el canal*

<b>MATERIALES PARA 1 ML DE CANAL</b>		
Material	Unidad	Cantidad
Concreto	M3	0,0445
Piedra	M3	0,0297
Arena gruesa	M3	0,012

**Nota.** La tabla muestra la cantidad de materiales empleados para un metro lineal de canal. Fuente: Autor (2018)

Posteriormente se realizaron los análisis de precios unitarios para cada actividad necesaria para la construcción del canal que se adjuntan en el Apéndice O, en la figura 73 se muestra el resumen del presupuesto general realizado.

<b>CONSTRUCCION DE CANAL PARTE NORTE Y OCCIDENTAL DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR LOTE 139 CONDOMINIO CAMPESTRE TORRES DE CABLE.</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>1,00</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>\$ 177.806</b>
1,01	Localización y replanteo	M2	62,80	\$ 2.831	\$ 177.806
<b>2,00</b>	<b>EXCAVACIÓN</b>				<b>\$ 50.975</b>
2,01	Adecuación de sección hidráulica de Incluye excavación de material común a mano.	M3	4,89	\$ 10.418	\$ 50.975
<b>3,00</b>	<b>RELLENOS</b>				<b>\$ 200.814</b>
3,01	Relleno con material seleccionado proveniente de cantera compactado manualmente	ML	62,80	\$ 3.198	\$ 200.814
<b>4,00</b>	<b>CONCRETOS</b>				<b>\$ 3.569.945</b>
4,01	Concreto limpieza de 1500 psi para solado e=0,05m	ML	62,80	\$ 25.386	\$ 1.594.221
4,02	Concreto de 3000 psi empedrado para revestimiento de las paredes y fondo del canal e = 7 cm	ML	62,80	\$ 31.461	\$ 1.975.724
<b>5,00</b>	<b>URBANISMO</b>				<b>\$ 298.677</b>
5,01	Capa de arena gruesa e = 2 cm bordes del canal	ML	62,80	\$ 4.756	\$ 298.677
<b>6,00</b>	<b>LIMPIEZA GENERAL</b>				<b>\$ 123.700</b>
6,01	Retiro de material sobrante y escombros	GBL	1,00	\$ 123.700	123.700
	<b>Costo directo</b>				<b>\$ 4.421.916</b>
	<b>Imprevisto de obra</b>			3%	<b>\$ 132.657</b>
	<b>Administración</b>			8%	<b>\$ 353.753</b>
	<b>VALOR TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 4.908.327</b>

**Figura 73. Presupuesto para la construcción del canal**

Fuente: Autor (2018)

## Capítulo 4. Diagnostico final

En mi estancia como pasante universitario se brindó un apoyo constante a la empresa Isgocon s.a.s debido a la carencia de personal capacitado para el control de calidad y procesos constructivos de los proyectos en ejecución por la entidad.

Se logró verificar, orientar y corregir la metodología empleada por la mano de obra para la ejecución de las actividades en campo, evitando al máximo incurrir en errores generalmente cometidos por la falta de conocimiento del correcto desarrollo de las tareas. Así mismo se asumió una participación proactiva, en la que se hizo sugerencia, aportes y se contribuyó dando soluciones a problemáticas generadas durante la marcha.

De igual manera se tuvo el primer contacto con el mundo laboral, donde pude relacionarme con las diferentes partes interesadas en la ejecución del proyecto, y a partir de esto hacer un diagnóstico personal respecto a lo experimentado durante el tiempo de la academia.

Como aporte a la empresa y a la parte contratante, se analizó la problemática generada por las aguas lluvias aledañas al proyecto, se plantearon soluciones temporales en campo con el fin de mitigar los efectos directos durante el tiempo de construcción y se hizo un análisis detallado de la obra hidráulica que debería implementarse de acuerdo a las características hidrológicas y topográficas de la zona.

## Capítulo 5. Conclusiones

Mediante el análisis realizado a la EDT del proyecto se pudo verificar que durante la etapa de planeación de proyectos se incurre en errores que afectan el control adecuado de los recursos empleados en la realización de sus actividades. Así mismo, se estableció que el comportamiento de avance del proyecto presentó variaciones positivas en el 5, 7 y 8 periodo de ejecución y negativas en los demás periodos, pero que al final solo representaron un retraso menor al 5% en la ejecución general de las actividades comprendidas en el periodo Establecido.

Con el seguimiento realizado a los materiales y a la mano de obra involucrados en la realización de las actividades, se logró verificar que se hace énfasis en la implementación de materiales que cumplen con los requisitos establecidos por la normatividad, pero que se presentaron algunas irregularidades durante el proceso debido a anomalías en materiales como los agregados y el acero de refuerzo. Así mismo, se verificó que el desempeño de la mano de obra, en términos generales fue eficiente, pues los rendimientos obtenidos mediante el análisis, se asemejan a los propuestos teóricamente para la región.

A través del análisis de precios unitarios realizado para las actividades ejecutadas durante el tiempo de la pasantía se logró identificar que existen variaciones significativas en algunos valores unitarios con respecto a los proyectados por el contratista que modifican notoriamente el valor del costo directo del proyecto, de igual manera se evidenció que los cambios en las cantidades de obra y la inclusión de actividades no previstas generaron un incremento de \$69 538 044.

Con la propuesta de diseño del canal se logró analizar las condiciones hidrológicas y topográficas de la zona del proyecto y a partir de este proceso se determinó la sección para el encauce y disposición adecuada de las aguas lluvias verificando que la profundidad del flujo transportado no presentara condiciones críticas que pudiesen generar problemas, de igual manera se constató que las velocidades presentes en el flujo no son considerablemente altas, por lo que no se requiere de obras hidráulicas complementarias para reducir su velocidad.

## Capítulo 6. Recomendaciones

En la realización de la proyección económica de los proyectos, debe contemplarse un análisis más detallado de cada una de las subactividades, para facilitar la asignación de los recursos y el control del avance durante la ejecución.

Debe contemplarse el análisis de precios unitarios para cada una de las actividades involucradas en un proyecto, con el fin de poder estimar las variaciones en los costos de los recursos empleados.

Debe hacerse más énfasis en la capacitación del personal, orientándolos acerca de la necesidad de utilizar los implementos de seguridad en el trabajo para así garantizar un buen ambiente laboral y la conservación de su integridad personal.

La academia debe tomar medidas para fortalecer las enseñanzas impartidas en líneas importantes para el desarrollo de actividades en campo, como la línea de construcción y estructuras e implementar electivas hacia el fortalecimiento de procesos que no se evidencian durante el desarrollo del pensum académico, como las redes domiciliarias.

## Referencias

- ISGOCON S.A.S. (Octubre de 2017). Diseños estructurales Lote 139. Ocaña, Colombia.
- Botero, L. (2009). *Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción*. Medellín.
- Calderón, L. M. (2014). *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS*. Obtenido de <http://www.investorguide.com/definicion/especificaciones.html>
- Cámara Boliviana de la Construcción. (2010). *PRESUPUESTO DE OBRA*. Obtenido de <http://www.cuevadelcivil.com/2010/06/presupuesto-de-obra.html>
- Chow, V. T. (2004). *Hidraulica de canales abiertos* .
- Construdata. (2018). *Informe especial de mano de obra*.
- GEOTEC. (2017). *Estudio geotecnico construcción lote 139 condominio campestre Torres de cable*. Ocaña.
- Gómez, L. (2017). *DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA ISGOCON S.A.S*. Ocaña, Norte de santander.
- Hernández, T. (2010).
- LOPEZ, J. M. (23 de AGOSTO de 2012). *TORRES DEL CABLE CONDOMINIO CAMPESTRE*. Obtenido de <http://condominiocampestretorresdelcable.blogspot.com.co/2012/08/mision.html>
- Lucy, G. (2017). *INFORME FINAL MODULO FUNDAMENTACION INFORMATICA PARA AUDITORES*. ocaña.
- Minvivienda. (2000). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO*. Bogotá.

- Plata, S., & Quintero, A. (2017). *ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA LA CREACION DE UNA BASE DE DATOS REAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER*. Ocaña.
- Plomería Avila Bogotá 24 horas. (2016). *Grupo Avila servicio tecnico*. Obtenido de <http://plomeriabogota24horas.com/sistemas-hidroflo-bombas-de-agua.html>
- Posada, E. L. (24 de FEBRERO de 2006). *CAMACOL*. Obtenido de CAMACOL: [https://camacol.co/sites/default/files/secciones\\_internas/COBO20080425042158.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/COBO20080425042158.pdf)
- RIB . (2018). *RIB Spain SA*. Obtenido de <https://www.rib-software.es/pdf/Notas-tecnicas/EDT-Estructura-de-Desglose-del-Trabajo.pdf>
- Rivera, G. (2010). *Resistencia del concreto*. Cauca.
- UNAL. (2002). *Actividades no previstas*. Bogotá.
- Valera, F. (2012). *Análisis de precios unitarios*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/314529830/Analisis-de-Precios-Unitarios>

# Apéndices

**Apéndice A. Estudio geotécnico.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice B. Implantación topográfica del proyecto.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice C. Plantas arquitectónicas.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice D. Plano hidrosanitarios.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice E. Plano eléctrico.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice F. Formato registro de tiempo.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice G. Corte de obra.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice H. Resultados de ensayos del concreto y acero de refuerzo.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice I. Lista de chequeos.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice J. Planilla de pago de seguridad social.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice K. Estimación del salario.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice L. Registro de cantidades de obra y para estimación de rendimientos.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice M. Análisis de precios unitarios.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice N. Levantamiento topográfico del canal.**

Ver archivo adjunto.

**Apéndice O. Análisis de precios unitarios del canal.**

Ver archivo adjunto.