

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small> FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	<small>Código</small> F-AC-DBL-007	<small>Fecha</small> 10-04-2012	<small>Revisión</small> A
	<small>Dependencia</small> DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	<small>Aprobado</small> SUBDIRECTOR ACADEMICO		<small>Pág.</small> i(309)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	KARLA YINETH ROJAS ALVERNIA		
FACULTAD	DE INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI		
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p style="text-align: center;">ESTE PROYECTO TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL PROPONER UN DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER, CON EL FIN DE GENERAR ENERGIA ELECTRICA MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE LAS FUENTES HIDRICAS Y CONDICIONES TOPOGRAFICAS EN ZONAS RURALES, ESTO A SU VEZ DARÁ COMO RESULTADO LA DISMINUCION EN EL COSTO EN EL SERVICIO DE ENERGIA EN LAS VIVIENDAS, MEJORANDO ASI LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE ESTRATOS BAJOS.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 305	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 119	CD-ROM: 1

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL
SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

AUTOR:

KARLA YINETH ROJAS ALVERNIA

Trabajo de grado por optar al título de Ingeniera Civil

DIRECTOR:

PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI

Msc. Diseño, gestión y dirección de proyectos de Arquitectura y Urbanismo

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Mayo de 2019

Dedicatoria

Este logro, está dedicado inicialmente a Dios por ser El quien guio cada uno de mis pasos durante este proceso, por brindarme la fortaleza y perseverancia en los momentos difíciles que se presentaron.

A mis padres Carlos Alfredo Rojas e Ilva Rosa Alvernia por su apoyo, esfuerzo y confianza en mis capacidades, a mi hermana Dina Marcela Rojas por sus consejos y ayuda en los momentos de adversidad.

A Joseph Briam Ramón Rodríguez por ser mi compañero y darme su apoyo incondicional en todo este proceso.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para culminar esta meta, a todas aquellas personas que estuvieron involucradas en el desarrollo de este proyecto, a mi director Msc. Pedro Nel Angarita Uscategui por su apoyo y acompañamiento.

Al profesor Alfredo Bohorquez Niño y al Ing. Joseph Briam Ramón por su ayuda incondicional y consejos en los momentos difíciles.

A mis profesores que me acompañaron en este proceso, por brindarme sus conocimientos para formarme como profesional.

A mis compañeros y amigos que estuvieron conmigo y con los que compartí esta etapa de mi vida.

Índice

Capítulo 1. Propuesta de implementación de diseño de una Micro central	
Hidroeléctrica en el Sector la Pradera en Ocaña, Norte de Santander1	
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Delimitaciones.....	4
1.5.1 Operativa.	4
1.5.2 Conceptual.....	4
1.5.3 Geográfica.	5
1.5.4 Temporal.....	5
Capítulo 2. Marco de Referencia.....6	
2.1 Marco histórico	6
2.2 Marco conceptual	8
2.2.1 Micro centrales hidroeléctricos.	8
2.2.2 Bocatoma de fondo.....	8
2.2.3 Canal de Aducción.....	10
2.2.4 Desarenador.....	10
2.2.5 Compuertas.....	11

2.2.6	Cámara de carga.	12
2.2.7	Tubería de presión.	13
2.2.8	Válvulas.	14
2.2.9	Rejillas (mallas).	14
2.2.10	Turbinas hidráulicas.	14
2.2.11	Tipos de turbinas de Acción.	16
2.2.12	Conceptos básicos de electricidad.	17
2.3	Marco teórico	21
2.3.1	Antecedentes.	21
2.4	Marco legal.	27
2.4.1	Ley 1715 del 2014 (Mayo 13).	27
2.4.2	RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas).	27
2.4.3	RAS.	28
2.4.4	NSR10.	29
2.4.5	Ley 400 de 1997.	29
2.4.6	Normas y Especificaciones INVIAS-12.	30
2.4.7	NTC (Norma Técnica Colombiana).	30
Capítulo 3. Diseño Metodológico		31
3.1	Tipo de Investigación	31
3.2	Población.	31
3.3	Muestra.	32
3.4	Metodología de Investigación	32
3.4.1	La primera etapa.	32

3.4.2 Segunda etapa	32
3.4.3 Tercera etapa.....	33
3.4.4 Cuarta y última etapa.....	33
3.4.5 Instrumentos para la recolección de investigación.....	33
Capítulo 4. Resultados del estudio.....	35
4.1 Recopilación de datos mediante encuestas a la población del sector, que sustenten la decisión de generar la propuesta de diseño de una microcentral	35
4.1.1 Estudio Poblacional.....	35
4.1.1.1 <i>Modelo de la encuesta.</i>	35
4.1.1.2 <i>Resultado de la encuesta.</i>	36
4.1.1.3 <i>Tabulación de los resultados obtenidos.</i>	38
4.1.1.4 <i>Análisis de resultados.</i>	42
4.2 Diseño de las diferentes obras civiles de captación y conducción del agua, así como el estudio de la fuente que permita la estructuración de la micro central hidroeléctrica para el sector de la Pradera	43
4.2.1 Estudio hidrológico.....	43
4.2.1.1 <i>Medición de caudal.</i>	43
4.2.1.2 <i>Calculo caudal ecológico.</i>	47
4.2.1.3 <i>Análisis de la información meteorológica.</i>	48
4.2.1.4 <i>Medición del Salto.</i>	65
4.2.2 Estudio Topográfico.....	67
4.2.2.1 <i>Localización General.</i>	67
4.2.2.2 <i>Metodología de estudio.</i>	67

4.2.2.3 Sistema de coordenadas y coordenadas tomadas.....	68
4.2.3 Observación y Estudio de los Suelos.....	69
4.2.3.1 Granulometría.....	69
4.2.4 Diseño de Obras Hidráulicas y civiles de la Microcentral Hidroeléctrica.	75
4.2.4.1 Bocatoma de Fondo.	75
4.2.4.2 Línea de Aducción.....	85
4.2.4.3 Desarenador.	91
4.2.4.4 Tubería de Conducción Desarenador-Cámara de Carga.	105
4.2.4.5 Cámara de Carga.	109
4.2.4.6 Tubería De Presión.....	121
4.2.4.7 Casa De Maquinas.....	127
4.2.5 Estudio Estructural.	128
4.2.5.1 Normas de Diseño.....	128
4.2.5.2 Carga Sísmica.....	128
4.2.5.3 Modelo Analítico.....	130
4.3 Planificación de la gestión de alcance, tiempo de ejecución, costo y calidad que aseguran el éxito del proyecto y permita decidir si es factible su construcción.....	183
4.3.1 Programación de obra.....	183
4.3.1.1 Estructura de división de trabajo EDT.....	183
4.3.1.2 Diagrama de Gantt.	185
4.3.1.3 Presupuesto de obra.	187
4.3.2 Estudio de factibilidad del proyecto (Costo/Beneficio).	188
4.3.2.1 Factores influyentes del proyecto.	189

4.3.2.2	<i>Costos pre operativos.</i>	189
4.3.2.3	<i>Estudios e ingeniería.</i>	190
4.3.2.4	<i>Terrenos.</i>	190
4.3.2.5	<i>Obras Civiles.</i>	191
4.3.2.6	<i>Equipos de generación y mecánicos.</i>	191
4.3.2.7	<i>Imprevistos.</i>	191
4.3.2.8	<i>Costos de operación.</i>	191
4.3.2.9	<i>Impuestos.</i>	192
4.3.2.10	<i>Operación y mantenimiento.</i>	192
4.3.2.11	<i>Costos ambientales.</i>	193
4.3.2.12	<i>Análisis Financiero.</i>	193
4.3.3	<i>Especificaciones Técnicas.</i>	202
4.3.4	<i>Análisis Ambiental.</i>	203
4.3.4.1	<i>Identificación y análisis de impactos ambientales.</i>	203
4.3.4.2	<i>Identificación y descripción de los impactos ambientales durante la etapa preliminar a la construcción de la central.</i>	205
4.3.4.3	<i>Descripción y análisis de los principales impactos ambientales en la etapa operación del proyecto.</i>	207
4.3.4.4	<i>Descripción y análisis de los principales impactos ambientales en la etapa cierre y abandono del proyecto.</i>	207
4.3.4.5	<i>Programa de medidas preventivas y mitigadoras del medio físico.</i>	208
Capítulo 5. Conclusiones		211
Capítulo 6. Recomendaciones		213

Referencias.....214
Apéndices216

Lista de Tablas

Tabla 1 Generalidades de turbinas hidráulicas	15
Tabla 2 Resultados toma de datos mediante aforo en la Quebrada la Pradera.....	44
Tabla 3 Resultados de áreas de las secciones	46
Tabla 4 Registros de precipitaciones Estación Aguas de la Virgen año 2006-2018.....	50
Tabla 5 Registros de la Intensidad de lluvia Estación Aguas de la Virgen 2006-2018.....	53
Tabla 6 Registros de caudales Estación Aguas de la Virgen 2006-2018	54
Tabla 7 Datos estadísticos a partir de las precipitaciones registradas	55
Tabla 8 Cuadro de distribución de frecuencias Estación Aguas de la Virgen.....	56
Tabla 9 Registros de caudales Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009.....	57
Tabla 10 Registros de Intensidad de lluvia Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009.....	58
Tabla 11 Registros de Caudales Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009.....	58
Tabla 12 Datos hidrológicos Estación Aeropuerto Aguas Claras	59
Tabla 13 Distribución de frecuencias Estación Aeropuerto Aguas Claras.....	59
Tabla 14 Registros de precipitaciones Estación UFPSO 1992-2018	60
Tabla 15 Registros de intensidad Estación UFPSO 1992-2018	61
Tabla 16 Registros de caudal de lluvia Estación UFPSO 1992-2018	62
Tabla 17 Datos hidrológicos Estación UFPSO	63
Tabla 18 Distribución de frecuencias Estación UFPSO.....	63
Tabla 19 Sistema de coordenadas.....	68
Tabla 20 Sistema de coordenadas zona en estudio.....	68
Tabla 21 Porcentaje de humedad del suelo	71

Tabla 22 Granulometría muestra suelo.....	71
Tabla 23 Diseño tubería de presión parte 1	123
Tabla 24 Diseño de tubería de presión parte 2	123
Tabla 25 Diseño tubería de presión parte 3	124
Tabla 26 Diseño de tubería de presión parte 4	124
Tabla 27 Diseño de tubería de presión parte 5	124
Tabla 28 Diseño de tubería de presión parte 6	125
Tabla 29 Diseño de tubería de presión parte 7	125
Tabla 30 Diseño de tubería de presión parte 8	126
Tabla 31 Acero de refuerzo de la bocatoma.....	149
Tabla 32 Acero de refuerzo del desarenador	171
Tabla 33 Acero de refuerzo para cámara de carga. Ver Apéndice I.....	177
Tabla 34 Flujo de Caja del proyecto.....	195
Tabla 35 Cálculo de tasa de oportunidad en el flujo	198
Tabla 36 Cálculo de VPN.....	200

Lista de Figura

Figura 1. Bocatoma de fondo (proyección planta.	9
Figura 2. Corte longitudinal en bocatoma de fondo.	9
Figura 3. Corte transversal bocatoma de fondo.	9
Figura 4. Canal de aducción a flujo libre con sus partes.	10
Figura 5. Desarenador en planta y en sección transversal con sus partes.	11
Figura 6. Flujos a través de una compuerta plana y de una compuerta radial.	11
Figura 7. Cámara de carga en planta y en sección transversal con sus partes.	13
Figura 8. Cámara de carga en planta y en sección transversal con sus partes.	13
Figura 9. Válvula de ventosa.	14
Figura 10. Válvula de purga.	14
Figura 11. Turbina Michell-Banki.	16
Figura 12. Corriente continua.	17
Figura 13. Corriente Alterna.	18
Figura 14. Corriente trifásica.	18
Figura 15. Modelo de encuesta dirigida a la población.	36
Figura 16. Resultado N°1 de la encuesta.	38
Figura 17. Resultado N°2 de la encuesta.	39
Figura 18. Resultado N°3 de la encuesta.	40
Figura 19. Resultado N°4 de la encuesta.	40
Figura 20. Resultado N°5 de la encuesta.	41
Figura 21. Resultado N°6 en la encuesta.	42

Figura 22. Secciones donde se aplicó el método del flotador.	43
Figura 23. Batimetría primera sección.	45
Figura 24. Batimetría tercera sección.	45
Figura 25. Batimetría segunda sección.	45
Figura 26. Batimetría cuarta sección.	45
Figura 27. Curva de duración de caudales.	57
Figura 28. Curva de Duración de Caudales.	60
Figura 29. Curva de duración de caudales.	64
Figura 30. Área Cuenca Río Tejo y Estaciones cercanas.	65
Figura 31. Determinación del Salto Hidráulico.	66
Figura 32. Salto hidráulico zona en estudio (AutoCAD Civil 3D).	66
Figura 33. Plano topográfico resultado del levantamiento.	67
Figura 34. Curva granulométrica.	72
Figura 35. Idealización del mecanismo del golpe de ariete.	111
Figura 36. Tanque de Carga.	115
Figura 37. Características hidrodinámicas de partida y parada brusca.	116
Figura 38. Partes de la tubería de presión.	121
Figura 39. Curva piezométrica vs línea de elevación tubería de conducción.	126
Figura 40. Casa de máquina para la microcentral.	127
Figura 41. Espectro elástico del municipio de Ocaña.	129
Figura 42. Estructura de Bocatoma.	131
Figura 43. Modelación de Bocatoma.	132
Figura 44. Resultantes en estructura de bocatoma.	133

Figura 45. Resultantes en estructura de bocatoma	134
Figura 46. Resultantes en estructura de bocatoma	135
Figura 47. Resultantes en estructura de bocatoma	136
Figura 48. Resultantes en estructura de bocatoma	137
Figura 49. Diagrama fuerzas a compresión en estructura.	138
Figura 50. Diagrama de deformación en la estructura.	138
Figura 51. Diagrama por fuerzas cortantes en la estructura.	139
Figura 52. Análisis por tracción de la bocatoma.	143
Figura 53. Chequeo por cortante de la bocatoma.	143
Figura 54. Chequeo momento de agrietamiento por flexión de la bocatoma.	144
Figura 55. Análisis por tracción de la bocatoma.	148
Figura 56. Chequeo por cortante en la bocatoma.	148
Figura 57. Chequeo por momento de agrietamiento por flexión en la bocatoma.	149
Figura 58. Diagrama resultante de Momento 22 para placa y muros Bocatoma.	150
Figura 59. Diagrama resultante de momento 11 para placa y muros Bocatoma.	150
Figura 60. Diagrama resultante de momento 12 en placa y muros Bocatoma.	151
Figura 61. Diagrama resultante de cortante 13 en placa y muros Bocatoma.	151
Figura 62. Diagrama resultante de cortante 23 en placa y muros Bocatoma.	152
Figura 63. Estructura de desarenador.	153
Figura 64. Modelación de Desarenador.	154
Figura 65. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.	155
Figura 66. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.	156
Figura 67. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.	157

Figura 68. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.	158
Figura 69. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.	159
Figura 70. Deformación en estructura de desarenador.	160
Figura 71. Carga muerta en la estructura de desarenador.	160
Figura 72. Carga de agua en estructura de desarenador.	161
Figura 73. Chequeo por esfuerzo a tracción en la bocatoma.	165
Figura 74. Chequeo por cortante en la bocatoma.	166
Figura 75. Chequeo por momento de agrietamiento en la bocatoma.	166
Figura 76. Chequeo por esfuerzo de tracción en la bocatoma.	170
Figura 77. Chequeo por cortante en la bocatoma.	170
Figura 78. Chequeo momento de agrietamiento.	171
Figura 79. Diagrama resultante de momento 11 en placa y muros Desarenador.	171
Figura 80. Diagrama resultante momento 22 en placa y muros Desarenador.	172
Figura 81. Diagrama resultante momento 22 en placa y muros Desarenador.	172
Figura 82. Diagrama resultante momento 12 en placa y muros Desarenador.	172
Figura 83. Diagrama resultante cortante 13 en placa y muros Desarenador.	173
Figura 84. Estructura de la Cámara de Carga.	174
Figura 85. Modelación de Cámara de Carga.	175
Figura 86. Resultantes en la estructura de Cámara de Carga.	175
Figura 87. Resultantes en la estructura de Cámara de Carga.	176
Figura 88. Deformaciones por efecto de las cargas en la Cámara de carga.	177
Figura 89. Diagrama de resultante de momento 11 y F11 en la estructura de Cámara.	178
Figura 90. Diagrama de resultante de momento 22 y F22 en la estructura de Cámara.	178

Figura 91. Diagrama resultante de momento 12 y F12 en la estructura de Cámara.....	178
Figura 92. Estructura de Casa de Maquinas.	179
Figura 93. Resultantes envolvente para cimentación Casa de Maquina..	180
Figura 94. Desplazamientos en la estructura de casa de maquina por acción de las fuerzas y momentos.....	181
Figura 95. Diagrama resultante de cortante 23 y momento 11 en casa de máquina.	182
Figura 96. Diagrama resultante de cortante 23 y momento 12 en casa de máquina.	182
Figura 97. Estructura de división de trabajo (EDT).	183
Figura 98. Estructura de división de trabajo (EDT).	184
Figura 99. Diagrama de Gantt del proyecto.	186
Figura 100. Resumen de Presupuesto de obra del proyecto.	187
Figura 101. Costo total Turbina Michell Banki.....	187
Figura 102. Aspectos que influyen en los costos,	189
Figura 103. Costos iniciales del proyecto.....	189
Figura 104. Costos de Ingeniería.....	190
Figura 105. Impuestos.	192
Figura 106. Ingresos Netos.....	200
Figura 107. Egresos Netos.....	201
Figura 108. Crédito.....	201
Figura 109. Flujo de Caja Neto.	201
Figura 110. Flujos de Caja Acumulados.	202
Figura 111. Impacto negativo en suelo, vegetación, paisaje y medio social.....	204
Figura 112. Impacto negativo en fauna y sistema acuático.	204

Figura 113. Impactos generales positivos.	205
Figura 114. Impactos ambientales generales durante la etapa de construcción.	205
Figura 115. Impactos ambientales durante la etapa de la construcción en el medio físico.	206
Figura 116. Impacto ambiental en el medio físico.	206
Figura 117. Impacto ambiental en el medio social durante la construcción.	206
Figura 118. Principales impactos en el medio social durante el proceso de abandono.	207
Figura 119. Principales impactos en el medio físico durante el proceso de abandono.	208

Lista de Apéndices

Apéndice A. Tablas de selección de datos.	217
Apéndice B. Localización general de la zona en estudio.	220
Apéndice C. Planos hidráulicos de la Bocatoma de fondo.	221
Apéndice D. Planos hidráulicos del Desarenador.	222
Apéndice E. Planos de Cámara de carga y casa de máquina.	223
Apéndice F. Plano ubicación de la tubería de aducción-conducción.	225
Apéndice G. Planos estructurales de la Bocatoma.	226
Apéndice H. Planos estructurales del Desarenador.	228
Apéndice I. Plano estructural Cámara de Carga y Casa de Maquinas.	229
Apéndice J. Especificaciones técnicas de la estructura de Bocatoma.	231
Apéndice K. Especificaciones técnicas de la estructura del Desarenador.	256
Apéndice L. Especificaciones técnicas Aducción-Conducción, Cámara de Carga y Casa de Maquinas.	281

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo principal proponer un diseño de una microcentral hidroeléctrica en el sector la pradera en Ocaña norte de Santander, con el fin de generar energía eléctrica mediante el aprovechamiento de las fuentes hídricas y condiciones topográficas en zonas rurales, esto a su vez dará como resultado la disminución en el costo en el servicio de energía en las viviendas, mejorando así la calidad de vida de los habitantes de estratos bajos. Para el proyecto se tendrá en cuenta todos los parámetros técnicos y legales para su ejecución, para lograr un impacto positivo sobre la comunidad.

Introducción

Capítulo 1. Propuesta de implementación de diseño de una Micro central Hidroeléctrica en el Sector la Pradera en Ocaña, Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

Los habitantes del sector la Pradera pertenecen a un estrato económico de bajos recursos y considerando que el costo de servicio público de energía eléctrica está cada vez en aumento los exhorta a la búsqueda de alternativas más económicas; dicho sector se ve afectado por la falta de inversión pública en lo que compete a obras civiles que beneficien el desarrollo de la comunidad y el aprovechamiento de los recursos naturales que se encuentren disponibles.

La fuente de recursos de los habitantes de este sector se reduce exclusivamente a microempresas familiares tales como tienda y talleres de costura, los cuales requieren energía para refrigeradores y máquinas de coser además de los electrodomésticos requeridos en toda vivienda que generan un gran consumo.

El acceso a equipos eléctricos para desarrollar actividades con el propósito de ampliar sus labores comerciales a otras líneas de negocio se ven limitadas por el costo de la energía interconectada reduciendo así las posibilidades de empleos propios y oportunidades de desarrollo, la comunidad actualmente no cuenta con obras donde puedan aprovechar la caída de agua cerca al sector, la cual podría generar un ahorro de energía eléctrica convencional y por consiguiente una reducción en los gastos producidos por este servicio.

1.2 Formulación del problema

¿Qué obra civil podría generar un aprovechamiento de los recursos naturales y originar un beneficio en la economía de los habitantes del sector La Pradera del municipio de Ocaña, Norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 General. Proponer el diseño de una micro central hidroeléctrica en la Vereda La Pradera, Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2 Específicos. Recopilar datos mediante encuestas a la población del sector, que sustenten la decisión de generar la propuesta de diseño de una microcentral.

Diseñar las diferentes obras civiles de captación y conducción del agua, así como el estudio de la fuente que permita la estructuración de la micro central hidroeléctrica para el sector de la Pradera.

Planificar la gestión de alcance, tiempo de ejecución, costo y calidad que aseguran el éxito del proyecto y permita decidir si es factible su construcción.

1.4 Justificación

Este proyecto es de gran utilidad porque plantea una propuesta de diseño en cuanto a obras civiles y estudio de las características y aprovechamiento hidrológico de la fuente de una micro central hidroeléctrica, dicha propuesta permite presentar a los pobladores que se encuentran en zonas cercanas a cuerpos de agua, el aprovechamiento y la utilización de las condiciones topográficas e hidrológicas que hayan a su alrededor, como es el caso de La Pradera que cuenta con un salto de agua y una corta distancia al punto del consumo, condiciones propicias para la construcción de las estructuras y la producción de energía, además ya se han tenido referentes que comprueban la funcionalidad de estas obras para poblaciones que se encuentran alejadas de los cascos urbanos como en las veredas y/o municipios de San Vicente del Caguán, Puerto Rico, Doncello en el departamento del Caquetá.

Involucrar los habitantes del sector directamente con el proceso de generación de energía basado en la fuerza hidráulica los motiva a proteger las fuentes de agua, de las cuales se surte el sistema hidroenergético, eslabón fundamental para desarrollar esta Tecnología sostenible, para ello se deberá contar con los permisos pertinentes que brindan las autoridades ambientales, de tal forma que los pobladores sientan más sentido de pertenencia con sus recursos naturales.

La implementación de este proyecto permitirá a los habitantes del sector la reducción de costos en el pago de servicios, tanto de iluminación pública como del consumo interno de las viviendas, realizando estudios previos que expliquen que la fuente tiene la suficiente capacidad para cubrir las necesidades que la población.

El desarrollo de este trabajo de grado plantea el apoyo de dos disciplinas académicas con el fin de estructurar de manera más idónea los conceptos y diseños; en este caso la ingeniería civil se apoyará de diseños que se ejecutaron en ingeniería mecánica. Se pretende así abrir un camino para futuras investigaciones que requieran la participación de dos o más carreras profesionales.

La crisis energética a comienzos de la década del 70, fortalece la idea de incrementar la participación de las fuentes no convencionales en los planes de expansión, incluida las PCHs (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas); durante el racionamiento en 1992, se abre nuevamente la posibilidad de desarrollar los proyectos estancados y la posibilidad de evaluar otros nuevos.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Operativa. El desarrollo de la propuesta de diseño tanto estudios como realización de planos se desarrollará en oficina como salas de cómputo tanto de ingeniería civil y biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, con el propósito de recopilar información a través de trabajos de grados y bibliografías disponibles y en campo se desarrollaran trabajos de topografía, mediciones y estudios en la vereda La Pradera, municipio de Ocaña N.S.

1.5.2 Conceptual. El estudio de los parámetros que intervienen en una micro central hidroeléctrica: bocatoma, desarenador, aducción, aliviadero, conducción, cámara de carga, compuerta, casa de máquinas, canal de descarga, redes, puntos de consumo, caudal calculado, caudal ecológico, caudal de diseño, estudio de la fuente, hidrología, precipitaciones, aforo, altura, presión y se tendrán en cuenta los conceptos que permiten la generación de energía como

casa de máquinas y turbina Michel Bankin, utilizados en trabajo de grado disponible, en la Biblioteca de la Universidad.

1.5.3 Geográfica. El proyecto se desarrollará en el sector La Pradera que se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas $X = 1078806$, $Y = 1401499$ en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.5.4 Temporal. La investigación y desarrollo del proyecto tendrá un tiempo aproximado de seis meses, a partir de la aprobación del anteproyecto por parte de los respectivos jurados y el Comité Curricular.

Capítulo 2. Marco de Referencia

2.1 Marco histórico

El agua ha sido un recurso utilizado hace más de 3.500 años para la generación de energía eléctrica, en pro de facilitar las tareas humanas en distintas áreas.

Murgueza (2014, p.4) afirma lo siguiente:

El aprovechamiento del recurso hídrico para la generación de energía comenzó en tiempos antiguos con el uso de ruedas hidráulicas muy rudimentarias pero que permitían la producción de fuerza motriz para aliviar el trabajo manual del hombre. La revolución industrial con su fuerte demanda energética movilizó el desarrollo tecnológico de los procesos de conversión de energía y la rueda hidráulica fue superada por la turbina a partir del inicio del siglo XIX.

A principios de la década de los noventa, las primeras potencias productoras de energía hidroeléctrica eran Canadá y Estados Unidos. Canadá obtiene un 60% de su electricidad de centrales hidráulicas. En todo el mundo, este tipo de energía representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total de electricidad, y su importancia sigue en aumento. (Revista ingenio libre, citado por Torres, 1997).

“Las centrales hidroeléctricas de reducida potencia, constituyeron, la base de la electrificación de las pequeñas comunidades rurales debido a los problemas técnicos ocasionados

por el transporte de energía eléctrica y la dificultad de extender de manera suficiente, las redes regionales de distribución” (Pérez de la Cruz).

Torres (1997, p.17) afirma lo siguiente:

En Colombia, las PCHs (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas) comenzaron a implantarse a finales de 1889, con la puesta en marcha de plantas en Bogotá, Bucaramanga y Cúcuta. En 1898 se construyó una PCH en Santa Marta, aunque se tienen referencias de que antes se habían construido PCHs en fincas particulares.

En 1930 existían en Colombia plantas hidroeléctricas que funcionaban a filo de agua que suministraban un potencial de 45 MW. Entre los años 40-60 se instalaron gran cantidad de PCHs, para electrificar las pequeñas y medianas poblaciones, entre los años 60 al 80, no hubo construcciones de PCHs y, por el contrario, por falta de mantenimiento o interconexión muchas quedaron fuera de servicio.

La crisis energética a comienzos de la década del 70, fortalece la idea de incrementar la participación de las fuentes no convencionales en los planes de expansión, incluida las PCHs. Se constituyen entonces, numerosos grupos de investigación en el área, que, por falta de apoyo, muy pocos lograron consolidarse. Igualmente, el Gobierno Nacional, con el apoyo de cooperación técnica internacional, emprendió diversos trabajos para incrementar la participación de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y a través del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL-, se dio inicio a un Plan Nacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, pero los resultados no fueron alentadores. Con la crisis del sector eléctrico, durante el racionamiento en

1992, se abre nuevamente la posibilidad de desarrollar los proyectos estancados y la posibilidad de evaluar otros nuevos.

En el año 1998 la Presidencia liquidó el INEA (Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas), dejando sin investigación las Energías Alternativas, a partir de ese año las PCHs han sido construidas por Empresas privadas y algunas por el IPSE entidad que sustituyó al ICEL.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Micro centrales hidroeléctricas. Es una clasificación que se da las plantas hidroeléctricas con una potencia menor a 300 KW (Harvey, 1998), son centrales de filo de agua y por lo general en derivación. Su configuración difiere a la de las grandes plantas hidroeléctricas (del orden de MW) principalmente por factores de utilidad económica, es decir que sus componentes especializados que aumenten la eficiencia son excesivos en comparación a los beneficios. (Rodríguez, Suárez, 2013).

2.2.2 Bocatoma de fondo. López (2003, p.94) afirma lo siguiente:

El agua se capta a través de una rejilla colocada en la parte superior de una presa, que a su vez se dirige en sentido normal de la corriente. El ancho de esta presa puede ser igual o menor que el ancho del río. En las Figuras 1, 2 y 3 se ilustran los elementos más importantes de este tipo de bocatoma.

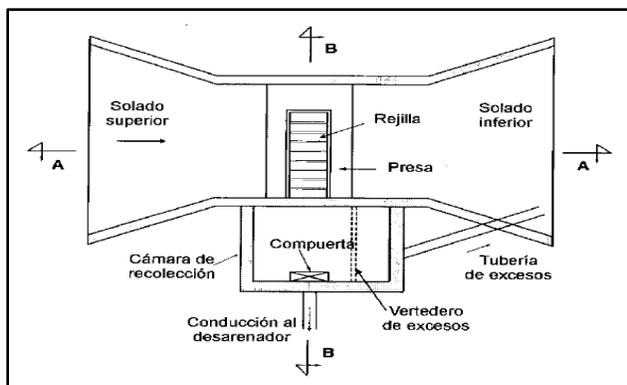


Figura 1. Bocatoma de fondo (proyección planta.

Fuente: (López, 2003).

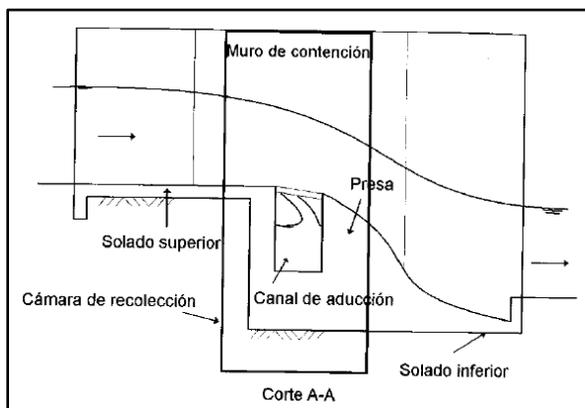


Figura 2. Corte longitudinal en bocatoma de fondo.

Fuente: (López, 2003)

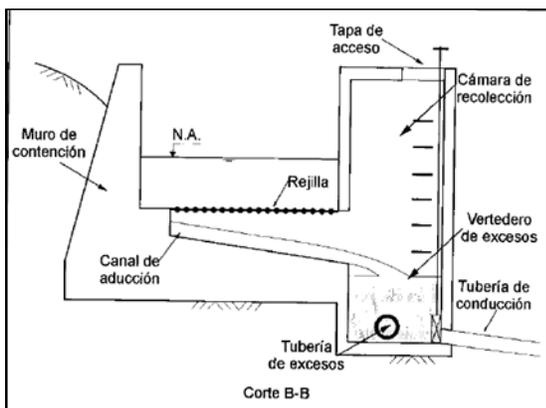


Figura 3. Corte transversal bocatoma de fondo.

Fuente: (López, 2003)

2.2.3 Canal de Aducción. López (2003, p.165) afirma lo siguiente:

Se llama aducción al transporte de agua cruda, es decir, todo transporte previo a la planta de purificación o tuberías de exceso y lavado. En general las aducciones se realizan a flujo libre o presión por bombeo. Los conductos pueden ser prefabricados como tuberías de gres, cemento y/o PVC o contruidos en el sitio. Ver Figura 4.

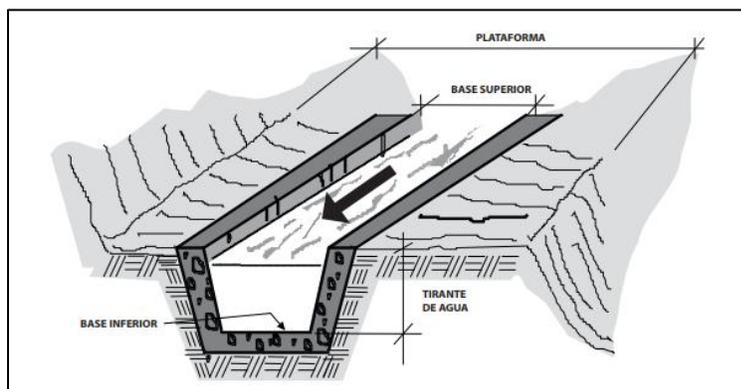


Figura 4. Canal de aducción a flujo libre con sus partes.

Fuente: (Eduardo Briceño, 2008)

2.2.4 Desarenador. López (2003, p.183) afirma lo siguiente:

Es un tanque construido con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad. Debe situarse lo más cerca posible de la bocatoma, con el fin de evitar problemas de obstrucción en la línea de aducción; el material en suspensión transportado por el agua es básicamente arcilla, arena o grava fina. El objetivo del desarenado, como tal, es la remoción de partículas hasta el tamaño de arenas. Se puede ayudar el proceso de sedimentación mediante coagulación, con lo cual se logra que las partículas más pequeñas se aglomeren y sedimenten a una velocidad mayor. Ver Figura 5.

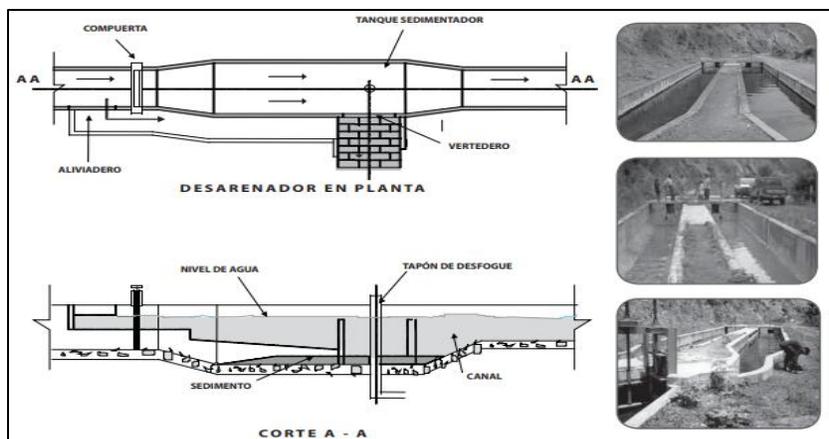


Figura 5. Desarenador en planta y en sección transversal con sus partes.

Fuente: (Eduardo Briceño, 2008)

2.2.5 Compuertas. Marbello (2005, p.101) afirma lo siguiente:

Una compuerta es una placa móvil, plana o curva, que, al levantarse, forma un orificio entre su borde inferior y la estructura hidráulica (presa, canal, etc.) sobre la cual se instala, y se utiliza para la regulación de caudales, en la mayoría de los casos, y como emergencia y cierre para mantenimiento de otras estructuras, en los otros. Véase la Figura 6. Las compuertas tienen las propiedades hidráulicas de los orificios y, cuando están bien calibradas, también pueden emplearse como medidores de flujo.

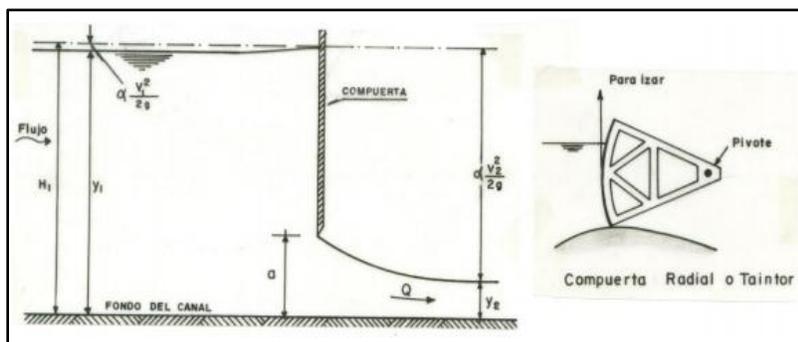


Figura 6. Flujos a través de una compuerta plana y de una compuerta radial.

Fuente: (Marbello, 2005).

2.2.6 Cámara de carga. La cámara de carga es un depósito situado al final del canal, justo antes de la entrada de la tubería de fuerza. Está diseñada para actuar como una reserva de agua para mantener la presión de caída en la tubería forzada y requiere una entrada continua de agua del canal para mantener su nivel máximo. (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008)

Normalmente, se instala una gran rejilla coladera que cubre la zona de entrada de agua a la tubería forzada para impedir la entrada de detritus en la misma. Es esencial una limpieza frecuente de la rejilla coladera de la cámara de carga, ya que un caudal reducido de agua debido a una rejilla obstruida puede conducir a presiones reducidas en la tubería de presión. (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008)

La cámara de carga actúa como un último desarenado y su diseño debe contar con una válvula de purga en la compuerta de salida, para poder sacar y eliminar todos los sedimentos de la base de la misma. La mayoría de ellas cuenta también con un vertedero para desviar el exceso de agua. En algunos diseños de cámara de carga, se ha instalado una válvula de purga de aire en el punto en que la tubería forzada se une con la cámara de presión. (Briceño, Escobar, & Ramírez, 2008)

El propósito de esta válvula es eliminar el aire de la tubería forzada durante su puesta en funcionamiento y como precaución contra la formación de un posible vacío si, por alguna razón, la entrada de la tubería forzada se bloquea. Ver Figura 7.

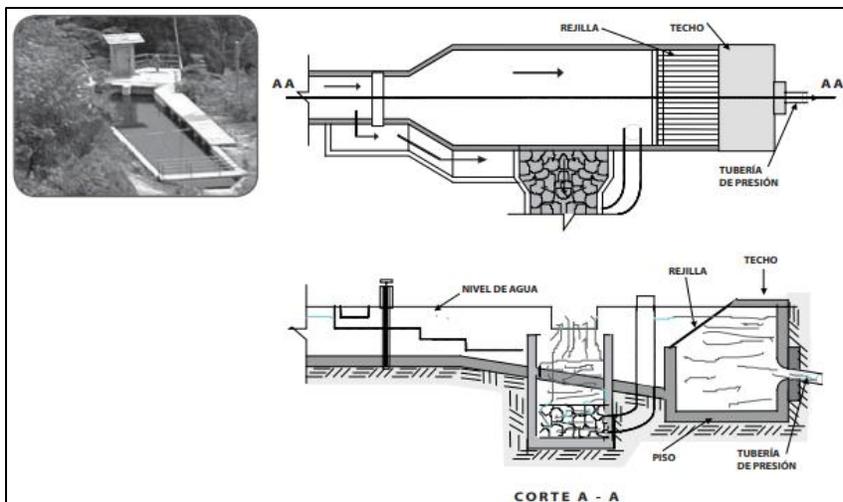


Figura 7. Cámara de carga en planta y en sección transversal con sus partes.

Fuente: (Eduardo Briceño, 2008)

2.2.7 Tubería de presión. “Tubería que transporte el agua desde la cámara de presión hasta la turbina y que permite aprovechar la energía potencial del salto”. Ver Figura 8. (Torres, 1997, p.16).

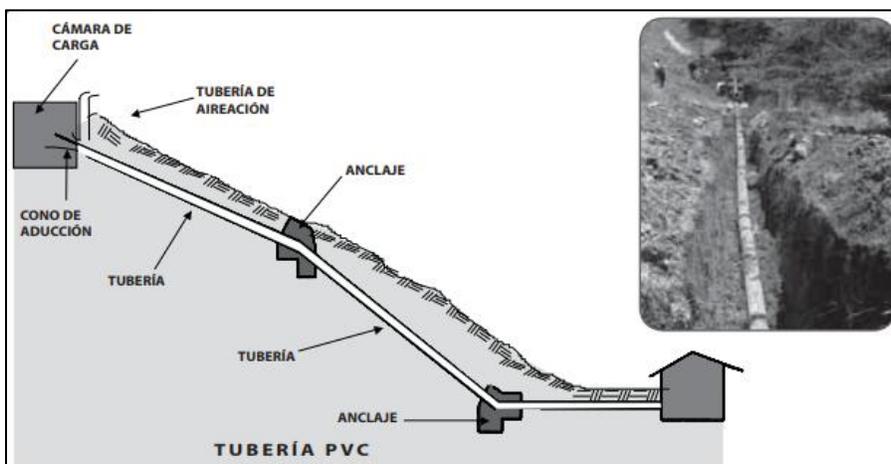


Figura 8. Cámara de carga en planta y en sección transversal con sus partes.

Fuente: (Eduardo Briceño, 2008)

2.2.8 Válvulas. “Dispositivo de aislamiento de la turbina con respecto a la tubería de presión, normalmente no se usa para fines de regulación”. Ver Figura 9 y 10. (Torres, 1997, p.16).



Figura 9. Válvula de ventosa.

Fuente: Acuaingeniería Ltda. Servicios de ingeniería para agua y procesos. NIT 900036837-



Figura 10. Válvula de purga.

Fuente: Direct Industry. El salón online de la industria.

2.2.9 Rejillas (mallas). “dispositivo para evitar el paso de sólidos o flotantes de determinada dimensión”. (Torres, 1997).

2.2.10 Turbinas hidráulicas. Es una turbomáquina motora, y por lo tanto esencialmente es una bomba rotodinámica que trabaja a la inversa.

Así como una bomba absorbe energía mecánica y restituye energía al fluido, una turbina absorbe energía del fluido y restituye energía mecánica. Teóricamente, suministrando energía hidráulica a la máquina, e invirtiendo el flujo, una bomba podría trabajar como turbina. (Mataix, 1986).

Para la debida escogencia de la turbina que funcionara dentro la microcentral hidroeléctrica es realizar un análisis comparativo de los distintos tipos de turbinas que existen, sus generalidades ver Tabla 1; sus ventajas y desventajas ver tabla 1, teniendo en cuenta las condiciones reales que se encuentran en el terreno.

Tabla 1

Generalidades de turbinas hidráulicas

Turbinas	Dirección del flujo con respecto al rotor	Velocidad específica (Ns) (CV)	Caudal Q (m ³ /s)	H (m)	P (Kw)	E (%)
Pelton	Radial	$N_s \leq 100$	0,05-50	30- 2000	$0,1-3 \times 10^5$	70-91
Michell-Banki	Radial	$30 \leq N_s \leq 180$	0,02-7	1-100	$1-2 \times 10^3$	65-89
Francis	Mixto	$50 \leq N_s \leq 350$ (400)	0,5-100	2-750	$1-1,75 \times 10^5$	80-93
Kaplan	Axial	$N_s \geq 300$	0,08-1000	2-30	$2-2 \times 10^5$	88-93

Nota: La tabla presenta información sobre las generalidades que poseen las turbinas hidráulicas. Fuente: Zolueta (2012) - Morales, Corredor, Paba y Pacheco, 2014.

Por las condiciones que existen en el terreno en estudio, se escoge la turbina de acción Michell-Banki por sus características, por la altura de la caída y por el caudal que maneja la fuente de agua que es superior a los 30 Lts/s, Caudal necesario para el funcionamiento de dicha turbina.

2.2.11 Tipos de turbinas de Acción. Se describe a continuación:

Turbina Michell-Banki. Esta es una turbina de acción de flujo transversal y admisión parcial, que se adapta a cualquier caudal, pues basta que con el rodete en forma de tambor sea más largo o más cortó.

La característica de la turbina Michell-Banki como se muestra en la Figura 11, consiste en que un amplio chorro de agua de sección rectangular incide dos veces, cruzando el interior, sobre los alabes del rodete. Esta turbina está compuesta por un par de discos, entre los cuales se fijan periféricamente una cierta cantidad de alabes de perfil circular y de simple curvatura. Por lo general los alabes se fijan a los discos mediante soldadura. (INEA, 1997).



Figura 11. Turbina Michell-Banki.

Fuente: Manuel Díaz y Yuri Chávez.

2.2.12 Conceptos básicos de electricidad. A continuación de muestras los términos relacionados:

Energía Eléctrica: Es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre. La energía eléctrica se mide en vatios que es igual al producto de la corriente y del voltaje. (Castañeda, 2016)

La corriente continua: La corriente continua es aquella cuyos valores instantáneos a lo largo del tiempo son de la misma magnitud. Suele estar suministrado por pilas, baterías, dinamos, fuentes de alimentación de corriente continua.

Una de las características fundamentales de la corriente continua es que tiene polaridad. En la Figura 12 se muestra el estilo de la corriente continua. (Garrigós, 2011)

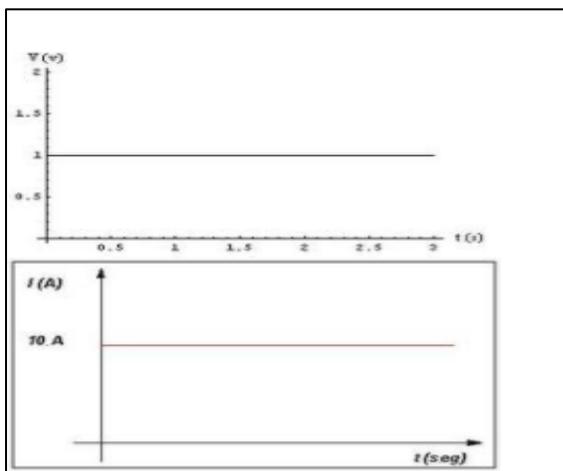


Figura 12. Corriente continua.

Fuente: (Garrigós 2011)

Corriente alterna: Una corriente que cambie de sentido a intervalos de tiempo. La corriente que tenemos en las bases de enchufe de casa se denomina corriente alterna senoidal. La distribución de dicha energía se muestra en la Figura 13. (Garrigós, 2011).

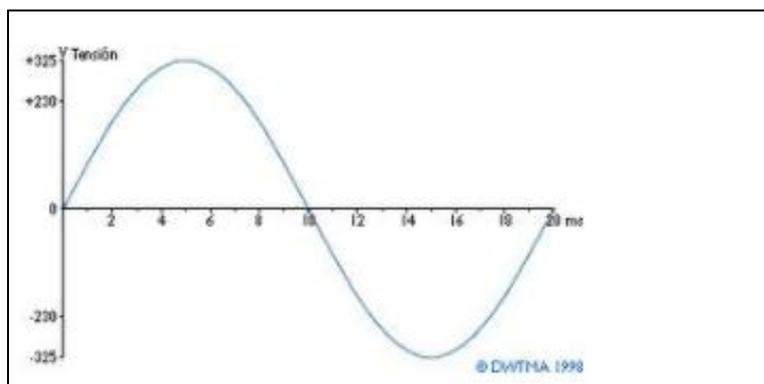


Figura 13. Corriente Alterna.

Fuente: Garrigós 2011.

Corriente trifásica. Un sistema de tres corrientes que se producen simultáneamente en un mismo generador. Cada una de estas fases o cada una de estas corrientes se transportan por su conductor respectivo de fase retornando por otro conductor común de las tres fases que sirve para cerrar los 3 circuitos. Voltaje de las fases de un sistema trifásico. Entre cada una de las fases hay un desfase de 120° , como se muestra en la Figura 14. (Tames, 2015)

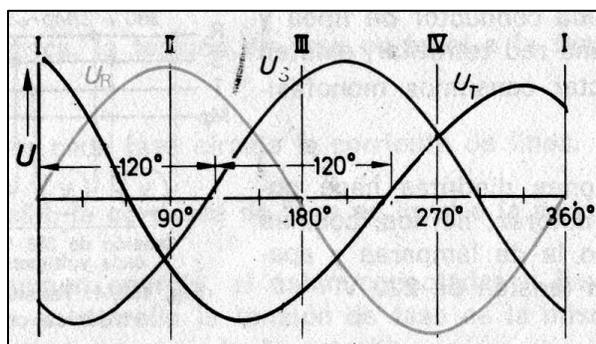


Figura 14. Corriente trifásica.

Fuente: (Tames, 2015)

Generador. Es la máquina que transforma la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica. El generador basa su funcionamiento en la inducción electromagnética. El principio de su funcionamiento se basa en la ley de Faraday, mediante la cual, cuando un conductor eléctrico se mueve en un campo magnético se produce una corriente eléctrica a través de él. El generador, o alternador, está compuesto de dos partes fundamentales:

Rotor o inductor móvil. Su función es generar un campo magnético variable al girar arrastrado por la turbina. (Tames, 2015)

Estator o inducido fijo. Sobre el que se genera la corriente eléctrica aprovechable. (Tames, 2015)

En centrales menores de 1000 KW la tensión de trabajo del generador es de 400 o 660 voltios. (Tames, 2015)

Para potencias más elevadas la generación se produce en media tensión (3.000, 5.000 o 6.000 voltios). (Tames, 2015)

El generador puede ser de dos tipos: síncrono o asíncrono. (Tames, 2015)

Generadores Síncronicos. En este tipo de generador la conversión de energía mecánica en eléctrica se produce a una velocidad constante llamada velocidad de sincronismo, que viene dada por la expresión. (Tames, 2015)

N_s = velocidad de sincronismo expresada en r.p.m.

f = frecuencia en Hz (50 Hz en España)

p = número de pares de polos del generador

Las bobinas arrolladas crean el campo magnético en los polos del rotor. Para que esto ocurra, por estas bobinas debe circular una corriente eléctrica continua. Para producir esta corriente continua pueden emplearse diferentes sistemas de excitación:

Autoexcitación estática. La corriente proviene de la propia energía eléctrica generada, previamente transformada de alterna en continua. (Tames, 2015)

Excitación con diodos giratorios. Se crea una corriente alterna invertida, con polos en el estator y se rectifica por un sistema de diodos, situado en el eje común. (Tames, 2015)

Excitación auxiliar. La corriente necesaria se genera mediante una dinamo auxiliar regulada por un reóstato. (Tames, 2015)

Generadores Asíncronos. Debido a la simplicidad, robustez y bajo costo de los clásicos motores eléctricos, éstos han venido utilizándose como generadores eléctricos sobre todo en centrales de pequeña potencia. (IDAE, 2006).

Para ello es necesario que el par mecánico comunicado al rotor produzca una velocidad de giro superior a la de sincronismo. (IDAE, 2006).

Este exceso de velocidad produce un campo giratorio excitador. Es importante que la diferencia entre las velocidades de funcionamiento y la de sincronismo sea pequeña, para reducir las pérdidas en el cobre del rotor. (IDAE, 2006).

2.3 Marco teórico

2.3.1 Antecedentes. A continuación se relacionan los puntos de vista de la tesis.

Contexto Mundial. Torres (2013) afirma lo siguiente:

A principios de la década de los noventa, las primeras potencias productoras de energía hidroeléctrica eran Canadá y Estados Unidos. Canadá obtiene un 60% de su electricidad de centrales hidráulicas. En todo el mundo, este tipo de energía representa aproximadamente la cuarta parte de la producción total de la electricidad, y su importancia sigue en aumento. Los países en los que constituye fuente de electricidad más importante son Noruega (99%), Zaire (97%) y Brasil (96%). La central de Itaipú, en el río Paraná, está situada entre Brasil y Paraguay; se inauguró en 1982 y tiene la mayor capacidad generadora del mundo. Como referencia, la presa Grand Coulee, en Estados Unidos, genera unos 6500 Mw y es una de las más grandes.

Zouza (1997) afirma lo siguiente:

EFEI (Escuela Federal de Ingeniería de Itajubá) elaboró una publicación técnica denominada: "Micro central Hidroeléctrica Rural (MCHR)", para uso directo en la propiedad rural, para aprovechar hasta 50 [kW], utilizando técnicas y mano de obra local, con grupos

Generadores con bombas Hidráulicas trabajando como turbinas o Turbinas Michell-Banki, siendo la regulación hecha a la carga, con auxilio de sistema de resistencias. (Zouza, 1997).

Torres (2013) afirma lo siguiente:

China agregó 37 GW de capacidad de energía renovable, más que cualquier otro país en el mundo, para alcanzar 226 GW de la capacidad de las energías renovables total. A nivel mundial, cerca de 80 GW de capacidad de renovación se ha añadido, entre ellos 31 GW de hidráulica y 48 GW de capacidad no hidráulica. Adiciones de energía eólica alcanzó un récord de 38 GW.

China fue el principal mercado, con 13,8 GW, lo que representa más de un tercio del mercado mundial en marcha de apenas un 2 por ciento del mercado en 2004, Estados Unidos ocupó el segundo lugar con 10 GW. La proporción de generación de energía eólica en varios países alcanzó máximos históricos, incluido un 6,5 por ciento en Alemania. (Torres, 2013)

Contexto Nacional. Ochoa Rubio (2002) afirma lo siguiente:

Para el Banco Mundial, Colombia es el cuarto país con más recursos hídricos con un caudal promedio de 66.440 m³/seg, equivalente en términos generados a un volumen anual de 2.113 km³ en un área total de 1.141.748 km², teniendo en la región nororiental los menores volúmenes hídricos y la Región Pacífico occidental los volúmenes más altos.

Martínez (2005) afirma lo siguiente:

Entre las cuencas más destacadas está la del Río San Juan y Patía, de la vertiente del Pacífico con 10% del caudal promedio nacional; ríos Magdalena, Cauca, Atrato y Bogotá de la

vertiente del Caribe con 24%; ríos Orinoco, Arauca, Meta, Vichada y Guaviare, de la vertiente de la Orinoquia con 32%; ríos Amazonas, Caquetá, Vaupés, Putumayo de la vertiente de la Amazonia, con 34%.

UPME (2009) afirma lo siguiente:

En el potencial hidráulico para 1991, Colombia se ubicaba en una sexta posición mundial, con 118 GW para 351 ríos inventariados del cual, el 79% es aprovechable para proyectos de más de 1000 MW, el 17% para centrales medianas (10MW) y un 5% para PCH (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas), es decir, 5,9 GW. Y respecto al potencial total instalado en Colombia, el 64% de la energía eléctrica, 13,4 GW, proviene de centrales hidroeléctricas, de los cuales para el año 2005 el 7% correspondía a producción por pequeña generación PCH.

Torres (2013) afirma lo siguiente:

Plan de Micro centrales ICEL: Entre los años 1979 a 1982, el ICEL realizó estudios de prefactibilidad y factibilidad en sitios aislados. Los Proyectos evaluados en este Plan son los siguientes: Unguía (1100 kW), Bahía Solano (2400 kW), El Calvario (200 kW), Santa Rosa (250 kW), Argelia (750 kW), Juradó (800 kW), Paya (48 kW), Pisba (36 kW), Mitú (650 kW), Aguazul (4800 kW), Puerto López (600 kW), Tame (1800 kW). Con este programa se pretendía instalar cerca de 13,4 MW en zonas aisladas pero solo se ejecutaron los proyectos de Paya y Pisba.

Cooperación Técnica Alemana: El ICEL con el fin de aprovechar al máximo los equipos de generación, ejecutó un estudio con cooperación de la República Federal Alemana, para 21

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, con lo cual incrementaría la potencia de cada planta. Plan ICEL- JICA: El ICEL solicitó al Gobierno del Japón en 1987, la realización de un estudio de rehabilitación para 82 pequeñas centrales eléctricas (3 térmicas, 62 hidráulicas y 17 diesel), las cuales eran operadas por 15 Electrificadoras filiales del ICEL. De estas 82 Centrales se escogieron para estudios de factibilidad las siguientes Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Municipal, Intermedia y San Cancio en el Departamento de Caldas y Julio Bravo en el Departamento de Nariño.

Plan Micro centrales CORELCA - PESENCA: CORELCA a través de PESENCA, en 1985, con la participación del ICA y la GTZ, desarrolló un programa en la Costa Atlántica cuyos resultados fueron los siguientes: Palmor (Magdalena, 125 kW, en operación), Caracolí (Guajira, 100 kW, en construcción), Palestina (Magdalena, 8.5 kW), Paucedonia (Magdalena, 15 kW, en operación), Siervo Arias (Magdalena, 12 kW, en operación), Sacramento (Magdalena, 23 kW, en operación), Río Piedras (Magdalena, 250 kW, en construcción), rehabilitación de la PCH de Gaira (Magdalena, 1090 kW), Mico Ahumado (Bolívar, 120 kW, en construcción), Machosolo (Magdalena, 10 kW, en operación).

En este Plan se identificaron los proyectos de: Nabusinake (Magdalena, 30 kW), Simití (Bolívar, 1900 kW), Santa Rosa de Simití (Bolívar, 300 kW), Villa Germanía (Cesar, 60 kW). Proyecto Piloto en Zonas Aisladas: El Ministerio de Minas y Energía, fue encargado por el Gobierno Nacional para adelantar los siguientes Proyectos Piloto para suministro de Energía Eléctrica: Cumbitara (Nariño, 125 kW, en construcción), Acandí (Chocó, 300 kW, en proyecto),

La Macarena (Meta, 150 kW, en proyecto), Caracolí (Guajira, 100 kW, en construcción), Bahía Solano (Chocó, 600 kW, Puerto López (Cauca, 300 kW, en construcción). (PESENCA, 1985)

Plan de Rehabilitación de PCHs por la CVC: En 1983, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca -CVC- realizó estudios de rehabilitación de las siguientes centrales: Cali I y II, Nima I y II, Guadalajara, El Rubor, La Rivera, Riofrío y Consota. (PESENCA, 1985)

En 1992 inició gestiones para la consecución de los recursos financieros necesarios para emprender los trabajos de recuperación de estas instalaciones, con un costo total estimado de MUS\$ 23. El ICEL (1995-1997) realizó un programa de construcción de PCHs:

Chorrera(Amazonas) 40 KW, San Pedro 15000 KW, López de Micay(Cauca) 450 KW, Guapi (Cauca) 13500 KW, Timbiqui (Cauca) 8800 KW, B. Solano (Choco) 2220 kW, Unguia (Choco) 1100 KW, Acandi 250 KW, Pizarro 2000 KW, San José de Guaviare 15000 KW, El retorno 110 KW, La Macarena 600 KW, Puerto Carreño 5000 KW, Bocas de Satinga 3030 KW, Mocoa (Putumayo) 22000 KW y Mitú (Vaupés) 320 KW, que adicionaran al sistema 114.8 MW. (PESENCA, 1985)

El INEA (1995-1997) adelanto los proyectos: diagnostico técnico de rehabilitación de PCHs de PCHs fuera de servicio, Adecuación de Criterios de diseño de PCHs y Levantamiento del Potencial hídrico para generación hidroeléctrica a pequeña escala. IPSE (1997-2013) El IPSE estudia posibilidad de construcción de PCHs en territorios Nacionales y en el año 2009 por

gestión del IPSE y Licitación Internacional de FONADE se inició la Construcción de la PCH GUAPI.

Mucker (1997) afirma lo siguiente:

En el proyecto PESENCA participan dos instituciones colombianas; la Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica - CORELCA - y el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA - conjuntamente con la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH - GTZ-. Desde 1985 se viene desarrollando el programa de minicentrales hidroeléctricas en su zona de influencia. El objetivo de este programa es el de satisfacer las necesidades energéticas de las zonas rurales, utilizando sus recursos hídricos. Actualmente trabajo en PESENCA y estoy vinculado desde octubre de 1988.

Contexto Regional. Micro central hidroeléctrica para la institución educativa san Alberto N°2 del municipio de Toledo Norte de Santander. Este proyecto de extensión se realiza con los docentes de los grupos de investigación GITYD e INGAP y los semilleros del programa de Ingeniería Mecánica, desde la línea de investigación de energías alternativas.

Además, se pone en práctica los conceptos de diseño planteados en la estructura curricular del programa académico de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. (Bohórquez, Cabello y Guerrero, 2016).

2.4 Marco legal

Para la realización de este estudio es necesario contar con las distintas normas y leyes que regulan el diseño de los elementos civiles y electromecánicos, entre estas encontramos la Ley 1715 del 2014 (Mayo 13), Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y normas invias y NTC, que son de gran importancia para generar un estándar de calidad y seguridad en el diseño a llevar a cabo.

2.4.1 Ley 1715 del 2014 (Mayo 13). Por medio de la cual se regula la integración de las Energías Renovables no Convencionales al Sistema Energético Nacional

El congreso de Colombia decreta:

Artículo 1°. Objeto. La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto Invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

2.4.2 RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas). Resolución de agosto 30 de 2013 con sus ajustes

ARTÍCULO 1°. OBJETO El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos. Adicionalmente, señala las exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos y equipos, es decir, fija los parámetros mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

2.4.3 RAS. (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico).

Resolución No. 0330 del 8 de Junio de 2017, por la cual se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico.

SECCIÓN I, TITULO A: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable Y
Saneamiento Básico -Revisión 1.

SECCIÓN II, TITULOS B, C, D, E, F, G. Conteniendo los Manuales de Prácticas de
Ingeniería para:

Acueductos.

Potabilización.

Alcantarillados.

Tratamiento de aguas residuales.

Aseo urbano-

Aspectos complementarios de construcción de obras civiles.

SECCIÓN III, TITULO H: Compendio de la Normatividad Técnica Y Jurídica Guías
Facilitadoras para Elaboración de Proyectos.

2.4.4 NSR10. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente.

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE
CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por la Ley 400 de 1997).

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. Fue promulgada por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

En este caso se utilizaran los títulos relacionados con el diseño estructural y los parámetros de estudios de suelos contemplados en la norma en mención.

2.4.5 Ley 400 de 1997. (Agosto 19). Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes.

Artículo 1o. objeto. la presente ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables

para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del estado y de los ciudadanos. Además, señala los requisitos de idoneidad para el ejercicio de las profesiones relacionadas con su objeto y define las responsabilidades de quienes las ejercen, así como los parámetros para la adición, modificación y remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente ley.

2.4.6 Normas y Especificaciones INVIAS-12. Especificaciones generales de construcción y normas de ensayo para materiales.

2.4.7 NTC (Norma Técnica Colombiana). Utilizada para la realización de estudios en los suelos presentes en la zona de estudio.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El diseño metodológico de esta investigación tiene un enfoque descriptivo cuantitativo, según (Monje Álvarez, 2011), “la investigación científica, desde el punto de vista cuantitativo, es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos”.

Planear una investigación consiste en proyectar el trabajo de acuerdo con una estructura lógica de decisiones y con una estrategia que oriente la obtención de respuestas adecuadas a los problemas de indagación propuestos. Los estudios descriptivos son aquellos que estudian situaciones que generalmente ocurren en condiciones naturales, más que aquellos que se basan en situaciones experimentales.

3.2 Población

Se define como población “el total de los individuos o elementos a quienes se refiere la investigación, es decir, todos los elementos que vamos a estudiar, por ello también se le llama universo”. (Hurtado y Toro, 1998)(p.79)”.

La población inicialmente abarca la comunidad que se encuentra cerca a la caída de agua en la Vereda La Pradera del municipio de Ocaña, Norte de Santander, el número de habitantes

beneficiados se estudiará con respecto a la cantidad de watts que podría producir la microcentral hidroeléctrica, tanto en una proyección inicial como en una proyección al futuro.

3.3 Muestra

La muestra es un “subconjunto representativo de un universo o población” (Morles, 1994). Para este caso la muestra se tomara como la totalidad de la población ya que se debe realizar un estudio previo de costo/beneficio, en el cual se analice que cantidad máxima de energía se producirá, para que de esta forma se pueda realizar una proyección de la cantidad de habitantes beneficiados inicialmente como los habitantes que podrían ser beneficiados en un futuro.

3.4 Metodología de Investigación

3.4.1 La primera etapa. Consiste en la recopilación de material bibliográfico sobre investigaciones realizadas respecto al diseño de las micro centrales hidroeléctricas con el fin de obtener fundamentos que sustenten la selección de los elementos a utilizar en los diseños, se estudiara si el caudal calculado mediante aforo cumple con el caudal que necesita la turbina para entrar en funcionamiento (30lt/s) y con el caudal ecológico que por ley se debe calcular para conservar las condiciones ambientales en la zona; “el caudal ecológico corresponde al 25 % de los volúmenes anuales en condiciones de oferta media. (Parra, 2012).

3.4.2 Segunda etapa. Se realizará un análisis estadístico por medio de encuestas a la población en estudio, que permita la toma de decisiones con respecto a la viabilidad del proyecto

que beneficie directamente a los habitantes, es decir, se tomara en cuenta la aceptación de la población para este tipo de proyectos en su comunidad.

3.4.3 Tercera etapa. Se calculara el caudal de diseño, así como el caudal ecológico, se hará un estudio de la fuente mediante datos hidrológicos dados por las estaciones que se encontraban en el municipio de Ocaña, se estudiara tanto el terreno como el suelo del sector mediante laboratorios y topografía con ello se iniciara con el diseño de las obras civiles que pertenecen a una micro central como lo es la bocatoma, aducción, desarenado, cámara de carga, conducción y caseta de máquinas utilizando software como AutoCAD, civil3d y civilcad; así como también se tomará y estudiara trabajos de grados existentes sobre la turbina Michell Banki presentes en la Biblioteca.

3.4.4 Cuarta y última etapa. Se analizaran los planos hechos en la propuesta del diseño final de la micro central hidroeléctrica, cálculo de cantidades, consultando precios de materiales en el municipio con el fin de obtener su alcance, costo, tiempo y calidad, de esta forma realizar un análisis detallado de costo/beneficio que muestre si este proyecto en caso de ser realizado sería viable o no y de esta forma asegurar el éxito de este en caso de ser ejecutado.

3.4.5 Instrumentos para la recolección de investigación. Los instrumentos que nos permitirán la recolección de información en el desarrollo de este proyecto, se realiza mediante el uso de fuentes, como lo es el uso de internet, Norma sismo resistente colombiana, Reglamento Técnico de Aguas y Saneamiento, Normas INVIAS y Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Además de las visitas de campo en la zona seleccionada para realizar los

estudios que se requieran. Finalmente se recurre al uso del software como AutoCAD, civil3d, Project, gpstrackmaker, sap2000, Excel, Word y civilcad para el procesamiento de la información recolectada.

Capítulo 4. Resultados del estudio

4.1 Recopilación de datos mediante encuestas a la población del sector, que sustenten la decisión de generar la propuesta de diseño de una microcentral

4.1.1 Estudio Poblacional. Para conocer la opinión de algunos habitantes de la zona de realizar esta propuesta de diseño, se procede a visitar la zona en estudio y realizar algunas encuestas a la población que vive en cercanía a al lugar donde se realiza el diseño de la microcentral.

La zona en estudio presenta dos negocios de tienda y modistería, las casas restantes son solo residenciales. Según Jorge Pacheco Presidente de la Junta de Acción Comunal de la Vereda La Pradera se cuenta con una población aproximada de 100 habitantes en alrededor de 30 casas.

Debido a la distribución de las viviendas y a las ocupaciones laborales de los pobladores, se manejó una muestra menor al 50%.

4.1.1.1 Modelo de la encuesta. Se hizo el siguiente modelo mostrado en la Figura 15 de encuesta a las personas que se encontraron en el sector en el momento de la visita que fueron 12.

ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACION CERCANA A LA QUEBRADA LA PRADERA
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
ESTUDIANTE: KARLA YINETH ROJAS ALVERNIA
1. Está de acuerdo con la intervencion del cauce de agua con obras de ingenieria? Si ____ No ____
2. Cuál es el precio que generalmente paga por el servicio de energia electrica? 15.000 - 20.000 ____ 20.000 - 25.000 ____ 25.000 - 30.000 ____ Mas de 30.000 ____
3. Considera que el pago de su factura es: Alto ____ Bajo ____ Normal ____
4. El servicio prestado por CENS considera que es: Bueno ____ Malo ____ Regular ____
5. Cual es el estrato de su vivienda? 1 ____ 2 ____ 3 ____
6. La generacion de energia electrica mediante la quebrada le parece: Muy bueno ____ Bueno ____ Malo ____ No le interesa ____

Figura 15. Modelo de encuesta dirigida a la población.

Fuente: (Autora del proyecto 2018)

4.1.1.2 Resultado de la encuesta. Según lo encuestado se tienen los siguientes resultados:

1. ¿Está de acuerdo con la intervención del cauce de agua con obras de ingeniería?

Si = 12

No = 0

2. ¿Cuál es el precio que generalmente paga por el servicio de energía eléctrica?

15.000 - 20.000 = 2

20.000 - 25.000 = 7

25.000 - 30.000 = 2

Más de 30.000 = 1

3. Considera que el pago de su factura es:

Alto = 4

Bajo = 0

Normal = 8

4. El servicio prestado por CENS considera que es:

Bueno = 7

Malo = 0

Regular = 5

5. ¿Cuál es el estrato de su vivienda?

1 = 12

2 = 0

3 = 0

6. La generación de energía eléctrica mediante la quebrada le parece:

Muy bueno= 8

Bueno= 4

Malo= 0

No le interesa= 0

4.1.1.3 Tabulación de los resultados obtenidos. A continuación se muestra el consolidado de los resultados obtenidos.

1. ¿Está de acuerdo con la intervención del cauce de agua con obras de ingeniería? En la Figura 16 se muestra el gráfico de los resultados.



Figura 16. Resultado N°1 de la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En relación a la pregunta anterior se observa que los habitantes del sector de la Pradera se muestran conformes con intervenciones que contribuyan al mejoramiento de su calidad de vida y al desarrollo de su comunidad.

2. ¿Cuál es el precio que generalmente paga por el servicio de energía eléctrica? En la Figura 17 se muestra la distribución de porcentajes.

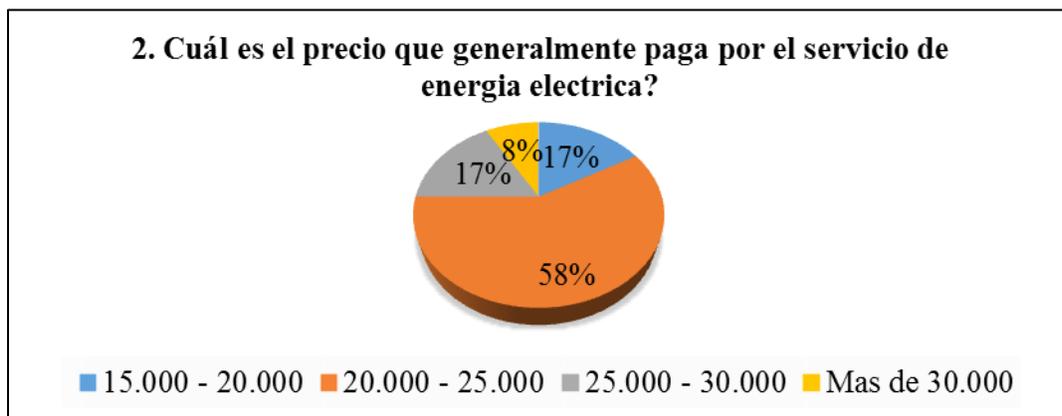


Figura 17. Resultado N°2 de la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En relación al pago de la energía eléctrica se analiza que los habitantes de la Vereda La Pradera pagan un valor relativamente alto de energía teniendo en cuenta el estrato socio-económico que se tiene en la zona.

3. ¿Considera que el pago de su factura es? En la Figura 18 se detalla el consolidado de los datos.

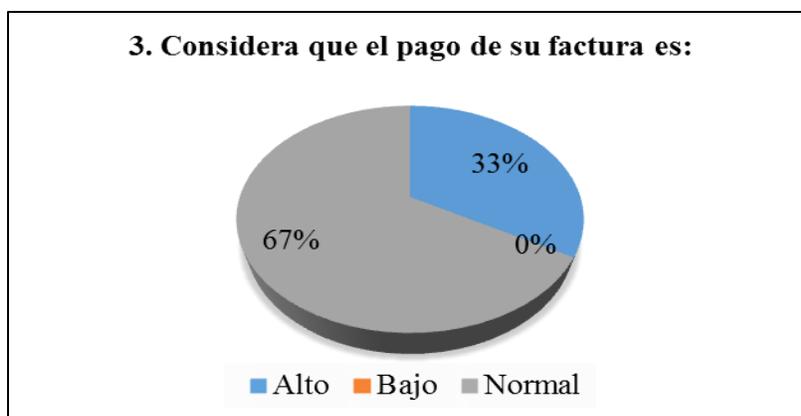


Figura 18. Resultado N°3 de la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En este resultado se observa que para los habitantes de la Vereda el pago de la factura les parece normal debido a que el valor del servicio no tiene variaciones considerables a lo largo de los meses; pero teniendo en cuenta el nivel socio-económico la tarifa debería ser menor por ser zona rural.

4. ¿El servicio prestado por CENS considera que es? Los datos obtenidos se muestran en la Figura 19.

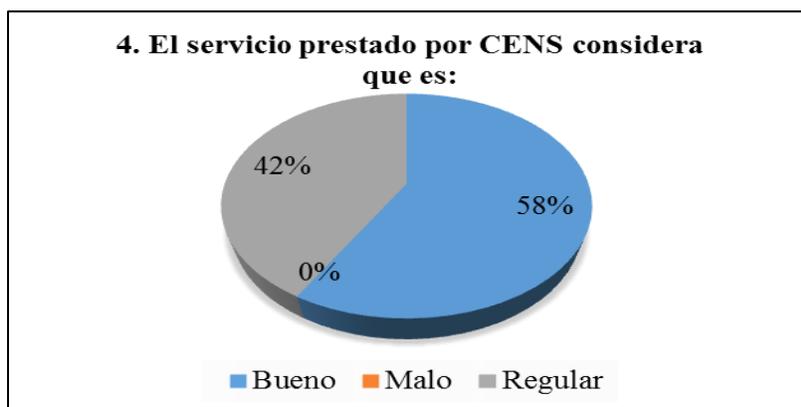


Figura 19. Resultado N°4 de la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Según el resultado anterior los habitantes de La Pradera consideran que el servicio prestado por Centrales Eléctricas es bueno, aunque existen falencias del servicio ya que en épocas invernales la energía eléctrica es intermitente.

5. ¿Cuál es el estrato de su vivienda? Los resultados se evidencian en la Figura 20.



Figura 20. Resultado N°5 de la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Se evidencia que la población del sector tiene un estrato bajo (Estrato 1), ya que se este se encuentra ubicado en una zona rural del Municipio de Ocaña.

6. ¿La generación de energía eléctrica mediante la quebrada le parece? La Figura 21 se observa los resultados obtenidos.

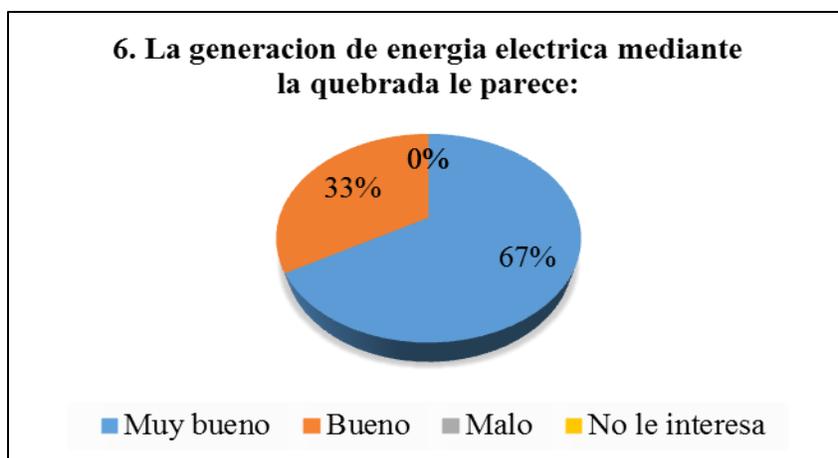


Figura 21. Resultado N°6 en la encuesta.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

El resultado anterior muestra que la mayoría de las personas encuestadas ven muy bueno que el sector cuente con energía propia, que beneficie la economía de los habitantes en el ahorro en sus facturas de energía eléctrica.

4.1.1.4 Análisis de resultados. En base a los resultados obtenidos de la encuesta realizada, se puede deducir que la implementación de la microcentral hidroeléctrica no afectaría a la comunidad, al contrario, le ayudaría a reducir sus costos en energía eléctrica basado también en que la comunidad pertenece a un estrato socioeconómico bajo.

4.2 Diseño de las diferentes obras civiles de captación y conducción del agua, así como el estudio de la fuente que permita la estructuración de la micro central hidroeléctrica para el sector de la Pradera

4.2.1 Estudio hidrológico. La primera fase del diseño se relaciona con los estudios hidrológicos, detallándose a continuación.

4.2.1.1 Medición de caudal. Para el desarrollo de esta actividad se tuvo en cuenta lo siguiente:

Método del flotador. Se toman tramos de 10m donde se coloca una pelota pequeña sobre el cauce del río, se procede a contabilizar el tiempo que esta dura en recorrer la distancia tomada, debido a que seis de los tramos se tomaron aguas arriba de la zona donde quedarían ubicadas las estructuras, se observa en la Figura 22 solo los cuatro tramos donde se realizó la topografía para la ubicación de las obras civiles.

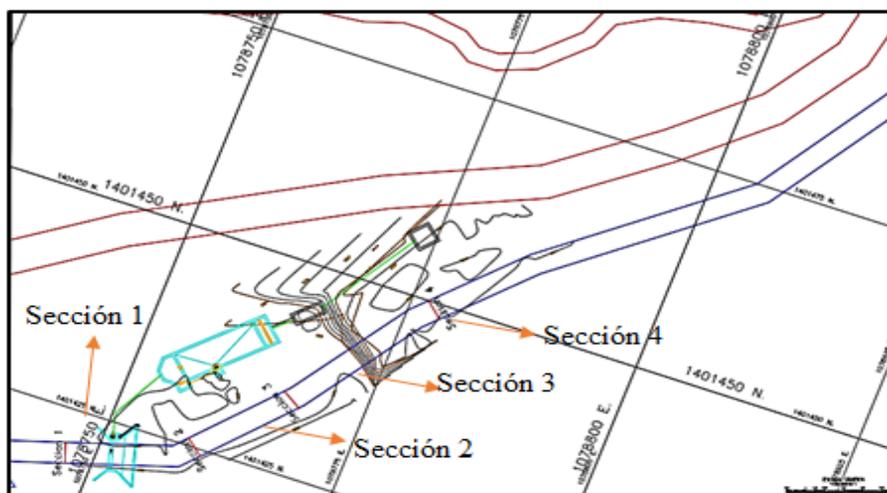


Figura 22. Secciones donde se aplicó el método del flotador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Cálculo de velocidad de la quebrada. En la Tabla 2 se observa los datos obtenidos para la velocidad de la quebrada.

Distancia calculada: 10m

$$V = d/t$$

Tabla 2

Resultados toma de datos mediante aforo en la Quebrada la Pradera

VELOCIDADES		
Tramo (10m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
1	34	0,2941
2	27	0,3704
3	27	0,3704
4	30	0,3333
5	35	0,2857
6	33	0,303
7	30	0,3333
8	45	0,2222
9	40	0,25
10	34	0,2941
11	29	0,3448
12	57	0,1754
Velocidad Promedio		0,2981

Nota. La tabla contiene información sobre los resultados de la toma de datos aforo en la quebrada la Pradera.
Fuente: (Autora del proyecto, 2018).

Cálculo de área. Se calcula el área mediante batimetría hecha en la Quebrada en estudio y el desarrollo de la actividad se muestra en las Figuras 23 hasta la 26.

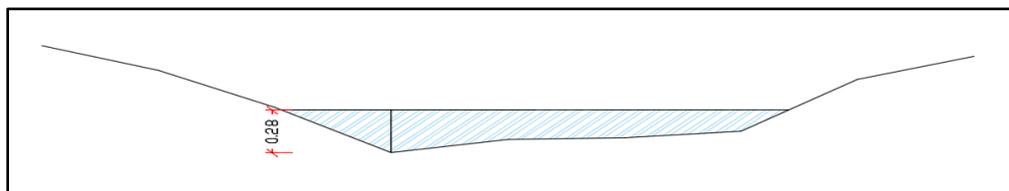


Figura 23. Batimetría primera sección.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Modificado: (CivilCAD 2017)

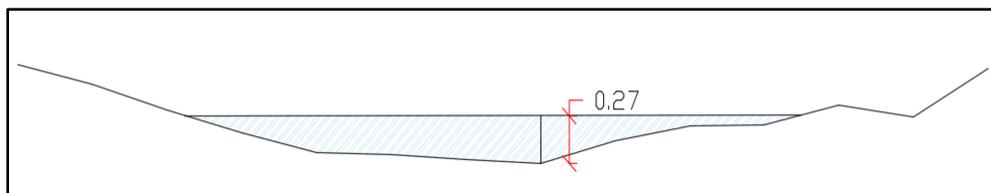


Figura 24. Batimetría tercera sección.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Modificado: (CivilCAD 2017)

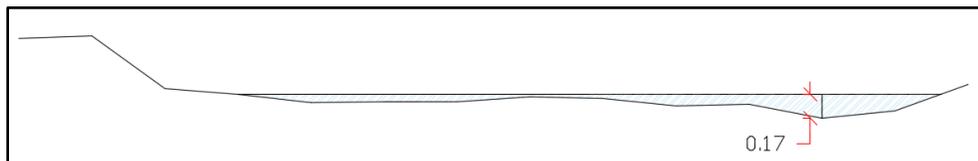


Figura 25. Batimetría segunda sección.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Modificado: (CivilCAD 2017)

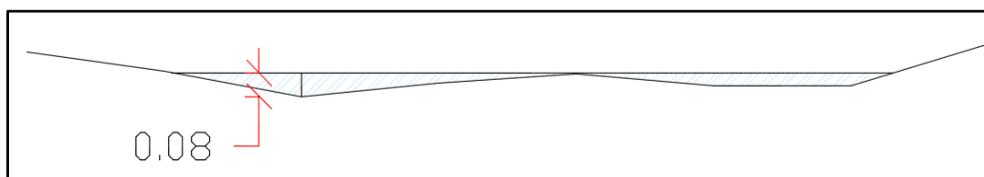


Figura 26. Batimetría cuarta sección.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Modificado: (CivilCAD 2017)

Posteriormente, se determinaron las áreas de cada perfil de la quebrada, contempladas en la Tabla 3.

Tabla 3

Resultados de áreas de las secciones

Tramo	Y (m)	T (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	0,28	2,875	0,3697	4,475
2	0,27	4,6	0,6482	8,326
3	0,17	5,421	0,3139	9,673
4	0,085	3,069	0,0984	5,263
Área Promedio				0,3643

Nota. La tabla contiene información sobre los resultados de las áreas de las secciones. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Cálculo de caudal. El caudal es calculado con el área promedio y la velocidad promedio que se obtuvo en los cálculos anteriores.

$$Q_{\text{total}} = V_{\text{prom}} * A_{\text{prom}}$$

$$Q_{\text{total}} = 0,2980 \text{ m/s} * 0,3643 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{total}} = 0,1085 \text{ m}^3/\text{s} \approx 108,56 \text{ lt/s}$$

Para la turbina diseñada por la estudiante Eliana Torres en el proyecto titulado “Diseño de una Turbina Michell Banki para una Microcentral Hidroeléctrica en el sector la pradera en Ocaña, Norte de Santander”. El caudal necesario para el funcionamiento de la microcentral hidroeléctrica es de 0,030 m³/s.

$$Q_{\text{diseño}} = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2.1.2 Calculo caudal ecológico. Según la Resolución 865 del 22 de julio de 2004, por la cual se adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones. En el aparte Reducción por caudal ecológico menciona que:

Mínimo histórico: El Estudio Nacional del Agua (2.000) a partir de curvas de duración de caudales medios diarios, propone como caudal mínimo ecológico el caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 97.5% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2.33 años.

Porcentaje de Descuento: El Ideam ha adoptado como caudal mínimo ecológico un valor aproximado del 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.

La autoridad ambiental debe escoger entre las anteriores metodologías de acuerdo con la información disponible y las características regionales particulares.

$$Q_{ecologico} = 0,25 * Q_{min}$$

Dónde:

0.25: es el valor adoptado por el Ideam (25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio)

Q_{min}: es el caudal calculado a partir de las precipitaciones de la zona más cercana al proyecto, en este caso la Estación del Agua de la Virgen, ver tabla 6, donde se toma el valor mínimo de estos caudales.

$$Q_{\text{ecologico}} = 0,25 * 0,154 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{ecologico}} = 0,038 \text{ m}^3/\text{s} \approx 38 \text{ lt/s}$$

En este resultado se observa que el caudal tomado para el funcionamiento de la microcentral (0,030 m³/s) no afecta el caudal ecológico, ya que no se utiliza gran porcentaje del caudal mínimo que maneja la cuenca; además, este caudal que se utilizará no se captará para consumo y no será contaminado, por lo que al pasar por la turbina para la generación de energía eléctrica volverá al cauce del río aguas abajo.

4.2.1.3 Análisis de la información meteorológica. Con información brindada por el Banco de datos del IDEAM se obtuvieron precipitaciones de tres estaciones climatológicas en el municipio de Ocaña que se encuentran actualmente activas:

Universidad Francisco de Paula Santander (16055100) información desde el año 1992 al 2018.

Aeropuerto Aguas Claras (16055010) información desde el año 1990 al 2009.

Aguas De La Virgen (16055120) información desde el año 2006 al 2018.

Con ellas, se analizó la información de las precipitaciones de los años en los cuales se registraron los datos pluviométricos. Se encuentran meses ausentes al igual que años en los cuales no se registraron cifras, posiblemente porque estas estaciones estaban fuera de servicio temporalmente o con algún tipo de daño.

Histograma de frecuencia de caudales. Aguas De La Virgen (16055120). Con base en el número de registros tabulados, asumiendo $N_{\text{registros}} = 63$, se establece el intervalo específico para el cálculo de la curva de caudales.

Se calcula el Número de Clase, N_c (Quintero K. , 2009):

$$N_c = 1 + 3,3 * \ln (N_{\text{registros}})$$

$$N_c = 1 + 3,3 * \ln (63) = 11,49$$

Se determina los caudales máximo y mínimo, datos obtenidos de la tabla 8, de donde se obtienen el caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$) y caudal mínimo (Q_{min}):

$$Q_{\text{máx}} = X_{\text{máx}} = 50,735 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{min}} = X_{\text{min}} = 0,154 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se calcula el intervalo $[\Delta x]$, con base en la siguiente expresión:

$$\Delta x = (X_{\text{máx}} - X_{\text{min}}) / (N_c - 1) \approx 4,82$$

En la Tabla 4 se detallan los valores de las precipitaciones relacionadas a la estación del Agua de la Virgen.

Tabla 4

Registros de precipitaciones Estación Aguas de la Virgen año 2006-2018

PRECIPITACION (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2006											7	10
2007	16	5	6	29	51	180	75	86	17			
2008										53.78	18.96	7.86
2009								30.22	81.42	210.56	71.24	57.46
2010	3.37	2.73	16.70	31.90	112.10		128.00	251.35	74.85			
2011					172.32	235.06	81.89	1.40	82.39	114.54	182.35	17.55
2016								40.94	135.08	4.18	81.86	218.64
2017	55.20	50.67	12.90	152.83	240.10	337.67	3.03	105.87	117.39	141.31	124.74	101.96
2018	14.93	44.67	14.24	15.34	140.35	462.61	73.34	39.74	84.78	174.51	182.46	

Nota: la tabla presenta información sobre los registros de precipitaciones Estación Aguas de la Virgen año 2006-2018. Fuente: Banco de Datos del IDEAM (IDEAM, s.f).

Datos obtenidos de la Cuenca. En archivos encontrados en la alcaldía municipal de Ocaña, se analiza la Cuenca llamada Río Tejo, donde se calcula la longitud del cauce al igual que la cota máxima y mínima de esta. A partir de estos datos se puede calcular la pendiente media de la Cuenca de la siguiente manera:

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota máxima} - \text{Cota mínima}}{\text{Longitud del cauce}}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{1800\text{m} - 1050\text{m}}{27750\text{m}}$$

$$\text{Pendiente} = 0,0270$$

Se asumen valores como el coeficiente de escorrentía (C), duración (D) y se calcula finalmente el área en Ha.

El coeficiente de escorrentía se obtiene de la tabla 7.25, ver Apéndice A, del libro Diseño Hidrológico (Fattorelli & Fernandez, 2011). En esta se escoge el tipo de suelo que usualmente se encuentra en la ciudad el cual es tipo C (Perfiles de suelos muy densos o roca blanda), posteriormente se toma el tipo de uso del suelo, en este caso es de Pradera y junto con la pendiente ($0.0270 \approx 2.7\%$), se asume el C de 0,32.

Para la duración de la lluvia (D) se asume igual al cálculo del tiempo de concentración (T_c) de la cuenca para maximizar el caudal de diseño.

El tiempo de concentración (T_c) se calcula mediante tres métodos con el fin de obtener un valor adecuado a criterio para este parámetro. (Fattorelli & Fernandez, 2011)

Método de Kirpich (1940).

$$T_c = 0,000325 * \frac{L^{0.77}}{\sqrt{S}}$$

$$T_c = 0.000325 * \left(\frac{27750}{\sqrt{0.027}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 3,443 \text{ h}$$

Rowen and Thomas (1942)

$$T_c = \left(\frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = \left(\frac{0.87 * 27750^3}{1800m - 1050m} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 3,442 \text{ h}$$

Pezzoli (1988)

$$T_c = 0,055 * \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)$$

$$T_c = 0.055 * \left(\frac{27750}{\sqrt{0.027}} \right)$$

$$T_c = 9,284 \text{ h}$$

Con respecto a los resultados obtenidos a partir de los métodos para calcular el Tiempo de Concentración, se asume un $T_c = 3,44 \text{ h}$ ya que es un valor que se mantiene en la tendencia y es adecuado para las condiciones que se dan en la zona. Con ello, se asume una duración de $D = 3,44 \text{ h}$. La duración de la lluvia debe elegirse igual al tiempo de concentración de la cuenca para maximizar el caudal de diseño. (Fattorelli & Fernandez, 2011)

El área de la cuenca se obtiene a través del plano de la cuenca suministrado por la Alcaldía Municipal, gracias a AutoCAD Civil 3D se calcula un área de $10193,5 \text{ Ha}$.

La intensidad de la lluvia se puede calcular de la siguiente forma en expresión de mm/h :

$$\text{Intensidad} = P/D$$

Dónde:

P: Es la precipitación dada en mm

D: Duración de lluvia en horas

Para calcularla de esta forma se procede a dividir la precipitación registrada en la Tabla 5 en 24 para expresarla en horas. De esta forma tenemos la Tabla 5:

Tabla 5*Registros de la Intensidad de lluvia Estación Aguas de la Virgen 2006-2018*

INTENSIDAD (mm/h)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2006											0.085	0.120
2007	0.190	0.056	0.069	0.346	0.622	2.179	0.904	1.036	0.212			
2008										0.651	0.230	0.095
2009								0.366	0.985	2.549	0.862	0.696
2010	0.041	0.033	0.202	0.386	1.357		1.549	3.042	0.906			
2011					2.086	2.845	0.991	0.017	0.997	1.386	2.207	0.212
2016								0.496	1.635	0.051	0.991	2.646
2017	0.668	0.613	0.156	1.850	2.906	4.087	0.037	1.281	1.421	1.710	1.510	1.234
2018	0.181	0.541	0.172	0.186	1.699	5.599	0.888	0.481	1.026	2.112	2.208	

Nota: La tabla contiene información sobre los registros de la Intensidad de lluvia Estación Aguas de la Virgen 2006-2018. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Se procede a calcular el caudal en m³/s por el método racional, ya que este se usa para estructuras de paso como bocatomas y cuencas pequeñas, menores a 200km² como es el caso de la Cuenca del Rio Tejo. (Fattorelli & Fernandez, 2011). Se utiliza la siguiente formula en este caso:

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Dónde:

C: Coeficiente de escorrentía adimensional

I: Intensidad dada en mm/hora

A: Área de la cuenca en Ha

360: constante de conversión

En la Tabla 6 están registrados los datos obtenidos de la anterior ecuación:

Tabla 6

Registros de caudales Estación Aguas de la Virgen 2006-2018

CAUDALES (m ³ /s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
2006											0.768	1.087
2007	1.718	0.509	0.624	3.137	5.637	19.746	8.187	9.391	1.916			
2008										5.898	2.080	0.862
2009								3.315	8.929	23.092	7.813	6.302
2010	0.370	0.299	1.831	3.498	12.294		14.038	27.565	8.209			
2011					18.899	25.779	8.981	0.154	9.035	12.562	19.999	1.924
2016								4.490	14.814	0.458	8.978	23.978
2017	6.054	5.557	1.415	16.761	26.332	37.033	0.332	11.611	12.874	15.498	13.680	11.182
2018	1.637	4.899	1.562	1.682	15.392	50.735	8.043	4.358	9.298	19.138	20.011	

Nota: La tabla presenta información sobre los Registros de caudales Estación Aguas de la Virgen 2006-2018.
Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Con el intervalo de frecuencia calculado anteriormente (Δx), se procede a elaborar el cuadro de distribución de frecuencias donde se observa el procesamiento estadístico de los datos. Se encuentran los rangos de caudales en las primeras columnas, seguidos de la frecuencia absoluta, la frecuencia acumulativa y finalmente, en la última columna está la probabilidad de permanencia de dicho caudal, es decir el porcentaje de incidencia que tiene ese caudal a través del tiempo en la cuenca.

Intervalo. Se toma como el límite inferior el Q_{min} de la tabla de caudales ($0.154\text{m}^3/\text{s}$) y se suma $\Delta x = 4.82$ para calcular el límite superior.

Q_{min} : Es el promedio del límite inferior y superior ($0.154\text{m}^3/\text{s} - 4.977\text{m}^3/\text{s}$)

Frecuencia absoluta o numérica: Es el número de veces que se repite un valor x_i (Espinola, 2018), de esta forma se toma la frecuencia gracias a las herramientas de Microsoft Excel en los rangos de Q_{min} y los caudales máximos y mínimos calculados a partir de una precipitación media de cada mes en los años registrados. Ver Tabla 7.

Tabla 7

Datos estadísticos a partir de las precipitaciones registradas

CALCULO DE PRECIPITACIONES, INTESIDADES Y CAUDALES												
P media 24h(mm)	22.29	25.67	12.38	57.167	143.25	303.84	72.18	79.307	84.769	116.48	95.517	68.895
	1	7	3		4	9	1					
P máx 24h(mm)	55.2	50.66	16.7	152.82	240.1	462.61	128	251.34	135.07	210.55	182.46	218.63
		7		9		3		6	9	8	3	8
P min 24h(mm)	3.371	2.729	5.688	15.337	51.4	180.05	3.029	1.4	17.475	4.179	7	7.858
I máx(mm/hr)	0.668	0.613	0.202	1.85	2.906	5.599	1.549	3.042	1.635	2.549	2.208	2.646
I min(mm/hr)	0.041	0.033	0.069	0.186	0.622	2.179	0.037	0.017	0.212	0.051	0.085	0.095
Q máx (m³/s)	6.054	5.557	1.831	16.761	26.332	50.735	14.03	27.565	14.814	23.092	20.011	23.978
							8					
Q min (m³/s)	0.37	0.299	0.624	1.682	5.637	19.746	0.332	0.154	1.916	0.458	0.768	0.862

Nota: La tabla presenta información sobre los datos estadísticos dados a partir de las precipitaciones registradas.
Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Y en la Tabla 8 se observa la distribución de frecuencias de la estación analizada.

Tabla 8*Cuadro de distribución de frecuencias Estación Aguas de la Virgen*

Ítem	Intervalo		Qmin (Inter)	Frecuencia Numérica	Frecuencia Acumulada	Probabilidad De permanencia
	Lim Inf	Lim Sup				
1	0.1535	4.9765	2.565	11	24	100.00%
2	4.9765	9.7995	7.388	3	13	54.17%
3	9.7995	14.6225	12.211	0	10	41.67%
4	14.6225	19.4455	17.034	3	10	41.67%
5	19.4455	24.2685	21.857	2	7	29.17%
6	24.2685	29.0915	26.68	3	5	20.83%
7	29.0915	33.9145	31.503	1	2	8.33%
8	33.9145	38.7374	36.326	0	1	4.17%
9	38.7374	43.5604	41.149	0	1	4.17%
10	43.5604	48.3834	45.972	0	1	4.17%
11	48.3834	53.2064	50.795	1	1	4.17%
Σ				24		

Nota: La tabla contiene información sobre Cuadro de distribución de frecuencias Estación Aguas de la Virgen.
Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Curva de duración de caudales. La curva de duración es un procedimiento gráfico para el análisis de la frecuencia de los datos de caudales y representa la frecuencia acumulada de ocurrencia de un caudal determinado. Es una gráfica que tiene el caudal, Q, como ordenada y el número de días del año (generalmente expresados en % de tiempo) en que ese caudal, Q, es excedido o igualado, como abscisa. (Quintero K. , 2009)

Después de elaborar la curva de duración, ver Figura 27; depende del criterio de quien diseña decidir cuál será el caudal de diseño a usar en el proyecto. En este caso, se utiliza un caudal de diseño de 0.030 m³/s, ya que este es el caudal con el que la turbina diseñada (Torres, 2018) para la microcentral puede entrar en funcionamiento, es decir que la microcentral trabajará a un 100% de tiempo a plena carga.

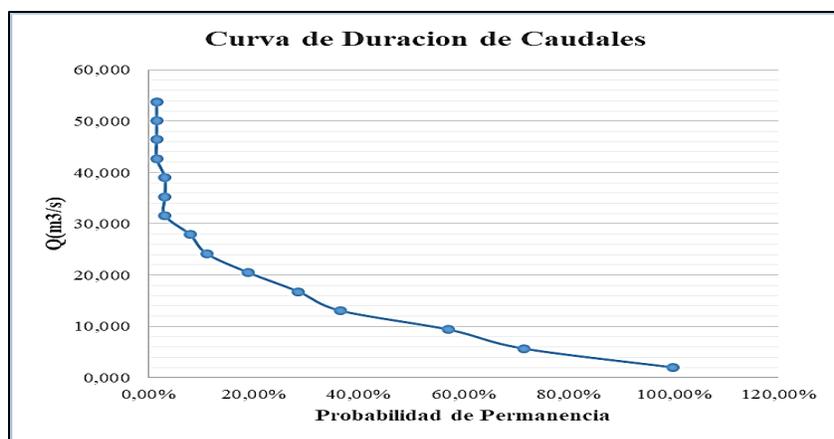


Figura 27. Curva de duración de caudales.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Aeropuerto Aguas Claras. En las siguientes tablas se evidencian los datos registrados y calculados de precipitaciones, intensidades de lluvia, caudales y distribución de frecuencias de la Estación Aeropuerto Aguas Claras. Ver Tablas 9 hasta la 12.

Tabla 9

Registros de caudales Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009

PRECIPITACION (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1990	42.91		4.2	14.6	89.27	42.12	119.1	43.7	83.1	82.9	126.1	47.2
1991	22.57		53.4	24.7	119.47	87.37	75.96	15.82	42.88	160.5	135.3	96.6
1992		46.6			87.62	138.4	75.78	39.93	125.62	79.95	23.71	
1993	1.7	1.5	5.6	92.9	57				2.4	187.6	46.82	40.98
1994	17.7		10.5	10.1	150.64	161.61	14.69	25.26	155.69	195.51	148.4	203.9
1995	8.4	22.2	3.6	93.2	77.2	111.16	135.32	87.42	213.81	187.29	210.6	37
1996	12.4	5.6	21.9	53.65	115.31	120.03	195.35	114.35	116.12	162.86	132.82	54.42
1997	39.48	8.5		10.2	40.5	73.52	50.18	36.7	54.4	148.1	47.6	32.4
1998		13.4	23.6	46.1	34.8	63.5						
2000					54.82	284.66	56.82	55.1	42.3	228.17	119.13	55.2
2001	17.1											
2008		1.34	9.46	9.3	30	117.79	43	98.3	187.92	124.23	143.11	82.95
2009		3.65	4.57	18.17	67.05	129.75	106.6	15.72	52.08	102.1	52.85	165.55

Nota. La tabla presenta información sobre Registros de caudales. Fuente: Banco de Datos del (IDEAM, s.f).

Tabla 10*Registros de Intensidad de lluvia Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009*

INTENSIDAD (mm/h)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1990	0.519		0.051	0.177	1.081	0.51	1.442	0.529	1.006	1.003	1.526	0.571
1991	0.273		0.646	0.299	1.446	1.057	0.919	0.192	0.519	1.943	1.638	1.169
1992		0.564			1.06	1.675	0.917	0.483	1.52	0.968	0.287	
1993	0.021	0.018	0.068	1.124	0.69				0.029	2.271	0.567	0.496
1994	0.214		0.127	0.122	1.823	1.956	0.178	0.306	1.884	2.366	1.796	2.468
1995	0.102	0.269	0.044	1.128	0.934	1.345	1.638	1.058	2.588	2.267	2.549	0.448
1996	0.15	0.068	0.265	0.649	1.396	1.453	2.364	1.384	1.405	1.971	1.608	0.659
1997	0.478	0.103		0.123	0.49	0.89	0.607	0.444	0.658	1.793	0.576	0.392
1998		0.162	0.286	0.558	0.421	0.769						
2000					0.664	3.445	0.688	0.667	0.512	2.762	1.442	0.668
2001	0.207											
2008		0.016	0.114	0.113	0.363	1.426	0.521	1.19	2.275	1.504	1.732	1.004
2009		0.044	0.055	0.22	0.812	1.57	1.29	0.19	0.63	1.236	0.64	2.004

Nota: La tabla contiene información sobre los Registros de Intensidad de lluvia Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 11*Registros de Caudales Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009*

CAUDALES (m³/h)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	4.706		0.461	1.601	9.791	4.619	13.062	4.793	9.114	9.092	13.829	5.176
1991	2.475		5.856	2.709	13.103	9.582	8.33	1.736	4.702	17.602	14.838	10.594
1992		5.111			9.609	15.178	8.311	4.379	13.777	8.769	2.601	
1993	0.186	0.165	0.614	10.188	6.251				0.263	20.574	5.134	4.495
1994	1.941		1.152	1.108	16.521	17.724	1.611	2.77	17.075	21.442	16.275	22.362
1995	0.921	2.435	0.395	10.221	8.467	12.191	14.841	9.587	23.449	20.54	23.097	4.058
1996	1.36	0.614	2.402	5.884	12.646	13.164	21.424	12.541	12.735	17.861	14.567	5.969
1997	4.329	0.932		1.119	4.442	8.064	5.503	4.025	5.966	16.242	5.22	3.553
1998		1.47	2.588	5.056	3.817	6.964						
2000					6.013	31.219	6.231	6.043	4.639	25.023	13.065	6.054
2001	1.875											
2008		0.147	1.037	1.02	3.29	12.918	4.716	10.78	20.609	13.624	15.695	9.097
2009		0.401	0.501	1.993	7.354	14.23	11.691	1.724	5.712	11.197	5.796	18.156

Nota: La tabla presenta información sobre los Registros de Caudales Estación Aeropuerto Aguas Claras 1990-2009. Fuente: (Autora del proyecto 2018)

Tabla 12*Datos hidrológicos Estación Aeropuerto Aguas Claras*

DATOS HIDROLOGICOS	
Q máx (m ³ /s)	31.2187
Q min (m ³ /s)	0.1471
Qecologico (m ³ /s)	0.0368
Nc	16.8261
ΔQ	1.9633

Nota. La tabla presenta información sobre los Datos hidrológicos Estación Aeropuerto Aguas Claras. Fuente: (Autora del proyecto 2018)

Tabla 13*Distribución de frecuencias Estación Aeropuerto Aguas Claras*

Ítem	Intervalo		Qmin (Inter)	Frecuencia Numérica	Frecuencia Acumulada	Probabilidad De permanencia
	Lim Inf	Lim Sup				
1	0.1471	2.1104	1.1288	16	121	100.00%
2	2.1104	4.0738	3.0921	17	105	86.78%
3	4.0738	6.0371	5.0554	15	88	72.73%
4	6.0371	8.0004	7.0187	18	73	60.33%
5	8.0004	9.9637	8.982	6	55	45.45%
6	9.9637	11.927	10.9453	11	49	40.50%
7	11.927	13.8903	12.9086	6	38	31.40%
8	13.8903	15.8536	14.8719	12	32	26.45%
9	15.8536	17.8169	16.8353	5	20	16.53%
10	17.8169	19.7802	18.7986	5	15	12.40%
11	19.7802	21.7435	20.7619	3	10	8.26%
12	21.7435	23.7068	22.7252	3	7	5.79%
13	23.7068	25.6701	24.6885	2	4	3.31%
14	25.6701	27.6334	26.6518	1	2	1.65%
15	27.6334	29.5967	28.6151	0	1	0.83%
16	29.5967	31.5601	30.5784	0	1	0.83%
17	31.5601	33.5234	32.5417	1	1	0.83%
		Σ		121		

Nota. La tabla presenta información sobre la Distribución de frecuencias Estación Aeropuerto Aguas Claras. Fuente: (Autora del proyecto 2018)

Por último, en la Figura 28 se muestra de duración de caudales en relación a su probabilidad de permanencias

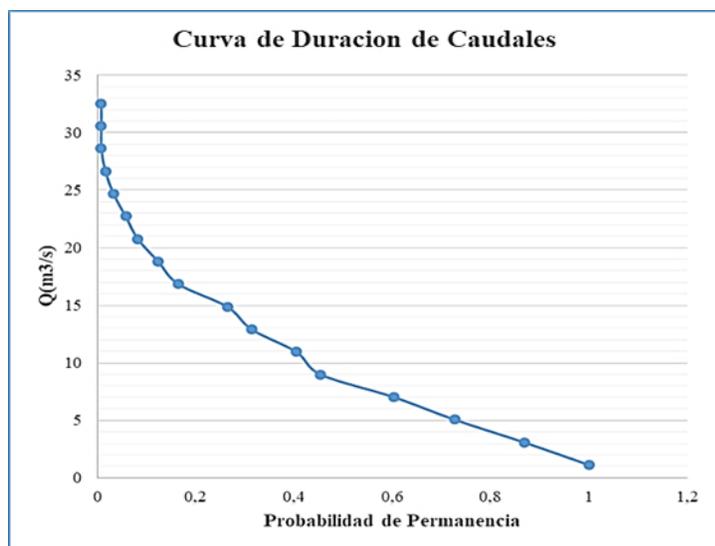


Figura 28. Curva de Duración de Caudales.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Universidad Francisco de Paula Santander. En las siguientes tablas se evidencian los datos registrados y calculados de precipitaciones, intensidades de lluvia, caudales y distribución de frecuencias de la Estación Aeropuerto Aguas Claras. Ver Tablas 14 hasta la 18.

Tabla 14

Registros de precipitaciones Estación UFPSO 1992-2018

PRECIPITACION (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992		62			83	112.4	42.6	36	91	88.7	65.3	124
1993	12	8	11	94	120.5	99.5	31.7	32.8	51.5	140	53.1	39.6
1994		2.7	80.3	23.3	265.9	238	4.8	57.3	80.8	158.6	114.5	205.2
1995	6.3	3.7		64.2	149.7	192.5	147	117.1	113.9	239.8	205.4	54
1996	3	1	1	47	115.7	126.7	146.5	133.2	80.7	159.3	239.2	69.5
1997	28.3	10.7		15.4	91.6	91.3	39.5	16.6	24.3	166.4	71.5	95
1998		21.4	33.7	110.3	100.5	111.7	71.8	90.6	153.9	170.9	149.2	27.1

Continuación Tabla 14

1999	41.9	1.4		3.6								
2000		28.4	15.4	2.4	28.6	141.5	45.2	33	55.3	375.7	140.7	50.4
2001	80.9	3.5		54.8	23.6	145.8	16.1	56.6	28.7	146.9	139.9	63.3
2002	43.6		4	40.7	146.6	47.9	49.3	24.6	19	205.7	111.2	19.3
2003	14.2		5.5	110	198.5	45.5	99.3	41.9	135.8	191.1	226.8	124.6
2004	22.5		12.7	25.1	170.3	81.1	14	49.3	39.2	137.2	229.8	110.6
2005	36.7	36.2	17.4	49.6	111.8	151.3	121.1	16.6	60.8	107.5	203.8	137.5
2006	22.9	79.8		90.7	145.9	187.7	70.5	38.5	72.6	141.5	158.7	195.6
2007	1.7	3.4		18.3	125.8	269.5	35.7	77.6	152.6	145	212.1	94.6
2008	8.9			56	91.5	116.2	29.6	90.4	123	186.2	191.4	175.9
2009	16.1	15.3	8.2	32.4	70.6	130.8	60	20.5	58.2	92.7	85.4	202.1
2010	7.6		34	97.8	99.5	280.4	108.2	118.9	178	154.8	107.3	226
2011	87.1	25.9	15.8	57.5	187.8	188.6	105.7	77	173	115	108.6	83.9
2012	26.4	13.9		29.5	223.9	74.5	35.8	20.6	156.6	110.5	166.6	82.4
2013	22.3		12.1	15.6	54.2	85.5			249.1		36.6	53.5
2014			12.6	90.1	190.2	127.1	5.1	2.3	65.7	127.2	170.1	225.5
2015	113.8	3.7	17.5	11.5	65.8	134.4	1.1	44.4	117.1	137.6	115.2	61.1
2016			2.5	26	180.2	97.2	2.2	14.5	106.6	83.3	98.3	199.8
2017	65	48.4	2.6	96.9	123.7	177.6	147.9	66.2	114.5	200.8	62.4	54.1
2018	5.6	80.9	5.3	54	166.9	283	43.4	11.9	62.2	280.3	262.3	

Nota. La tabla muestra los diferentes registros de precipitaciones Estación UFPSO 1992-2018. Fuente: Banco de Datos del IDEAM, (IDEAM, s.f).

Tabla 15

Registros de intensidad Estación UFPSO 1992-2018

INTENSIDAD (mm/h)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992		0.75			1.005	1.36	0.516	0.436	1.101	1.074	0.79	1.501
1993	0.145	0.097	0.133	1.138	1.459	1.204	0.384	0.397	0.623	1.695	0.642	0.48
1994		0.033	0.972	0.282	3.218	2.881	0.058	0.694	0.978	1.919	1.386	2.484
1995	0.076	0.045		0.777	1.812	2.33	1.779	1.418	1.378	2.902	2.486	0.654
1996	0.036	0.012	0.012	0.569	1.401	1.533	1.773	1.612	0.977	1.928	2.895	0.841
1997	0.343	0.13		0.186	1.109	1.105	0.478	0.201	0.294	2.014	0.866	1.15
1998		0.259	0.408	1.335	1.216	1.352	0.869	1.097	1.862	2.069	1.806	0.328
1999	0.507	0.017		0.044								
2000		0.344	0.186	0.029	0.346	1.713	0.547	0.399	0.669	4.548	1.703	0.61
2001	0.979	0.042		0.663	0.285	1.765	0.195	0.685	0.347	1.778	1.693	0.766
2002	0.528		0.048	0.493	1.774	0.58	0.597	0.298	0.23	2.49	1.346	0.234
2003	0.172		0.067	1.331	2.403	0.551	1.202	0.508	1.643	2.313	2.746	1.508

Continuación Tabla 15

2004	0.272		0.154	0.304	2.061	0.982	0.169	0.597	0.474	1.661	2.782	1.339
2005	0.444	0.439	0.211	0.6	1.353	1.832	1.465	0.201	0.736	1.301	2.467	1.664
2006	0.277	0.966		1.098	1.765	2.272	0.854	0.466	0.879	1.713	1.921	2.367
2007	0.021	0.041		0.221	1.522	3.262	0.432	0.939	1.847	1.755	2.567	1.146
2008	0.108			0.678	1.107	1.406	0.358	1.094	1.488	2.254	2.317	2.129
2009	0.195	0.185	0.099	0.392	0.854	1.583	0.726	0.248	0.704	1.122	1.033	2.447
2010	0.092		0.412	1.184	1.205	3.394	1.31	1.439	2.155	1.874	1.299	2.736
2011	1.054	0.313	0.191	0.696	2.273	2.283	1.279	0.932	2.094	1.392	1.314	1.016
2012	0.32	0.168		0.357	2.71	0.902	0.433	0.249	1.895	1.337	2.016	0.997
2013	0.27		0.146	0.189	0.656	1.035			3.015		0.443	0.648
2014			0.153	1.091	2.302	1.539	0.062	0.028	0.795	1.54	2.058	2.73
2015	1.377	0.045	0.212	0.139	0.796	1.627	0.013	0.537	1.417	1.666	1.395	0.739
2016			0.03	0.315	2.181	1.176	0.027	0.176	1.291	1.008	1.19	2.419
2017	0.787	0.586	0.031	1.173	1.497	2.15	1.79	0.801	1.386	2.43	0.755	0.655
2018	0.068	0.979	0.064	0.654	2.02	3.425	0.525	0.144	0.753	3.392	3.175	

Nota. La tabla contiene información sobre los Registros de intensidad de lluvia Estación UFPSO 1992-2018. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 16

Registros de caudal de lluvia Estación UFPSO 1992-2018

CAUDALES (m3/s)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992		6.8			9.103	12.324	4.675	3.948	9.98	9.729	7.161	13.599
1993	1.316	0.877	1.206	10.309	13.215	10.912	3.477	3.601	5.643	15.354	5.821	4.346
1994		0.296	8.807	2.555	29.161	26.102	0.526	6.284	8.864	17.391	12.558	22.503
1995	0.691	0.406		7.042	16.419	21.109	16.122	12.845	12.489	26.299	22.526	5.922
1996	0.329	0.11	0.11	5.155	12.69	13.892	16.062	14.604	8.852	17.469	26.233	7.621
1997	3.105	1.173		1.689	10.046	10.013	4.332	1.821	2.665	18.245	7.846	10.418
1998		2.347	3.696	12.097	11.017	12.255	7.874	9.936	16.874	18.747	16.363	2.972
1999	4.595	0.154		0.395								
2000		3.115	1.689	0.263	3.137	15.518	4.957	3.619	6.065	41.209	15.428	5.53
2001	8.867	0.384		6.01	2.586	15.99	1.768	6.207	3.148	16.111	15.343	6.942
2002	4.782		0.439	4.464	16.078	5.253	5.407	2.698	2.084	22.559	12.195	2.117
2003	1.557		0.603	12.064	21.77	4.99	10.891	4.6	14.889	20.956	24.878	13.662
2004	2.468		1.393	2.758	18.672	8.899	1.531	5.407	4.299	15.047	25.203	12.129
2005	4.021	3.973	1.909	5.44	12.261	16.597	13.277	1.821	6.668	11.786	22.354	15.08
2006	2.511	8.749		9.947	15.996	20.587	7.734	4.222	7.961	15.518	17.406	21.452
2007	0.186	0.373		2.007	13.793	29.553	3.911	8.51	16.736	15.898	23.261	10.379
2008	0.976			6.142	10.035	12.744	3.246	9.913	13.485	20.422	20.995	19.288

Continuación Tabla 16

2009	1.769	1.678	0.9	3.551	7.742	14.347	6.58	2.248	6.383	10.166	9.361	22.169
2010	0.833		3.729	10.726	10.915	30.749	11.866	13.043	19.527	16.977	11.769	24.791
2011	9.549	2.84	1.728	6.31	20.597	20.686	11.589	8.446	18.969	12.616	11.91	9.201
2012	2.895	1.524		3.235	24.552	8.174	3.926	2.259	17.174	12.119	18.271	9.037
2013	2.446		1.327	1.711	5.941	9.38			27.319		4.014	5.867
2014			1.382	9.881	20.858	13.941	0.559	0.252	7.205	13.95	18.651	24.735
2015	12.481	0.406	1.919	1.261	7.216	14.74	0.121	4.869	12.842	15.093	12.637	6.695
2016			0.274	2.855	19.759	10.66	0.241	1.59	11.693	9.138	10.779	21.917
2017	7.132	5.308	0.285	10.627	13.562	19.482	16.22	7.26	12.557	22.021	6.844	5.933
2018	0.614	8.872	0.581	5.922	18.301	31.032	4.757	1.305	6.822	30.736	28.769	

Nota. La tabla presenta información sobre los registros de caudales Estación UFPSO 1992-2018. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 17

Datos hidrológicos Estación UFPSO

DATOS HIDROLOGICOS	
Q máx (m³/s)	41.2087
Q min (m³/s)	0.1097
Qecologico (m³/s)	0.0274
Nc	19.6878
ΔQ	2.1992

Nota: la tabla muestra los diferentes datos hidrológicos Estación UFPSO. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 18

Distribución de frecuencias Estación UFPSO

Ítem	Intervalo		Qmin (Inter)	Frecuencia Numérica	Frecuencia Acumulada	Probabilidad De permanencia
	Lim Inf	Lim Sup				
1	0.11	2.309	1.209	30	288	100.00%
2	2.309	4.508	3.409	45	258	89.58%
3	4.508	6.707	5.608	32	213	73.96%
4	6.707	8.907	7.807	30	181	62.85%
5	8.907	11.106	10.006	26	151	52.43%
6	11.106	13.305	12.206	26	125	43.40%
7	13.305	15.504	14.405	25	99	34.38%
8	15.504	17.704	16.604	22	74	25.69%
9	17.704	19.903	18.803	13	52	18.06%

Continuación Tabla 18

10	19.903	22.102	21.003	12	39	13.54%
11	22.102	24.301	23.202	10	27	9.38%
12	24.301	26.501	25.401	6	17	5.90%
13	26.501	28.7	27.6	4	11	3.82%
14	28.7	30.899	29.8	3	7	2.43%
15	30.899	33.098	31.999	3	4	1.39%
16	33.098	35.298	34.198	0	1	0.35%
17	35.298	37.497	36.397	0	1	0.35%
18	37.497	39.696	38.597	0	1	0.35%
19	39.696	41.895	40.796	0	1	0.35%
20	41.895	44.095	42.995	1	1	0.35%
		Σ		288		

Nota. La tabla presenta información sobre Distribución de frecuencias Estación UFPSO. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En la Figura 29 se muestra la curva de duraciones en función de la duración de caudales.

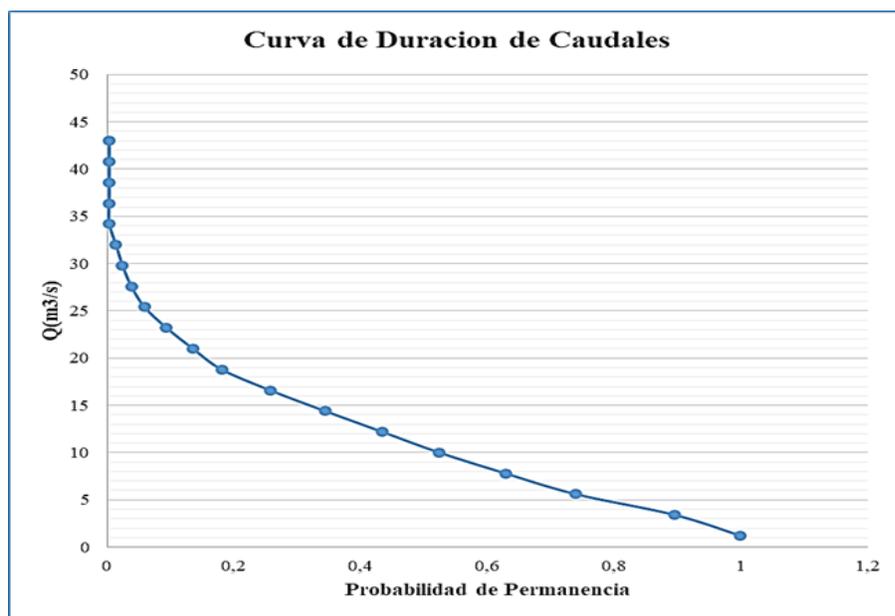


Figura 29. Curva de duración de caudales.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Debido a la cercanía de la Estación de Aguas de la Virgen a la zona en la que se está realizando el estudio, además de que ella se encuentra dentro de la Cuenca Río Tejo delimitada por la línea verde en la figura 30, se decide tomar los datos registrados y calculados en dicha estación para realizar los cálculos que sean necesarios con esta información. Ver Figura 30.

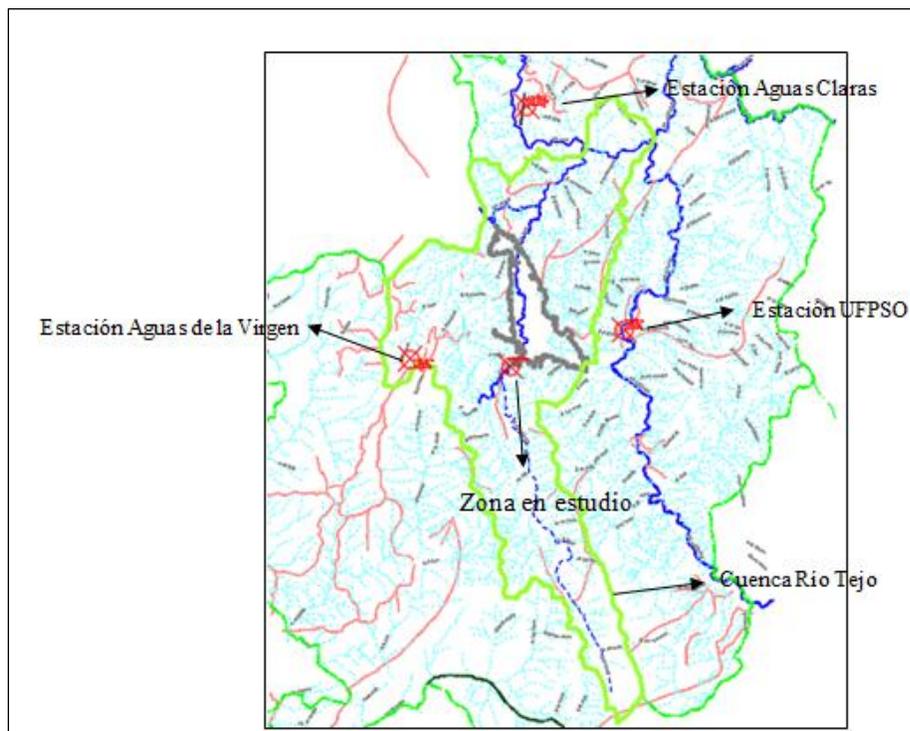


Figura 30. Área Cuenca Río Tejo y Estaciones cercanas.

Fuente: Base de Datos Alcaldía Municipal Ocaña, IDEAM.

Modificado: (Autora del proyecto, 2018)

4.2.1.4 Medición del Salto. En la Figura 31 se muestra el esquema del salto hidráulico.

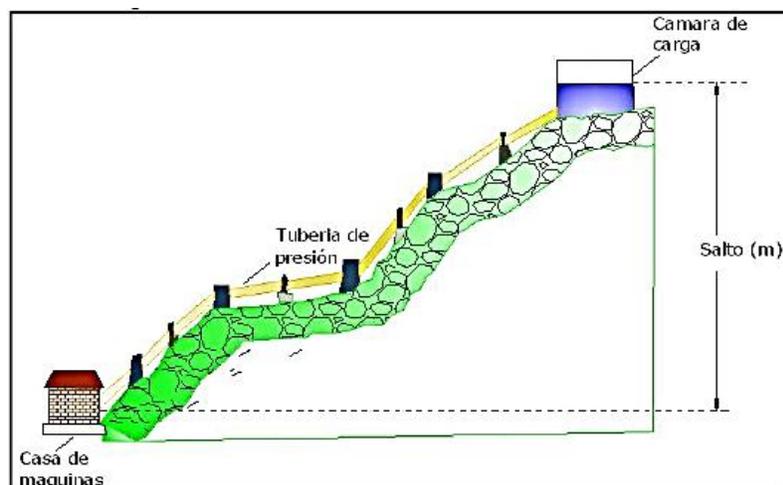


Figura 31. Determinación del Salto Hidráulico.

Fuente: (Quintero K. , 2009).

La medición del salto es un dato que se toma en campo, ver Figura 32, mediante la topografía se calcula un salto de 7m, altura suficiente para la generación de energía para el funcionamiento de la turbina Michell Bankin, diseñada para este modelo de microcentral hidroeléctrica.

La caída es un dato muy importante para el desarrollo de las microcentrales hidroeléctricas pues depende la generación de la energía eléctrica.

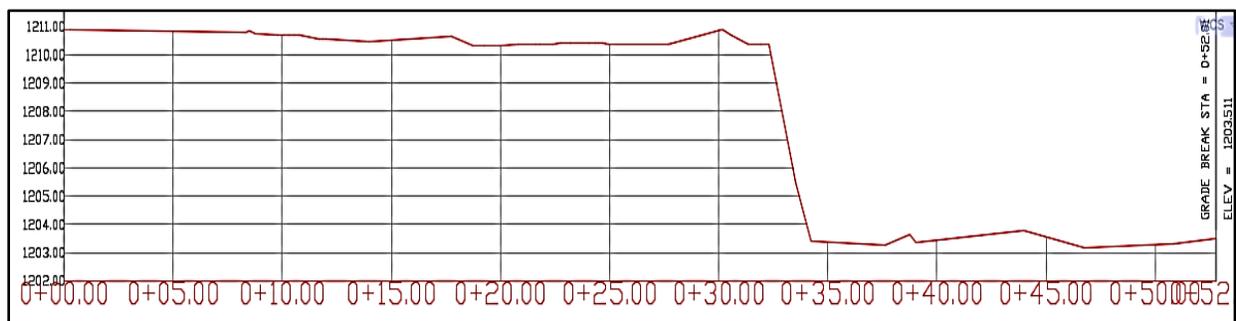


Figura 32. Salto hidráulico zona en estudio (AutoCAD Civil 3D).

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

4.2.2 Estudio Topográfico. El desarrollo de este estudio se desglosa en las siguientes actividades.

4.2.2.1 Localización General. El proyecto se encuentra localizado en la Vereda La Pradera, zona que pertenece al municipio de Ocaña/Norte de Santander, con una longitud aproximada de 50 m sobre la Quebrada La Pradera.

4.2.2.2 Metodología de estudio. Se programó visita al lugar del levantamiento con una persona con conocimiento en manejo de GPS y la persona que está realizando el trabajo de grado, se verificó el lugar y se procede a georreferenciar puntos de control para lo cual se utilizaron los equipos de GPS marca Garmin GPSMAP 64S, luego se procede a iniciar el levantamiento topográfico utilizando el mismo equipo de GPS y a tomar puntos de detalle o vértices del trazado según lo indique el terreno.

Resultado del levantamiento se obtuvo 90 puntos. Ver Figura 33.

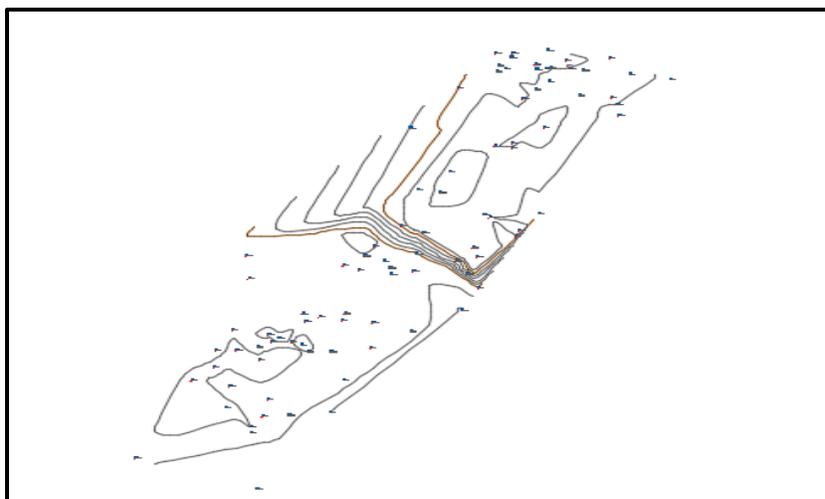


Figura 33. Plano topográfico resultado del levantamiento.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

4.2.2.3 Sistema de coordenadas y coordenadas tomadas. En Colombia se utiliza el sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS. En la Tabla 19 se muestra lo pertinente al sistemas.

Tabla 19

Sistema de coordenadas

SISTEMA DE COORDENADAS	
Sistema de coordenadas	MAGMA Colombia Bogotá
Proyección	Transversal de Mercator
Falso Este	1000000
Falso Norte	1000000
Longitud	-74
Latitud	4.59620042
Sistema de Coordenadas Geográficas	GCS MAGMA
Datum	MAGMA

Nota. La tabla contiene información respecto al sistema de coordenadas. Fuente: GPSMAP 64S.

En el caso de la zona de estudio se utilizó el sistema de coordenadas MAGNA ESTE SIRGAS, a continuación en la Tabla 20 se muestra los parámetros para este sistema:

Tabla 20

Sistema de coordenadas zona en estudio

SISTEMA DE COORDENADAS	
Sistema de coordenadas	MAGMA Colombia Bogotá
Proyección	Transversal de Mercator
Falso Este	1000000
Falso Norte	1000000
Longitud	-73.35604
Latitud	8.23773
Sistema de Coordenadas Geográficas	GCS MAGMA
Datum	MAGMA

Nota: La tabla contiene información respecto a Sistema de coordenadas zona en estudio. Fuente: GPSMAP 64S.

Equipos utilizados. GPSMAP 64S

4.2.3 Observación y Estudio de los Suelos. Para este proyecto se realiza una evaluación en campo del suelo presente en la zona de estudio; para esto se llevó a cabo una toma de muestras mediante apiques, dichas muestras se obtuvieron para ejecutar ensayos de granulometría, corte directo y límites de Atterberg.

Se realizaron 4 apiques en la zona donde se percibieron las siguientes características físicas del suelo:

Suelo arenoso semi-suelto, de color oscuro-gris

Presencia de nivel freático a poca distancia de excavación, distancias oscilantes entre 50cm a 1m.

Presencia de desechos (relleno) donde no se pudo recolectar muestras.

4.2.3.1 Granulometría. El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. (Das, 2013)

Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. (Das, 2013)

Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material (granulometría).

Porcentaje de Humedad W (%). Para calcular el porcentaje de humedad del suelo de la zona de estudio, se procede a tomar una muestra húmeda tomando su respectivo peso con tara, se incorpora al horno de secado por 24 horas, se pesa nuevamente la muestra seca con la misma tara con la que se pesó la muestra húmeda. Se halla el porcentaje de humedad de la siguiente forma: (Das, 2013)

$$W = \frac{W1 - W2}{W2 - Wt} * 100$$

Dónde:

W= Porcentaje de humedad del suelo

W1= Peso muestra húmeda más tara (gr)

W2= Peso muestra seca más tara (gr)

Wt= Peso tara (gr)

De esta forma se tiene:

En la Tabla 21 se detalla los resultados obtenidos para determinar el porcentaje de humedad.

Tabla 21*Porcentaje de humedad del suelo*

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
MUESTRA HUMEDA		MUESTRA SECA	
Peso muestra + tara (gr)	1110,3	Peso muestra + tara (gr)	897,4
Peso tara (gr)	143,2	Peso tara (gr)	143,2
Peso muestra (gr)	967,1	Peso muestra (gr)	754,2
HUMEDAD W (%)			28,23

Nota: La tabla contiene información sobre el porcentaje de humedad del suelo. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Granulometría. En la Tabla 22 se muestra la granulometría obtenida en el sitio del proyecto.

Tabla 22*Granulometría muestra suelo*

Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
3/4	0	0	0	100
3/8	30,1	3,99	3,99	96,01
4	24,9	3,30	7,29	92,71
10	51,5	6,83	14,12	85,88
40	201,7	26,74	40,86	59,14
100	278	36,86	77,72	22,28
200	106,8	14,16	91,89	8,11
Pasa 200	61,23	8,12	100	0

Nota: La tabla presenta información sobre Granulometría muestra suelo. Fuente: (Autora del proyecto 2018)

Se calcula el porcentaje de material retenido mediante la relación entre el peso retenido en cada tamiz y el peso total de la muestra seca antes del lavado: (Das, 2013)

$$\%Ret = \frac{W_{ret}}{W_s} * 100$$

Dónde:

W_{ret} : Peso retenido en cada tamiz.

W_s : Peso seco antes del lavado.

Se determina el porcentaje retenido acumulado en cada tamiz, esto se hace sumando el % del material retenido hasta ese tamiz:

$$\% \text{ Ret Acumulado} = \sum \%Ret$$

Se halla el porcentaje de material que pasa en cada tamiz.

$$\%Pasa = 100 - \%Ret \text{ Acumulado}$$

Se realiza la curva granulométrica, representando mediante puntos la intersección del porcentaje de material que pasa cada tamiz (abscisas) y su abertura (ordenadas), tal como se muestra en la Figura 34.

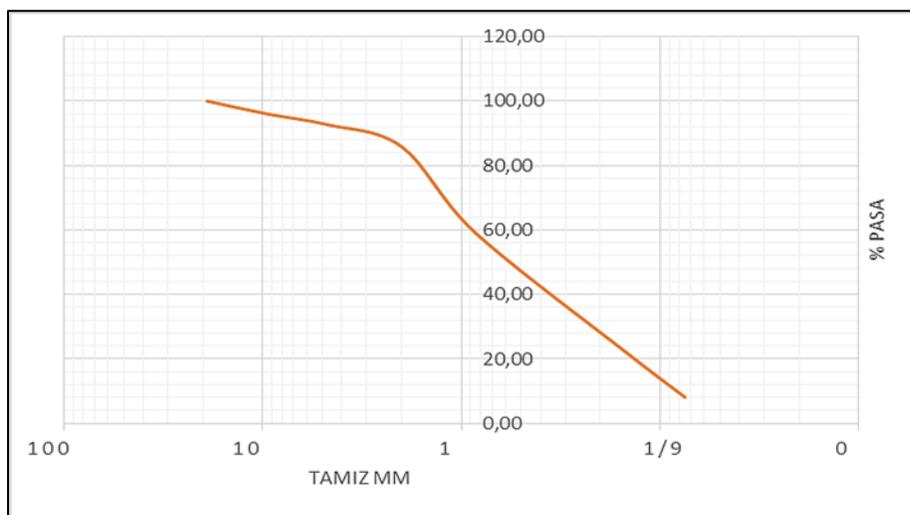


Figura 34. Curva granulométrica.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Determinamos los diámetros de las partículas correspondientes a un porcentaje que pasa el 10, 30 y 60.

D10= Diámetro de las partículas que pasan el 10%.

D30= Diámetro de las partículas que pasan el 30%.

D60= Diámetro de las partículas que pasan el 60%.

Luego:

D10= 0,08

D30= 0,22

D60= 0,9

Se determina la buena o mala gradación de las partículas del suelo, a través de los coeficientes de uniformidad y de curvatura.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,9}{0,08} = 11,25$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} = \frac{(0,22)^2}{0,08 * 0,9} = 0,672$$

Para que una arena sea bien gradada se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$Cu > 6 \quad \text{y} \quad 1 < Cc < 3$$

$$11,25 > 6 \quad \text{y} \quad 0,67 < 1$$

Con esto se puede decir que el suelo en la zona de estudio es mal gradado es decir, existe una graduación uniforme de tamaños, por lo que no tiene un buen comportamiento ingenieril.

Se define el porcentaje de grava, arena y finos presentes en la muestra según la distribución granulométrica de las partículas de suelo.

%Grava= %Retenido en el tamiz N°10=6,83% (Basado en la clasificación AASHTO)

%Arena=%Pasa el tamiz N°10=85,88% (Basado en la clasificación AASHTO)

%Retenido en el tamiz N°200=14,16% (Basado en la clasificación AASHTO)

%Finos= %Pasa el tamiz N°200=8,11% (Basado en la clasificación AASHTO)

Se determina la fracción gruesa del suelo.

Fracción Gruesa= $100 - \% \text{Pasa tamiz N}^\circ 200 = 100 - 8,11\% = \mathbf{91,89\%}$

En este caso se tiene que el suelo es granular ya que menos del 50% pasa el tamiz N°200 (8.11%). Sin embargo más del 50% pasa el Tamiz N°4, por lo que este suelo se caracteriza por ser una arena.

Clasificación: SP (Arena mal gradada)

Los ensayos de corte directo y límites de Atterberg no se pudieron llevar a cabo ya que las muestras estaban constituidas de suelo muy suelto por lo que se dificultó realizar estos ensayos al punto de no ejecutarse.

En este estudio se tuvo en cuenta que al ser el suelo de la zona mal gradado, requiere de un mejoramiento de suelo previo a la construcción de las estructuras, debido a que el suelo no presentaba las condiciones propicias para desarrollar el ensayo de corte directo, que permite conocer la capacidad portante del suelo, se asume un valor estándar de capacidad de carga para el estudio estructural de las cimentaciones de cada estructura.

4.2.4 Diseño de Obras Hidráulicas y civiles de la Microcentral Hidroeléctrica. En las siguientes actividades se detalla el diseño de las obras civiles.

4.2.4.1 Bocatoma de Fondo. Una bocatoma de fondo permite la captación y regulación de un caudal determinado, llamado caudal de diseño, en el caso de una microcentral hidroeléctrica este caudal es utilizado para la producción de energía. Esta estructura a su vez protege al sistema de posibles crecientes súbitas que pudieran producirse en épocas de lluvia. (Ver apéndice B).

En cuanto a la ubicación apropiada para la construcción de una bocatoma, se adopta en tramos rectos y estables del río, donde se dé un mejor comportamiento hidráulico de la estructura. De esta forma se realiza el siguiente diseño en las distintas partes que componen una bocatoma:

$$\text{Caudal calculado} = 0,1086 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Caudal de diseño} = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

Diseño de la Presa. Para el diseño de la presa se adopta un ancho medido en el plano de topografía hecho anteriormente. (Ver Apéndice B).

Ancho presa = 3,5 m

Lámina de agua (H):

$$H = \left(\frac{Qd}{1,84 * L} \right)^{2/3}$$

De donde:

Qd: Caudal de diseño

L: Ancho de la presa

$$H = \left(\frac{0,030\text{m}^3/\text{s}}{1,84 * 3,5\text{m}} \right)^{2/3}$$

$$\mathbf{H = 0,02789 \text{ m}}$$

Corrección por contracciones L'. Se asumen dos contracciones para el diseño de la bocatoma, quedando la siguiente ecuación

$$L' = L - (0,2 * H)$$

$$L' = 3,5\text{m} - (0,2 * 0,02789\text{m})$$

$$\mathbf{L' = 3,4944 \text{ m}}$$

Velocidad del río

$$V_r = \frac{Qd}{L' * H}$$

$$V_r = \frac{0,030\text{m}^3/\text{s}}{3,4944\text{m} * 0,02789\text{m}}$$

$$\mathbf{V_r = 0,30779 \text{ m/s} \quad (0,3 \leq V_r \leq 3)}$$

Diseño de la rejilla y canal de aducción. Ancho canal de aducción

$$X_s = 0,36 * Vr^{\frac{2}{3}} + 0,6 * H^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,36 * 0,30779^{\frac{2}{3}} + 0,6 * 0,02789^{\frac{4}{7}}$$

$$\mathbf{X_s = 0,2417 m}$$

$$X_i = 0,18 * Vr^{\frac{4}{7}} + 0,74 * H^{3/4}$$

$$X_i = 0,18 * 0,30779^{\frac{4}{7}} + 0,74 * 0,02789^{3/4}$$

$$\mathbf{X_i = 0,1423 m}$$

$$B = X_s + 0,10$$

$$B = 0,2417m + 0,10$$

$$B = 0,3417 m \quad \mathbf{B_{min} = 0,4m}$$

Para el cálculo de los siguientes parámetros se deben asumir diferentes valores que son:

Diámetro de varilla (b) = $\frac{3}{4}$ " (0,01905m).

Separación entre varillas (a) = según el título B, numeral 4.4.5.1 (Elementos de diseño) del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico para captación de aguas superficiales para gravas finas, se utiliza una separación de 20mm es decir 2cm (0.02m).

Velocidad entre varillas (Vb) = 0,2 m/s

Área Neta

K = 0,9

$$A_n = \frac{Q_d}{k * V_b}$$

$$A_n = \frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,9 * 0,2 \text{ m/s}}$$

$$A_n = 0,1667 \text{ m}^2$$

Longitud de la rejilla. $L_r \text{ min} < 0,70 \text{ m}$

$$L_r = \frac{A_n * (a + b)}{a * B}$$

$$L_r = \frac{0,1667 \text{ m}^2 * (0,02 \text{ m} + 0,01905 \text{ m})}{0,02 \text{ m} * 0,4 \text{ m}}$$

$$L_r = 0,813 \text{ m} \approx 0,85 \text{ m}$$

Se calcula el Área Neta nuevamente incluyendo esta vez la Longitud de Rejilla calculada.

$$A_n = \frac{a}{a + b} * B * L_r$$

$$A_n = \frac{0,02 \text{ m}}{0,02 \text{ m} + 0,01905 \text{ m}} * 0,4 \text{ m} * 0,85 \text{ m}$$

$$A_n = 0,1741 \text{ m}^2$$

Número de orificios.

$$N = \frac{A_n}{a * B}$$

$$N = \frac{0,1741 \text{ m}^2}{0,02 \text{ m} * 0,4 \text{ m}}$$

$$N = 21,726 \approx 22 \text{ orificios}$$

Finalmente se calculan las condiciones finales de la rejilla.

Área Neta

$$A_n = a * B * N$$

$$A_n = 0,02 \text{ m} * 0,4 \text{ m} * 22$$

$$A_n = 0,176 \text{ m}^2$$

Longitud de la rejilla

$$L_f = \frac{A_n * (a + b)}{a * B}$$

$$L_f = \frac{0,176 \text{ m}^2 * (0,02 \text{ m} + 0,01905 \text{ m})}{0,02 \text{ m} * 0,4 \text{ m}}$$

$$L_f = 0,859 \text{ m}$$

Velocidad entre varillas.

$$V_b = \frac{Q_d}{k * A_n}$$

$$V_b = \frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,9 * 0,176 \text{ m}^2}$$

$$V_b = 0,189 \text{ m/s}$$

Se calculan los niveles de agua en el canal de aducción.

En principio se calculan los siguientes parámetros:

$$L_c = L_f + \text{espesor muro}$$

El espesor de muro se asume de 0.30m

$$L_c = 0,859 \text{ m} + 0,30 \text{ m}$$

$$L_c = 1,159 \text{ m}$$

Pendiente i (%) 1% - 4%

$$i (\%) = 2,5\% (0,025)$$

Borde libre BL

$$BL = 0,15 \text{ m}$$

Profundidad Aguas abajo.

$$h_e = h_c = \left(\frac{Qd^2}{g * B^2} \right)^{1/3}$$

$$h_e = h_c = \left(\frac{(0,030 \text{ m}^3/\text{s})^2}{9,81 \text{ m}/\text{s}^2 * (0,4 \text{ m})^2} \right)^{1/3}$$

$$h_e = h_c = 0,0831 \text{ m}$$

Profundidad Aguas Arriba.

$$h_o = \left(2h_c^2 + \left(h_c - \frac{i * L_c}{3} \right)^2 \right)^{1/2} - \frac{2 * i}{3} * L_c$$

$$h_o = \left(2(0,0831 \text{ m})^2 + \left(0,0831 \text{ m} - \frac{0,025 * 1,159 \text{ m}}{3} \right)^2 \right)^{1/2} - \frac{2 * 0,025}{3} * 1,159 \text{ m}$$

$$h_o = 0,1193 \text{ m}$$

Finalmente se calcula Ho y He.

$$H_o = h_o + BL$$

$$H_o = 0,1193 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$$

$$H_o = 0,2693 \text{ m}$$

$$H_e = h_e + (h_o - h_e) + i * L_c + BL$$

$$H_e = 0,0831 \text{ m} + (0,1193 \text{ m} - 0,0831 \text{ m}) + 0,025 * 1,159 \text{ m} + 0,15 \text{ m}$$

$$H_e = 0,2983 \text{ m}$$

Se calcula la velocidad del agua al final del canal de aducción

$$V_e = \frac{Q_d}{B * h_e}$$

$$V_e = \frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,4 \text{ m} * 0,0831 \text{ m}}$$

$$V_e = 0,9025 \text{ m/s} \quad 0,3 \text{ m/s} \leq V_e \leq 3 \text{ m/s}$$

Diseño de cámara de recolección.

$$X_s = 0,36 * (V_e)^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (h_e)^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,36 * (0,9025 \text{ m/s})^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (0,0831 \text{ m})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,4810 \text{ m}$$

$$X_i = 0,18 * (V_e)^{\frac{4}{7}} + 0,74 * (h_e)^{\frac{3}{4}}$$

$$X_i = 0,18 * (0,9025 \text{ m/s})^{\frac{4}{7}} + 0,74 * (0,0831 \text{ m})^{\frac{3}{4}}$$

$$X_i = 0,2843 \text{ m}$$

Base de cámara de recolección.

$$B_s = X_s + 0,3$$

$$B_s = 0,4810 \text{ m} + 0,3$$

$$B_s = 0,781 \text{ m} \quad B_s > 1,5 \text{ m}$$

$$B_s = 1,5 \text{ m}$$

Altura de muros de contención.

$$H = \left(\frac{Q_{\max}}{1,84 * L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

En los datos de los caudales dados por el IDEAM muestra los mayores caudales durante el mes de junio. Se puede interpretar como un régimen unimodal ya que solo presenta un pico durante el año. (Castañeda, 2016)

Para el caudal máximo se toma un promedio de los que se calcularon en la tabla 7, eliminando el pico del año presentado en el mes de junio dando el siguiente resultado.

$$H = \left(\frac{6,834 \text{ m}^3/\text{s}}{1,84 * 3,5\text{m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\mathbf{H= 1,040 \text{ m} \approx 1,10 \text{ m}}$$

Altura máxima de muros

$$H_{\max} = H + 0,3$$

$$H_{\max} = 1,10\text{m} + 0,3$$

$$\mathbf{H_{\max}= 1,40 \text{ m}}$$

Calculo de excesos. En primera instancia se debe calcular el caudal medio de la quebrada, con los caudales mensuales calculados con los datos de precipitaciones e intensidades, teniendo en cuenta el régimen unimodal (Castañeda, 2016). De esta forma se obtiene el siguiente dato:

$$Q_{\text{medio}} = 3,963 \text{ m}^3/\text{s}$$

La altura de la lámina de agua en la garganta y el caudal de excesos es:

$$H = \left(\frac{Q_{\text{medio}}}{1,84 * L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H = \left(\frac{3,963 \text{ m}^3/\text{s}}{1,84 * 3,5\text{m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\mathbf{H= 0,7235 \text{ m}}$$

Caudal captado. Lámina de agua superior a la de diseño que se puede evaluar según la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{cap}} = C_d * A_{\text{neta}} * \sqrt{2 * g * H}$$

Dónde:

Q_{cap} = Caudal a través de la rejilla (m³/s)

C_d = Coeficiente de descarga (0,3)

A_{neta} = Área neta de la rejilla (m²)

H = Altura de la lámina de agua sobre la rejilla (m)

g = gravedad (m/s²)

$$Q_{\text{cap}} = 0,3 * 0,176\text{m}^2 * \sqrt{2 * 9,81\text{m/s}^2 * 0,7235\text{m}}$$

$$\mathbf{Q_{\text{cap}} = 0,1989 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Caudal de excesos-

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{cap}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0,1989\text{m}^3/\text{s} - 0,030\text{m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q_{\text{excesos}} = 0,1689 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Las condiciones en el vertedero de excesos son las siguientes:

Altura de excesos (lámina de agua).

$$H_{\text{exceso}} = \left(\frac{Q_{\text{excesos}}}{1,84 * L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_{\text{exceso}} = \left(\frac{0,1689\text{m}^3/\text{s}}{1,84 * 3,5\text{m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\mathbf{H = 0,0883 \text{ m}}$$

Velocidad de excesos.

$$V_{\text{excesos}} = \frac{Q_{\text{excesos}}}{H_{\text{exceso}} * B_{\text{camara}}}$$

$$V_{\text{excesos}} = \frac{0,1689 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0883 \text{ m} * 1,5 \text{ m}}$$

$$\mathbf{V_{\text{excesos}} = 1,275 \text{ m/s}}$$

$$X_s = 0,36 * (V_{\text{exceso}})^{\frac{2}{3}} + 0,60 * (H_{\text{exceso}})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,36 * (1,275 \text{ m/s})^{\frac{2}{3}} + 0,60 * (0,0883 \text{ m})^{\frac{4}{7}}$$

$$\mathbf{X_s = 0,573 \text{ m}}$$

El vertedero de excesos estará colocado a 0,66 m (0,573 m + 0,0883 m) de la pared aguas abajo de la cámara de recolección.

Cálculo de cotas. Se parte de la cota del fondo de la quebrada en el punto donde se diseñó la obra de captación:

Fondo de la quebrada= 1210,67

Lamina sobre la presa:

Corona de los muros de contención= 1214,39 m

Canal de aducción:

Fondo aguas arriba= 1211,67 m

Fondo aguas abajo= 1211,30 m

Lamina aguas arriba= 1211,90 m

Lamina aguas abajo= 1209,68 m

Cámara de recolección:

Lámina de agua= 1211,15 m

Cresta del vertedero de excesos= 1211,006 m

Fondo= 1210,75 m

Tuberías de excesos:

Cota de entrada= 1210,75 m

4.2.4.2 Línea de Aducción. La línea de aducción es un elemento que ayuda a transportar cualquier clase de líquido de un lugar a otro, en este caso es el medio que interconecta a la bocatoma y al desarenador llevando a este el agua captada por dicha bocatoma. (Ver Apéndice F).

Datos iniciales:

Distancia de la bocatoma hasta el desarenador= 10,83 m

Cota entrega de la cámara de aquietamiento a la bocatoma= 1210,85 m

Cota vertedero de la cámara de aquietamiento bocatoma= 1211,30 m

Cota fondo de la cámara de aquietamiento desarenador= 1210,45 m

Coefficiente de rugosidad $n= 0,009$

Calculo de pendiente de la tubería.

$$S = \frac{\text{cota salida bocatoma} - \text{cota llegada desarenador}}{L}$$

Donde L es la distancia que existe entre la bocatoma y el desarenador.

$$S = \frac{1210,85\text{m} - 1210,45\text{m}}{10,83\text{m}}$$

$$S = 0,0369 \approx 3,69\%$$

Cálculo de diámetro de la tubería.

$$D = 1,548 * \left(\frac{n * Qd}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning del material del cual está compuesta la tubería, en este caso la tubería será de PVC; este valor se toma de la tabla 8.1, (Ver Apéndice A) del libro Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados de Ricardo López Cualla.

$$n = 0,009$$

$$D = 1,548 * \left(\frac{0,009 * 0,030\text{m}^3/\text{s}}{0,0369^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0,1319\text{m}$$

$$D_{\text{pul}} = 5,19'' \approx 6''$$

Se toma el diámetro de la tubería de 6 pulgadas (6'') ya que este es el que comercialmente se ajusta a los cálculos.

Cálculo de condiciones de la tubería a flujo lleno. Caudal a flujo lleno.

$$Q_{\text{lleno}} = 0,312 * \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right)$$

$$Q_{\text{lleno}} = 0,312 * \left(\frac{0,1524^{\frac{8}{3}} * 0,0369^{\frac{1}{2}}}{0,009} \right)$$

$$Q_{\text{lleno}} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad a flujo lleno.

$$V_{\text{lleno}} = \frac{Q_{\text{lleno}}}{\text{Area}}$$

$$V_{\text{lleno}} = \frac{0,044 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0137 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{lleno}} = 3,211 \text{ m/s}$$

Radio hidráulico al caudal de diseño lleno.

$$R_{\text{lleno}} = \frac{D}{4}$$

$$R_{\text{lleno}} = \frac{0,1524 \text{ m}}{4}$$

$$R_{\text{lleno}} = 0,0381 \text{ m}$$

Se realiza una relación entre el caudal de diseño y el caudal a condición llena que se ha calculado anteriormente:

$$\frac{Q}{Q_{\text{lleno}}}$$

$$\frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,044 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,68$$

En este caso se utiliza un resultado con dos decimales, de esta manera con la tabla 8.2, (ver Apéndice A), se podrán obtener otras relaciones que permitirán calcular la velocidad real, la lámina de agua de la tubería y el radio hidráulico al caudal de diseño.

Los datos obtenidos de esta tabla son los siguientes:

$$V/V_0 = 0,936$$

$$d/D = 0,678$$

$$R/R_0 = 1,167$$

Con estos valores se procede a calcular la velocidad real, la lámina de agua de la tubería y el radio hidráulico al caudal de diseño:

$$V_r = \frac{V}{V_0} * V_{\text{lleno}}$$

$$V_r = 0,936 * 3,211 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{V_r = 3,005 \text{ m/s}}$$

$$d = \frac{d}{D} * D$$

$$d = 0,678 * 0,1524 \text{ m}$$

$$\mathbf{d = 0,103 \text{ m}}$$

$$R_r = \frac{R}{R_0} * R_{\text{lleno}}$$

$$R_r = 1,167 * 0,0381 \text{ m}$$

$$\mathbf{R_r = 0,044 \text{ m}}$$

Calculo de cortante. Se calcula con el fin de verificar que el flujo en la tubería sea capaz de resuspender el material sedimentado en el fondo.

$$\tau = \gamma * R * S$$

$$\tau = \frac{9810 \text{ N}}{\text{m}^2} * 0,044 \text{ m} * 0,0369 \text{ m}$$

$$\mathbf{\tau = 15,92 \text{ N}}$$

Verificación de la cota de la salida de la bocatoma. Inicialmente se adoptó una profundidad de 40 cm desde el fondo de la cámara de recolección hasta la lámina de agua, esta profundidad debería ser:

$$d + 1,5 * \frac{V^2}{2g}$$

$$0,103m + 1,5 * \frac{(\frac{3,005m}{s})^2}{2 * 9,81m/s^2}$$

0,793m

Este valor cumple con lo supuesto inicialmente; se modifica la cota de la lámina de agua en la cámara de aquietamiento a la llegada del desarenador.

Definir la cota de batea de la tubería a la llegada como $1210,45 - 0,103m = 1210,35m$. Se tiene:

$$S = \frac{1210,85m - 1210,35m}{10,83m}$$

$$S = 0,046 \approx 4,61\%$$

$$D = 1,548 * \left(\frac{0,009 * 0,030m^3/s}{0,046^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0,1265m$$

$$D = 4,98'' \approx 6''$$

$$Q_{lleno} = 0,312 * \left(\frac{0,1524^{\frac{8}{3}} * 0,046^{\frac{1}{2}}}{0,009} \right)$$

$$Q_{lleno} = 0,049 m^3/s$$

$$V_{lleno} = \frac{0,049m^3/s}{0,0137m^2}$$

$$\mathbf{V_{lleno} = 3,576 \text{ m/s}}$$

$$R_{lleno} = \frac{0,1524\text{m}}{4}$$

$$\mathbf{R_{lleno} = 0,0381\text{m}}$$

$$\frac{Q}{Q_{lleno}}$$

$$\frac{0,030\text{m}^3/\text{s}}{0,049\text{m}^3/\text{s}} = 0,61$$

Los datos obtenidos de esta tabla son los siguientes:

$$V/V_o = 0,903$$

$$d/D = 0,632$$

$$R/R_o = 1,139$$

Con estos valores se procede a calcular la velocidad real, la lámina de agua de la tubería y el radio hidráulico al caudal de diseño:

$$V_r = \frac{V}{V_o} * V_{lleno}$$

$$V_r = 0,903 * 3,576 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{V_r = 3,229 \text{ m/s}}$$

$$d = \frac{d}{D} * D$$

$$d = 0,632 * 0,1524\text{m}$$

$$\mathbf{d = 0,096 \text{ m}}$$

$$R_r = \frac{R}{R_o} * R_{lleno}$$

$$R_r = 1,139 * 0,0381\text{m}$$

$$\mathbf{R_r = 0,043 \text{ m}}$$

Calculo de cortante: Se calcula con el fin de verificar que el flujo en la tubería sea capaz de resuspender el material sedimentado en el fondo.

$$\tau = \gamma * R * S$$

$$\tau = \frac{9810\text{N}}{\text{m}^2} * 0,043\text{m} * 0,046\text{m}$$

$$\tau = 19,404 \text{ N}$$

Definición de cotas.

Cota batea en la salida de la bocatoma= 1210,85 m

Cota clave en la salida de la bocatoma= 1211,002 m

Cota batea en la llegada al desarenador= 1210,35 m

Cota clave en la llegada al desarenador= 1210,50 m

Cota de la lámina de agua en la llegada al desarenador= 1211,45 m

4.2.4.3 Desarenador. El desarenador se diseña con el propósito de sedimentar partículas en suspensión por la acción de la gravedad. El desarenador debe ubicarse lo más cerca posible de la bocatoma, con el fin de evitar problemas de obstrucción en la línea de aducción. El material en suspensión transportado por el agua es básicamente en este caso arena fina. (Quintero K. , 2009)

Se tienen en cuenta los cálculos a condiciones llenas que se realizaron anteriormente en la línea de aducción.

Condición de tubería de entrada.

Caudal a condiciones llenas (m^3/s)= 0,046 m^3/s

Velocidad a condiciones llenas (m/s)= 1,898 m/s

Velocidad del rio (m/s)= 1,978 m/s

Diámetro de la tubería (")= 6 pulgadas

Condiciones de diseño. Antes de diseñar el desarenador se deben tener en cuenta ciertos datos importantes para el cálculo de los parámetros de diseño, estos datos son:

Diámetro de partículas (cm)= 0,01 cm

Este criterio se tomó a partir de la actualización del Reglamento Técnico del Sector de Agua en el Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000) dada en la Resolución 0330 del 08 de junio de 2017.

Grado de remoción (%). Se toma la decisión del diseñador, en este caso como el suelo es una arena, se considera como altamente sedimentable lo que contribuye a utilizar una remoción (%) alta. En este caso se usara un grado de remoción de 75%.

Temperatura (°). Según lo tomado con termómetro en las aguas de la Quebrada ubicada en la pradera se calcula una temperatura de 20°.

Viscosidad cinemática μ (cm^2/s). Esta se determina a partir de la temperatura del agua, en este caso la viscosidad cinemática a 20° es de $0,01007 \text{ cm}^2/\text{s}$.

Grado de desarenador (n). Se toma según la eficiencia de las pantallas deflectoras, para el desarenador a diseñar se asume con deflectores deficientes, teniendo como grado $n=1$.

Relación Longitud: ancho. Según el Título B del Reglamento Técnico del Sector de Agua en el Potable y Saneamiento Básico en el numeral 4.6.4. menciona que el largo debe ser como mínimo 4 veces el ancho, este concepto no se presenta en la actualización de la RAS. Por lo tanto se toma una relación de 1:3.

Cota de la lámina de agua a la entrada del desarenador (m)= 1210,45m

C= para tubería de PVC es de 150

Cálculo de parámetros de sedimentación.

Velocidad de sedimentación

$$V_s = \frac{g}{18} * \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} * d^2$$

Dónde:

g: gravedad en cm/s^2 ($981 \text{ cm}/\text{s}^2$)

ρ_s : Densidad de las partículas de arena

ρ : Densidad del agua ($1\text{gr}/\text{cm}^3$)

d: diámetro de las partículas

μ : viscosidad cinemática (cm^2/s)

Los datos con respecto al suelo con el que va a trabajar el desarenador se obtuvieron a partir de ensayos de suelos como granulometrías, ver tabla 34; además se ayudó con el texto de Fundamento de Ingeniería Geotécnica de Braja M. Das. (Das, 2013)

Para el diámetro de las partículas se tomó de la tabla 2.3. Límites de Separación de tamaños del suelo, según la clasificación Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, teniendo en cuenta que lo que se encontró a través de la granulometría fue un suelo compuesto por arena en su mayoría retenido en el tamiz 200 por lo tanto se toma un diámetro de 0.074 mm.

La densidad de la arena se asume de $2,65 \text{ gr/cm}^3$ según el título B, Numeral 4.6.3. Del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. (Ministerio, 2017)

$$V_s = \frac{981 \text{ cm/s}^2}{18} * \frac{(1,96 \text{ g/cm}^3 - 1 \text{ g/cm}^3)}{0,01007} * (0,0074 \text{ cm})^2$$

$$V_s = 0,29 \text{ cm/s}$$

Se deben calcular algunos datos:

De la tabla 9.3 del texto de López Cualla. Ver Apéndice A

$$\frac{\theta}{t} = \frac{V_s}{V_o} = 3$$

Se debe asumir el valor de Profundidad útil de sedimentación (H)

$$1,5 \text{ m} \leq H \leq 4,5 \text{ m}$$

Este valor se asume como 1,75m (175cm).

Con este valor calculamos el tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo con la expresión:

$$t = \frac{H}{V_s}$$

$$t = \frac{175 \text{ cm}}{0.29 \text{ cm/s}}$$

$$t = 603,45 \text{ s}$$

Se procede a calcular el tiempo que se demora la partícula de agua en entrar y salir del tanque:

$$\frac{\theta}{t} = 3$$

$$\theta = 3t$$

θ : período de retención hidráulico en horas

$$\theta = 3 * (603,45\text{s})$$

$$\theta = 1810,35 \text{ s} \approx 0,5 \text{ h} \quad 0,5\text{h} \leq \theta \leq 4\text{h}$$

De este modo se determina el volumen del tanque como:

$$V = \theta * Q_{\text{diseño}}$$

$$V = 1810,35 \text{ s} * 0,030 \text{ m}$$

$$V = 54,3105 \text{ m}^3$$

Se calcula el Área superficial del tanque (m^2) de la siguiente forma, aproximando el valor al entero más cercano:

$$As = \frac{V}{H}$$

$$As = \frac{54,3105 \text{ m}^3}{1,75 \text{ m}}$$

$$As = 31,0346 \text{ m}^2 \approx 31 \text{ m}^2$$

Se procede a determinar la dimensiones del tanque, utilizando la relación longitud: ancho

(3:1):

$$A = L * B$$

Se despeja L en función de B de la siguiente forma:

$$3:1 \longrightarrow L:B$$

$$\frac{L}{B} = \frac{3}{1}$$

$$L = 3B$$

$$A = 3B * B$$

$$A = 3B^2$$

$$B = \sqrt{\frac{A}{3}}$$

$$B = \sqrt{\frac{31,0346 \text{ m}^2}{3}}$$

El tanque tendrá un ancho de:

$$B = 3,22 \text{ m}$$

Se adopta un ancho de tanque de 3,5m por facilidad constructiva.

De esta forma calculamos la longitud del tanque tendiendo esta dimensión:

$$L = 3 * 3,22\text{m}$$

$$L = \mathbf{9,66\text{ m}}$$

Se adopta una longitud de tanque de 10m por facilidad constructiva.

Se calcula la carga hidráulica del tanque (caudal por unidad de área superficial):

$$q = \frac{Q}{A_s}$$

$$q = \frac{0,030\text{m}^3/\text{s}}{31\text{ m}^2}$$

$$q = \mathbf{0,0009\text{ m}^3/\text{m}^2\text{-s} \approx 77,76\text{ m}^3/\text{m}^2\text{-dia}}$$

Valor comprendido entre 15 y 80 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-dia}$.

Como el valor de q es igual a la velocidad de sedimentación de la partícula crítica V_o en cm/s

$$V_o = \mathbf{0,096\text{ cm/s}}$$

Se calcula el diámetro de las partículas teniendo en cuenta que este valor debe ser menor al diámetro de las partículas inicial $d_o = 0,0075\text{ mm}$. Esta respuesta se da tanto en cm como en mm.

$$d_o = \sqrt{\frac{V_o * 18 * \mu}{g * (\rho_s - \rho)}}$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0,096\text{cm/s} * 18 * 0,01007\text{cm}^2/\text{s}}{981\text{cm/s}^2 * (1,96\text{gr/cm}^3 - 1\text{gr/cm}^3)}}$$

$$d_o = \mathbf{0,0041\text{ mm} \approx 0,041\text{ cm}}$$

$$\mathbf{0,0041\text{mm} < 0,0075\text{mm}}$$

Además se demuestra que:

$$\frac{\theta}{t} = \frac{V_s}{V_o}$$

$$\frac{0,29\text{cm/s}}{0,0966\text{cm/s}} = 3,00$$

Este valor debe ser igual o cercano al que se tiene inicialmente de $\theta/t=3$

Se calcula la velocidad horizontal en el desarenador

$$V_h = \frac{Q}{W} = \frac{V_o * L}{H}$$

$$V_h = \frac{0,0966\text{cm/s} * 966\text{cm}}{175\text{cm}}$$

$$\mathbf{V_h = 0,5319 \text{ cm/s}}$$

Se halla la velocidad horizontal máxima

$$V_{h\max} = 20 * V_s$$

$$V_{h\max} = 20 * 0,29 \text{ cm/s}$$

$$\mathbf{V_{h\max} = 5,8 \text{ cm/s}}$$

$$\mathbf{V_h < V_{h\max}}$$

Se determina la velocidad de desplazamiento o resuspensión:

$$V_r = \sqrt{\frac{8k}{f} * g * (\rho_s - \rho) * d}$$

Dónde:

$$k = 0,04$$

$$f = 0,03$$

d = diámetro inicial de las partículas (0.075cm)

$$V_r = \sqrt{\frac{8(0,04)}{0,03} * 981 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} * \left(\frac{1,96\text{g}}{\text{cm}^3} - \frac{1\text{g}}{\text{cm}^3}\right) * 0,074\text{cm}}$$

$$V_r = 8,6799 \text{ cm}$$

Calculo de los elementos del desarenador.

Vertedero de Salida. Con un vertedero de salida de longitud de cresta igual al ancho de la unidad se tiene como altura de agua sobre el vertedero:

$$H_v = \left(\frac{Q_d}{1,84 * B}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = \left(\frac{0,03\text{m}^3/\text{s}}{1,84 * 3,22\text{m}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_v = 0,0295 \text{ m}$$

Calculo de la velocidad sobre la cresta del vertedero, esta debe cumplir el requisito de ser mayor que 0,3m/s.

$$V_v = \frac{Q_d}{B * H_v}$$

$$V_v = \frac{0,03\text{m}^3/\text{s}}{3,22\text{m} * 0,0295\text{m}}$$

$$V_v = 0,3158 \text{ m/s} > 0,3\text{m/s}$$

Dimensiones del vertedero

$$X_s = 0,36 * (V_v)^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (H_v)^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,36 * \left(\frac{0,3158\text{m}}{\text{s}}\right)^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (0,0295\text{m})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0,2471 \text{ m}$$

$$L_v = X_s + 0.1$$

$$L_v = 0,2471\text{m} + 0,1$$

$$L_v = \mathbf{0,3471\text{ m}}$$

Dimensiones donde se ubica la pantalla de salida:

$$\text{Profundidad } H/2 = \mathbf{0,875\text{ m}}$$

$$\text{Distancia al vertedero de salida } 15H_v = \mathbf{0,4425\text{ m}}$$

Dimensiones pantalla de entrada

$$\text{Profundidad } H/2 = \mathbf{0,875\text{ m}}$$

$$\text{Distancia a la cámara de quietamiento } L/4 = \mathbf{2,415\text{ m}}$$

Almacenamiento de lodos. Según el título B del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, en el numeral 4.6.4.; la relación entre la longitud útil del desarenador y la profundidad efectiva para almacenamiento de arena sea 10 a 1. Esta profundidad debe estar comprendida entre 0,75 m y 1,50 m Por lo tanto se adopta:

$$\text{Profundidad máxima} = \mathbf{0,966\text{ m} \approx 1\text{ m}}$$

$$\text{Distancia desde el punto de salida a la cámara de quietamiento } L/3 = \mathbf{3,22\text{ m}}$$

$$\text{Distancia desde el punto de salida al vertedero de salida } 2L/3 = \mathbf{6,44\text{ m}}$$

$$\text{Pendiente transversal } 1\text{m}/B * 100 = \mathbf{31\%}$$

$$\text{Pendiente longitudinal en } (1\text{m}/L/3)*100 = \mathbf{10\%}$$

$$\text{Pendiente longitudinal } (2L/3) = \mathbf{10\%}$$

Las pendientes longitudinales se encuentran consignadas en la Resolución 0330 del 08 de junio de 2017.

Cámara de Aquietamiento.

Profundidad de la cámara de aquietamiento

$$P = \frac{H}{3}$$

$$P = \frac{1,75 \text{ m}}{3}$$

$$\mathbf{P= 0,5833 \text{ m}}$$

Ancho de la cámara de aquietamiento

$$A = \frac{B}{3}$$

$$A = \frac{3,22 \text{ m}}{3}$$

$$\mathbf{A= 1,0733 \text{ m}}$$

El largo de la cámara de aquietamiento se asume a criterio del diseñador, en este caso se adopta un valor de $\mathbf{L= 1,2 \text{ m}}$.

Rebose de la Cámara de Aquietamiento.

$$Q_{\text{excesos}} = Q_{\text{lleno}} - Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{excesos}} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s} - 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q_{\text{excesos}}= 0,014 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$H_{\text{excesos}} = \left(\frac{Q_{\text{excesos}}}{1,49 * L_{\text{camara}}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Hexcesos} = \left(\frac{0,014 \text{m}^3/\text{s}}{1,84 * 1,2\text{m}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Hexcesos} = \mathbf{0,034 \text{ m}}$$

$$\text{Vexcesos} = \frac{Q_{\text{excesos}}}{\text{Hexcesos} * L_{\text{camara}}}$$

$$\text{Vexcesos} = \frac{0,014 \text{m}^3/\text{s}}{0,034\text{m} * 1,20\text{m}}$$

$$\text{Vexcesos} = \mathbf{0,343 \text{ m/s}}$$

$$X_s \text{ excesos} = 0,36 * (\text{Vexcesos})^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (\text{Hexcesos})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s \text{ excesos} = 0,36 * \left(\frac{0,343\text{m}}{\text{s}} \right)^{\frac{2}{3}} + 0,6 * (0,034\text{m})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s \text{ excesos} = \mathbf{0,263 \text{ m}}$$

$$L = X_s + 0,10$$

$$L = 0,263\text{m} + 0,10$$

$$L = \mathbf{0,363 \text{ m}}$$

$$\frac{B - \text{Ancho camara}}{2}$$

$$\frac{3,22\text{m} - 1,0733\text{m}}{2} = \mathbf{1,07\text{m}}$$

Se adopta el valor mayor, es decir, 1,07m.

Perfil Hidráulico. En el cálculo de las pérdidas se consideran estas por: ampliación de secciones, paso por debajo de pantallas.

Perdidas a la entrada de la Cámara de Aquietamiento

V1: Velocidad real de la Aducción diseñada

$$V_1 = 3,005 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q_{\text{diseño}}}{\text{Ancho rebose Cámara} * \text{Profundidad Cámara}}$$

$$V_2 = \frac{0,03 \text{ m}^3/\text{s}}{1,0733 \text{ m} * 0,5833 \text{ m}}$$

$$V_2 = 0,0479 \text{ m/s}$$

$$h_m = K^o * \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * g} \right)$$

$$h_m = 0,2 * \left(\frac{(3,005 \text{ m/s})^2 - (0,0479 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_m = 0,092 \text{ m}$$

Perdidas a la entrada de la zona de sedimentación

V1: V2 del cálculo de la pérdida a la entrada de la Cámara de Aquietamiento

V2: Vh en m/s calculado inicialmente en los parámetros de sedimentación

$$h_m = K^o * \left(\frac{V_1^2 - V_2^2}{2 * g} \right)$$

$$h_m = 0,2 * \left(\frac{(0,0479 \text{ m/s})^2 - (0,5319)^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_m = 0,0029 \text{ m}$$

Perdidas por las pantallas inicial y final

Estas se calculan como pérdidas de un orificio sumergido de grandes dimensiones; al hacer los cálculos se pueden dar valores que llegan a ser despreciables.

Cálculo de diámetro de tuberías de excesos y lavados.

Tubería de excesos. Se recomienda que esta tubería tenga un diámetro mayor o igual a las 6 pulgadas (0,152m). En este caso se adopta una tubería de 6 pulgadas.

Tubería de lavado. Uno de los criterios importantes para la selección del diámetro de la tubería de lavado es el tiempo de vaciado del tanque.

Cota de entrega del desagüe de lavado: esta se obtiene a partir de la topografía hecha al lugar en estudio. = 1208,65 m

Cota de la lámina de agua sobre la tubería:

Cota lamina= cota entrada al desarenador – perdidas a la entrada del desarenador

$$\text{Cota lamina} = 1210,75\text{m} - 0,092\text{m}$$

$$\text{Cota lamina} = \mathbf{1210,66\text{ m}}$$

Se asume el diámetro de la tubería: 6 pulgadas (0,1524m)

Longitud de la conducción= 10,8m

Calculo de la altura disponible

H= cota lámina de agua sobre la tubería – cota entrega del desagüe de lavado (topografía)

$$H = 1210,36\text{m} - 1208,65\text{m}$$

$$\mathbf{H = 1,71\text{m}}$$

Cálculo de las pérdidas en la conducción. En este caso se toman las pérdidas por longitud y por los accesorios que se utilicen en la tubería de conducción.

Cálculo del tiempo de vaciado del desarenador.

Se calcula el coeficiente de descarga (Cd)

$$Cd = \frac{Q_{inicial}}{A * \sqrt{2 * g * H}}$$

$$Cd = \frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0182\text{m}^2 * \sqrt{2 * 9,81 * 1,75\text{m}}}$$

Cd= 0,28

Cálculo del tiempo de vaciado (t)

$$t_{vaciado} = \frac{2 * A_s}{Cd * A * \sqrt{2 * g}} * H^{\frac{1}{2}}$$

$$t_{vaciado} = \frac{2 * 0,0182\text{m}^2}{0,28 * 0,0182\text{m}^2 * \sqrt{2 * 9,81}} * 1,71^{\frac{1}{2}}$$

tvaciado= 2,10 h

4.2.4.4 Tubería de Conducción Desarenador-Cámara de Carga. Datos iniciales:

Distancia del desarenador a la cámara de carga= 2,67m

Cota entrega a la cámara de carga= 1210,45 m

Cota salida del desarenador = 1210,58 m

Coefficiente de rugosidad n= 0,009

Cálculo de pendiente de la tubería.

$$S = \frac{\text{cota salida desarenador} - \text{cota llegada camara}}{L}$$

Donde L es la distancia que existe entre la bocatoma y el desarenador

$$S = \frac{1210,58\text{m} - 1210,45\text{m}}{2,67\text{m}}$$

$$S = 0,0486 \approx 4,86\%$$

Cálculo de diámetro de la tubería.

$$D = 1,548 * \left(\frac{n * Qd}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde n es el coeficiente de rugosidad de Manning del material del cual está compuesta la tubería, en este caso la tubería será de PVC; este valor se toma de la tabla 8.1 del libro Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados de Ricardo Lopez Cualla.

$$n = 0,009$$

$$D = 1,548 * \left(\frac{0,009 * 0,030\text{m}^3/\text{s}}{0,0486^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0,1253\text{m}$$

$$D_{\text{pul}} = 4,93'' \approx 6''$$

Cálculo de condiciones de la tubería a flujo lleno. Caudal a flujo lleno

$$Q_{\text{lleno}} = 0,312 * \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \right)$$

$$Q_{\text{lleno}} = 0,312 * \left(\frac{0,1524^{\frac{8}{3}} * 0,0486^{\frac{1}{2}}}{0,009} \right)$$

$$Q_{\text{lleno}} = 0,051 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad a flujo lleno.

$$V_{\text{lleno}} = \frac{Q_{\text{lleno}}}{\text{Area}}$$

$$V_{\text{lleno}} = \frac{0,060 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0182 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{lleno}} = 2,802 \text{ m/s}$$

Radio hidráulico al caudal de diseño lleno.

$$R_{\text{lleno}} = \frac{D}{4}$$

$$R_{\text{lleno}} = \frac{0,1524 \text{ m}}{4}$$

$$R_{\text{lleno}} = 0,0381 \text{ m}$$

Se realiza una relación entre el caudal de diseño y el caudal a condición llena que se ha calculado anteriormente:

$$\frac{Q}{Q_{\text{lleno}}}$$

$$\frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,051 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,59$$

En este caso se utiliza un resultado con dos decimales, de esta manera con la tabla 8.2, ver Apéndice A, se podrán obtener otras relaciones que permitirán calcular la velocidad real, la lámina de agua de la tubería y el radio hidráulico al caudal de diseño.

Los datos obtenidos de esta tabla son los siguientes:

$$V/V_0 = 0,895$$

$$d/D = 0,620$$

$$R/R_0 = 1,132$$

Con estos valores se procede a calcular la velocidad real, la lámina de agua de la tubería y el radio hidráulico al caudal de diseño:

$$V_r = \frac{V}{V_0} * V_{\text{lleno}}$$

$$V_r = 0,895 * 2,802 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{V_r = 2,508 \text{ m/s}}$$

$$d = \frac{d}{D} * D$$

$$d = 0,620 * 0,1524 \text{ m}$$

$$\mathbf{d = 0,094 \text{ m}}$$

$$R_r = \frac{R}{R_0} * R_{\text{lleno}}$$

$$R_r = 1,132 * 0,0381 \text{ m}$$

$$\mathbf{R_r = 0,0431 \text{ m}}$$

Cálculo de cortante. Se calcula con el fin de verificar que el flujo en la tubería sea capaz de resuspender el material sedimentado en el fondo.

$$\tau = \gamma * R * S$$

$$\tau = \frac{9810 \text{ N}}{\text{m}^2} * 0,0431 \text{ m} * 0,0486 \text{ m}$$

$$\mathbf{\tau = 20,54 \text{ N}}$$

Verificación de la cota de la salida de la bocatoma. Inicialmente se adoptó una profundidad de 60 cm desde el fondo del vertedero de salida hasta la lámina de agua, esta profundidad debería ser:

$$d + 1,5 * \frac{V^2}{2g}$$

$$0,094\text{m} + 1,5 * \frac{(\frac{2,508\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81\text{m/s}^2}$$

$$\mathbf{0,575\text{m}}$$

Este valor es aproximadamente igual al que se adoptó = 0,60 m.

Definición de cotas.

Cota batea en la salida del desarenador= 1210,51 m

Cota clave en la salida del desarenador= 1210,62 m

Cota batea en la llegada a la cámara= 1210,45 m

Cota clave en la llegada a la cámara= 1210,56 m

4.2.4.5 Cámara de Carga. Por sus características, la cámara de presión es una estructura que une un sistema de baja presión con uno de alta presión, caracterizados por tener velocidades diferentes. Bajo estas condiciones, ella debe ser dimensionada para condiciones críticas de operación, que son: el arranque rápido y la parada brusca; momentos en los cuales cambia la velocidad del caudal, originando ondas de oscilación que pueden ser positivas o negativas “golpe de ariete”; y afecta directamente la tubería de presión.

Golpe de ariete. Es una onda de sobrepresión originada por el cierre brusco de una válvula instalada en el extremo en una tubería de presión; el cual hace que las partículas de agua se empiecen a detener y una vez se hayan detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto genera una sobrepresión que tiene dos efectos primero comprime ligeramente el agua, reduciendo su volumen y segundo dilata ligeramente la tubería. (Ortiz, 2011)

Este “golpe de ariete” se denomina al efecto de choque violento o sobrepresión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al modificarse de manera instantánea el movimiento del fluido.

El mecanismo de golpe de ariete es el siguiente:

Inicialmente, la tubería conduce el agua en condiciones normales a una velocidad V . Idealizando el fluido como una serie de láminas, en el momento del cierre de la válvula indicada en la Figura 35, sucede lo siguiente:

La lámina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en el punto (1) y una dilatación elástica de la lámina. Lo mismo sucede con las láminas aguas arriba (2,3,...n) y se produce una onda de sobrepresión en dirección aguas arriba.

Al llegar la onda de sobrepresión a la última lamina (lamina n contigua al tanque), ésta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud pero de sentido contrario a la que tenía el agua antes de interrumpirse el flujo ($-V$). Como la extremidad inferior está cerrada, se produce una depresión de magnitud igual a la onda de sobrepresión, la cual se propaga en la dirección de aguas abajo.

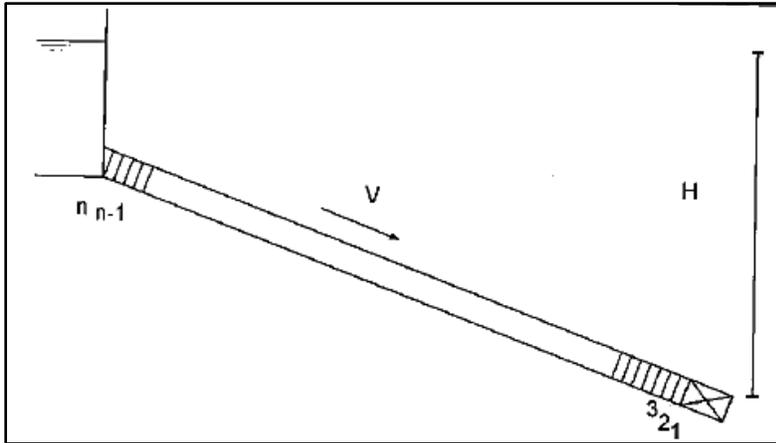


Figura 35. Idealización del mecanismo del golpe de ariete.

Fuente (López, 2003).

El tiempo en que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

$$T = \frac{2L}{C}$$

Dónde:

L = longitud hasta el depósito

C = velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s)

T = fase o periodo de la tubería (s)

El valor de la celeridad o velocidad de propagación de onda puede calcularse mediante la fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k * \frac{D}{e}}}$$

Dónde:

C = celeridad de la onda (m/s)

D = diámetro del tubo (m)

e = espesor de la pared del tubo (m)

k = relación entre el módulo de elasticidad del agua y el del material de la tubería tabla

10.13, Ver apéndice A.

Tiempo de cierre (tiempo de maniobra) = t

Si la maniobra es rápida, la válvula quedara completamente cerrada antes de que la onda de depresión comience a actuar:

$$T < \frac{2L}{C} \quad \text{Sobrepresión máxima}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegará a la válvula antes de que se halle ésta completamente cerrada.

$$T > \frac{2L}{C} \quad \text{Maniobra lenta}$$

Cálculo de sobrepresión. En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

$$h_a = \frac{CV}{g}$$

Dónde:

ha= sobrepresión (m de agua)

V = velocidad (m/s)

En el caso de una maniobra lenta ($T > 2L/C$), la sobrepresión será:

$$ha = \frac{2 * L * V}{gt}$$

Dónde: t = tiempo de maniobra

La ecuación anterior (Michaud) puede emplearse para determinar el tiempo de maniobra necesario para que la sobrepresión no supere el valor límite establecido, según la clase de tubería.

Para el caso del proyecto se tienen los siguientes datos iniciales:

Relación de módulos de elasticidad (tabla 10.13) $k = 18$

Distancia de la cámara a la casa de máquinas = 18,737 m

Cota cámara de carga = 1210,25 m

Diámetro = 6" (real = 157,92 mm)

Espesor de la pared = 5,18mm (López, 2003)

Velocidad = 1,697 m/s

La celeridad de la onda es:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 18 * \frac{157,92}{5,18}}}$$

$$C = 405,16 \text{ m/s}$$

La fase de la tubería es:

$$T = \frac{2 * 18,737}{405,16}$$

$$\mathbf{T = 0,092 \text{ s}}$$

Al ocurrir el cierre instantáneo de la válvula, el valor de sobrepresión se calcula con un tiempo de cierre igual a la fase de la tubería:

$$h_a = \frac{405,16 * 1,697}{9,81}$$

$$\mathbf{h_a = 70,08 \text{ m}}$$

Tiempo de maniobra para no sobrepasar la presión de diseño:

$$\text{Presión estática sobre la válvula} = 1210,77 - 1210,25 = 0,52\text{m}$$

$$\text{Presión total sobre la válvula} = 70,08 \text{ m} + 0,52 \text{ m} = 70,6 \text{ m}$$

La presión total no excede la presión de diseño de 80,505m (Ver tabla 29), por lo que hay que no hay problema al presentarse la sobrepresión máxima por golpe de ariete.

Tanque de carga. Es la unión entre un sistema de baja presión con uno de alta presión ver Figura 36; dado que la dinámica del proceso de conversión de energía es gravitacional, las velocidades en las conducciones son diferentes, es decir la velocidad en el canal es baja y en la tubería es alta, por tal motivo en instantes en que se presenta el arranque y la parada de la PCH (Pequeña Central Hidroeléctrica), el tanque de carga debe disponer de un volumen que garantice estas maniobras. (Ortiz, 2011)

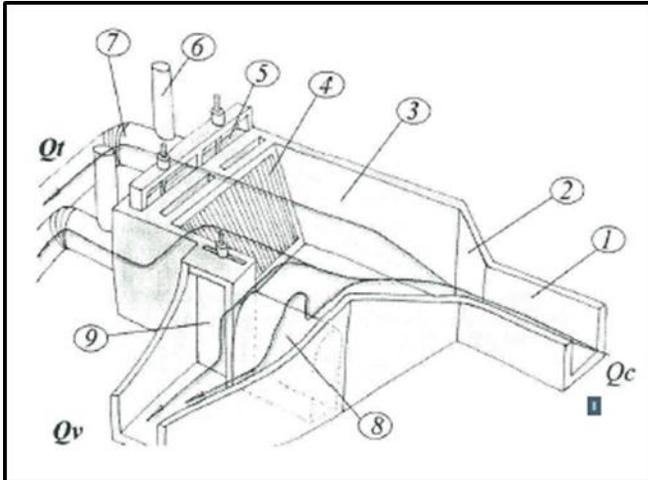


Figura 36. Tanque de Carga.

Fuente: (Ortiz, 2011)

Donde la cámara está formada principalmente por: Reservorio (3) que garantiza la partida o parada brusca de las turbinas; esta se conecta al canal (2) por medio de una transición (1) y del cual el agua pasa a la tubería de presión (7) a través de una rejilla (4), que impide la entrada de elementos flotantes. Sobre la rejilla y la tubería se instala una compuerta de cierre al paso del agua (5); que adicionalmente se acompaña con unas guías en las paredes para instalación de compuertas de apoyos.

Los excesos de agua en la cámara se vierten a través de un aliviadero (8) ubicado en una de las paredes; ese está acompañado de una compuerta de fondo (9) que permite su vaciado y lavado de sedimentos. El aliviadero y la compuerta se conectan a un canal común que lleva el agua al río donde es mínima la erosión.

El dimensionamiento de la cámara de carga debe considerar dos condiciones críticas de operación:

En el arranque rápido se debe garantizar que no entre aire en la tubería de presión.

En parada brusca, garantizar la estabilidad funcional de la cámara de carga y del canal de la conducción.

Para el dimensionamiento de la cámara de carga se obtendrán los siguientes parámetros, ver Figura 37:

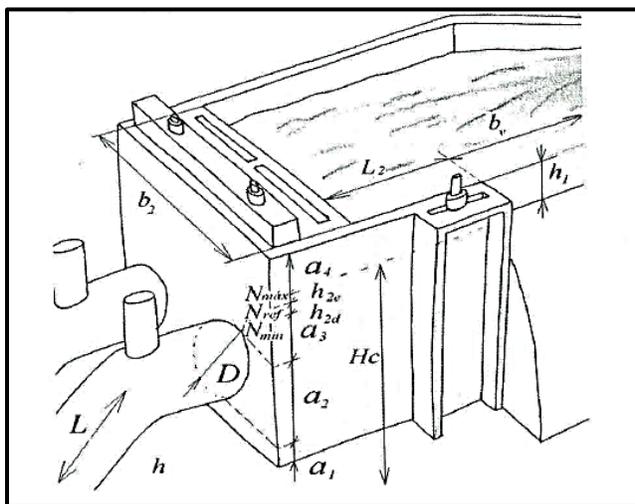


Figura 37. Características hidrodinámicas de partida y parada brusca.

Fuente: (Ortiz, 2011)

Se fija un valor de altura, que evita el ingreso de posibles sedimentos a la tubería de presión. Se recomienda un valor de:

$$0,3 < a_1 < 0,5$$

$$a_1 = 0,4 \text{ m}$$

Se toma un valor de altura equivalente al diámetro de la tubería de presión:

Se toma una tubería de presión de 6 pulgadas equivalentes a 0,1524m

$$a_2 \cong D$$

$$a_2 = 0,1524 \text{ m}$$

Para que el torbellino creado por el flujo del caudal no genere cavitación se debe de dejar un nivel mínimo equivalente a; como mínimo el valor de a_3 debe ser de 0.3m

$$0,5 D < a_3 < 1,5 D$$

$$0,5 (0,1524\text{m}) < a_3 < 1,5 (0,1524\text{m})$$

$$\mathbf{a_3 = 0,1524 \text{ m}}$$

$$\mathbf{a_3 = 0,30 \text{ m}}$$

Por efecto de golpe de ariete se crea una elevación del nivel del agua en el tanque de carga, como seguridad se toma el siguiente valor:

$$\mathbf{a_{4\min} = 0,3 \text{ m}}$$

$$\mathbf{a_4 = 0,3 \text{ m}}$$

En función de la altura de conducción h_1 , de la topografía local, de la calidad del agua, de la ubicación del canal y de los conductos forzados, del tamaño de las compuertas se toma un valor para la cámara de carga h_2 (m):

$$\mathbf{h_2 = 0,1 \text{ m}}$$

Fijamos los valores posibles para la velocidad media de la cámara de carga:

$$V_2 = 1,0 - 0,6 - 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mathbf{V_2 = 0,6 \text{ m/s}}$$

Se determina el ancho del tanque de carga:

$$b_2 = \frac{Q}{V_2 * h_2}$$

$$b_2 = \frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{(0,6\text{m/s}) * (0,1\text{m})}$$

$$\mathbf{b_2 = 0,5 \text{ m}}$$

Se determina la altura del volumen de agua en el tanque para el arranque

$$h_{2d} = \frac{Q}{7 * b_2 * \sqrt{h_2}}$$

$$h_{2d} = \frac{0,030\text{m}^3/\text{s}}{7 * 0,5\text{m} * \sqrt{0,1\text{m}}}$$

$$\mathbf{h_{2d} = 0,027 \text{ m}}$$

Se determina

$$h_{2e} = a_1 + a_2 + a_3 + h_{2d}$$

$$h_{2e} = 0,4\text{m} + 0,1524\text{m} + 0,3\text{m} + 0,027\text{m}$$

$$\mathbf{h_{2e} = 0,88 \text{ m}}$$

Se confrontan las alturas h_{2c} y h_2 , si:

$h_{2e} > h_2$ Los valores tomados son correctos

$h_{2e} < h_2$ Se debe tomar un valor mayor para h_2 y recalcular

Como $h_{2e} > h_2$ los valores son correctos.

La longitud de la cámara de carga es:

$$L_2 = 0,304 * \frac{Q * L * \sqrt{h_2}}{h_2 * H_c * D^2}$$

$$H_c = a_1 + a_2 + a_3 + h_{2d} + h_{2e} + H$$

$$H_c = 0,4m + 0,1524m + 0,3m + 0,027m + 0,88m + 7m$$

$$\mathbf{H_c = 8,759 m}$$

$$L_2 = 0,304 * \frac{0,030m^3/s * 14,52m * \sqrt{0,1m}}{0,1m * 8,759m * (0,1524m)^2}$$

$$\mathbf{L_2 = 2,06 m \approx 2,10m}$$

Se calcula la altura del nivel máximo:

$$h_{2e} = 0,25 * \frac{0,25 * Q}{b_2 * \sqrt{h_2}}$$

$$h_{2e} = 0,25 * \frac{0,25 * 0,030m^3/s}{0,5m * \sqrt{0,1m}}$$

$$\mathbf{h_{2e} = 0,012 m}$$

El ancho del vertedero lo determinaremos con base en la condición más crítica, que es cuando se debe rebosar todo el caudal captado; el cual es igual a:

$$Q_v = 0,035 \text{ m}^3/\text{s}$$

El aliviadero tendrá una cresta gruesa de cantos redondeados, lo cual indica que el coeficiente M es igual a: $M = 0,50 - 0,55$

Se toma un valor de: **$M = 0,50$**

En este caso crítico en aliviadero se comporta como un vertedero frontal, cuyo caudal vertido equivale a:

$$Q_v = \frac{2}{3} * M * B * \sqrt{2 * g} * H^{\frac{3}{2}}$$

Donde B es el ancho del aliviadero y H es la altura del vertedero.

La selección de su ancho y altura se realiza de acuerdo con las condiciones del terreno, previendo que su ancho debe ser considerablemente mayor que su altura. Bajo estas consideraciones se tiene que el vertedero tiene las siguientes características:

Se toma un ancho de canal **$B = 0,30\text{m}$**

De ello se despeja su altura quedando **$H = 0,18\text{m}$**

Se determina la altura de la cámara de carga

$$h_{2c} = h_2 + h_{2e} + a_1$$

$$h_{2c} = 0,1m + 0,012m + 0,4m$$

$$h_{2c} = 0,53m \approx 0,55m$$

4.2.4.6 Tubería De Presión. La tubería de presión está compuesta por los siguientes elementos ver Figura 38: toma de agua en el tanque de carga, la cual está acompañada de una rejilla (1); anclajes (2) y apoyos (3), se encargan de sostener y variar la pendiente de la tubería de presión, codos (4) para variación de pendiente, juntas de unión (5) y de expansión (6); estas últimas ubicadas entre anclajes; ellas asimilan la contracción o dilatación del material por variación de temperatura; bifurcaciones (7) que le permiten dividir el caudal para varias unidades, válvulas, son elementos independientes a la tubería de presión, ubicados entre el final de la tubería y la turbina (8).

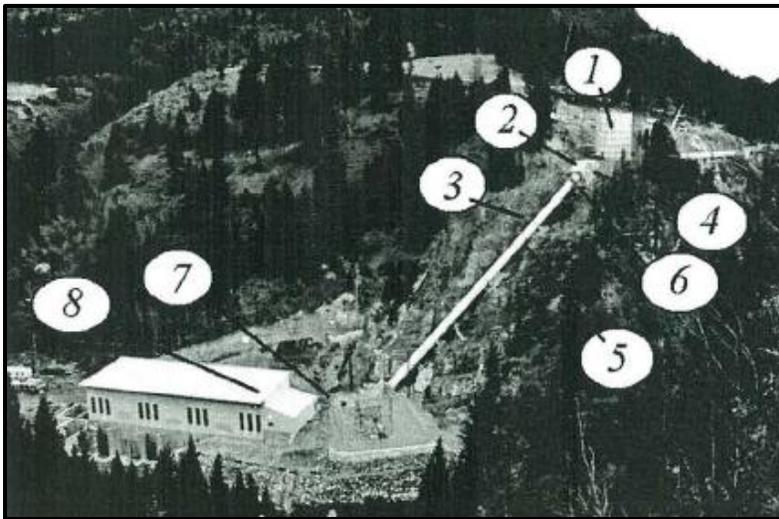


Figura 38. Partes de la tubería de presión.

Fuente: (Ortiz, 2011)

Para determinar el valor del diámetro D en metros se puede utilizar la siguiente expresión de Hazen Williams:

$$Q = 0,2785 * C * D^{2.63} * J^{0.54}$$

Dónde:

Q= caudal de diseño (m³/s)

C= Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams PVC (140)

D= Diámetro de la tubería

J= Pendiente de la tubería de conducción

Para el primer tramo de tubería se tiene una pendiente de 0,19, para el segundo tramo es de 0,6859 y para el tercer tramo de 0,0714.

$$D_1 = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0,2785 * C * J_1^{0.54}}}$$

$$D_1 = \sqrt[2.63]{\frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 * 140 * 0,19^{0.54}}}$$

$$\mathbf{D_1 = 0,0921m \approx 4pul}$$

$$D_2 = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0,2785 * C * J_2^{0.54}}}$$

$$D_2 = \sqrt[2.63]{\frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 * 140 * 0,6859^{0.54}}}$$

$$\mathbf{D_2 = 0,0707m \approx 4pul}$$

$$D_3 = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0,2785 * C * J_3^{0.54}}}$$

$$D_3 = \sqrt[2.63]{\frac{0,030 \text{ m}^3/\text{s}}{0,2785 * 140 * 0,0714^{0.54}}}$$

$$D_3 = 0,1126 \text{ m} \approx 6\text{pul}$$

Se procede así, a calcular, las pendientes, la presión y las pérdidas en la tubería de conducción mediante las Tablas 23 hasta la 30.

Tabla 23

Diseño tubería de presión parte 1

No.	COORDENADAS						LONGITUD	PENDIENTE DV
	ESTE	NORTE	ABCISADO	LONG ACUMULADA	COTA TERRENO	COTA CLAVE		
1	679946.15	909896.04	K0+000.00	0	1210.55	1210.65		
2	679945.9	909897.36	K0+001,00	1	1210.36	1210.46	1.0179	0.19
3	679947.34	909898.07	K0+008,45	8.45	1205.25	1205.35	9.0341	0.6859
4	679952.47	909906.6	K0+018.95	18.95	1204.5	1204.6	10.5268	0.0714

Nota. La tabla presenta información sobre Diseño tubería de presión parte 1. Ver Apéndice F. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 24

Diseño de tubería de presión parte 2

$\Delta O \Sigma DV$	PENDIENTE DH	$\Delta O \Sigma DH$	CODOS DV	CODOS DH	PRESION	DIAMETRO EXTERNO	MATERIAL
						6	PVC
0.19	3.5782	3.57818	11,25°	90°	0 A 25	6	PVC
0.87591	-0.6403	2.93785	45°	90°	0 A 25	6	PVC
0.75733			22,5°+11,25°		0 A 25	6	PVC

Nota. La tabla contiene información sobre el Diseño de tubería de presión parte 2. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 25*Diseño tubería de presión parte 3*

COORDENADAS								
No.	ESTE	NORTE	ABCISADO	LONG ACUMULADA	COTA TERRENO	COTA CLAVE	ENERGIA	PIEZOMETRICA
1	679946.148	909896.037	K0+000.00	0	1210.55	1210.652	1210.9249	1210.778
2	679945.898	909897.358	K0+001,00	20.068	1210.36	1210.462	1210.8114	1210.6645
3	679947.336	909898.07	K0+008,45	33.716	1205.25	1205.352	1210.3966	1210.2497
4	679952.472	909906.602	K0+018.95	60.461	1204.5	1204.602	1209.9256	1209.7787

Nota. La tabla muestra información acerca del diseño de tubería de presión parte 3. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 26*Diseño de tubería de presión parte 4*

TRAMO		LONGITUD	ACUMULADA	Q DISEÑO	Ønom	Øint
INICIO	FIN	m	m	Lps	plg	mm
1	2	1.0179	1.0179	30	6	150
2	3	9.0341	10.052	30	6	150
3	4	10.5268	10.5268	30	6	150
4	5	10.5268	20.5787	30	6	150

Nota. La tabla muestra información sobre el diseño de tubería de presión parte 4. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 27*Diseño de tubería de presión parte 5*

PÉRDIDAS						
MATERIAL	ECUACIÓN	COEFICIENTE DE FRICCIÓN (f)	J	FRICCIÓN	LOCALES	
				HF	hf	
				m	m	
PVC	DARCY	0.0384	0.0376	0.0383	0.0751	
PVC	DARCY	0.0384	0.0376	0.3397	0.0751	
PVC	DARCY	0.0384	0.0376	0.3959	0.0751	
PVC	DARCY	0.0384	0.0376	0.3959	0.0751	

Nota. La tabla contiene información sobre el Diseño de tubería de presión parte 5. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En esta se calculan las pérdidas por fricción y las pérdidas locales, mediante la ecuación de Darcy; el coeficiente de fricción f se haya mediante la siguiente formula:

$$f = \frac{0,025}{\log\left(\frac{1}{3.7 * \frac{D}{\varepsilon}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)^2}$$

El número de Reynolds genera un flujo turbulento= 255.765

Este coeficiente de fricción f da como resultado 0,038

Tabla 28

Diseño de tubería de presión parte 6

TERRENO		CLAVE		ENERGÍA	
INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
1210.55	1210.36	1210.652	1210.462	1210.925	1210.887
1210.36	1205.25	1210.462	1205.352	1210.811	1210.472
1205.25	1204.5	1205.352	1204.602	1210.397	1210.001
1204.5	1206.3	1204.602	1206.402	1209.926	1209.530

Nota. La tabla contiene información sobre el Diseño de tubería de presión parte 6. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 29

Diseño de tubería de presión parte 7

PIEZOMÉTRICA		PRESION FINAL		VELOCIDAD
INICIO	FIN	ESTATICA m.c.a	DINAMICA m.c.a	m/s
1210.778	1210.740	0.3484	0.1264	1.6976
1210.665	1210.325	0.5384	0.2029	1.6976
1210.250	1209.854	5.6484	4.8981	1.6976
1209.779	1209.383	6.3984	5.1771	1.6976

Nota. La tabla presenta información sobre el Diseño de tubería de presión parte 7. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Tabla 30

Diseño de tubería de presión parte 8

ANÁLISIS DEL GOLPE DE ARIETE		PRESIÓN DE DISEÑO			PRESIÓN QUE SOPORTA LA TUBERÍA (m.c.a)
CELERIDAD DE LA ONDA (m/seg)	ha m.c.a	PRESION TRANSCIENTE m.c.a	m.c.a = 1.1 (P _{máx} transiente, estática)	RELACION DIAMETRO/ESPESOR (RDE)	
253.508	43.8703	43.9967	48.3963	32.5	177.5
253.508	43.8703	44.0732	48.4806	32.5	177.5
253.508	43.8703	48.7684	53.6452	32.5	177.5
253.508	43.8703	49.0474	53.9521	32.5	177.5

Nota. La tabla contiene información sobre el diseño de tubería de presión parte 8. Fuente: Autora 2018.

Línea piezométrica vs línea de conducción. Con los datos obtenidos en la hoja de cálculo se realiza la gráfica de línea piezométrica vs línea de elevación tubería de conducción. Por lo general se recomienda que la tubería quede por debajo de la línea piezométrica en la medida de lo posible; para ello se decidió adoptar una tubería de conducción de 6 pulgadas completamente, al momento de llegar a la turbina se incorporara una expansión de 8 pulgadas para que se una a la entrada de la turbina. En la Figura 39 se muestra el esquema de las líneas de análisis.

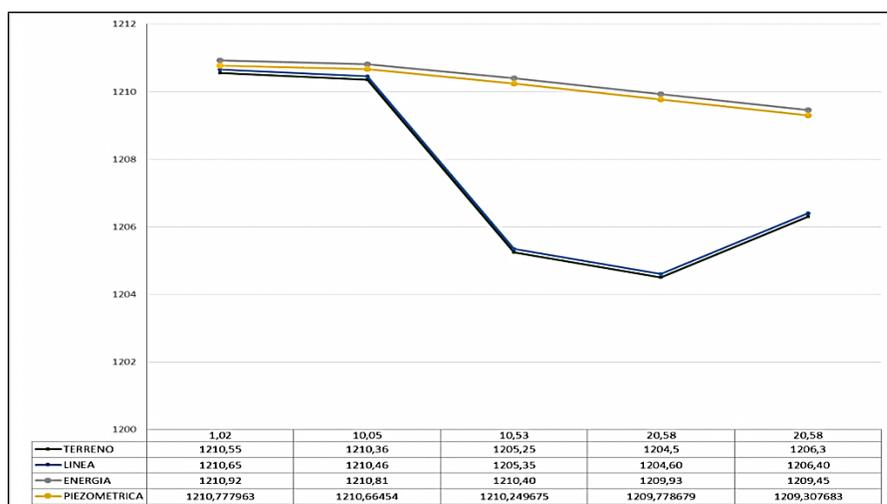


Figura 39. Curva piezométrica vs línea de elevación tubería de conducción.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

4.2.4.7 Casa De Maquinas. La Casa de Máquinas es una estructura que concentra los equipos electromecánicos directamente responsables por la producción de la energía. En ella se encuentran la turbina y aquellos elementos electromecánicos que la componen. Esta estructura protege a la turbina de los efectos del ambiente como el sol y la lluvia. (Quintero K. , 2009)

La estructura se diseña en el software ETABS 2017 (Software Libre), cuenta con unas medidas en planta de 2m x 2m según las necesidades que presenta la turbina y el esquema del mismo se muestra en la Figura 40.

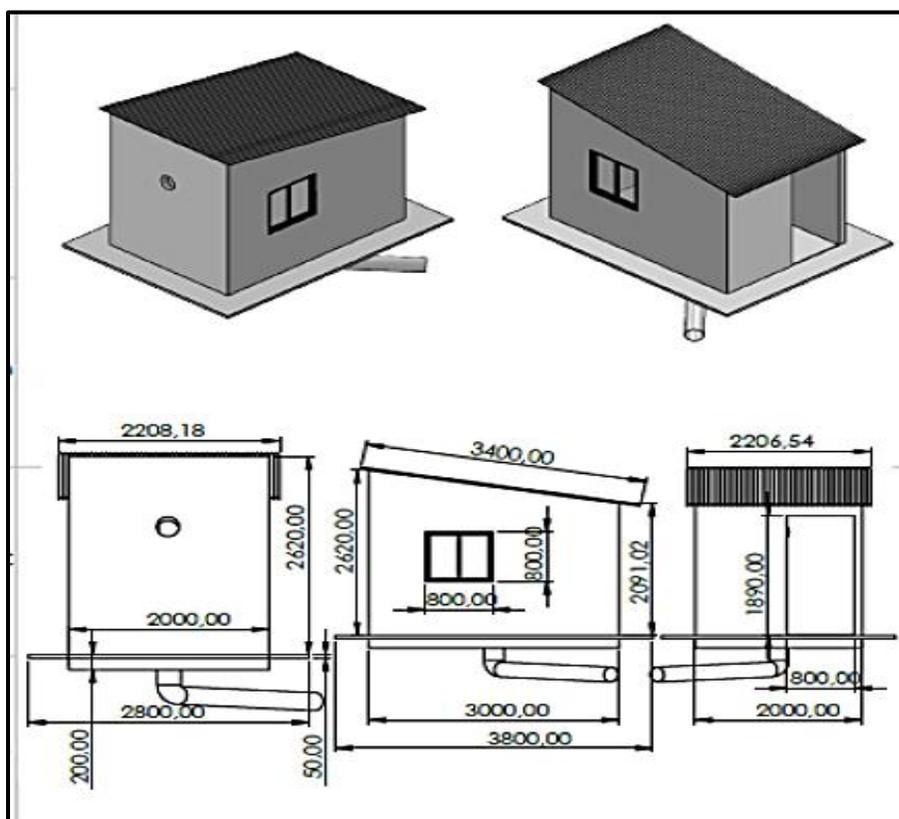


Figura 40. Casa de máquina para la microcentral.

Fuente: (Torres, 2018)

4.2.5 Estudio Estructural. Para este ítem se debe tener en cuenta lo siguiente:

4.2.5.1 Normas de Diseño. El diseño de la estructura y todos sus elementos constitutivos, fue realizado cumpliendo con los requerimientos establecidos por las Normas colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistentes, correspondiente a:

- A. NSR-2010 (Reglamento de Construcciones Sismo- Resistentes).
- B. Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures – ACI350-06.
- C. Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures – ACI350.3-06.
- D. Código Colombiano de diseño Sísmico de Puentes – CCP-14.

4.2.5.2 Carga Sísmica. El análisis sísmico se realiza teniendo en cuenta los lineamientos de los documentos 1 y 3 del anterior numeral; para lo cual se utilizaron los siguientes parámetros:

Parámetros Sísmicos.

$$I = 1,50$$

$$T_o \text{ (seg)} = 0,083$$

$$F_a = 1,20$$

$$F_v = 2,00$$

$$T_c \text{ (seg)} = 0,40$$

$$A_a \text{ (g)} = 0,30$$

$$A_v \text{ (g)} = 0,15$$

$$T_L \text{ (seg)} = 4,80$$

Dónde:

A_a = Coeficiente que representa la Aceleración Horizontal Pico Efectiva.

A_v = Coeficiente de Aceleración que representa la Velocidad Horizontal Pico Efectiva.

F_a = Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro.

F_v = Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro.

En la Figura 41 se muestran el espectro de diseño de la estructura a partir de los parámetros sísmicos.

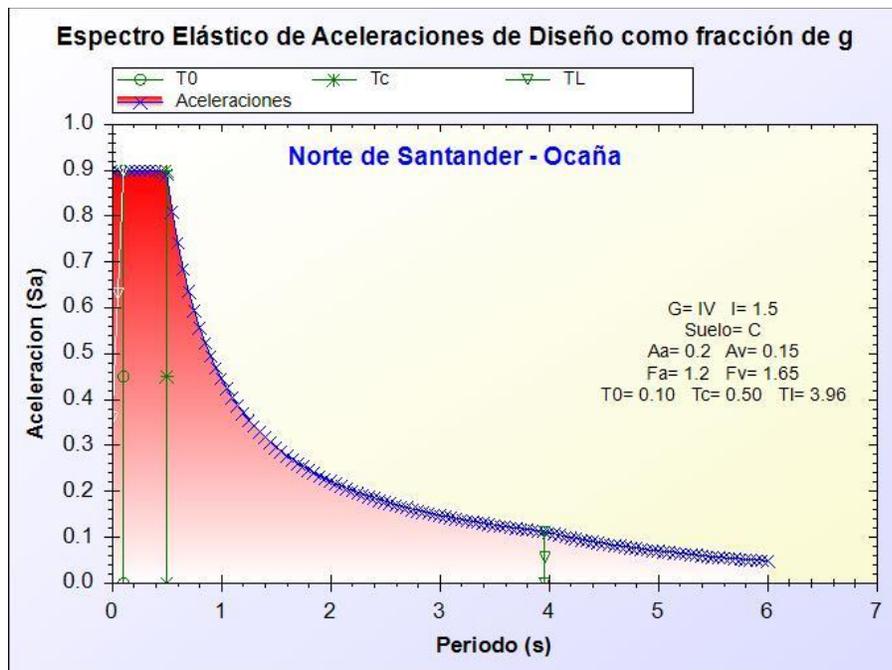


Figura 41. Espectro elástico del municipio de Ocaña.

Fuente: (Espectro NSR-10 Por Ing. Mauricio Mendoza).

Modificado: (Autora del proyecto, 2018)

4.2.5.3 Modelo Analítico. El modelo se realizó con el software SAP 2000 v20.0.0, los elementos utilizados son elementos finitos tipo Shell para modelar los muros y losas. Todos los elementos se modelaron con material de concreto. Las presiones laterales de tierra y agua dentro de la estructura, se modelan utilizando Joint Patterns en los muros.

Especificaciones de Materiales.

Concreto: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Refuerzo: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Estos datos se obtienen a partir del Título C de la Norma Sismo Resistente (NSR-10)

Diseño estructural de Bocatoma. Generalidades. El diseño estructural de la bocatoma del proyecto en estudio, tiene las siguientes características principales:

Altura de concreto = 4,00 m

Espesor placa de fondo = 0,30 m

Espesor de muros = 0,30 – 0,20 m

Profundidad de excavación máxima = 4,00 m

Descripción. La estructura que compone la bocatoma es en concreto reforzado, con dimensiones principales en planta de 9,20m x 7,90m y una altura total de 4,00m. Los muros de las aletas tienen un espesor de 0,30m, los del aliviadero tienen un espesor de 0,20m y cuenta con la abertura de captación, el interior del aliviadero se llenará con concreto ciclópeo. La placa de fondo de la estructura tiene un espesor de 0.30m, la cual irá apoyada sobre una capa de concreto

de limpieza. La estructura se encuentra parcialmente enterrada como se observa en la figura siguiente. Ver Figura 42.

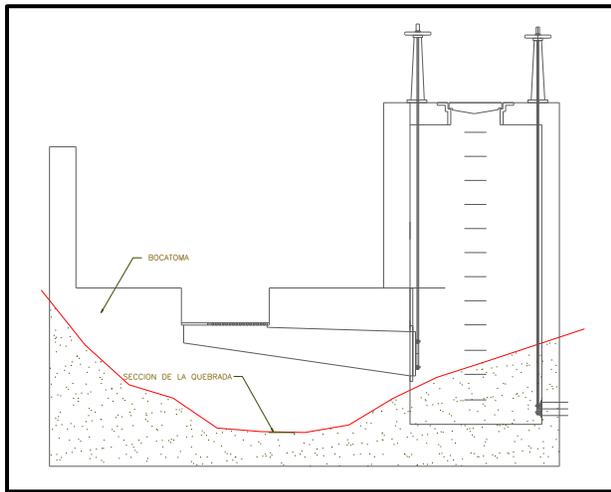


Figura 42. Estructura de Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Características del suelo. Se asume un relleno en los muros de las siguientes características. Los siguientes datos se asumen a partir del Título H de la Norma Sismo Resistente (NSR-10).

Peso Específico del Suelo = 1,80 ton/m³

Ángulo de Fricción Interna del Suelo = 30 °

(reposo) $K_0 = \{1 - \text{seno}(\Phi)\} = 0,50$

(activo) $K_a = \{1 - \text{seno}(\Phi)\} / \{1 + \text{seno}(\Phi)\} = 0,33$

K_v (Módulo de Reacción Vertical) = 874,00 ton/m³

Nivel Freático = 0,00 mts

Los datos se tomaron a partir del título H de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) ya que el estudio de suelos hecho a la zona se realizó con ensayos básicos debido a las condiciones que presentaba el suelo. La modelación de la estructura se muestra en la Figura 43.

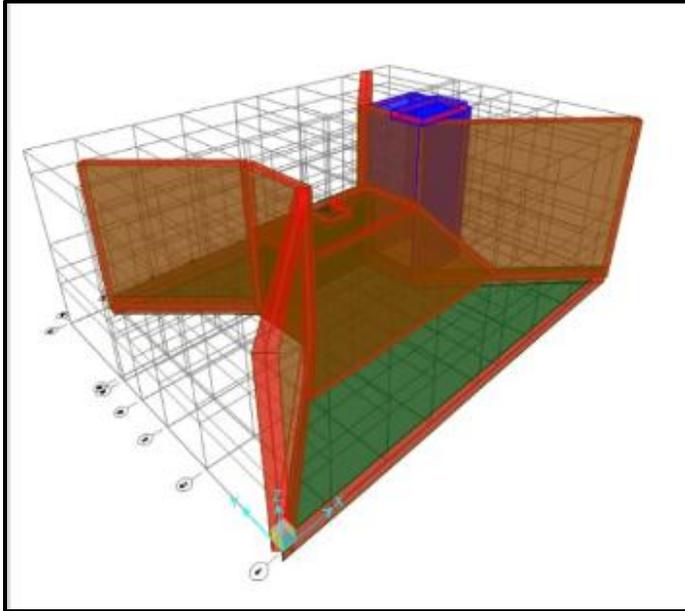


Figura 43. Modelación de Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP)

Avalúo de cargas. Se tuvo en cuenta el siguiente análisis de cargas.

Cargas Verticales. La Carga Muerta o cargas permanentes (peso propio) son evaluadas por el programa.

Capacidad Portante:

$$\text{Área de Contacto} = 72,68 \text{ m}^2$$

Carga Viva.

$$\text{Carga Viva} = 4,0 \text{ ton/m}^2$$

Peso Propio.

Altura Total Estructura = 4,00 m

Espesor de Muros = 0,20m – 0,30 m

Peso Agua = 13,78 ton

Peso Total Estructura = 140,57 ton

Carga Gravitacional Total = 3,09 ton/m²

Carga Vertical Total aplicada sobre el terreno = 3,09 ton/m²

Carga Liberada por la Excavación = No se considera

Carga Vertical Neta = 3,09 ton/m²

Capacidad Portante Neta = No se considera

Método de análisis. Las fuerzas internas se revisarán de acuerdo al método del estado límite de resistencia. El diseño de la estructura se realiza con el método de rotura y se revisa el agrietamiento para estado de servicio. Los datos obtenidos por SAP 2000 se muestra en las Figuras 44 hasta la 48.

TABLE: Element Forces - Area Shells											
Area	AreaEle	OutputCas	F11	F22	F12	M11	M22	M12	V13	V23	
67	67-1	ENVOLVENTE	6,968513556	37,07377038	21,69720139	18,11209563	-22,82610658	-11,96956352	199,1146619	320,7958442	
67	67-1	ENVOLVENTE	26,27022665	59,35433819	29,37077154	-51,73525476	-98,54239986	32,19672208	199,1146619	320,7958442	
67	67-1	ENVOLVENTE	47,32481978	0,627676115	7,021586508	-48,89944067	-114,9322757	26,99469222	199,1146619	320,7958442	
67	67-1	ENVOLVENTE	6,940993135	10,68015145	0,272473218	-5,087599819	66,79405028	24,13395577	199,1146619	320,7958442	
67	67-1	ENVOLVENTE	-19,8414593	-17,30899211	-1,702973143	10,34580331	-41,33283189	-22,04068952	112,5452169	176,6451254	
67	67-1	ENVOLVENTE	-16,26797569	-29,27400155	-5,398490555	-107,7842673	-178,2709538	15,70837745	112,5452169	176,6451254	
67	67-1	ENVOLVENTE	-26,51839922	-12,92565456	-8,582152695	-111,090698	-209,1647907	11,03624402	112,5452169	176,6451254	
67	67-1	ENVOLVENTE	2,657105432	-35,16038822	-16,3112794	-22,65168417	37,90539878	12,32046524	112,5452169	176,6451254	
67	67-2	ENVOLVENTE	41,33359011	33,99984545	12,37801486	-69,23075886	-115,081507	33,02003456	243,3623645	-33,48207856	
67	67-2	ENVOLVENTE	50,34858344	27,15067429	5,935838623	-31,50602063	-36,66867479	1,173128634	243,3623645	-33,48207856	
67	67-2	ENVOLVENTE	50,56992849	5,633990848	7,582473062	27,44823975	-17,15265303	-14,43919848	243,3623645	-33,48207856	
67	67-2	ENVOLVENTE	35,92186803	17,66031	18,04497341	-35,99506882	-108,4695782	12,11269729	243,3623645	-33,48207856	
67	67-2	ENVOLVENTE	-22,52192697	-9,492855959	-14,94741921	-142,2178597	-213,6037016	11,85582542	134,1258486	-66,37155396	
67	67-2	ENVOLVENTE	7,061096698	3,148732175	-3,89086909	-58,92778597	-68,91135931	-4,792101617	134,1258486	-66,37155396	
67	67-2	ENVOLVENTE	-36,67545284	-8,946157927	-6,918658248	12,63433619	-32,33362637	-26,58064715	134,1258486	-66,37155396	
67	67-2	ENVOLVENTE	-25,15811022	-10,43126945	-10,67866401	-88,26771112	-200,6193494	4,798032727	134,1258486	-66,37155396	

Figura 44. Resultantes en estructura de bocatoma

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

67	67-3	ENVOLVENTE	88,34103896	19,74136129	-3,118995504	-28,23475718	-32,94371589	-9,280207809	66,37155396	88,49540528
67	67-3	ENVOLVENTE	35,63275744	-8,535537376	3,170518532	-48,66744753	-71,51534761	-27,23741198	66,37155396	88,49540528
67	67-3	ENVOLVENTE	77,53437277	32,41207758	5,913489782	-15,9271275	-58,22694613	-15,94249976	66,37155396	88,49540528
67	67-3	ENVOLVENTE	10,85256227	35,02628878	4,751844969	13,62520071	-12,27945716	0,098128996	66,37155396	88,49540528
67	67-3	ENVOLVENTE	-2,24205561	-22,89385228	-15,32057301	-56,30582383	-64,43918295	-17,49499811	33,48207856	50,56880302
67	67-3	ENVOLVENTE	-81,73948643	-19,74337736	-29,6435963	-103,1518964	-138,2442162	-53,91038652	33,48207856	50,56880302
67	67-3	ENVOLVENTE	8,8929844	1,844787545	-11,42018163	-44,63560291	-109,6302679	-31,36660212	33,48207856	50,56880302
67	67-3	ENVOLVENTE	-14,6411675	-15,2447478	-16,25444442	7,259672935	-21,81666485	-7,270812513	33,48207856	50,56880302
67	67-4	ENVOLVENTE	48,39852931	477,2458229	-9,576036677	-40,92532321	-54,9006317	-1,548386862	-6,22233184	-75,63097834
67	67-4	ENVOLVENTE	45,52042296	309,23129	28,29846954	-17,64171147	-24,56653657	17,43430955	-6,22233184	-75,63097834
67	67-4	ENVOLVENTE	15,58761075	59,10476471	17,07423398	8,728905848	12,04762143	-13,88212368	-6,22233184	-75,63097834
67	67-4	ENVOLVENTE	118,9991776	-5,038294526	26,34364549	-13,71193972	-19,53240349	-34,3090595	-6,22233184	-75,63097834
67	67-4	ENVOLVENTE	-2,805609326	-158,4190358	-17,27451575	-89,51965619	-108,0508658	-7,436222463	-26,9634438	-143,8050336
67	67-4	ENVOLVENTE	-5,277179997	-85,98340018	2,242049456	-40,07709798	-46,65764506	9,548635349	-26,9634438	-143,8050336
67	67-4	ENVOLVENTE	-5,694819042	-148,3371797	1,740190845	-0,674589022	3,389262316	-29,78147742	-26,9634438	-143,8050336
67	67-4	ENVOLVENTE	-95,44406059	-10,75311798	-39,88941698	-45,3073326	-46,55267546	-66,95128147	-26,9634438	-143,8050336
67	67-5	ENVOLVENTE	79,52568125	63,926781	36,91189881	3,120576513	-14,77920016	-3,27952552	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	58,71268749	83,59983974	149,2310883	30,54671937	-12,93709252	-2,547693537	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	6,968035412	156,6917101	23,02530868	-3,725641271	-12,89090684	-5,105721155	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	2,953689969	25,70280388	29,43561231	-10,30415763	-19,3154609	-2,619941474	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	-28,95662198	-181,7313927	-19,97342558	-9,49586081	-27,28336262	-12,58041589	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-86,90120242	-19,97781271	-49,69245503	8,704866457	-23,79128257	-8,244602228	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-89,76926669	-61,91216174	-26,56389017	-17,95717479	-31,09564344	-12,81328647	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-61,0368524	-12,94082988	-38,17193183	-25,76273141	-37,30164689	-7,955610478	-66,37155396	-5,407503838
67	67-6	ENVOLVENTE	13,82916045	-9,167016178	13,34901613	2,278039233	-8,289097423	-10,13696696	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	23,14895951	21,73077839	46,94884762	-7,792157981	1,576192335	-15,71750551	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	58,97305647	270,6562927	123,876481	2,085888747	73,80865394	-12,8404993	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	47,07347699	77,02575702	13,46311426	24,61960341	-11,607026	3,243768535	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	-108,0381097	-20,29494146	-130,0210351	-13,162239	-17,34332626	-22,22516941	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-11,57793659	-32,56553756	-70,95054638	-29,29552721	-3,973102907	-30,3656377	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-51,06616708	-106,3945354	-102,3283807	-13,3358437	40,62615195	-24,41048913	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-90,44402531	-13,78485497	-6,883948416	4,711143451	-20,57205497	-1,758817761	-22,12385132	-24,88933274
67	67-7	ENVOLVENTE	79,0291175	24,83357845	-23,71278038	-43,0759616	22,77291634	-23,75633903	5,926031604	44,24770264
67	67-7	ENVOLVENTE	54,74881267	5,141383202	58,02479125	-110,9726391	59,93252099	33,56776098	5,926031604	44,24770264
67	67-7	ENVOLVENTE	138,6351807	19,88110783	82,31570445	0,470833083	15,73477444	8,493124143	5,926031604	44,24770264
67	67-7	ENVOLVENTE	78,2493924	61,3633482	44,82889478	29,38274252	-20,59330651	-17,54552625	5,926031604	44,24770264
67	67-7	ENVOLVENTE	-19,98458836	-102,0164142	-48,96325783	-85,81731282	11,55136995	-47,3338241	-5,926031604	22,56830369
67	67-7	ENVOLVENTE	-0,849007025	-52,1061922	-13,17194388	-207,965985	34,07548217	15,26277824	-5,926031604	22,56830369
67	67-7	ENVOLVENTE	-11,49097294	-26,53935054	-40,75133217	-22,1253589	7,587409447	2,868788478	-5,926031604	22,56830369
67	67-7	ENVOLVENTE	-20,46803978	-162,072006	-27,45841031	6,108611564	-40,78110391	-31,02449221	-5,926031604	22,56830369
67	67-8	ENVOLVENTE	234,516559	4,47224738	15,08467417	53,56572729	20,90267868	-17,29333236	0,493835967	-5,82726441
67	67-8	ENVOLVENTE	315,0652903	10,19545233	71,33954179	-18,24280524	21,41112659	1,554029703	0,493835967	-5,82726441
67	67-8	ENVOLVENTE	145,878882	110,4476576	5,820707359	-8,819196961	-0,690978588	2,66237036	0,493835967	-5,82726441
67	67-8	ENVOLVENTE	182,4745942	109,9645608	169,3721582	19,58197005	-7,096980808	7,760029755	0,493835967	-5,82726441
67	67-8	ENVOLVENTE	-113,8127671	-88,54286878	-38,04278688	21,87788073	11,76663007	-31,45733927	-0,493835967	-11,06192566
67	67-8	ENVOLVENTE	-108,0195628	0,318816745	-44,23351532	-43,64671163	12,17773681	-2,169992811	-0,493835967	-11,06192566
67	67-8	ENVOLVENTE	-107,2180264	-64,78535997	-5,068546196	-31,26164711	-4,584707714	-1,297765249	-0,493835967	-11,06192566
67	67-8	ENVOLVENTE	-433,6113858	-8,894895607	-51,26448398	1,974880915	-12,54540404	1,594222514	-0,493835967	-11,06192566
67	67-9	ENVOLVENTE	13,46777566	73,85177254	41,38902558	2,832665468	17,4786237	16,02860045	27,65481415	-18,46946517
67	67-9	ENVOLVENTE	98,72706041	33,59430612	14,40717781	35,08000011	-2,393561144	-9,816697519	27,65481415	-18,46946517
67	67-9	ENVOLVENTE	12,56324411	-4,849734854	26,10381053	8,47035185	-14,22021595	-20,38553718	27,65481415	-18,46946517
67	67-9	ENVOLVENTE	28,25341104	132,8787744	10,38731394	-4,667019835	17,1339993	-11,16328296	27,65481415	-18,46946517
67	67-9	ENVOLVENTE	-42,35157081	-37,66306031	-29,94371837	-7,259535905	9,912228016	6,592205654	15,80275094	-33,18577698
67	67-9	ENVOLVENTE	-170,7368141	-48,60690127	-59,00699591	14,89913577	-5,941314621	-21,50815505	15,80275094	-33,18577698
67	67-9	ENVOLVENTE	-23,10862431	-12,76434058	10,12951028	-2,026165438	-26,04624316	-38,70805208	15,80275094	-33,18577698
67	67-9	ENVOLVENTE	0,783354055	-41,75926653	-44,34445229	-20,75359809	8,478624579	-22,05726403	15,80275094	-33,18577698
67	67-10	ENVOLVENTE	-1,550765975	-0,768564241	3,228907189	-4,001503386	-0,864333152	-19,31606449	19,58059609	-2,308683146
67	67-10	ENVOLVENTE	10,06582999	23,07423825	20,22172078	65,82710227	17,95434263	-10,2158151	19,58059609	-2,308683146
67	67-10	ENVOLVENTE	-3,780581415	10,31595672	17,0534139	92,99718258	11,37407118	-9,938024174	19,58059609	-2,308683146
67	67-10	ENVOLVENTE	9,780357262	20,17481659	15,67545545	-0,914269433	-23,75187144	-2,591077409	19,58059609	-2,308683146
67	67-10	ENVOLVENTE	-104,8691693	-22,25797968	-37,65470721	-10,9326892	-2,556850372	-36,62206899	9,456958768	-4,148222123
67	67-10	ENVOLVENTE	-122,1997114	-10,84548355	-8,024940612	36,90623572	9,246083876	-19,93065197	9,456958768	-4,148222123
67	67-10	ENVOLVENTE	-11,30512235	-47,40784599	-6,21414561	50,74566141	5,835372911	-22,02023519	9,456958768	-4,148222123
67	67-10	ENVOLVENTE	-47,68491535	-51,25772695	-21,76657118	-2,756528601	-44,25113158	-12,13283367	9,456958768	-4,148222123
67	67-11	ENVOLVENTE	100,8576711	2,938618727	49,29721356	89,60761887	6,085473118	-2,791048459	-16,4941213	11,06192566
67	67-11	ENVOLVENTE	84,95600119	80,2545051	12,67664152	41,56752122	0,194217896	-17,56589807	-16,4941213	11,06192566
67	67-11	ENVOLVENTE	48,48467709	-26,83976775	19,1975656	48,55800519	7,757051996	-10,6118877	-16,4941213	11,06192566

Figura 45. Resultantes en estructura de bocatoma

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

67	67-5	ENVOLVENTE	79,52568125	63,926781	36,91189881	3,120576513	-14,77920016	-3,27952552	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	58,71268749	83,59983974	149,2310883	30,54671937	-12,93709252	-2,547693537	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	6,968035412	156,6917101	23,02530868	-3,725641271	-12,89090684	-5,105721155	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	2,953689969	25,70280388	29,43561231	-10,30415763	-19,3154609	-2,619941474	-35,9512584	1,259281716
67	67-5	ENVOLVENTE	-28,95662198	-181,7313927	-19,97342558	-9,49586081	-27,28336262	-12,58041589	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-86,90120242	-19,97781271	-49,69245503	8,704866457	-23,79128257	-8,244602228	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-89,76926669	-61,91216174	-26,56389017	-17,95717479	-31,09564344	-12,81328647	-66,37155396	-5,407503838
67	67-5	ENVOLVENTE	-61,0368524	-12,94082988	-38,17193183	-25,76273141	-37,30164689	-7,955610478	-66,37155396	-5,407503838
67	67-6	ENVOLVENTE	13,82916045	-9,167016178	13,34901613	2,278039233	-8,289097423	-10,13696696	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	23,14895951	21,73077839	46,94884762	-7,792157981	1,576192335	-15,71750551	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	58,97305647	270,6562927	123,876481	2,085888747	73,80865394	-12,8404993	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	47,07347699	77,02575702	13,46311426	24,61960341	-11,607026	3,243768535	-11,16069285	-12,86442694
67	67-6	ENVOLVENTE	-108,0381097	-20,29494146	-130,0210351	-13,162239	-17,34332626	-22,22516941	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-11,57793659	-32,56553756	-70,95054638	-29,29552721	-3,973102907	-30,3656377	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-51,06616708	-106,3945354	-102,3283807	-13,3358437	40,62615195	-24,41048913	-22,12385132	-24,88933274
67	67-6	ENVOLVENTE	-90,44402531	-13,78485497	-6,883948416	4,711143451	-20,57205497	-1,758817761	-22,12385132	-24,88933274
67	67-11	ENVOLVENTE	30,65780125	18,36345724	93,65464208	65,01487976	31,09496626	-13,14587246	-16,4941213	11,06192566
67	67-11	ENVOLVENTE	-250,3287786	-24,67657805	9,008157463	49,26097164	2,786621265	-12,25883504	-33,28454417	6,321100377
67	67-11	ENVOLVENTE	-191,1447059	-12,49009622	7,034387258	19,26228461	-0,585175828	-31,98456533	-33,28454417	6,321100377
67	67-11	ENVOLVENTE	-68,76173552	-115,200888	-33,10075593	21,64306865	4,393331536	-19,85897517	-33,28454417	6,321100377
67	67-11	ENVOLVENTE	8,319982655	5,525157197	-24,13747003	32,01114276	17,63274128	-27,46168591	-33,28454417	6,321100377
67	67-12	ENVOLVENTE	69,43839098	10,2364192	14,99263489	37,54192171	14,16950182	-12,25116694	11,06192566	-6,395175772
67	67-12	ENVOLVENTE	136,3479335	117,7105678	90,03256254	1,660024156	2,289255411	-23,01064158	11,06192566	-6,395175772
67	67-12	ENVOLVENTE	81,53344403	156,5581096	57,87853849	5,598268527	-4,026652861	-10,11469222	11,06192566	-6,395175772
67	67-12	ENVOLVENTE	7,90682767	-19,75006815	48,37108352	27,88144063	-2,616327039	-15,46761122	11,06192566	-6,395175772
67	67-12	ENVOLVENTE	-18,79899196	-153,2757208	-17,69296942	7,902760596	4,649261059	-24,33070972	-2,765481415	-18,49415696
67	67-12	ENVOLVENTE	-54,06320632	48,84360844	-26,51271561	-23,15656035	-4,041224506	-41,59768234	-2,765481415	-18,49415696
67	67-12	ENVOLVENTE	-104,4834604	-42,72488444	-71,35627024	-13,14744839	-13,24242905	-29,84927336	-2,765481415	-18,49415696
67	67-12	ENVOLVENTE	-72,12734386	-55,78304053	-12,33359949	2,694724143	-15,77072967	-27,72607834	-2,765481415	-18,49415696
67	67-13	ENVOLVENTE	75,92041609	-0,993603333	23,71938671	6,262533127	0,907621823	-17,21359331	-14,51877743	33,18577698
67	67-13	ENVOLVENTE	15,05302397	89,13941871	137,4181568	25,71783614	16,21077494	-11,66973533	-14,51877743	33,18577698
67	67-13	ENVOLVENTE	65,38962077	89,81879845	-0,243216041	70,46564126	5,589673148	-16,47563223	-14,51877743	33,18577698
67	67-13	ENVOLVENTE	49,50628661	79,27811216	110,8304328	36,18701383	6,863617903	-16,3142456	-14,51877743	33,18577698
67	67-13	ENVOLVENTE	-123,3142648	-28,06063583	-13,58666021	-14,73387451	-3,699831193	-35,19215383	-35,25988804	17,9756292
67	67-13	ENVOLVENTE	-22,54882096	-63,85839273	-58,51550945	3,833471323	7,197652578	-25,9937907	-35,25988804	17,9756292
67	67-19	ENVOLVENTE	21,06057302	15,08822624	1,391323301	68,09351428	10,65700752	4,205805981	-17,48179323	-3,905933851
67	67-19	ENVOLVENTE	93,98993522	84,05762339	0,878757992	79,78038165	-1,580236754	27,76827317	-17,48179323	-3,905933851
67	67-19	ENVOLVENTE	-13,4014376	-33,71156896	12,52373966	24,38555814	7,877757648	8,831133028	-33,18577698	-8,797996399
67	67-19	ENVOLVENTE	-58,98073163	-48,5999431	3,554097169	22,57483925	-35,16538314	15,51022201	-33,18577698	-8,797996399
67	67-19	ENVOLVENTE	-64,31743406	1,589784225	-4,143727738	35,8615302	3,418311626	-1,256364297	-33,18577698	-8,797996399
67	67-19	ENVOLVENTE	-28,34237377	-20,65794706	-5,707525265	42,28828569	-5,624544337	15,18381615	-33,18577698	-8,797996399
67	67-20	ENVOLVENTE	26,68033431	-10,77841536	14,50607198	38,35545124	18,86098477	14,53256816	-30,37091197	4,666749888
67	67-20	ENVOLVENTE	8,942258123	39,26107886	-3,913415271	-3,024848219	-13,82619241	8,931988825	-30,37091197	4,666749888
67	67-20	ENVOLVENTE	9,647253222	35,30778797	24,20572947	29,21826426	31,75061792	12,38948146	-30,37091197	4,666749888
67	67-20	ENVOLVENTE	7,044010278	9,013271726	66,11720423	94,90399313	-0,393267233	33,90212407	-30,37091197	4,666749888
67	67-20	ENVOLVENTE	-107,6555549	-21,54922752	-27,48791143	14,62617178	8,824511363	4,171319399	-55,3096283	-0,518527765
67	67-20	ENVOLVENTE	-5,38888817	-33,29592678	-23,98311952	-25,94159942	-27,57945174	1,444290292	-55,3096283	-0,518527765
67	67-20	ENVOLVENTE	-15,18069334	-168,9391631	-24,5241272	9,024779508	16,44143773	5,068129177	-55,3096283	-0,518527765

Figura 46. Resultantes en estructura de bocatoma

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

67	67-16	ENVOLVENTE	-24,61066066	-22,23318168	-30,82466154	19,9557748	-45,3978139	1,572453488	31,01289873	-5,432195637
67	67-16	ENVOLVENTE	-88,45676547	-67,62390651	-2,241919397	5,282928104	-52,22729793	-11,60702142	31,01289873	-5,432195637
67	67-16	ENVOLVENTE	-58,30586428	-90,5003211	-55,85800754	22,2831905	-2,504873412	1,329906841	31,01289873	-5,432195637
67	67-17	ENVOLVENTE	13,1030552	50,69905694	65,85887892	29,10589516	-15,0317318	6,562771022	13,23480392	4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	34,52505218	21,19195576	6,5985062	73,40117187	20,45312828	36,30741535	13,23480392	4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	-0,028690101	41,41820626	2,990728492	61,52199655	-1,08013901	10,10696617	13,23480392	4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	32,62788145	99,50302355	20,84596509	9,833307989	-30,4167415	-3,722282537	13,23480392	4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	-32,11759083	-140,819241	-35,603847	14,54186191	-34,86132716	-0,5055619	3,358084576	-4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	-85,52220412	-82,17919031	-27,15394795	29,68878912	2,162328425	16,16654255	3,358084576	-4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	-77,11643177	-18,0389259	0,320810392	26,34149827	-15,0008852	5,155580061	3,358084576	-4,93835967
67	67-17	ENVOLVENTE	-76,25819825	-34,94463157	-2,089166526	4,825177476	-57,74894988	-8,610159522	3,358084576	-4,93835967
67	67-18	ENVOLVENTE	27,33567757	150,143369	152,4645713	65,24156691	6,44014484	10,88830164	10,86439127	28,84002047
67	67-18	ENVOLVENTE	106,6515681	28,5416583	150,3477478	66,94427782	-38,54922201	38,93007782	10,86439127	28,84002047
67	67-18	ENVOLVENTE	40,79820814	45,20402703	10,68909037	72,873752	10,82644663	-3,823833426	10,86439127	28,84002047
67	67-18	ENVOLVENTE	-2,956308778	15,90921416	20,16925623	63,69649547	-9,20821377	41,02526801	10,86439127	28,84002047
67	67-18	ENVOLVENTE	-39,43245751	-112,9893164	-48,63791526	30,22116344	-2,453016362	1,742459656	-10,86439127	0,197534387
67	67-18	ENVOLVENTE	-28,77434966	-7,821106961	-27,82865208	25,92718865	-69,83277983	20,39664187	-10,86439127	0,197534387
67	67-18	ENVOLVENTE	-19,14826304	-44,62576618	-12,48492702	37,90075232	0,303067801	-16,05697716	-10,86439127	0,197534387
67	67-18	ENVOLVENTE	-31,37612273	-31,24295068	-104,0709966	22,26790319	-42,75367775	22,3086744	-10,86439127	0,197534387
67	67-19	ENVOLVENTE	44,37389989	101,4474987	26,75570505	50,01150527	18,335215	16,98031897	-17,48179323	-3,905933851
67	67-19	ENVOLVENTE	12,53520531	97,54406705	19,68888737	46,2422162	-18,08784224	29,50222368	-17,48179323	-3,905933851
67	67-32	ENVOLVENTE	-51,56573639	-20,25626945	-45,0878274	3,993943286	-13,60709036	-16,36573849	8,197677052	-27,65481415
67	67-32	ENVOLVENTE	-48,12766939	-23,30837999	-53,94111155	49,5939867	9,219363615	-36,8735806	8,197677052	-27,65481415
67	67-32	ENVOLVENTE	-7,902372849	-145,3951687	-64,95632383	26,7181274	-37,2395046	-22,69259359	8,197677052	-27,65481415
67	67-32	ENVOLVENTE	-4,089501213	-48,4676685	-31,88185965	11,01326553	-39,55851582	-25,89372222	8,197677052	-27,65481415
67	67-33	ENVOLVENTE	104,3817045	25,06094341	55,53915654	60,92033356	-9,321527461	-7,823745609	-15,90151814	22,12385132
67	67-33	ENVOLVENTE	17,5375523	77,56002933	13,99559846	47,19758255	-6,117177414	17,16452656	-15,90151814	22,12385132
67	67-33	ENVOLVENTE	5,075687271	1,383339793	16,28607837	86,1669007	-16,85595523	-5,892145729	-15,90151814	22,12385132
67	67-33	ENVOLVENTE	-16,8039744	23,82463444	34,34355206	53,95365198	-9,3373712	10,3105091	-15,90151814	22,12385132
67	67-33	ENVOLVENTE	-200,6334746	-93,74847625	-27,76472084	31,70486011	-26,0243711	-14,15303881	-50,47003583	12,14836479
67	67-33	ENVOLVENTE	-47,1939871	-96,73125865	-0,590208338	17,91059709	-18,31169539	9,405029371	-50,47003583	12,14836479
67	67-33	ENVOLVENTE	-38,01024872	-12,1423626	-28,38801237	47,11431307	-32,23368488	-12,30299911	-50,47003583	12,14836479
67	67-33	ENVOLVENTE	-55,44001908	10,50380961	-10,02604726	30,33724235	-19,20963404	0,643515537	-50,47003583	12,14836479
67	67-34	ENVOLVENTE	-17,35950586	11,05271065	27,68827654	43,81551732	-22,53983427	6,12479139	-30,51906276	6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	27,91369895	32,71376153	51,29369634	81,76728868	24,93585372	-23,99175628	-30,51906276	6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	320,7305586	8,666218087	80,11018019	88,65165645	13,56895099	-12,3713991	-30,51906276	6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	80,37488058	-10,2573747	48,71603945	39,14688284	-7,744899989	3,276679568	-30,51906276	6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	-30,57007183	-65,59794341	-5,584382434	24,62713507	-46,92395059	-0,334713975	-69,03826818	-6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	10,81335807	-49,9625072	-20,18312322	41,11031509	11,67270083	-45,67847574	-69,03826818	-6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	-155,6181159	-23,60451608	-105,9657037	37,10965561	3,881532993	-29,95564988	-69,03826818	-6,913703538
67	67-34	ENVOLVENTE	-48,21109007	-22,53018859	-84,45690347	14,63370374	-30,80246247	-3,736836032	-69,03826818	-6,913703538
67	67-35	ENVOLVENTE	4,08651158	17,85936325	83,04533962	39,39616851	-15,56763905	14,59910601	4,197605719	36,74139594
67	67-35	ENVOLVENTE	10,95475595	23,82499129	57,81472091	26,23246725	-21,4638107	4,658423025	4,197605719	36,74139594
67	67-20	ENVOLVENTE	-35,45025398	-22,80738286	-23,28706979	52,1535004	-3,980450876	18,10098778	-55,3096283	-0,518527765
67	67-21	ENVOLVENTE	-2,240249071	13,67586756	-8,654989894	-6,823554477	-21,87849322	33,58795315	1,777809481	-5,67911362
67	67-21	ENVOLVENTE	14,22714961	-24,52099446	6,615393362	-6,964439315	47,95187427	41,97919409	1,777809481	-5,67911362
67	67-21	ENVOLVENTE	16,64450583	-18,36530344	18,09532075	32,42558827	-28,11826376	34,36146581	1,777809481	-5,67911362
67	67-21	ENVOLVENTE	17,14752558	58,3940306	6,525581719	22,97677099	7,560157668	-11,26681154	1,777809481	-5,67911362
67	67-21	ENVOLVENTE	-28,05129825	-84,95822674	-43,0800893	-31,54091674	-39,88851479	14,48634457	-10,07425373	-15,06199699
67	67-21	ENVOLVENTE	-36,37981299	-54,35027508	-27,65528522	-31,92785066	21,16814971	23,47928584	-10,07425373	-15,06199699
67	67-21	ENVOLVENTE	-67,85093963	-40,28729338	-22,40985219	8,321432097	-50,14772192	19,14891683	-10,07425373	-15,06199699
67	67-21	ENVOLVENTE	-2,160267761	-154,652273	-15,25566519	2,016177785	-2,650488157	-22,86562535	-10,07425373	-15,06199699
67	67-22	ENVOLVENTE	49,44079057	-6,410417261	20,36645778	-8,900631793	-20,64382092	18,88665986	-19,4324453	33,18577698
67	67-22	ENVOLVENTE	31,49240659	39,5717219	88,93769102	97,52454941	-0,222027332	13,64875741	-19,4324453	33,18577698
67	67-22	ENVOLVENTE	7,977819755	83,75433352	-2,93437295	93,49615294	30,23308422	38,04311159	-19,4324453	33,18577698
67	67-22	ENVOLVENTE	15,55182802	121,4042554	10,73759327	20,60857636	-1,342110498	5,520864439	-19,4324453	33,18577698
67	67-22	ENVOLVENTE	-17,88632978	-39,39642444	-0,265684116	-28,36832128	-37,82447293	8,700849017	-35,9512584	16,98795726
67	67-22	ENVOLVENTE	5,151318952	13,08980964	-30,29349756	52,31917566	-1,634056162	5,196390408	-35,9512584	16,98795726
67	67-22	ENVOLVENTE	-15,3198696	-29,8207844	-13,60800392	49,85003504	17,03509117	20,85914479	-35,9512584	16,98795726
67	67-22	ENVOLVENTE	-28,92196144	-184,6334233	-46,63138102	5,385431787	-3,765130184	0,319654625	-35,9512584	16,98795726
67	67-23	ENVOLVENTE	22,90309874	24,72439103	19,12941366	39,79825023	1,046568502	25,72676555	-4,716133485	5,53096283
67	67-23	ENVOLVENTE	9,056699829	-1,341628678	10,16621186	57,25292705	-1,752436735	31,90139409	-4,716133485	5,53096283
67	67-23	ENVOLVENTE	16,17274411	-3,467324933	16,0569219	62,33960673	-3,991846753	26,5937408	-4,716133485	5,53096283
67	67-23	ENVOLVENTE	6,639135647	65,7909025	15,78425091	43,65008004	-1,467429838	20,20149253	-4,716133485	5,53096283

Figura 47. Resultantes en estructura de bocatazo

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

67	67-39	ENVOLVENTE	7,156414643	24,61154549	5,820961926	6,748614758	-34,10301422	-12,06500083	88,49540528	22,12385132
67	67-39	ENVOLVENTE	-11,46311793	13,87887039	6,408890122	2,626229145	-34,86013436	-7,271780601	88,49540528	22,12385132
67	67-39	ENVOLVENTE	10,23366941	1,759755602	24,416697	30,89695356	-37,60768426	-8,50447616	88,49540528	22,12385132
67	67-39	ENVOLVENTE	-9,039715232	-5,271555719	-9,495959031	15,14144666	-64,94951169	-22,26885836	46,12427932	12,64220075
67	67-39	ENVOLVENTE	-11,4434132	-5,320930218	-25,36301017	-10,90449274	-65,64357747	-23,12676706	46,12427932	12,64220075
67	67-39	ENVOLVENTE	-41,76727536	-15,91856706	-3,555044853	-10,20738774	-65,96098281	-14,17708935	46,12427932	12,64220075
67	67-39	ENVOLVENTE	-4,206362035	-13,74885178	-12,53589649	16,65482611	-67,2330321	-15,61298156	46,12427932	12,64220075
67	67-40	ENVOLVENTE	8,697836859	15,31406244	4,629976738	46,75933078	-24,70216057	33,43298675	33,28454417	0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	38,58229345	8,8231771	9,225796398	85,6807793	-18,28913903	23,62451656	33,28454417	0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	5,110244263	25,2574944	25,28142365	61,18597804	8,063888461	29,91224542	33,28454417	0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	14,59218524	2,79467748	0,121910067	51,28461185	-12,68821989	29,39434787	33,28454417	0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	-3,562994449	-3,669997404	-13,77381103	20,74432928	-45,11059355	17,51761592	16,4941213	-0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	-10,21988505	1,288728672	-6,729435306	47,85712682	-32,26499	11,14702131	16,4941213	-0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	-25,03285038	-9,571905403	-5,326285452	32,54009522	4,089932676	13,30143271	16,4941213	-0,987671934
67	67-40	ENVOLVENTE	-38,11284063	-12,03156765	-5,573879422	25,43478589	-24,60670863	15,303858	16,4941213	-0,987671934
67	67-41	ENVOLVENTE	11,66398156	22,15115003	-2,520423492	65,09776138	5,526586272	43,62856342	23,01275606	34,27221611
67	67-41	ENVOLVENTE	6,519880807	3,236943465	3,56624018	15,36252734	32,09511077	-1,886580536	23,01275606	34,27221611
67	67-41	ENVOLVENTE	8,598087407	26,34865262	7,127913064	-5,826406677	-14,02450632	10,94153226	23,01275606	34,27221611
67	67-41	ENVOLVENTE	4,334834488	89,65218823	2,077149349	13,72743395	-18,98503447	51,00307185	23,01275606	34,27221611
67	67-41	ENVOLVENTE	-15,94775551	-37,3743122	-4,429689532	33,39976643	2,533415087	20,95210235	10,17302092	15,50644936
67	67-41	ENVOLVENTE	0,16898373	-15,8805023	-3,054944564	3,233804491	16,9355757	-3,571843771	10,17302092	15,50644936
67	67-26	ENVOLVENTE	15,30003779	19,10875511	-2,769432468	5,068406224	-8,980658512	26,1334074	-14,81507901	0
67	67-26	ENVOLVENTE	108,3398767	54,90112724	46,23500454	6,127499338	-3,938007969	-1,111455009	-4,518813897	-14,81507901
67	67-26	ENVOLVENTE	-30,66622056	0,93500827	-7,295965485	-175,4249602	28,78904731	-17,55536491	-27,65481415	0
67	67-26	ENVOLVENTE	-26,93232145	-38,53706228	-20,83825534	-89,37523852	-19,47002	8,496428757	-27,65481415	0
67	67-26	ENVOLVENTE	-4,808486133	5,49621086	-6,111252817	-3,344907626	-20,09426709	14,42850576	-27,65481415	0
67	67-26	ENVOLVENTE	-52,20146041	-30,3047692	-39,85120837	-20,90628801	-6,009850256	-8,968809731	-27,65481415	0
67	67-27	ENVOLVENTE	-4,0321885	13,58087172	35,66696024	-23,23183218	-24,11837777	25,23562649	55,3096283	-2,864248609
67	67-27	ENVOLVENTE	26,26019788	32,42766731	9,442188588	6,127499338	64,15288953	7,371848308	55,3096283	-2,864248609
67	67-27	ENVOLVENTE	13,13466564	7,653303246	14,06725999	10,40637837	-5,156922699	-10,34081102	55,3096283	-2,864248609
67	67-27	ENVOLVENTE	5,833117177	125,0930125	25,2362076	-17,39939211	17,91420952	15,32770109	55,3096283	-2,864248609
67	67-27	ENVOLVENTE	-24,03188764	-68,22734484	-23,08423658	-47,06791342	-52,14996308	13,90507002	28,76594508	-13,72863988
67	67-27	ENVOLVENTE	-52,01743217	-51,99008846	3,834415582	-4,708387431	32,22225586	1,531355504	28,76594508	-13,72863988
67	67-27	ENVOLVENTE	-49,01235476	-43,16989631	-6,738517467	-0,619285223	-9,302996495	-22,89771976	28,76594508	-13,72863988
67	67-27	ENVOLVENTE	-21,12869831	-75,47380531	-12,76790822	-36,667912	9,061112734	8,327177127	28,76594508	-13,72863988
67	67-28	ENVOLVENTE	16,32203464	5,861331544	7,833680298	36,29573648	-4,864751276	-7,596326119	-39,85256254	6,864319941
67	67-28	ENVOLVENTE	2,031206047	8,940274117	22,47346416	-9,828041363	4,839658003	19,9286527	-39,85256254	6,864319941
67	67-28	ENVOLVENTE	7,516346608	2,756414727	5,04707561	-1,557703503	-32,66214524	-3,184041363	-39,85256254	6,864319941
67	67-28	ENVOLVENTE	11,99043027	1,246944587	10,22194631	-6,678482837	47,95917629	5,617539047	-39,85256254	6,864319941
67	67-28	ENVOLVENTE	-36,22374977	-6,905092998	-23,76963171	14,52271179	-9,068440993	-17,12839321	-71,90251679	1,432124304
67	67-28	ENVOLVENTE	-1,498040856	-16,2597851	-7,02188924	-26,21981029	-2,475657404	10,636505	-71,90251679	1,432124304
67	67-28	ENVOLVENTE	-0,205133773	-3,530741251	-4,278061336	-13,297122343	-58,05254263	-8,536049217	-71,90251679	1,432124304
67	67-23	ENVOLVENTE	-45,04351359	-7,245829076	-3,034467453	19,91781121	0,001141937	14,08769581	-11,87675501	2,790173213
67	67-23	ENVOLVENTE	-47,9938083	-17,21346405	-6,908224023	31,72560497	-3,347107387	16,8637235	-11,87675501	2,790173213
67	67-23	ENVOLVENTE	-9,012110281	-20,07558127	-44,14930428	34,89233798	-7,971278876	13,31877133	-11,87675501	2,790173213
67	67-23	ENVOLVENTE	-0,626919872	-7,923303168	-8,114266093	21,09678881	-2,69687595	9,444118343	-11,87675501	2,790173213
67	67-24	ENVOLVENTE	22,35801218	-12,08176427	6,453443781	82,86296414	7,621157353	28,19090412	11,75329601	11,06192566
67	67-24	ENVOLVENTE	9,158920631	11,9839113	8,666663276	46,18452658	8,168906332	-2,602271323	11,75329601	11,06192566
67	67-24	ENVOLVENTE	1,489635311	24,23261199	9,41825423	11,63093333	-9,270778154	0,899807436	11,75329601	11,06192566
67	67-24	ENVOLVENTE	6,541028263	2,283292317	7,149960472	42,7514594	-13,01548809	29,29774478	11,75329601	11,06192566
67	67-24	ENVOLVENTE	-98,25614485	-21,87620923	-21,16028088	43,79445658	4,197011484	14,46524713	6,530980663	6,259370882
67	67-24	ENVOLVENTE	-58,48118743	-6,639248946	-35,76782908	21,8853	4,180811179	-7,203577021	6,530980663	6,259370882
67	67-24	ENVOLVENTE	-1,9123081	-18,34933396	-0,414817452	0,17347416	-17,08763728	-3,208490696	6,530980663	6,259370882
67	67-24	ENVOLVENTE	-4,839055115	1,231432921	-9,709393045	20,11651568	-23,04220268	14,7954892	6,530980663	6,259370882
67	67-25	ENVOLVENTE	19,3298681	-3,523545245	5,434946629	54,47144436	24,16252725	24,73428311	55,3096283	6,123565991
67	67-25	ENVOLVENTE	17,44774293	22,02824215	32,25205996	-35,73396767	-9,731460683	-12,62453185	55,3096283	6,123565991
67	67-25	ENVOLVENTE	6,604046979	33,56536246	14,50918252	-21,79243817	-8,260968538	4,793852352	55,3096283	6,123565991
67	67-25	ENVOLVENTE	21,64618684	10,70519974	29,0991508	7,388638806	-6,819880864	-7,507829705	55,3096283	6,123565991
67	67-25	ENVOLVENTE	-6,688076255	-18,59756082	-8,896119463	23,95889534	13,79981017	13,45646556	29,877076	2,172878255
67	67-25	ENVOLVENTE	-7,401820142	0,475092227	-9,94325364	-63,15389274	-19,67007066	-24,527392	29,877076	2,172878255
67	67-25	ENVOLVENTE	-33,670228	4,431200327	-17,97035536	-42,57464883	-14,92360694	2,70072604	29,877076	2,172878255
67	67-25	ENVOLVENTE	-59,48600805	-12,16683944	-30,09646596	-4,259646548	-12,44847508	-17,57909242	29,877076	2,172878255
67	67-26	ENVOLVENTE	92,67457289	18,45386585	-0,506980079	-92,50236386	51,41969503	-8,701155376	-14,81507901	0
67	67-26	ENVOLVENTE	25,975792	-7,130157628	1,154221994	-46,62779027	-6,894071879	21,83260678	-14,81507901	0

Figura 48. Resultantes en estructura de bocatoma

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Cargas aplicadas al modelo computacional. En las Figuras 49 hasta la 51, se muestra la modelación de la estructura.

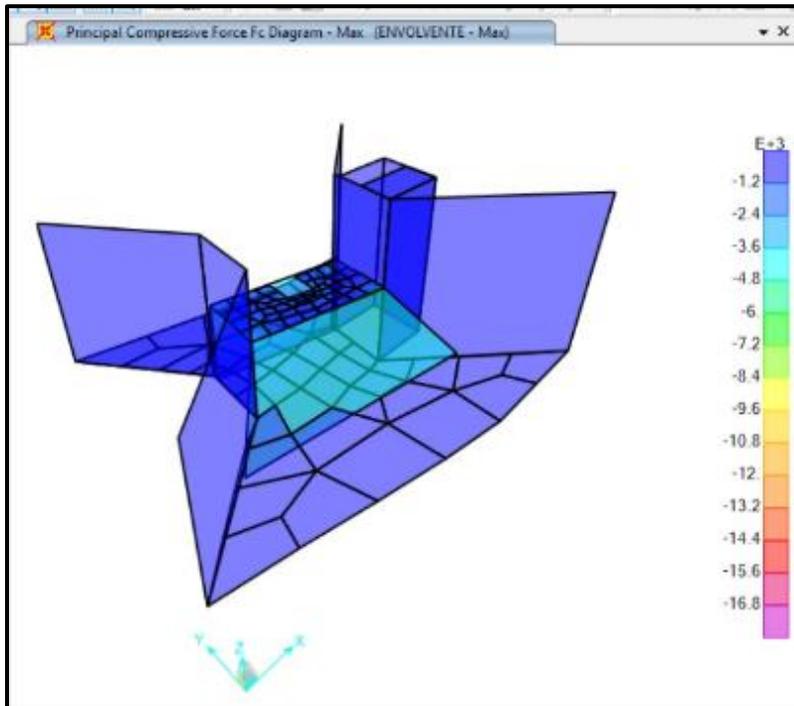


Figura 49. Diagrama fuerzas a compresión en estructura.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

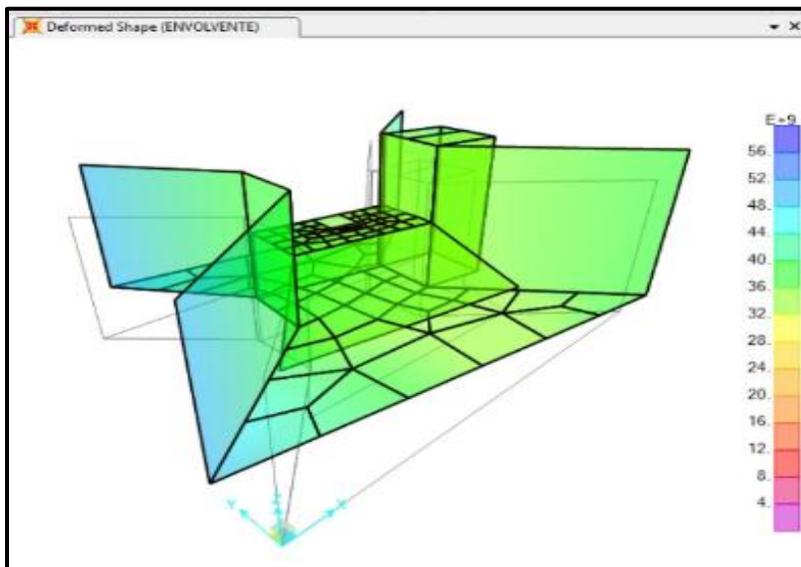


Figura 50. Diagrama de deformación en la estructura.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

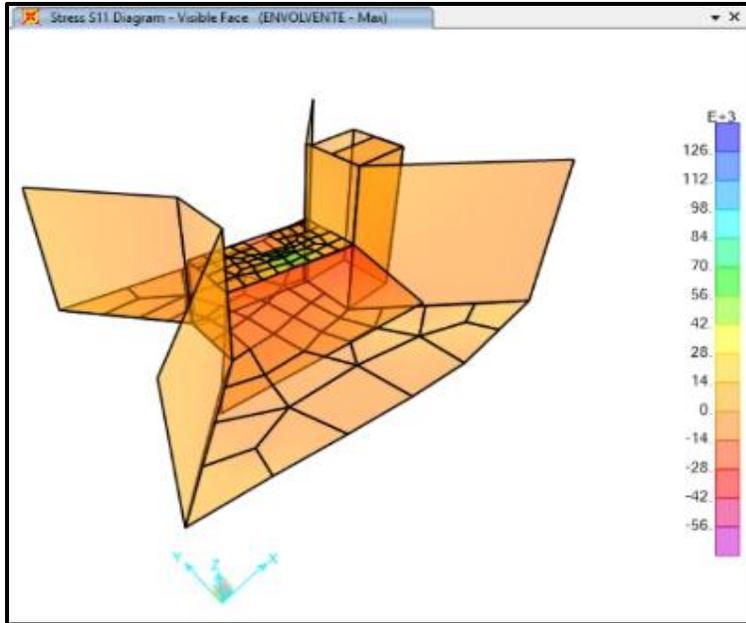


Figura 51. Diagrama por fuerzas cortantes en la estructura.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Las figuras anteriores muestran el comportamiento de la estructura por las fuerzas de compresión y cortante al igual que la deformación que esta tiene ante la aplicación de cargas.

Diseño placa inferior. Diseño de Tanques y Estructuras en Concreto - Basado en la NSR 2010 y ACI 350 (06).

Datos de entrada y propiedades de diseño

Esfuerzo de Compresión del Concreto $f'_c = 28 \text{ Mpa } 4000 \text{ Psi}$

Esfuerzo de Fluencia del Acero de Refuerzo $F_y = 420 \text{ Mpa } 60000 \text{ Psi}$

Espesor del elemento $h = 35 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Externa $\text{rec.Ext.} = 5 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Interna $\text{rec.Int.} = 5 \text{ cm}$

Ancho de la Base del Elemento $b = 100 \text{ cm}$

Distancia entre Juntas para Compensar Movimientos

Cuantía Mínima de Retracción de Fraguado y Temperatura $\rho_{\text{mín.}} = 0,003$

$d \text{ Ext.} = 30,00 \text{ cm}$ $d \text{ Int.} = 30,00 \text{ cm}$

Clasificación por categoría y Clase de Exposición (Tabla C.23-C.4.2.1 NSR 2010)

Congelamiento y Deshielo: F

Severidad: No Aplicable

Clase: F0 Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

f_c Requerido del Concreto según la Clase de Exposición (Tabla C23-C4.3.1)= 28.00 Mpa

Cumple

Solicitaciones de diseño último y de servicio

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(+) MU 11 (+) = 1,37 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(-) MU 11 (-) = 1,91 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(+) MU 22 (+) = 2,23 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(-) MU 22 (-) = 0,756 Ton-m Combo 1

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(+) MS 11 (+) = 1,65 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(-) MS 11 (-) = 4,05 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(+) MS 22 (+) = 1,68 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(-) MS 22 (-) = 3,8 Ton-m

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(+) VU 13 (+) = 10,3 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(-) VU 13 (-) = 17,66 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(+) VU 23 (+) = 18,33 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(-) VU 23 (-) = 16,66 Ton

Cálculo del factor de durabilidad sanitaria. La resistencia requerida U para secciones que no sean controladas por compresión, como se definen en C.10.3.3 de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) debe multiplicarse por el Coeficiente de Durabilidad Ambiental S_d en aquellas porciones de las estructuras ambientales donde la durabilidad, la estanqueidad, u otras consideraciones de funcionamiento deban tenerse en cuenta. Ecuación C.23-1 (NSR-10) como la siguiente:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} > 1.0$$

Las secciones se denominan controladas por compresión si la deformación unitaria neta de tracción en el acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o menor que el límite de deformación unitaria controlada por compresión cuando el concreto en compresión alcanza su límite de deformación supuesto de 0,003.

Las secciones son controladas por tracción si la deformación unitaria neta de tracción en el refuerzo de acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o mayor a 0,005.

De acuerdo al ACI 318, si el valor de R_{nt} requerido es mayor que el valor de R_{nt} máximo la sección se considera controlada por tracción.

Donde R_{nt} requerido se obtiene por la ecuacion:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$\Phi = 0,90$$

Y R_{nt} máximo se obtiene de la tabla 6-1. Ver Apéndice A "Parámetros de diseño en el límite de 0.005 correspondiente a secciones controladas por tracción"

Para Momento en Sentido 11(+)	Rnt Req. = 36,00 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 11(-)	Rnt Req. = 97,98 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(+)	Rnt Req. = 43,02 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(-)	Rnt Req. = 83,41 Psi	Sd = N.A

Diseño del refuerzo requerido por resistencia última.

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(+) $\rho_{\text{Análisis 11 (+)}} = 0,0006$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(-) $\rho_{\text{Análisis 11 (-)}} = 0,0017$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(+) $\rho_{\text{Análisis 22 (+)}} = 0,0007$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(-) $\rho_{\text{Análisis 22 (-)}} = 0,0014$

Se requiere el siguiente refuerzo.

Sentido 11(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Horizontal.

$A_s = 9,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación c/15,00 cm – 15,00 cm

Sentido 11(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Horizontal.

$A_s = 9,00 \text{ cm}^2$ Barras #5 Separación c/23,00 cm – 15,00 cm

Sentido 22(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Vertical.

As = 9,00 cm² Barras #4 Separación c/15,00 cm – 15,00 cm

Sentido 22(-). El cual corresponde al Refuerzo IExterno Vertical.

As = 9,00 cm² Barras #5 Separacion c/23,00 cm 15,00 cm

Chequeo del esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo (fs). El refuerzo calculado en el refuerzo más cercano a la cara en tracción a niveles de servicio fs no debe exceder:

Para Exposición Ambiental Normal

$$f_{s \max} \leq 140 \text{ Mpa}$$

Para Exposición Ambiental Severa:

$$f_{s \max} \leq 120 \text{ Mpa}$$

La Estructura Analizada se considera de por tanto lo mostrado en las Figuras 52 hasta la 54.

Análisis en el sentido 11(+)		Análisis en el sentido 11(-)		Análisis en el sentido 22(+)		Análisis en el sentido 22(-)	
Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa
Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa
n	9,75	n	9,75	n	9,75	n	9,75
As	8,6 cm ²	As	13,27 cm ²	As	8,6 cm ²	As	13,27 cm ²
p	0,0029	p	0,0044	p	0,0029	p	0,0044
k	0,21	k	0,254	k	0,21	k	0,254
j	0,93	j	0,915	j	0,93	j	0,915
jd	27,898 cm	jd	27,463 cm	jd	27,898 cm	jd	27,463 cm
fs	69 Mpa	fs	111 Mpa	fs	70 Mpa	fs	104 Mpa
fs max	140 Mpa	fs max	140 Mpa	fs max	140 Mpa	fs max	140 Mpa
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 52. Análisis por tracción de la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Análisis en el sentido 13(+)		Análisis en el sentido 13(-)		Análisis en el sentido 23(+)		Análisis en el sentido 23(-)	
θyc	0,67 Mpa						
θvc	19,95 Ton	θvc	19,95 Ton	θvc	19,55 Ton	θvc	19,55 Ton
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 53. Chequeo por cortante de la bocatoma..

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Analisis en el sentido 11(+)	Analisis en el sentido 11(-)	Analisis en el sentido 22(+)	Analisis en el sentido 22(-)
Mcr 8,2 Ton-m	Mcr 8,2 Ton-m	Mcr 8,2 Ton-m	Mcr 8,2 Ton-m
pcr 0,0025	pcr 0,0025	pcr 0,0025	pcr 0,0025
As,cr 7,44 cm ²			
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 54. Chequeo momento de agrietamiento por flexión de la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Diseño de muros. Diseño de Tanques y Estructuras en Concreto - Basado en la NSR 2010 y ACI 350 (06).

Datos de entrada y propiedades de diseño

Esfuerzo de Compresión del Concreto $f'_c = 28 \text{ Mpa } 4000 \text{ Psi}$

Esfuerzo de Fluencia del Acero de Refuerzo $F_y = 420 \text{ Mpa } 60000 \text{ Psi}$

Espesor del elemento $h = 30 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Externa $\text{rec.Ext.} = 5 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Interna $\text{rec.Int.} = 5 \text{ cm}$

Ancho de la Base del Elemento $b = 100 \text{ cm}$

Distancia entre Juntas para Compensar Movimientos

Cuantía Mínima de Retracción de Fraguado y Temperatura $\rho_{\text{mín.}} = 0.003$

$d \text{ Ext.} = 25.00 \text{ cm } d \text{ Int.} = 25.00 \text{ cm}$

Datos como el esfuerzo a la compresión del concreto, el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo y la cuantía mínima se obtienen a partir del Título C de la Norma Sismo Resistente (NSR-10).

Clasificación por categoría y Clase de Exposición (Tabla C.23-C.4.2.1 NSR 2010)

Congelamiento y Deshielo: F

Severidad: No Aplicable

Clase: F0 Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

f'c Requerido del Concreto según la Clase de Exposición (Tabla C23-C4.3.1 NSR-10)=

28,00 Mpa **Cumple**

Solicitaciones de diseño último y de servicio.

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(+) MU 11 (+) = 2,05 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(-) MU 11 (-) = 5,58 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(+) MU 22 (+) = 2,45 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(-) MU 22 (-) = 4,75 Ton-m Combo 1

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(+) MS 11 (+) = 1,65 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(-) MS 11 (-) = 4,05 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(+) MS 22 (+) = 1,68 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(-) MS 22 (-) = 3,8 Ton-m

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(+) VU 13 (+) = 10,3 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(-) VU 13 (-) = 17,66 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(+) VU 23 (+) = 18,33 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(-) VU 23 (-) = 16,66 Ton

Cálculo del factor de durabilidad sanitaria. La resistencia requerida U para secciones que no sean controladas por compresión, como se definen en C.10.3.3 de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) debe multiplicarse por el Coeficiente de Durabilidad Ambiental S_d en aquellas porciones de las estructuras ambientales donde la durabilidad, la estanqueidad, u otras consideraciones de funcionamiento deban tenerse en cuenta. Ecuación C.23-1 de la (NSR-10) como la siguiente ecuación:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} > 1.0$$

Las secciones se denominan controladas por compresión si la deformación unitaria neta de tracción en el acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o menor que el límite de deformación unitaria controlada por compresión cuando el concreto en compresión alcanza su límite de deformación supuesto de 0,003.

Las secciones son controladas por tracción si la deformación unitaria neta de tracción en el refuerzo de acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o mayor a 0,005.

De acuerdo al ACI 318, si el valor de R_{nt} requerido es mayor que el valor de R_{nt} máximo la sección se considera controlada por tracción.

Donde R_{nt} requerido se obtiene por la ecuación:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$\Phi = 0,90$$

Y R_{nt} máximo se obtiene de la tabla 6-1 (NSR-10). Ver Apéndice A. "Parámetros de diseño en el límite de 0,005 correspondiente a secciones controladas por tracción"

Para Momento en Sentido 11(+)	Rnt Req. = 42,99 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 11(-)	Rnt Req. = 163,85 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(+)	Rnt Req. = 68,78 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(-)	Rnt Req. = 144,13 Psi	Sd = N.A

Diseño del refuerzo requerido por resistencia última.

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(+) $\rho_{\text{Análisis 11 (+)}} = 0,0006$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(-) $\rho_{\text{Análisis 11 (-)}} = 0,0017$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(+) $\rho_{\text{Análisis 22 (+)}} = 0,0007$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(-) $\rho_{\text{Análisis 22 (-)}} = 0,0014$

Se requiere el siguiente refuerzo.

Sentido 11(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Horizontal.

As = 7,50 cm² Barras #4 Separación c/18,00 cm – 15,00 cm

Sentido 11(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Horizontal.

As = 7,50 cm² Barras #5 Separación c/27,00 cm – 15,00 cm

Sentido 22(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Vertical.

As = 7,50 cm² Barras #4 Separación c/18,00 cm – 15,00 cm

Sentido 22(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Vertical.

$A_s = 7,50 \text{ cm}^2$

Barras #5

Separacion c/27,00 cm 15,00 cm

Chequeo del esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo (f_s). El refuerzo calculado en el refuerzo más cercano a la cara en tracción a niveles de servicio f_s no debe exceder:

Para Exposición Ambiental Normal

$$f_{s \text{ max}} \leq 140 \text{ Mpa}$$

Para Exposición Ambiental Severa

$$f_{s \text{ max}} \leq 120 \text{ Mpa}$$

La Estructura Analizada se considera de lo mostrado en las Figuras 55 hasta la 57.

Analisis en el sentido 11(+)		Analisis en el sentido 11(-)		Analisis en el sentido 22(+)		Analisis en el sentido 22(-)	
Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa	Es	204000 Mpa
Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa	Ec	20917 Mpa
n	9,75	n	9,75	n	9,75	n	9,75
A_s	8,6 cm ²	A_s	13,27 cm ²	A_s	8,6 cm ²	A_s	13,27 cm ²
p	0,0034	p	0,0053	p	0,0034	p	0,0053
k	0,228	k	0,274	k	0,228	k	0,274
j	0,924	j	0,909	j	0,924	j	0,909
jd	23,103 cm	jd	22,716 cm	jd	23,103 cm	jd	22,716 cm
f_s	63 Mpa	f_s	139 Mpa	f_s	93 Mpa	f_s	126 Mpa
$f_{s \text{ max}}$	140 Mpa	$f_{s \text{ max}}$	140 Mpa	$f_{s \text{ max}}$	140 Mpa	$f_{s \text{ max}}$	140 Mpa
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 55. Análisis por tracción de la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Chequeo por Cortante

Analisis en el sentido 11(+)		Analisis en el sentido 11(-)		Analisis en el sentido 22(+)		Analisis en el sentido 22(-)	
Mcr	6,02 Ton-m						
pcr	0,0026	pcr	0,0026	pcr	0,0026	pcr	0,0026
$A_{s,cr}$	6,57 cm ²						
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 56. Chequeo por cortante en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Analisis en el sentido 13(+)	Analisis en el sentido 13(-)	Analisis en el sentido 23(+)	Analisis en el sentido 23(-)
θ_{yc} 0,67 Mpa θ_{vc} 16,63 Ton <p style="text-align: center; color: red;">Cumple</p>	θ_{yc} 0,67 Mpa θ_{vc} 16,63 Ton <p style="text-align: center; color: red;">Cumple</p>	θ_{yc} 0,67 Mpa θ_{vc} 16,63 Ton <p style="text-align: center; color: red;">Cumple</p>	θ_{yc} 0,67 Mpa θ_{vc} 16,63 Ton <p style="text-align: center; color: red;">Cumple</p>

Figura 57. Chequeo por momento de agrietamiento por flexión en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000).

Resultados del diseño. El diseño final de la Bocatoma se presenta en la Tabla 31. Ver

Apéndice G.

Tabla 31

Acero de refuerzo de la bocatoma

ELEMENTO	ESPEJOR (cm)	REFUERZO	REFUERZO	REFUERZO	REFUERZO
		HORIZONTAL	HORIZONTAL	VERTICAL	VERTICAL
Placa de fondo	40	#4 c/15cm	#5 c/15cm	#4 c/15cm	#5 c/15cm
Muros	30	#4 c/15cm	#5 c/15cm	#4 c/15cm	#5 c/15cm
Muros	30	#4 c/15cm	#5 c/15cm	#4 c/15cm	#5 c/15cm

Nota. La tabla presenta información sobre el acero de refuerzo de la bocatoma. Fuente: (Autora del proyecto, 2018.)

Diagramas resultantes de momentos y cortantes para placa y muros de la Bocatoma.

En las Figuras 58 hasta la 62, se muestran los diagramas de los elementos estructurales.

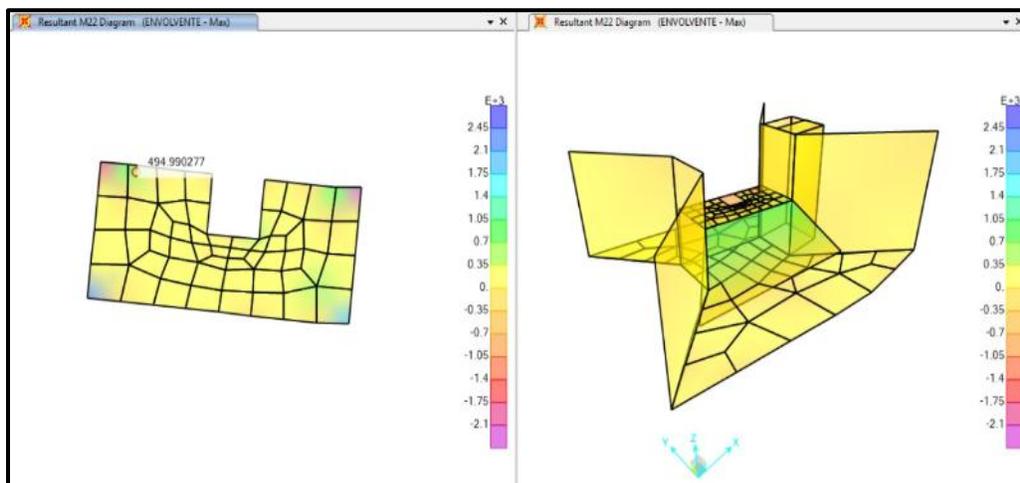


Figura 58. Diagrama resultante de Momento 22 para placa y muros Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

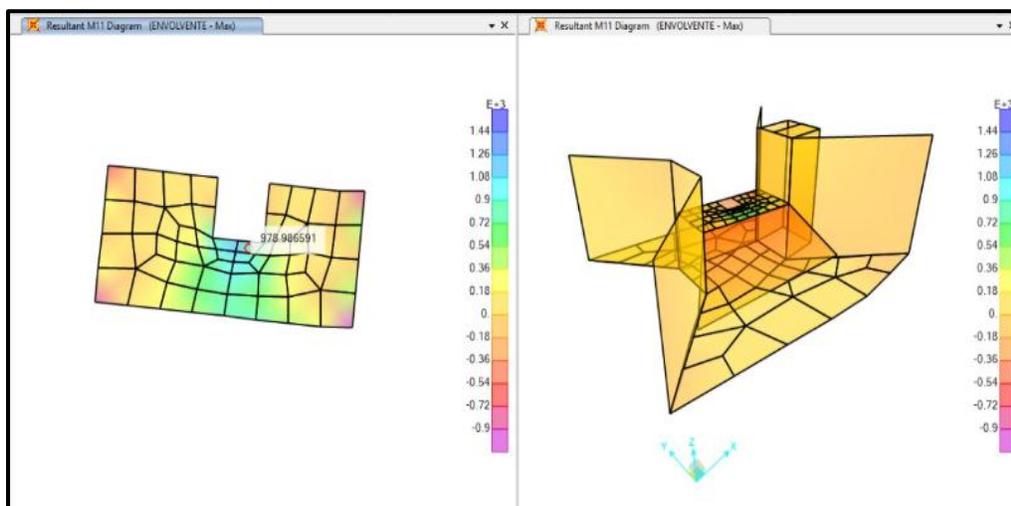


Figura 59. Diagrama resultante de momento 11 para placa y muros Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

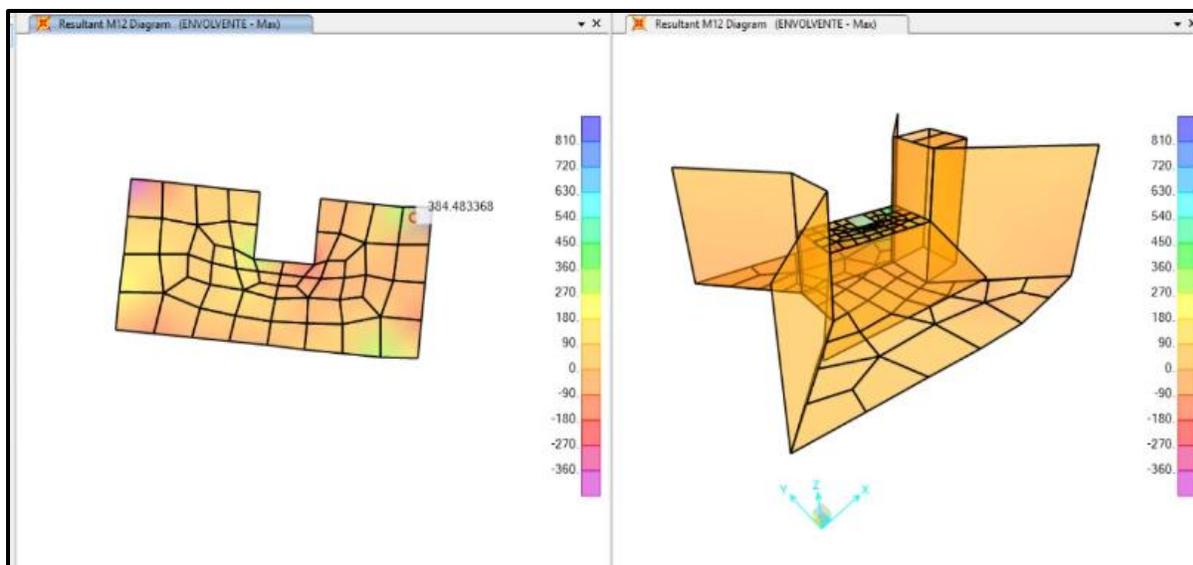


Figura 60. Diagrama resultante de momento 12 en placa y muros Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

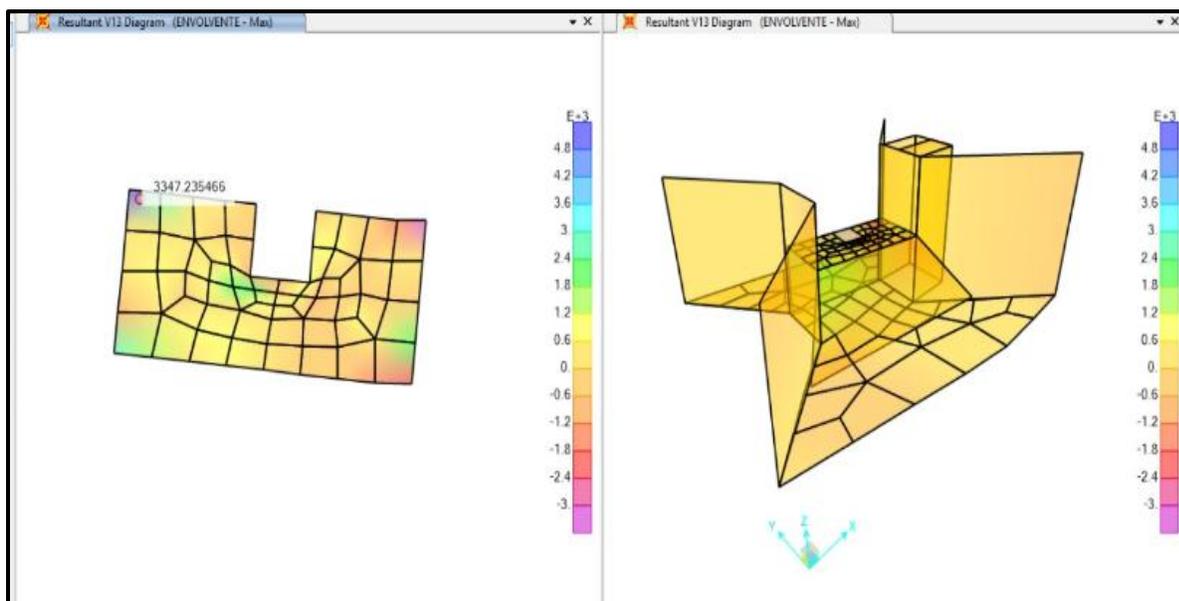


Figura 61. Diagrama resultante de cortante 13 en placa y muros Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

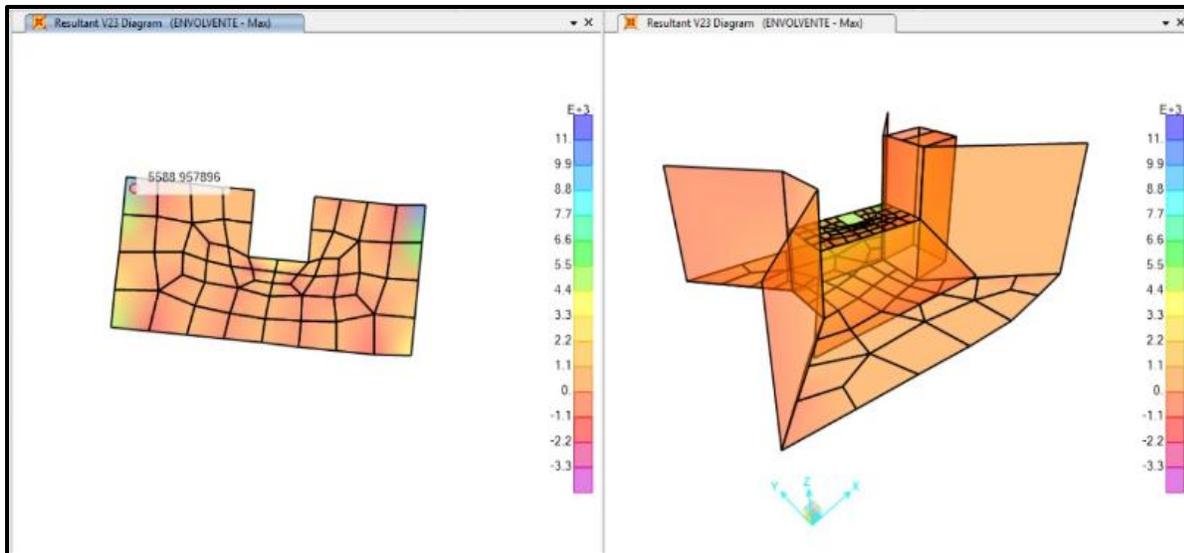


Figura 62. Diagrama resultante de cortante 23 en placa y muros Bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

En las Figuras anteriores se muestra el comportamiento de las distintas zonas del desarenador en los puntos más críticos de momentos y fuerzas cortantes.

Diseño estructural de Desarenador. Generalidades. El diseño estructural del desarenador del proyecto en estudio, tiene las siguientes características principales:

Altura del concreto = 3,5 mts

Espesor Placa de Fondo = 0,25 mts

Espesor de Muros = 0,25 mts

Profundidad de Excavación Máxima = 3,5 mts

Descripción. La estructura que compone el desarenador es tipo cajón abierto en concreto reforzado, con dimensiones principales en planta de 12,31m x 3,72m 3,5m. Los muros tienen un espesor de 0,25m y cuenta con aberturas para las tuberías de conexión. La placa de fondo de la estructura tiene un espesor de 0,25m, la cual irá apoyada sobre una capa de concreto de limpieza. La estructura se encuentra enterrada como se observa en la Figura 63.

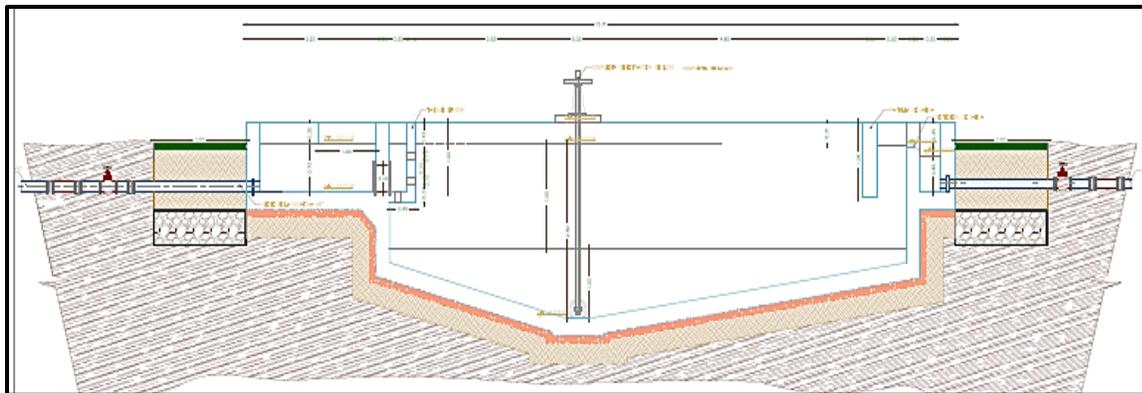


Figura 63. Estructura de desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Características del suelo. Se asume un relleno en los muros de las siguientes características:

Peso Específico del Suelo= 1,80 ton/m³

Ángulo de Fricción Interna del Suelo= 30°

(reposo) $K_0 = \{1 - \text{seno}(\varphi)\} = 0,50$

(activo) $K_a = \{1 - \text{seno}(\varphi)\} / \{1 + \text{seno}(\varphi)\} = 0,33$

K_v (Módulo de Reacción Vertical)= 874,00 ton/m³

Nivel Freático = N.E.mts

Los datos se tomaron a partir del título H de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) ya que el estudio de suelos hecho a la zona se realizó con ensayos básicos debido a las condiciones que presentaba el suelo. En la Figura 64 se muestra la modelación del desarenador.

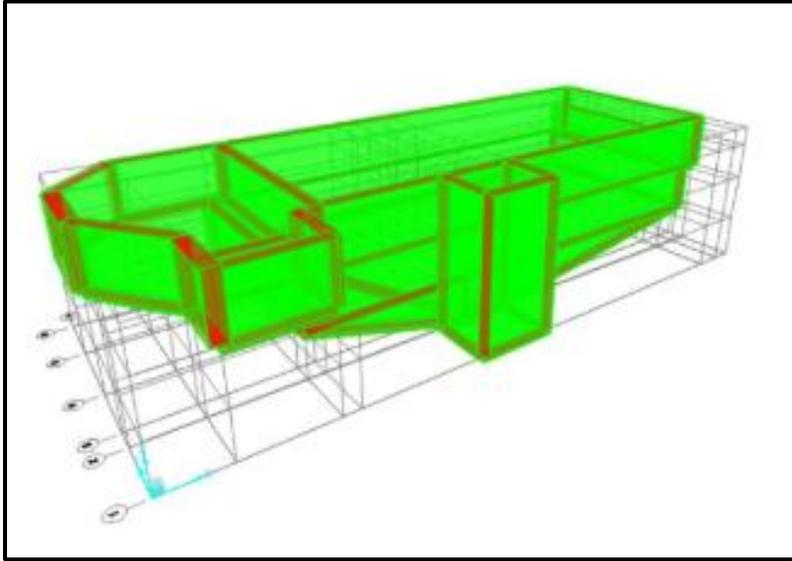


Figura 64. Modelación de Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Avalúo de cargas. Cargas verticales. La Carga Muerta o cargas permanentes (peso propio) son evaluadas por el programa.

Capacidad Portante:

Área de Contacto = 45,79 m²

Peso Propio:

Altura Estructura = 2,50 m

Espesor de Muros = 0,25 m

Peso Agua = 25,13 ton

Peso Total Estructura = 45,99 ton

Carga Gravitacional Total = 4,00 ton/m²

Carga Vertical Total aplicada sobre el terreno = 4,00 ton/m²

Carga Liberada por la Excavación = No se considera

Carga Vertical Neta = 4,00 ton/m²

Método de Análisis. Las fuerzas internas se revisarán de acuerdo al método del estado límite de resistencia. El diseño de la estructura se realiza con el método de rotura y se revisa el agrietamiento para estado de servicio. Los datos obtenidos se muestran en las Figuras 65 hasta la 69.

TABLE: Element Forces - Area Shells											
Area	AreaElem	Joint	OutputCase	F11	F22	F12	M11	M22	M12	V13	V23
Text	Text	Text	Text	KN/m	KN/m	KN/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN/m	KN/m
1	1	1	ENVOLVENTE	-629,66	-328,57	1399,82	72,9105	259,9526	133,0273	-5,84	161,12
1	1	2	ENVOLVENTE	-594,06	-150,55	175,65	85,1333	121,6334	-47,6581	-5,84	161,12
1	1	3	ENVOLVENTE	3354,47	574	-827,77	-62,2534	-10,3551	-72,8378	-5,84	161,12
1	1	4	ENVOLVENTE	3253,11	67,21	-417,1	-66,8651	107,9455	27,49	-5,84	161,12
1	1	1	ENVOLVENTE	-1884,6	-960,33	476,21	25,1069	88,0728	45,4237	-17,99	55,27
1	1	2	ENVOLVENTE	-1783,24	-453,54	65,02	28,5399	41,0391	-143,5739	-17,99	55,27
1	1	3	ENVOLVENTE	1127,6	193,78	-2442,4	-184,2379	-28,6785	-217,7866	-17,99	55,27
1	1	4	ENVOLVENTE	1092	15,76	-1219,81	-199,8871	36,0778	9,6588	-17,99	55,27
7	7	3	ENVOLVENTE	-738,66	-179,22	1488,9	-27,9838	38,9682	-61,844	-30,71	-7,69
7	7	9	ENVOLVENTE	-708,48	-28,3	483,53	-46,9244	111,2935	-12,1277	-30,71	-7,69
7	7	17	ENVOLVENTE	1432,87	628,44	54,49	22,5043	129,1618	46,7654	-30,71	-7,69
7	7	2	ENVOLVENTE	1343,96	183,86	1017,48	75,0579	57,8919	-58,7119	-30,71	-7,69
7	7	3	ENVOLVENTE	-2246,73	-543,39	475,92	-84,0374	12,9543	-186,9198	-91,76	-20,94
7	7	9	ENVOLVENTE	-2155,41	-86,78	145,51	-140,005	35,282	-38,2226	-91,76	-20,94
7	7	17	ENVOLVENTE	473,66	206,63	26,53	7,1196	40,459	15,132	-91,76	-20,94
7	7	2	ENVOLVENTE	444,96	63,12	348,01	24,9776	18,3433	-174,6584	-91,76	-20,94
16	16	4	ENVOLVENTE	4891,99	418,89	-84,06	-31,7539	-3,2354	64,4427	48,24	0,86
16	16	30	ENVOLVENTE	4921,87	568,31	1366,33	-3,1708	-18,6489	128,7087	48,24	0,86
16	16	33	ENVOLVENTE	-985,04	-316,35	448,24	-1,7422	-3,4731	32,7812	48,24	0,86
16	16	1	ENVOLVENTE	-997,82	-380,23	-387,41	-28,7553	38,6004	95,996	48,24	0,86
16	16	4	ENVOLVENTE	1659,51	151,24	-217,65	-96,5631	-10,6516	22,1825	16,64	0,22
16	16	30	ENVOLVENTE	1672,29	215,12	453,43	-14,0426	-57,5445	42,3077	16,64	0,22
16	16	33	ENVOLVENTE	-2920,34	-1000,13	150,41	-6,4344	-12,5498	10,0153	16,64	0,22
16	16	1	ENVOLVENTE	-2950,23	-1149,55	-1127,85	-84,6132	13,6989	32,8708	16,64	0,22
20	20	9	ENVOLVENTE	-620,81	-7,51	3524,67	-13,492	-19,3444	-0,24	-0,32	89,42
20	20	36	ENVOLVENTE	-647,62	-141,54	3396,39	57,0562	92,5166	14,9207	-0,32	89,42
20	20	38	ENVOLVENTE	616,09	103,37	-1222,22	79,3813	195,3239	26,1106	-0,32	89,42
20	20	17	ENVOLVENTE	691,88	482,28	-1178,05	-6,807	34,798	9,5545	-0,32	89,42
20	20	9	ENVOLVENTE	-1900,89	-26,92	1149,94	-40,2272	-57,1094	-0,8434	-0,96	29,68
20	20	36	ENVOLVENTE	-1979,31	-419,03	1110,92	19,1031	31,203	5,1509	-0,96	29,68
20	20	38	ENVOLVENTE	203,62	29,33	-3746,69	26,6188	65,7559	8,9647	-0,96	29,68
20	20	17	ENVOLVENTE	229,18	157,12	-3607,9	-19,9601	10,8636	3,3036	-0,96	29,68
21	21	36	ENVOLVENTE	-925,22	-202,96	1917,56	-17,2526	-3,6075	19,8746	12,22	0,94
21	21	37	ENVOLVENTE	-919,82	-175,97	1008,22	-10,0307	-1,3332	-3,1942	12,22	0,94

Figura 65. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

21	21	37	ENVOLVENTE	-919,82	-175,97	1008,22	-10,0307	-1,3332	-3,1942	12,22	0,94
21	21	39	ENVOLVENTE	2035,12	425,14	-761,79	-13,6582	-2,6436	-3,6727	12,22	0,94
21	21	38	ENVOLVENTE	2027,05	384,78	-461,22	-20,8023	-3,9906	20,5594	12,22	0,94
21	21	36	ENVOLVENTE	-2752,19	-571,07	642,91	-51,4005	-7,2709	6,6435	4,05	0,2
21	21	37	ENVOLVENTE	-2744,12	-530,71	340,46	-30,7884	-6,6257	-8,6317	4,05	0,2
21	21	39	ENVOLVENTE	681,43	144,28	-2281,99	-41,296	-10,0884	-11,5887	4,05	0,2
21	21	38	ENVOLVENTE	676,03	117,29	-1367,53	-61,6637	-7,9191	7,2701	4,05	0,2
23	23	40	ENVOLVENTE	5,82	20,65	46,77	2,6892	-0,743	-2,4701	0,11	9,81
23	23	41	ENVOLVENTE	-1,42	-15,28	-31,9	2,509	0,578	-1,6344	0,11	9,81
23	23	44	ENVOLVENTE	-5,07	-16,01	-22,02	-1,3817	-2,3632	-1,0588	0,11	9,81
23	23	45	ENVOLVENTE	0,97	19,76	83,78	-1,572	-3,4403	2,461	0,11	9,81
23	23	40	ENVOLVENTE	3,31	8,34	26,33	1,3869	-1,3753	-4,834	0,02331	5,01
23	23	41	ENVOLVENTE	-4,44	-29,32	-56,13	1,3197	0,2588	-3,1387	0,02331	5,01
23	23	44	ENVOLVENTE	-9,32	-30,4	-39,86	-2,7055	-4,5856	-2,0812	0,02331	5,01
23	23	45	ENVOLVENTE	-0,35	7,61	47,82	-3,0273	-6,6678	1,2543	0,02331	5,01
24	24	44	ENVOLVENTE	-3,53	-19,28	-13,3	1,291	0,8445	-2,505	-0,75	0,65
24	24	41	ENVOLVENTE	-4,86	-36,49	17,38	-0,8868	1,722	-0,2291	-1,48	0,22
24	24	42	ENVOLVENTE	2,62	8,61	13,49	-3,4901	-0,4859	0,5011	-1,48	0,22
24	24	46	ENVOLVENTE	2,08	8,26	-25,26	-1,1149	-2,6074	-3,8786	-1,48	0,22
24	24	44	ENVOLVENTE	-6,71	-36,86	-25,92	0,5952	0,2844	-5,1959	-1,48	0,22
25	25	42	ENVOLVENTE	5,69	10,55	38,09	-2,6748	-1,9163	-1,7778	0,34	-5,47
25	25	43	ENVOLVENTE	8,72	26,85	-23,94	-0,9345	1,0477	-3,2163	0,34	-5,47
25	25	47	ENVOLVENTE	-0,13	25,03	-16,79	3,9273	5,8835	6,6869	0,34	-5,47
25	25	46	ENVOLVENTE	-1,65	8,68	46,54	1,2108	1,2896	0,5904	0,34	-5,47
25	25	42	ENVOLVENTE	3,21	5,68	21,26	-5,2595	-3,6707	-3,5508	0,14	-10,66
25	25	43	ENVOLVENTE	4,31	11,42	-43,08	-1,9327	0,4637	-6,2982	0,14	-10,66
25	25	47	ENVOLVENTE	-0,88	10,43	-29,45	2,026	2,9755	3,4113	0,14	-10,66
25	25	46	ENVOLVENTE	-3,85	4,53	25,23	0,5978	0,6333	0,2721	0,14	-10,66
26	26	30	ENVOLVENTE	2595,62	107,2	1254,64	69,5657	-42,979	24,6559	-18,05	-34,23
26	26	48	ENVOLVENTE	2703,72	644,17	1737,97	39,7741	22,4473	-10,2527	-18,05	-34,23
26	26	51	ENVOLVENTE	-665,38	-107,74	9,68	-8,7675	-23,9091	109,9282	-18,05	-34,23
26	26	33	ENVOLVENTE	-696,49	-263,3	-162,02	4,1094	-74,0448	136,6013	-18,05	-34,23
26	26	30	ENVOLVENTE	905,55	57,1	435,3	24,2795	-129,3678	7,4912	-46,91	-103,1
26	26	48	ENVOLVENTE	936,66	212,67	602,45	12,0034	7,3411	-27,5745	-46,91	-103,1
26	26	51	ENVOLVENTE	-1936,15	-283,81	0,79	-22,4235	-72,3213	35,9286	-46,91	-103,1
26	26	33	ENVOLVENTE	-2044,25	-824,28	-461,35	2,2747	-223,6122	44,7401	-46,91	-103,1
27	27	48	ENVOLVENTE	-432,31	-48,05	936,98	102,8388	-56,2463	12,7165	-7,48	76,44
27	27	49	ENVOLVENTE	-416,63	61,98	-207,17	61,3527	4,0474	-60,3421	-7,48	76,44
27	27	52	ENVOLVENTE	966,98	513,06	-15,49	-19,6711	27,7582	-12,9359	-7,48	76,44
27	27	51	ENVOLVENTE	923,5	295,65	1482,43	-5,2021	-48,565	70,1852	-7,48	76,44
27	27	48	ENVOLVENTE	-1354,4	-173,95	301,18	32,4954	-166,2925	3,3508	-22,91	25,64
27	27	49	ENVOLVENTE	-1307,21	30,36	-641,26	19,0106	0,8152	-184,8161	-22,91	25,64
27	27	52	ENVOLVENTE	317,16	180,88	-91,84	-59,9812	9,0616	-43,0692	-22,91	25,64
27	27	51	ENVOLVENTE	297,78	83,94	496,47	-15,9028	-144,1346	22,5217	-22,91	25,64
28	28	49	ENVOLVENTE	-203,78	218,97	-174,54	48,0624	4,8183	-46,6798	-46,61	-16,29
28	28	50	ENVOLVENTE	-221,1	36,13	-161,27	-32,8142	41,8264	-17,8035	-46,61	-16,29
28	28	53	ENVOLVENTE	614,27	278,36	740,1	-3,7908	-4,7145	-1,4776	-46,61	-16,29
28	28	52	ENVOLVENTE	650,83	461,19	708,69	128,6638	-17,0074	-27,1171	-46,61	-16,29
28	28	49	ENVOLVENTE	-560,29	81,11	-506,36	16,811	1,8636	-142,1717	-143,72	-48,97
28	28	50	ENVOLVENTE	-596,85	-5,49	-473,18	-104,1079	15,7113	-52,4956	-143,72	-48,97
28	28	53	ENVOLVENTE	206,84	80,1	231,54	-12,6505	-18,8856	-5,9778	-143,72	-48,97
28	28	52	ENVOLVENTE	224,16	166,7	246,52	42,237	-51,1724	-87,2499	-143,72	-48,97
31	31	50	ENVOLVENTE	-441	-55,49	550,5	16,9714	27,2931	-8,5044	-9,27	0,78
31	31	37	ENVOLVENTE	-447,36	-87,34	310,3	-16,5552	-19,378	-2,0372	-9,27	0,78
31	31	39	ENVOLVENTE	526,82	103,7	-232,37	-16,0303	-20,7332	-4,8235	-9,27	0,78
31	31	53	ENVOLVENTE	569,06	314,9	-154,08	19,8044	28,8089	-10,412	-9,27	0,78
31	31	50	ENVOLVENTE	-1288,83	-129,58	197,87	5,8501	9,1944	-25,9239	-27,74	-0,24
31	31	37	ENVOLVENTE	-1311,81	-244,49	117,63	-49,1195	-55,9435	-6,0211	-27,74	-0,24
31	31	39	ENVOLVENTE	195,46	29,2	-653,83	-47,8147	-61,6818	-14,1633	-27,74	-0,24
31	31	53	ENVOLVENTE	213,68	120,31	-416,26	6,897	10,3285	-31,4259	-27,74	-0,24
32	32	62	ENVOLVENTE	-62,09	-44,85	-39,68	-10,4631	90,657	-39,0387	78,26	-3,45
32	32	63	ENVOLVENTE	-74,31	-106,12	-60,29	-19,299	-27,6225	102,5925	78,26	-3,45
32	32	53	ENVOLVENTE	291,08	-18,17	262,94	0,873	-45,8582	-15,3638	78,26	-3,45
32	32	33	ENVOLVENTE	330,71	86,84	289,61	27,0644	41,3626	-30,1565	78,26	-3,45
32	32	62	ENVOLVENTE	-171,56	-83,45	-217,65	-31,1922	29,5337	-117,0214	25,98	-11,68
32	32	63	ENVOLVENTE	-197,99	-212,89	-270,27	-56,9842	-83,8269	34,3697	25,98	-11,68
32	32	53	ENVOLVENTE	99,56	-111,48	47,78	0,0678	-139,106	-47,3384	25,98	-11,68

Figura 66. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

32	32	33	ENVOLVENTE	106,51	16,26	56,67	9,1294	13,4385	-91,7672	25,98	-11,68
33	33	44	ENVOLVENTE	-0,57	-1,92	18,39	5,0747	-2,0763	-1,6498	13,68	6,48
33	33	46	ENVOLVENTE	-0,76	-2,87	25,76	0,6448	3,5808	-2,8798	13,68	6,48
33	33	47	ENVOLVENTE	-1,3	-2,98	-7,04	-1,6053	2,5103	-0,8286	13,68	6,48
33	33	45	ENVOLVENTE	-1,11	-2,03	-11,89	1,7213	-1,7067	3,2724	13,68	6,48
33	33	44	ENVOLVENTE	-1,02	-3,44	9,84	2,652	-4,296	-3,644	7,03	3,51
33	33	46	ENVOLVENTE	-1,47	-5,72	13,31	0,2224	1,8141	-5,4925	7,03	3,51
33	33	47	ENVOLVENTE	-2,41	-5,9	-13,56	-3,4605	1,223	-1,9014	7,03	3,51
33	33	45	ENVOLVENTE	-1,95	-3,62	-22,85	0,9275	-3,4562	1,4566	7,03	3,51
34	34-1	53	ENVOLVENTE	450,14	1490,69	-20,95	84,6916	-327,086	-85,0167	264,41	-50,62
34	34-1	~1	ENVOLVENTE	116,45	1443,71	506,56	-99,1117	-140,6263	-177,1412	264,41	-50,62
34	34-1	~2	ENVOLVENTE	-91,11	584,62	0,7	-8,981	-1,0217	-123,6909	264,41	-50,62
34	34-1	~3	ENVOLVENTE	-8,29	650,56	-179,26	388,0219	-172,6663	123,0257	264,41	-50,62
34	34-1	53	ENVOLVENTE	144,89	494,97	-48,76	24,7506	-990,3342	-261,0726	81,28	-174,08
34	34-1	~1	ENVOLVENTE	38,81	487,21	171,44	-295,7385	-425,3387	-539,4611	81,28	-174,08
34	34-1	~2	ENVOLVENTE	-272,32	192,84	-14,55	-23,176	-1,9002	-377,7089	81,28	-174,08
34	34-1	~3	ENVOLVENTE	-20,1	225,12	-591,7	123,5588	-517,7491	38,9747	81,28	-174,08
34	34-2	~1	ENVOLVENTE	-32,95	1432,29	-16,9	-19,7116	394,453	-129,3975	-20,58	200,62
34	34-2	~4	ENVOLVENTE	89,11	1487,82	-81,28	-108,8913	106,7816	-57,9614	-20,58	200,62
34	34-2	~5	ENVOLVENTE	-8,94	563,35	-0,99	-125,5027	-98,941	148,6437	-20,58	200,62
34	34-2	~2	ENVOLVENTE	-58,65	496,41	147,98	-62,6131	-4,4222	-157,7797	-20,58	200,62
34	34-2	~1	ENVOLVENTE	-98,33	480,89	-58,2	-58,918	131,1373	-396,0971	-65,84	80,25
34	34-2	~4	ENVOLVENTE	28,7	496,49	-237,01	-324,4971	33,1066	-176,2955	-65,84	80,25
34	34-2	~5	ENVOLVENTE	-23,55	188,37	-9,55	-371,3101	-290,474	51,3127	-65,84	80,25
34	34-2	~2	ENVOLVENTE	-178,53	173,83	50,88	-183,6095	-13,4576	-479,9003	-65,84	80,25
34	34-3	~4	ENVOLVENTE	95,81	1097	-20,89	-81,2611	-48,7235	382,3924	250,72	246,09
34	34-3	~6	ENVOLVENTE	45,7	1059,68	-12,85	47,8722	-53,2672	-78,23	250,72	246,09
34	34-3	~7	ENVOLVENTE	-26,3	567,08	-49,5	-128,5454	-77,5409	192,3481	250,72	246,09
34	34-3	~5	ENVOLVENTE	-20,49	553,64	-56,77	-212,8215	-71,6612	-131,7322	250,72	246,09
34	34-3	~4	ENVOLVENTE	31,04	366,17	-62,16	-243,1245	-139,9718	127,741	82	86,63
34	34-3	~6	ENVOLVENTE	16,08	354,79	-26,6	15,5682	-151,1141	-239,244	82	86,63
34	34-3	~7	ENVOLVENTE	-81,11	192,13	-135,14	-380,5561	-223,3559	63,2497	82	86,63
34	34-3	~5	ENVOLVENTE	-57,85	187,03	-179,26	-633,9662	-209,5217	-402,2441	82	86,63
34	34-4	~6	ENVOLVENTE	-27,41	502,65	-11,82	233,1428	448,4629	-13,3382	-21,71	418,42
34	34-4	~8	ENVOLVENTE	23,45	605,32	-60,25	170,4115	26,3828	205,8242	-21,71	418,42
34	34-4	~9	ENVOLVENTE	75,68	435,09	-83,35	-71,9765	-77,2386	123,6182	-21,71	418,42
34	34-4	~7	ENVOLVENTE	-12,02	383,27	-45,8	-42,5855	205,4729	-9,1965	-21,71	418,42
34	34-4	~6	ENVOLVENTE	-85,89	168,41	-47,03	77,0975	148,9113	-41,7748	-69,03	141,15
34	34-4	~8	ENVOLVENTE	6,98	203,54	-169,6	56,7807	7,9377	69,9091	-69,03	141,15
34	34-4	~9	ENVOLVENTE	23,71	146,06	-248,17	-214,3127	-226,6736	41,8132	-69,03	141,15
34	34-4	~7	ENVOLVENTE	-40,39	130,15	-134,84	-125,3772	66,7245	-27,6051	-69,03	141,15
34	34-5	~8	ENVOLVENTE	-1,33	85,7	-120,38	237,3687	547,2126	159,122	211,32	128,83
34	34-5	~10	ENVOLVENTE	-23,69	-41,6	-65,3	462,9789	501,726	396,2209	211,32	128,83
34	34-5	~11	ENVOLVENTE	-13,88	381,2	-31,34	198,6063	268,0068	-3,751	211,32	128,83
34	34-5	~9	ENVOLVENTE	4,33	578,77	-53,62	2,872	443,6018	81,1195	211,32	128,83
34	34-5	~8	ENVOLVENTE	-11,82	41,3	-347,97	78,6533	182,2353	52,9009	76,03	42,93
34	34-5	~10	ENVOLVENTE	-85,15	-171,03	-205,93	151,9446	165,5522	130,875	76,03	42,93
34	34-5	~11	ENVOLVENTE	-41,35	121,41	-75,53	66,0003	90,4475	-11,2931	76,03	42,93
34	34-5	~9	ENVOLVENTE	-0,91	184,02	-171,69	1,3667	149,8987	28,5282	76,03	42,93
34	34-6	64	ENVOLVENTE	2023,97	537,53	674,75	489,0818	-110,9538	65,058	94,09	632,37
34	34-6	~12	ENVOLVENTE	1969,97	490,99	391,61	522,943	6,006	-24,4607	94,09	632,37

Figura 67. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

34	34-6	~11	ENVOLVENTE	-59,19	25,35	-35,09	204,6592	16,8354	22,6169	94,09	632,37
34	34-6	~10	ENVOLVENTE	-76,69	36,48	188,83	163,485	-97,3331	443,3705	94,09	632,37
34	34-6	64	ENVOLVENTE	654,49	177,14	217,54	152,558	-336,5713	20,7471	36,35	211,32
34	34-6	~12	ENVOLVENTE	635,66	162,48	127,47	169,2207	1,0229	-84,6263	36,35	211,32
34	34-6	~11	ENVOLVENTE	-186,38	13,54	-106,43	70,2741	6,8917	10,7623	36,35	211,32
34	34-6	~10	ENVOLVENTE	-243,93	18,44	56,1	51,011	-298,8926	143,1364	36,35	211,32
34	34-7	~12	ENVOLVENTE	1402,68	54,52	-182,68	-186,4819	-163,0045	-133,7075	-47,27	422,85
34	34-7	17	ENVOLVENTE	1312,55	103,76	-14,85	-174,8643	-115,5964	700,5104	-47,27	422,85
34	34-7	~13	ENVOLVENTE	404,17	576,2	407,94	-114,6679	-159,9423	-99,3665	-47,27	422,85
34	34-7	~11	ENVOLVENTE	337,28	97,76	-17,84	-10,412	28,3299	265,477	-47,27	422,85
34	34-7	~12	ENVOLVENTE	456,37	25,2	-545,64	-560,7688	-497,2027	-410,1678	-181,47	133,08
34	34-7	17	ENVOLVENTE	420,57	16,55	-48,93	-562,0117	-365,5627	231,9974	-181,47	133,08
34	34-7	~13	ENVOLVENTE	134,18	195,79	146,63	-360,4315	-485,2827	-302,3124	-181,47	133,08
34	34-7	~11	ENVOLVENTE	110,8	26,6	-73,05	-18,8003	7,0217	91,994	-181,47	133,08
34	34-8	17	ENVOLVENTE	1068,94	235,37	-177,05	162,4435	-180,0531	248,7895	1037,29	762,29
34	34-8	~14	ENVOLVENTE	1318,69	-191,86	-93,44	-71,7045	-70,9675	17,8198	1037,29	762,29
34	34-8	~15	ENVOLVENTE	235,36	417,71	458,03	-45,0309	-10,1224	-19,2015	1037,29	762,29
34	34-8	~13	ENVOLVENTE	-81,55	687,79	590,73	-114,7716	42,9367	285,3313	1037,29	762,29
34	34-8	17	ENVOLVENTE	356,27	62,62	-532,61	55,6486	-561,2073	81,2662	344,37	249,78
34	34-8	~14	ENVOLVENTE	459,78	-568,72	-247,01	-211,5566	-216,9362	6,3067	344,37	249,78
34	34-8	~15	ENVOLVENTE	75,67	134,26	149,46	-132,8243	-21,6223	-62,344	344,37	249,78
34	34-8	~13	ENVOLVENTE	-199,75	222,72	195,67	-355,7044	12,4844	94,7626	344,37	249,78
34	34-9	~14	ENVOLVENTE	681,89	2019,54	1086,11	-148,3469	100,7679	-107,879	-55,11	821,02
34	34-9	2	ENVOLVENTE	1956,91	1858,64	813,4	692,0809	218,9381	-20,9729	-55,11	821,02
34	34-9	~16	ENVOLVENTE	607,8	-1382,28	1407,95	-85,4558	840,1588	-13,45	-55,11	821,02
34	34-9	~15	ENVOLVENTE	579	-319,23	334,31	-70,7192	-178,7392	-21,8879	-55,11	821,02
34	34-9	~14	ENVOLVENTE	224,81	687,21	358,69	-449,3963	35,2668	-327,0545	-166,35	273,29
34	34-9	2	ENVOLVENTE	646,54	632,68	275,81	238,5556	70,3316	-55,1155	-166,35	273,29
34	34-9	~16	ENVOLVENTE	197,55	-4119,36	482,24	-256,1671	282,6837	-34,7192	-166,35	273,29
34	34-9	~15	ENVOLVENTE	202,23	-926,81	109,63	-210,6398	-532,9811	-68,5931	-166,35	273,29
34	34-10	2	ENVOLVENTE	232,32	-909,01	397,31	255,489	599,5857	3,4583	602,48	-253,45
34	34-10	~17	ENVOLVENTE	-357,28	-1206,78	-299,5	-17,6204	6,2092	-2,9342	602,48	-253,45
34	34-10	~18	ENVOLVENTE	538,79	-349,81	244,04	-49,2308	-148,212	334,4441	602,48	-253,45
34	34-10	~16	ENVOLVENTE	1845,79	-228,43	1605,6	-82,9876	60,884	-64,4962	602,48	-253,45
34	34-10	2	ENVOLVENTE	67,5	-2663,6	143,56	89,6983	201,6079	-2,4026	201,24	-744,71
34	34-10	~17	ENVOLVENTE	-1074,57	-3598,8	-926,94	-51,3271	1,032	-7,2516	201,24	-744,71
34	34-10	~18	ENVOLVENTE	181,03	-1032,66	68,51	-146,6136	-439,1467	111,3446	201,24	-744,71
34	34-10	~16	ENVOLVENTE	612,63	-680,33	551,45	-258,2567	20,2191	-193,2433	201,24	-744,71
34	34-11	~17	ENVOLVENTE	-44,22	-707,72	497,85	-99,3054	-130,2047	-168,8582	467,5	82,41
34	34-11	~19	ENVOLVENTE	-62,29	-642,84	823	-141,9065	-258,1746	269,6521	467,5	82,41
34	34-11	~20	ENVOLVENTE	-80,85	-330,74	102,05	135,2237	-21,4636	-285,6199	467,5	82,41
34	34-11	~18	ENVOLVENTE	-78,48	-357,89	-75,37	576,5468	125,3495	857,456	467,5	82,41
34	34-11	~17	ENVOLVENTE	-139,43	-2108,98	162,55	-293,6818	-387,1965	-495,194	154,74	29,94
34	34-11	~19	ENVOLVENTE	-196,24	-1951,08	290,12	-419,0989	-773,5899	91,4019	154,74	29,94
34	34-11	~20	ENVOLVENTE	-225,82	-964,57	22,71	45,2905	-62,5656	-854,1554	154,74	29,94
34	34-11	~18	ENVOLVENTE	-266,55	-1113,6	-217,09	193,7988	39,0075	286,4282	154,74	29,94
34	34-12	~19	ENVOLVENTE	-23,56	-264,92	2,02	-88,4369	902,2477	-145,669	730,05	1160,51
34	34-12	~21	ENVOLVENTE	492,65	-232,46	2,9	-32,5319	10,444	422,9152	730,05	1160,51
34	34-12	~22	ENVOLVENTE	403,41	-422,44	514,99	414,832	-61,2694	-128,9655	730,05	1160,51
34	34-12	~20	ENVOLVENTE	-57,91	-457,57	565,16	243,9642	633,9274	-51,167	730,05	1160,51
34	34-12	~19	ENVOLVENTE	-71,66	-811,27	-14,15	-259,1759	300,6439	-438,2143	246,51	395,07

Figura 68. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

34	34-12	~21	ENVOLVENTE	168,06	-730,32	-13,47	-98,8639	2,0575	143,2665	246,51	395,07
34	34-12	~22	ENVOLVENTE	136,53	-1224,78	177,33	139,8216	-180,494	-383,1459	246,51	395,07
34	34-12	~20	ENVOLVENTE	-159,82	-1328,83	187	80,3054	210,5308	-153,9521	246,51	395,07
34	34-13	~21	ENVOLVENTE	518,51	104,91	329,91	384,8387	446,2684	205,9349	731,29	1951,06
34	34-13	1	ENVOLVENTE	-757,93	-133,13	-49,71	541,6249	255,2151	109,0688	731,29	1951,06
34	34-13	~23	ENVOLVENTE	-770,68	-663,84	-189,04	-36,0716	-12,5065	228,9719	731,29	1951,06
34	34-13	~22	ENVOLVENTE	392,26	-451,86	-10,6	-48,0453	138,1811	-56,2631	731,29	1951,06
34	34-13	~21	ENVOLVENTE	175,61	41,31	97,27	129,565	148,627	69,7543	253,91	658,86
34	34-13	1	ENVOLVENTE	-2229,1	-396,66	-153,2	185,6698	87,6806	39,1659	253,91	658,86
34	34-13	~23	ENVOLVENTE	-2249,23	-1915,34	-561,86	-120,0387	-40,5737	75,3802	253,91	658,86
34	34-13	~22	ENVOLVENTE	130,41	-1293,98	-64,88	-146,6473	45,5992	-168,6088	253,91	658,86
34	34-14	1	ENVOLVENTE	-680,07	-516,08	1479,75	559,4881	807,7226	316,6299	843,84	-11,52
34	34-14	~24	ENVOLVENTE	-777,22	-170,12	2082,39	278,5357	-168,2174	385,6627	843,84	-11,52
34	34-14	~25	ENVOLVENTE	-47,68	-144,74	669,52	-266,4845	-139,9034	-7,2614	843,84	-11,52
34	34-14	~23	ENVOLVENTE	-618,03	-800,04	-373,87	-36,3919	-62,5429	-29,6603	843,84	-11,52
34	34-14	1	ENVOLVENTE	-1989,89	-1471,81	505,79	192,4356	271,1403	107,2498	288,28	-40,33
34	34-14	~24	ENVOLVENTE	-2275,3	-485,17	708,96	94,3757	-504,7355	129,0282	288,28	-40,33
34	34-14	~25	ENVOLVENTE	-119,15	-405,91	228,46	-782,3272	-420,7713	-25,0141	288,28	-40,33
34	34-14	~23	ENVOLVENTE	-1828,69	-2411,2	-1104,17	-111,0371	-181,2026	-90,5792	288,28	-40,33
34	34-15	~24	ENVOLVENTE	-307,08	-416,39	729,24	-50,7324	333,7854	106,3932	534,58	-29,63
34	34-15	~26	ENVOLVENTE	-125,88	-509,96	770,11	-30,5679	-233,4862	58,5152	534,58	-29,63
34	34-15	~27	ENVOLVENTE	-99,77	-308,26	757,47	-219,5311	-40,9039	344,5151	534,58	-29,63
34	34-15	~25	ENVOLVENTE	-296,52	-313,01	659,88	117,001	-145,8995	-42,0946	534,58	-29,63
34	34-15	~24	ENVOLVENTE	-890,42	-1250,95	240,58	-146,0395	112,5572	37,3421	182,72	-91,36
34	34-15	~26	ENVOLVENTE	-362,41	-1477,7	262,89	-93,7632	-694,6376	20,6848	182,72	-91,36
34	34-15	~27	ENVOLVENTE	-302,54	-941,38	255,21	-660,3713	-119,4498	115,0012	182,72	-91,36
34	34-15	~25	ENVOLVENTE	-860,46	-905,49	225,97	37,7936	-436,0962	-124,4217	182,72	-91,36
34	34-16	~26	ENVOLVENTE	-194,38	-442,52	909,75	-24,2809	-224,427	323,0105	1,65	-188,89
34	34-16	~28	ENVOLVENTE	-210,25	-450,59	1094,8	315,8866	411,9694	286,2698	1,65	-188,89
34	34-16	~29	ENVOLVENTE	-229,94	-531,68	709,31	424,1789	-8,3593	-100,6055	1,65	-188,89
34	34-16	~27	ENVOLVENTE	-132,87	-521,14	608,72	-143,7502	-119,8021	276,4063	1,65	-188,89
34	34-16	~26	ENVOLVENTE	-579,39	-1297,58	306,93	-86,4789	-667,4723	107,6287	-18,93	-571,62
34	34-16	~28	ENVOLVENTE	-610,79	-1297,71	370,38	106,6441	140,6248	96,4655	-18,93	-571,62
34	34-16	~29	ENVOLVENTE	-671,05	-1562,07	234,56	140,1074	-24,7579	-296,7923	-18,93	-571,62
34	34-16	~27	ENVOLVENTE	-392,52	-1546,86	207,95	-425,4036	-358,4852	93,8348	-18,93	-571,62
34	34-17	~28	ENVOLVENTE	-504,07	-1385,75	1240,39	-46,9917	-99,7759	82,2257	1330,48	355,15
34	34-17	33	ENVOLVENTE	45,77	-1372,88	1287,7	-18,1986	-199,9256	-158,3833	1330,48	355,15
34	34-17	~30	ENVOLVENTE	952,05	-236,77	780,92	405,2039	375,3264	41,8388	1330,48	355,15
34	34-17	~29	ENVOLVENTE	-177,89	-307,59	576,98	368,5377	-127,1195	-10,7879	1330,48	355,15
34	34-17	~28	ENVOLVENTE	-1493,54	-4115,55	435,21	-142,7786	-301,4229	28,9174	449,8	128,81
34	34-17	33	ENVOLVENTE	18,38	-4115,93	425,07	-62,8511	-616,8511	-486,4028	449,8	128,81
34	34-17	~30	ENVOLVENTE	316,9	-644,13	265,58	135,5603	124,5162	14,4285	449,8	128,81
34	34-17	~29	ENVOLVENTE	-518,26	-904,98	196,37	120,7291	-378,041	-30,3642	449,8	128,81
34	34-18	33	ENVOLVENTE	902,52	-409,78	-285,96	505,4695	408,3953	75,8296	153,09	-159,47
34	34-18	~31	ENVOLVENTE	-170,69	-491,79	-452,83	400,1763	61,5954	-103,3768	153,09	-159,47
34	34-18	~32	ENVOLVENTE	-180,79	-455,75	302,68	-136,4963	-32,6987	234,9391	153,09	-159,47
34	34-18	~30	ENVOLVENTE	1106,45	-258,09	748,25	-44,61	88,1993	-145,5224	153,09	-159,47
34	34-18	33	ENVOLVENTE	304,94	-1205,15	-888,87	171,1478	137,9658	25,7795	54,32	-445,48
34	34-18	~31	ENVOLVENTE	-504,36	-1428,87	-1353,44	132,8207	19,9508	-313,1746	54,32	-445,48
34	34-18	~32	ENVOLVENTE	-540,43	-1319,36	96,86	-408,8533	-98,0686	78,0888	54,32	-445,48
34	34-18	~30	ENVOLVENTE	371,51	-743,67	239,98	-142,3932	32,789	-446,9257	54,32	-445,48

Figura 69. Fuerzas resultantes del diseño desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Cargas aplicadas al modelo computacional. En las Figuras 70 hasta la 72, se muestra el desarrollo del modelo en SAP 2000.

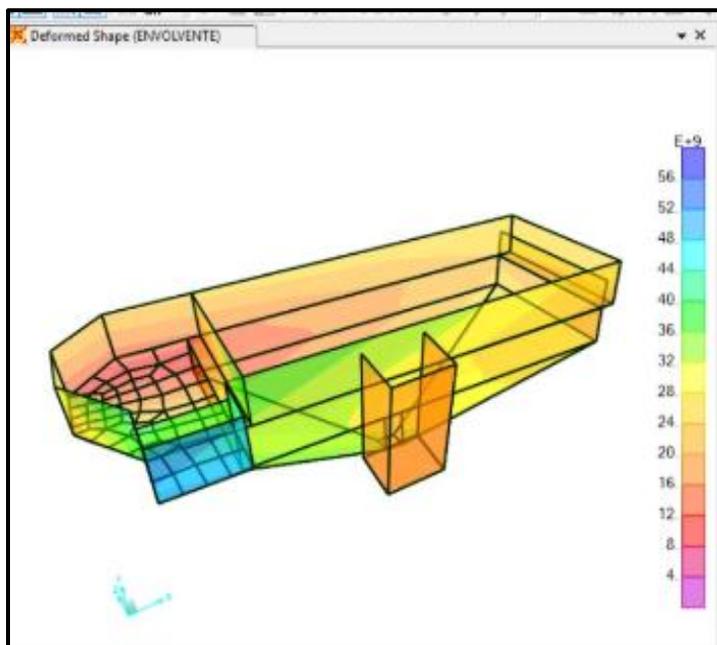


Figura 70. Deformación en estructura de desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

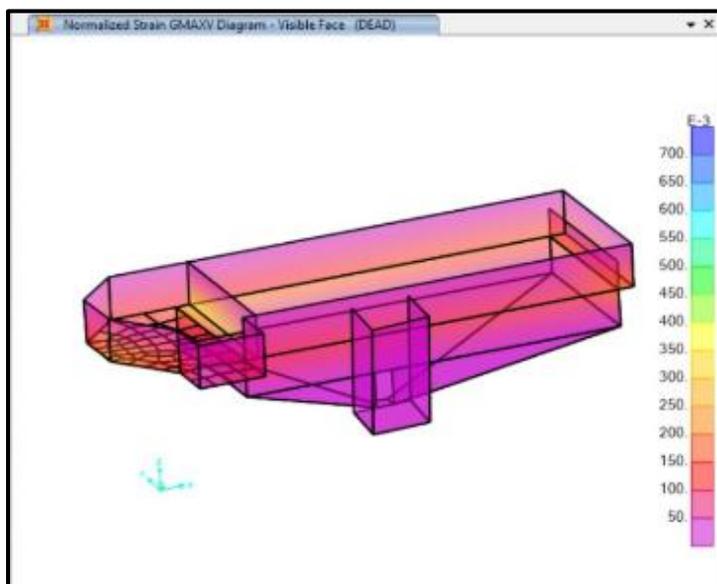


Figura 71. Carga muerta en la estructura de desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

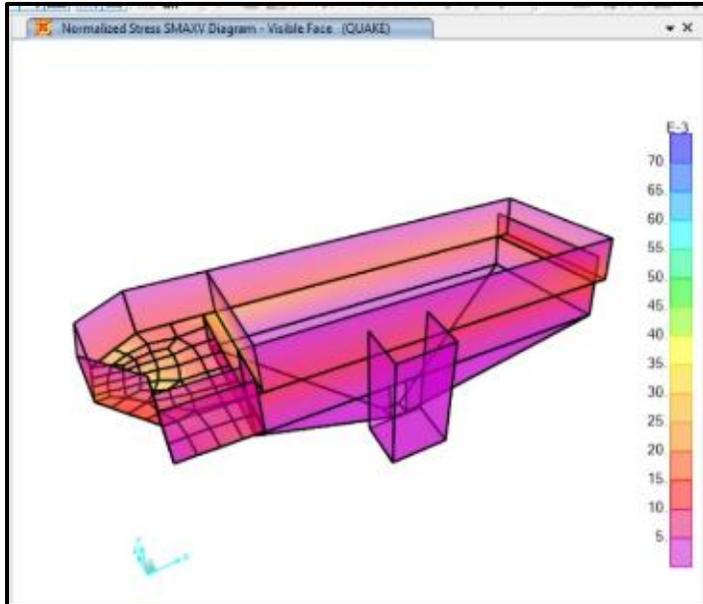


Figura 72. Carga de agua en estructura de desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Diseño de placa inferior Desarenador. Diseño de Tanques y Estructuras en Concreto -
Basado en la NSR 2010 y ACI 350 (06).

Datos de entrada y propiedades de diseño

Esfuerzo de Compresión del Concreto $f'_c = 28 \text{ Mpa } 4000 \text{ Psi}$

Esfuerzo de Fluencia del Acero de Refuerzo $F_y = 420 \text{ Mpa } 60000 \text{ Psi}$

Espesor del elemento $h = 25 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Externa $\text{rec.Ext.} = 5 \text{ cm}$

Recubrimiento en Cara Interna $\text{rec.Int.} = 5 \text{ cm}$

Ancho de la Base del Elemento $b = 100 \text{ cm}$

Cuantía Mínima de Retracción de Fraguado y Temperatura $\rho_{\text{mín.}} = 0,003$

$d \text{ Ext.} = 20,00 \text{ cm } d \text{ Int.} = 20,00 \text{ cm}$

Datos como el esfuerzo a la compresión del concreto, el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo y la cuantía mínima se obtienen a partir del Título C de la Norma Sismo Resistente (NSR-10).

Clasificación por categoría y Clase de Exposición (Tabla C.23-C.4.2.1 NSR 2010)

Congelamiento y Deshielo: F

Severidad: No Aplicable

Clase: F0 Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

f_c Requerido del Concreto según la Clase de Exposición (Tabla C23-C4.3.1) de la Norma Sismo Resistente (NSR-10) = 28.00 Mpa **Cumple**

Solicitaciones de diseño último y de servicio

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(+) MU 11 (+) = 2,05 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(-) MU 11 (-) = 5,58 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(+) MU 22 (+) = 2,45 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(-) MU 22 (-) = 4,75 Ton-m Combo 1

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(+) MS 11 (+) = 1,65 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(-) MS 11 (-) = 4,05 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(+) MS 22 (+) = 1,68 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(-) MS 22 (-) = 3,8 Ton-m

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(+) VU 13 (+) = 10,3 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(-) VU 13 (-) = 17,66 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(+) VU 23 (+) = 18,33 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(-) VU 23 (-) = 16,66 Ton

Cálculo del factor de durabilidad sanitaria. La resistencia requerida U para secciones que no sean controladas por compresión, como se definen en C.10.3.3 de la Norma Sismo Resistente (NSR-10), debe multiplicarse por el Coeficiente de Durabilidad Ambiental S_d en aquellas porciones de las estructuras ambientales donde la durabilidad, la estanqueidad, u otras consideraciones de funcionamiento deban tenerse en cuenta. Ecuación C.23-1 de la (NSR-10) como la siguiente ecuación:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} > 1.0$$

Las secciones se denominan controladas por compresión si la deformación unitaria neta de tracción en el acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o menor que el límite de deformación unitaria controlada por compresión cuando el concreto en compresión alcanza su límite de deformación supuesto de 0,003.

Las secciones son controladas por tracción si la deformación unitaria neta de tracción en el refuerzo de acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o mayor a 0,005.

De acuerdo al ACI 318, si el valor de R_{nt} requerido es mayor que el valor de R_{nt} máximo la sección se considera controlada por tracción.

Donde R_{nt} requerido se obtiene por la ecuacion:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$\Phi = 0,90$$

Y R_{nt} máximo se obtiene de la tabla 6-1. Ver Apéndice A. "Parámetros de diseño en el límite de 0.005 correspondiente a secciones controladas por tracción"

Para Momento en Sentido 11(+)	Rnt Req. = 116,95 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 11(-)	Rnt Req. = 126,43 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(+)	Rnt Req. = 123,27 Psi	Sd = N.A
Para Momento en Sentido 22(-)	Rnt Req. = 117,74 Psi	Sd = N.A

Diseño del refuerzo requerido por resistencia última.

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(+) $\rho_{\text{Análisis 11 (+)}} = 0,0020$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(-) $\rho_{\text{Análisis 11 (-)}} = 0,0022$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(+) $\rho_{\text{Análisis 22 (+)}} = 0,0021$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(-) $\rho_{\text{Análisis 22 (-)}} = 0,0020$

Se requiere el siguiente refuerzo:

Sentido 11(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Horizontal.

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación $c/22,00 \text{ cm} - 17,50 \text{ cm}$

Sentido 11(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Horizontal.

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación $c/22,00 \text{ cm} - 17,50 \text{ cm}$

Sentido 22(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Vertical.

As = 6,00 cm² Barras #4 Separación c/22,00 cm – 17,50 cm

Sentido 22(-). El cual corresponde al Refuerzo IExterno Vertical.

As = 6,00 cm² Barras #4 Separacion c/22,00 cm – 17,50 cm

Chequeo del esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo (fs)

El refuerzo calculado en el refuerzo más cercano a la cara en tracción a niveles de servicio

fs no debe exceder:

Para Exposición Ambiental Normal

$$f_{s \max} \leq 140 \text{ Mpa}$$

Para Exposición Ambiental Severa

$$f_{s \max} \leq 120 \text{ Mpa}$$

La Estructura Analizada se considera los siguientes chequeos mostrados en las Figuras 73

hasta la 75.

Análisis en el sentido 11(+)		Análisis en el sentido 11(-)		Análisis en el sentido 22(+)		Análisis en el sentido 22(-)	
Es	204000 Mpa						
Ec	20917 Mpa						
n	9,75	n	9,75	n	9,75	n	9,75
As	7,37 cm ²						
p	0,0037	p	0,0037	p	0,0037	p	0,0037
k	0,235	k	0,235	k	0,235	k	0,235
j	0,922	j	0,922	j	0,922	j	0,922
jd	18,436 cm						
fs	127 Mpa	fs	140 Mpa	fs	138 Mpa	fs	133 Mpa
fs max	140 Mpa						
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 73. Chequeo por esfuerzo a tracción en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Analisis en el sentido 13(+)	Analisis en el sentido 13(-)	Analisis en el sentido 23(+)	Analisis en el sentido 23(-)
θ_{yc} 0,67 Mpa	θ_{yc} 0,67 Mpa	θ_{yc} 0,67 Mpa	θ_{yc} 0,67 Mpa
θ_{vc} 13,3 Ton	θ_{vc} 13,3 Ton	θ_{vc} 13,3 Ton	θ_{vc} 13,3 Ton
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 74. Chequeo por cortante en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Analisis en el sentido 11(+)	Analisis en el sentido 11(-)	Analisis en el sentido 22(+)	Analisis en el sentido 22(-)
Mcr 4,18 Ton-m	Mcr 4,18 Ton-m	Mcr 4,18 Ton-m	Mcr 4,18 Ton-m
pcr 0,0029	pcr 0,0029	pcr 0,0029	pcr 0,0029
As,cr 5,72 cm ²			
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 75. Chequeo por momento de agrietamiento en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Diseño de muros Desarenador. Diseño de Tanques y Estructuras en Concreto - Basado en la NSR 2010 y ACI 350 (06).

Datos de entrada y propiedades de diseño

Esfuerzo de Compresión del Concreto $f'_c = 28$ Mpa 4000 Psi

Esfuerzo de Fluencia del Acero de Refuerzo $F_y = 420$ Mpa 60000 Psi

Espesor del elemento $h = 25$ cm

Recubrimiento en Cara Externa rec.Ext. = 5 cm

Recubrimiento en Cara Interna rec.Int. = 5 cm

Ancho de la Base del Elemento $b = 100$ cm

Cuantía Mínima de Retracción de Fraguado y Temperatura $\rho_{\text{mín.}} = 0,003$

d Ext. = 20,00 cm d Int. = 20,00 cm

Clasificación por categoría y Clase de Exposición (Tabla C.23-C.4.2.1 NSR 2010)

Congelamiento y Deshielo: F

Severidad: No Aplicable

Clase: F0 Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

f'c Requerido del Concreto según la Clase de Exposición (Tabla C23-C4.3.1)(NSR-10)=

28.00 Mpa **Cumple**

Solicitaciones de diseño último y de servicio.

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(+) MU 11 (+) = 2,05 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 11(-) MU 11 (-) = 5,58 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(+) MU 22 (+) = 2,45 Ton-m Combo 1

Momento Máximo Mayorado en Sentido 22(-) MU 22 (-) = 4,75 Ton-m Combo 1

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(+) MS 11 (+) = 1,65 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 11(-) MS 11 (-) = 4,05 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(+) MS 22 (+) = 1,68 Ton-m

Momento Máximo de Servicio en Sentido 22(-) MS 22 (-) = 3,8 Ton-m

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(+) VU 13 (+) = 10,3 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 13(-) VU 13 (-) = 17,66 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(+) VU 23 (+) = 18,33 Ton

Cortante Máximo Mayorado en Sentido 23(-) VU 23 (-) = 16,66 Ton

Calculo del factor de durabilidad sanitaria. La resistencia requerida U para secciones que no sean controladas por compresión, como se definen en C.10.3.3 de la Norma Sismo Resistente (NSR-10), debe multiplicarse por el Coeficiente de Durabilidad Ambiental S_d en aquellas porciones de las estructuras ambientales donde la durabilidad, la estanqueidad, u otras consideraciones de funcionamiento deban tenerse en cuenta. Ecuación C.23-1 de la (NSR-10) como la siguiente ecuación:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} > 1.0$$

Las secciones se denominan controladas por compresión si la deformación unitaria neta de tracción en el acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o menor que el límite de deformación unitaria controlada por compresión cuando el concreto en compresión alcanza su límite de deformación supuesto de 0,003.

Las secciones son controladas por tracción si la deformación unitaria neta de tracción en el refuerzo de acero extremo en tracción, ϵ_t , es igual o mayor a 0,005.

De acuerdo al ACI 318, si el valor de R_{nt} requerido es mayor que el valor de R_{nt} máximo la sección se considera controlada por tracción.

Donde R_{nt} requerido se obtiene por la ecuacion:

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$\Phi = 0,90$$

Y R_{nt} máximo se obtiene de la tabla 6-1 Ver Apéndice A. "Parámetros de diseño en el límite de 0.005 correspondiente a secciones controladas por tracción"

Para Momento en Sentido 11(+)	$R_{nt} \text{ Req.} = 129,59 \text{ Psi}$	$S_d = \text{N.A}$
Para Momento en Sentido 11(-)	$R_{nt} \text{ Req.} = 115,76 \text{ Psi}$	$S_d = \text{N.A}$
Para Momento en Sentido 22(+)	$R_{nt} \text{ Req.} = 131,17 \text{ Psi}$	$S_d = \text{N.A}$
Para Momento en Sentido 22(-)	$R_{nt} \text{ Req.} = 123,27 \text{ Psi}$	$S_d = \text{N.A}$

Diseño del refuerzo requerido por resistencia última

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(+) $\rho_{\text{Análisis 11 (+)}} = 0,0020$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 11(-) $\rho_{\text{Análisis 11 (-)}} = 0,0022$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(+) $\rho_{\text{Análisis 22 (+)}} = 0,0021$

Cuantía Mínima Requerida por Resistencia en Sentido 22(-) $\rho_{\text{Análisis 22 (-)}} = 0,0020$

Se requiere el siguiente refuerzo:

Sentido 11(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Horizontal.

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación $c/22,00 \text{ cm} - 17,50 \text{ cm}$

Sentido 11(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Horizontal.

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación $c/22,00 \text{ cm} - 17,50 \text{ cm}$

Sentido 22(+). El cual corresponde al Refuerzo Interno Vertical.

$A_s = 6,00 \text{ cm}^2$ Barras #4 Separación $c/22,00 \text{ cm} - 17,50 \text{ cm}$

Sentido 22(-). El cual corresponde al Refuerzo Externo Vertical.

As = 6,00 cm²

Barras #4

Separacion c/22,00 cm – 17,50 cm

Chequeo del esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo (fs). El refuerzo calculado en el refuerzo más cercano a la cara en tracción a niveles de servicio fs no debe exceder:

Para Exposición Ambiental Normal

$$f_{s \max} \leq 140 \text{ Mpa}$$

Para Exposición Ambiental Severa

$$f_{s \max} \leq 120 \text{ Mpa}$$

La Estructura Analizada se considera los siguientes chequeos mostrados en las Figuras 76 hasta la 78.

Analisis en el sentido 11(+)		Analisis en el sentido 11(-)		Analisis en el sentido 22(+)		Analisis en el sentido 22(-)	
Es	204000 Mpa						
Ec	20917 Mpa						
n	9,75	n	9,75	n	9,75	n	9,75
As	7,37 cm ²						
p	0,0037	p	0,0037	p	0,0037	p	0,0037
k	0,235	k	0,235	k	0,235	k	0,235
j	0,922	j	0,922	j	0,922	j	0,922
jd	18,436 cm						
fs	131 Mpa	fs	127 Mpa	fs	139 Mpa	fs	125 Mpa
fs max	140 Mpa						
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 76. Chequeo por esfuerzo de tracción en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Analisis en el sentido 13(+)		Analisis en el sentido 13(-)		Analisis en el sentido 23(+)		Analisis en el sentido 23(-)	
θyc	0,67 Mpa						
θvc	13,3 Ton						
Cumple		Cumple		Cumple		Cumple	

Figura 77. Chequeo por cortante en la bocatoma.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Analisis en el sentido 11(+)	Analisis en el sentido 11(-)	Analisis en el sentido 22(+)	Analisis en el sentido 22(-)
Mcr 4,18 Ton-m pcr 0,0029 As,cr 5,72 cm ²			
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Figura 78. Chequeo momento de agrietamiento.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Resultados del diseño. Los resultados del diseño se muestra en el Apéndice H y en la Tabla 32 se muestra el acero de refuerzo del desarenador.

Tabla 32

Acero de refuerzo del desarenador

ELEMENTO	ESPESOR (cm)	REFUERZO HORIZONTAL	REFUERZO HORIZONTAL	REFUERZO VERTICAL	REFUERZO VERTICAL
Placa de fondo	25	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm
Muros	25	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm
Muros	25	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm	#4 c/22cm

Nota. La tabla presenta información sobre el acero de refuerzo del desarenador. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Diagramas resultantes de momentos y cortantes para placa y muros del Desarenador.

En las Figuras 79 hasta la 83 se muestran los diagramas obtenidos de las modelaciones en SAP 2000.

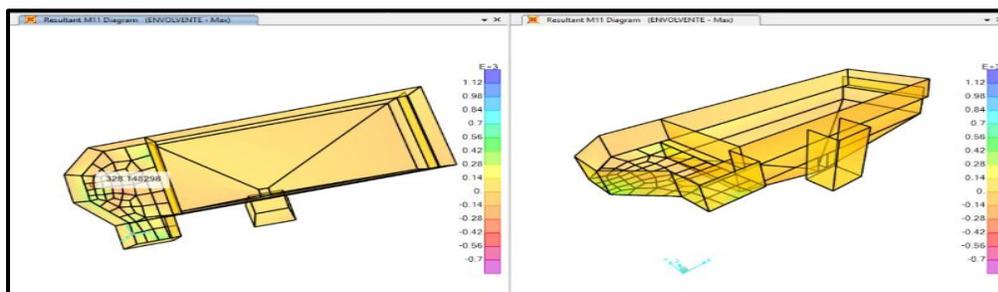


Figura 79. Diagrama resultante de momento 11 en placa y muros Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

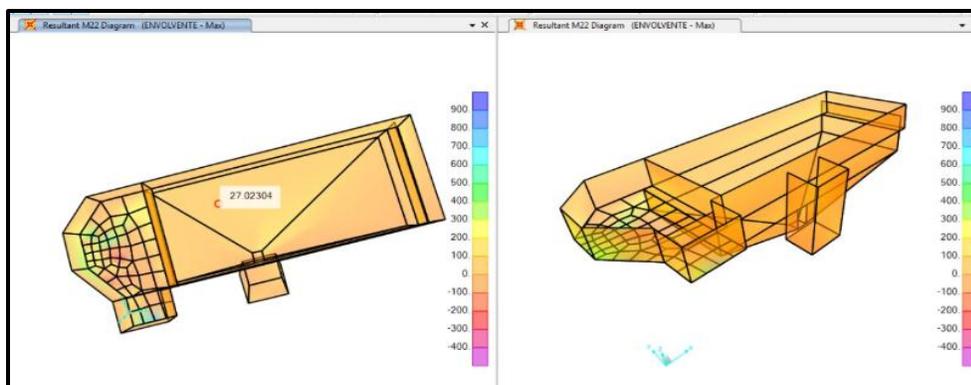


Figura 80. Diagrama resultante momento 22 en placa y muros Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

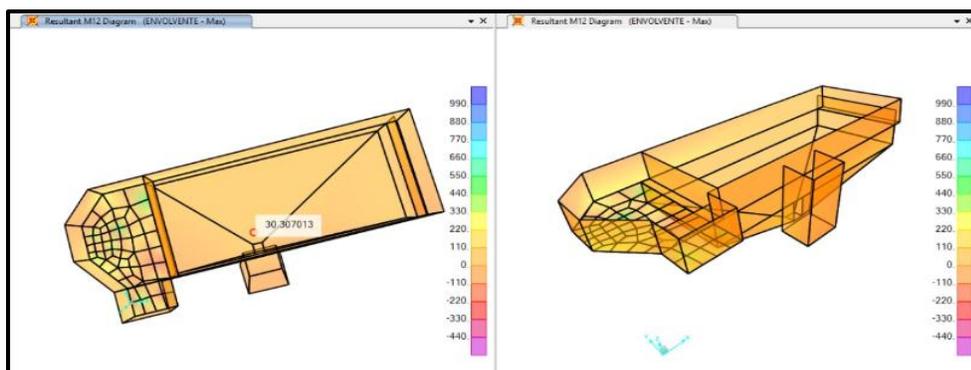


Figura 81. Diagrama resultante momento 22 en placa y muros Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

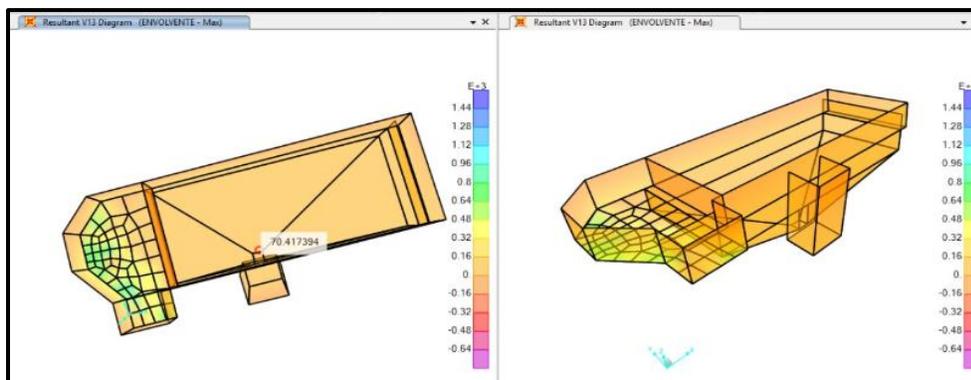


Figura 82. Diagrama resultante momento 12 en placa y muros Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

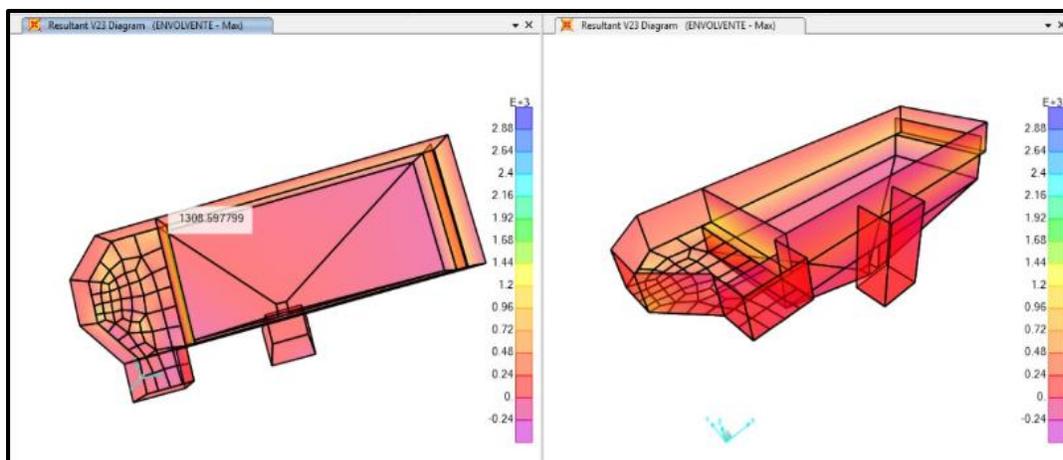


Figura 83. Diagrama resultante cortante 13 en placa y muros Desarenador.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Diseño estructural de Cámara de Carga. Generalidades. El diseño estructural de la Cámara de carga del proyecto en estudio, tiene las siguientes características principales:

Altura del concreto = 0,50 mts

Espesor Placa de Fondo = 0,25 mts

Espesor de Muros = 0,25- 0,15 mts

Profundidad de Excavación Máxima = 0,5 mts

Descripción. La estructura que compone la cámara es tipo cajón abierto en concreto reforzado, con dimensiones principales en planta de 0,50m x 2,10m, 0,50m. Los muros tienen un espesor de 0,25m y del vertedero de 0,15m y cuenta con aberturas para las tuberías de conexión. La placa de fondo de la estructura tiene un espesor de 0,25m, la cual irá apoyada sobre una capa de concreto de limpieza.

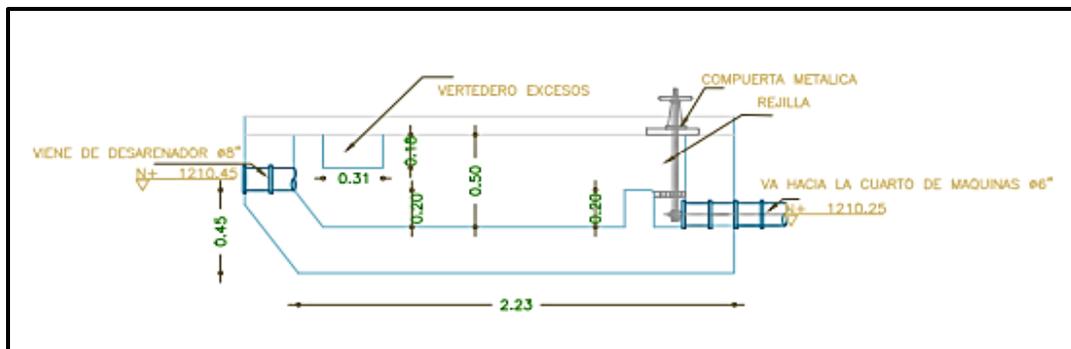


Figura 84. Estructura de la Cámara de Carga.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (SAP 2000)

Características del suelo. Se asume un relleno en los muros de las siguientes características: Se asume un relleno en los muros de las siguientes características: Datos obtenidos del Título H de la Norma Sismo Resistente (NSR-10).

Peso Específico del Suelo= 1,80 ton/m³

Ángulo de Fricción Interna del Suelo= 30°

(reposo) $K_0 = \{1 - \text{seno}(\varphi)\} = 0,50$

(activo) $K_a = \{1 - \text{seno}(\varphi)\} / \{1 + \text{seno}(\varphi)\} = 0,33$

K_v (Módulo de Reacción Vertical)= 874,00 ton/m³

Nivel Freático = N.E.mts

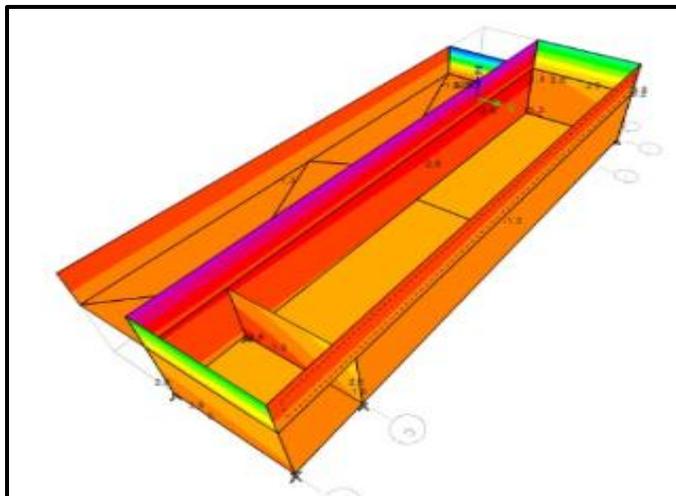


Figura 85. Modelación de Cámara de Carga

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

Método de Análisis. Para el análisis de las cargas y momentos que actúan sobre la cámara de carga se utilizó el Software ETABS 2017 (Software Libre), dándose los siguientes resultados mostrados en las Figuras 86 hasta la.

Joint	F1	F2	F3	M1	M2	M3
8	0,0237	0	2,3332	0,0135	0,0489	0
7	0	0	2,1258	0,1173	0,0237	0,0382
9	0,1242	0,5865	0	0	0,0232	0
10	0,5055	0,2365	0	0,0298	0,0469	0,038
8	0,1546	0,2609	0,4339	0,0129	0,1198	0,1628
14	0,1549	0,6825	0	0,01	0	0,163
15	0	0	0	0,0107	0	0
10	0	0	0,3479	0,0144	0,0564	0
7	0,0589	0,0894	0,3091	0,0223	0	0
23	0,0768	0,6083	0	0,0099	0,0982	0
24	0	0	0,0085	0,0079	0	0,0391
9	0	0	0,4065	0,019	0	0,0556
14	0,0513	0	1,4944	0,0244	0,0384	0
23	0	0	1,6709	0,0314	0,0238	0,0359
24	0,0636	0,0843	0	0	0,0231	0
15	0,1509	0,1221	0,0272	0	0,0379	0,1498
28	0	0	0,7433	0	0,0097	0,0004
29	0	0	0,989	0,004	0,0079	0,0011
31	0	0	0	0	0	0
32	0,2123	0,0401	0,1881	0,01	0,0018	0,0009
28	0,205	0	0	0	0,0383	0,0011

Figura 86. Resultantes en la estructura de Cámara de Carga.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

	30	0,4063	0,0152	0,3828	0	0,0456	0,0072
	33	0	0,6117	0,5207	0	0,0279	0
	32	0	0	0	0	0	0
	5	0,996	0	7,0478	0	0,1485	0
	6	0	0	6,4778	0	0	0
	7	0,5518	0,6915	0	0,3447	0	0,0213
	8	0	0,709	0	0,3105	0,1695	0,1134
	5	0,2798	0,2359	1,5508	0,0232	0,0431	0,1526
	13	0,1401	0,2138	0,8562	0,0038	0	0,1404
	14	0	0	0	0,0108	0	0
	8	0	0	0	0,05	0,2746	0
	6	0	0,2551	1,2582	0,021	0	0
	22	0	0,3692	0,5831	0	0,0507	0
	23	0,0707	0	0	0,013	0,0133	0,0374
	7	0,2069	0	0	0,0602	0	0,0354
	13	0,2393	0,2805	3,492	0	0,0458	0
	22	0	0,3719	3,4256	0	0	0
	23	0,1168	0	0	0	0	0,0033
	14	0	0	0	0	0,0555	0,1192
	37	0	0	0,6645	0	0	0,0005
~23		0,0731	0,0692	0,1931	0,015	0,003	0
	29	0,0965	0,0029	0	0,028	0	0
~24		0	0,0303	0,2374	0	0,0053	0,0097
	30	0,3251	0	1,184	0	0	0,0395
	28	0	0,5824	0	0	0,0212	0
~24		0	0	0,3229	0	0	0,0053
	28	0,0365	0,0403	0,3583	0,0193	0	0,0074
~23		0,0017	0,0325	0,119	0,0767	0	0,0053
~24		0,1499	0,0605	0,4579	0	0	0,0034
~23		0	0	0	0,0524	0,0368	0
	37	0	0,0374	0,4259	0	0,0685	0,0024
	29	0,0803	0	0	0	0	0,0002
	7	0	0	1,0822	0	0	0
	37	0,1186	0,0662	0,1309	0	0,0002	0
	34	0	0	1,907	0,0053	0	0
	35	0	0	1,1984	0	0,0041	0,0007
	36	0,0018	0,1666	0	0	0	0,000001222
	37	0,0648	0,1594	0	0,0071	0	0
~25		0,0174	0,0125	1,4488	0,0815	0,0976	0,0013
	13	0	0	1,4461	0	0,1123	0
	5	0,0724	0	1,7697	0	0	0
~26		0	0,0151	1,6808	0,0895	0	0
~25		0,0092	0	1,4714	0,0543	0	0
~26		0	0	1,6856	0,0577	0,0747	0,0011
	34	0,0272	0,0042	1,6979	0	0,0497	0
	35	0	0,0048	1,4904	0	0	0
	35	0,004	0,0101	0,4282	0,0386	0	0,0007
	34	0	0,0221	0,503	0,0404	0,0089	0,0026
	6	0	0	0,5205	0	0,03	0,009
	22	0,0153	0	0,4519	0	0	0,0071

Figura 87. Resultantes en la estructura de Cámara de Carga.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

Cargas aplicadas al modelo computacional. En la Figura se muestra la modelación de las cargas relacionadas a la estructura.

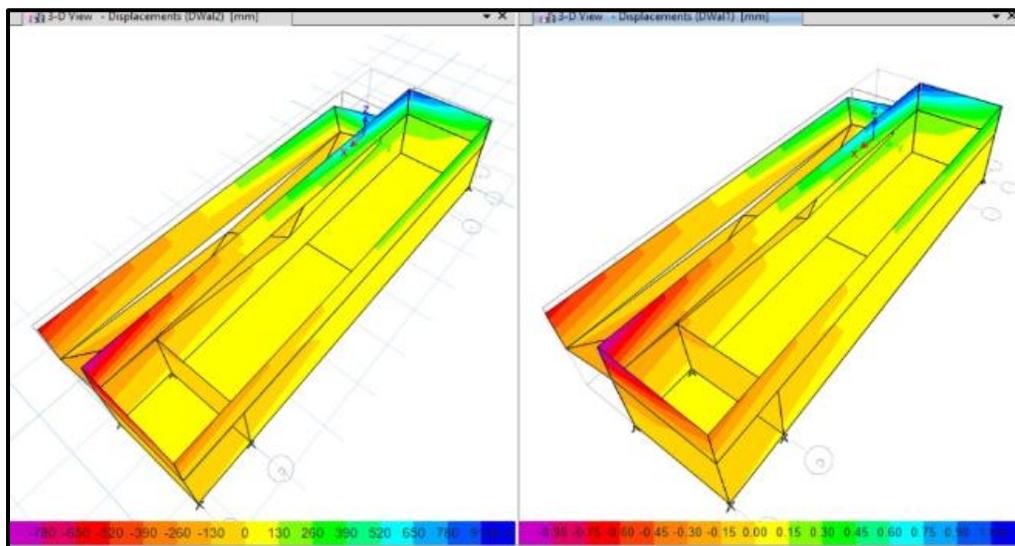


Figura 88. Deformaciones por efecto de las cargas en la Cámara de carga.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

Diseño de la cámara de carga y resultados de diseño. Al ser la cámara de carga una estructura pequeña se realiza el diseño en el software utilizado para la modelación, de ello se tienen los siguientes resultados contemplados en la Tabla 33.

Tabla 33

Acero de refuerzo para cámara de carga. Ver Apéndice I

ELEMENTO	ESPESOR (cm)	REFUERZO HORIZONTAL	REFUERZO VERTICAL
Placa de fondo	25	#4 c/10cm	#4 c/10cm
Muros	25	#4 c/10cm	#4 c/10cm
Muros	15	#4 c/10cm	#4 c/10cm

Nota. La tabla contiene información sobre el Acero de refuerzo para cámara de carga. Fuente: (Autora del proyecto

2018)

Diagramas resultantes del diseño. En las Figuras 89 hasta la 91 se detalla el diagrama de fuerzas resultantes de la estructura.

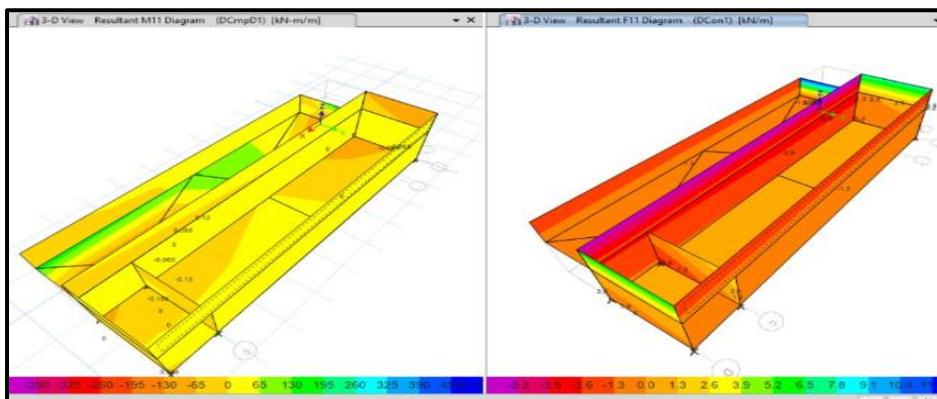


Figura 89. Diagrama de resultante de momento 11 y F11 en la estructura de Cámara.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

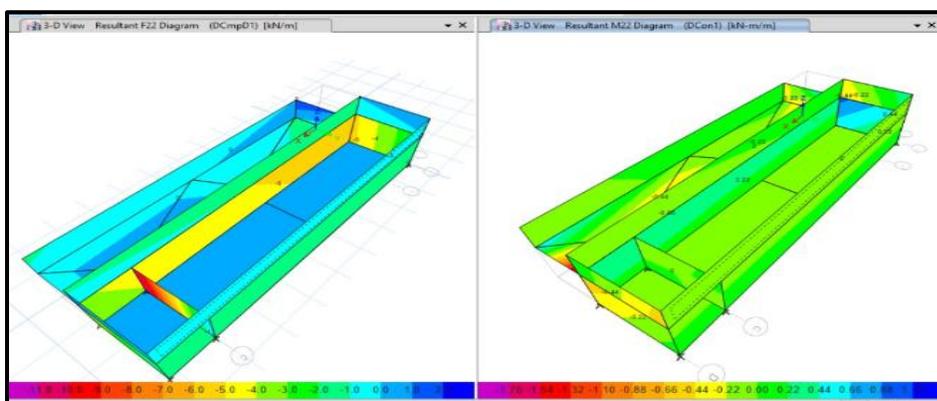


Figura 90. Diagrama de resultante de momento 22 y F22 en la estructura de Cámara.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

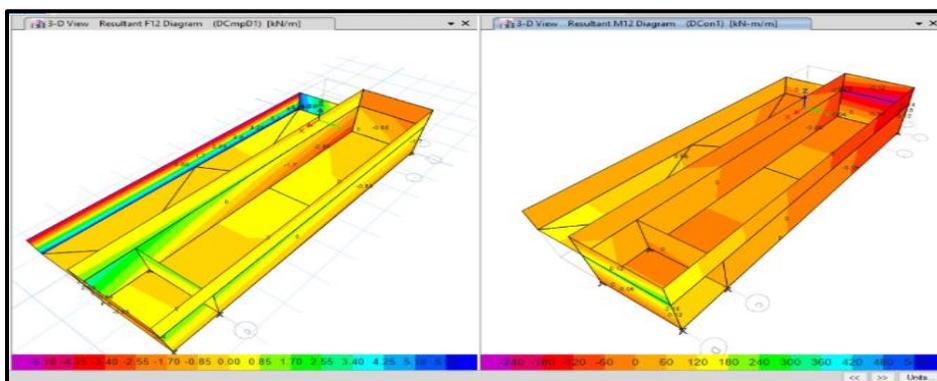


Figura 91. Diagrama resultante de momento 12 y F12 en la estructura de Cámara.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

Diseño estructural de Casa de Maquina. La modelación y diseño estructural de la casa de máquinas se realizó mediante el software ETABS 2017 ya que la estructura tiene dimensiones relativamente pequeñas.

Descripción. La estructura que compone la casa de máquinas consta de 4 columnas con cimentación combinada, con dimensiones principales en planta de 2,0 m x 2,0m, 2,6m. Los muros tienen un espesor de 0,15m y columnas de sección 20 cm * 15 cm. En la Figura 92 se muestra la vista transversal de la casa de máquinas.

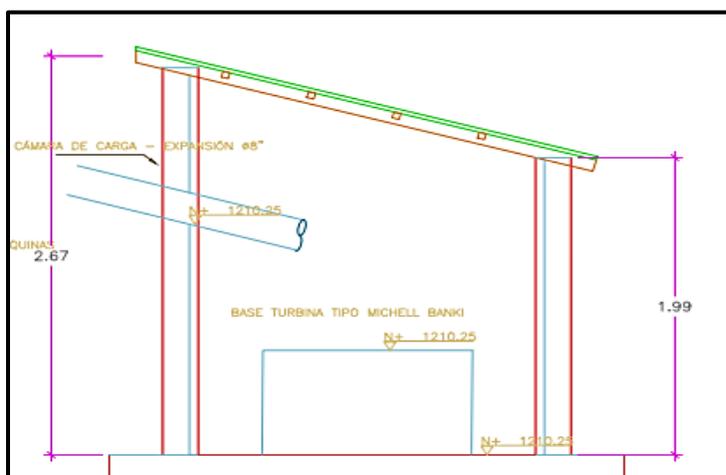


Figura 92. Estructura de Casa de Maquinas.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Método de análisis. Para el análisis de las cargas y momentos que actúan sobre la cámara de carga se utilizó el Software ETABS 2017, dándose los siguientes resultados mostrados en la Figura 93, tanto para la cimentación como para las columnas.

Frame Eleme	Load Case/Com	F1	F2	F3	M1	M2	M3
6	ENVOLVENTE	0,571711064	0,637974184	15,24290961	720,125434	-426,2391875	-0,140730108
6	ENVOLVENTE	-0,408365046	-0,455695846	-10,46362612	-787,7928173	939,7615009	0,213492006
6	ENVOLVENTE	0,408365046	0,455695846	10,88776231	514,3709944	-596,7348625	-0,213492006
6	ENVOLVENTE	-0,571711064	-0,637974184	-14,64911895	-1102,909944	671,2582149	0,140730108
11	ENVOLVENTE	0,570811379	-0,455253604	15,2425648	-514,5099919	-426,3467133	-0,140730108
11	ENVOLVENTE	-0,407722414	0,637355046	-10,4633309	1102,727016	939,3722262	0,213492006
11	ENVOLVENTE	0,407722414	-0,637355046	10,88746708	-720,3139887	-596,8853986	-0,213492006
11	ENVOLVENTE	-0,570811379	0,455253604	-14,64877414	787,6621544	670,9801616	0,140730108
14	ENVOLVENTE	-0,408084212	-0,028020838	7,672233901	11,49861526	841,7914194	38,42377799
14	ENVOLVENTE	0,571317897	0,039229173	7,42702401	12,03888877	-670,9801906	40,03456878
14	ENVOLVENTE	-0,571317897	-0,039229173	5,480167072	8,213296612	601,2795853	27,44555571
14	ENVOLVENTE	0,408084212	0,028020838	5,3049417	8,599206267	-939,3722668	-0,213492006
15-1	ENVOLVENTE	-6,55209E-15	1,81899E-16	7,221747359	1114,763136	-2,90133E-05	5,83844E-13
15-1	ENVOLVENTE	9,17293E-15	-1,13687E-16	-4,658215175	-305,4203736	4,38897E-05	-5,28644E-14
15-1	ENVOLVENTE	-9,17293E-15	1,13687E-16	5,158390971	796,2593827	-4,38897E-05	4,17032E-13
15-1	ENVOLVENTE	6,55209E-15	-1,81899E-16	-6,521501245	-427,588523	2,90133E-05	-7,40101E-14
15-2	ENVOLVENTE	-2,1011E-17	-7,10543E-18	6,521501245	427,588523	-2,90133E-05	3,0758E-14
15-2	ENVOLVENTE	2,94154E-17	9,9476E-18	6,521504014	-305,4221537	4,38897E-05	1,89004E-14
15-2	ENVOLVENTE	-2,94154E-17	-9,9476E-18	4,658215175	305,4203736	-4,38897E-05	2,197E-14
15-2	ENVOLVENTE	2,1011E-17	7,10543E-18	4,6582134	-427,5910152	2,90133E-05	1,35003E-14
15-3	ENVOLVENTE	2,90967E-15	0	-4,6582134	427,5910152	-2,90133E-05	6,2085E-13
15-3	ENVOLVENTE	-2,07789E-15	2,27374E-17	7,221750128	-796,2613607	4,38897E-05	3,5127E-13
15-3	ENVOLVENTE	2,07789E-15	-2,27374E-17	-6,521504014	305,4221537	-4,38897E-05	4,43464E-13
15-3	ENVOLVENTE	-2,90967E-15	0	5,158389196	-1114,765905	2,90133E-05	2,50907E-13
17	ENVOLVENTE	-0,408003247	0,038610035	7,671886324	-8,063290374	841,5534697	-26,94557666
17	ENVOLVENTE	0,571204546	-0,027521322	7,427371587	-8,449502537	-671,2581859	-28,09706638
17	ENVOLVENTE	-0,571204546	0,027521322	5,479918803	-11,31282964	601,1096212	-37,80449338
17	ENVOLVENTE	0,408003247	-0,038610035	5,305231398	-11,85319156	-939,7614603	-39,41557728
5	ENVOLVENTE	0,571711064	0,637974184	16,72738627	-169,1684585	260,8317337	-0,140730108
5	ENVOLVENTE	-0,408365046	-0,455695846	-10,88776231	-514,3709944	596,7348625	0,213492006
5	ENVOLVENTE	0,408365046	0,455695846	11,94810278	-236,8358418	186,3083812	-0,213492006
5	ENVOLVENTE	-0,571711064	-0,637974184	-15,24290961	-720,125434	426,2391875	0,140730108
8	ENVOLVENTE	-0,407598763	0,941479689	16,37812686	-111,7683151	-10,28853036	-0,183311125
8	ENVOLVENTE	0,570638268	-0,672485492	-10,63832157	-896,9599234	-601,1096143	0,278075152
8	ENVOLVENTE	-0,570638268	0,672485492	11,69886204	-156,4756412	-14,40394251	-0,278075152
8	ENVOLVENTE	0,407598763	-0,941479689	-14,8936502	-1255,743893	-841,55346	0,183311125
10	ENVOLVENTE	0,570811379	-0,455253604	16,72704146	235,71858	259,3316705	-0,140730108
10	ENVOLVENTE	-0,407722414	0,637355046	-10,88746708	720,3139887	596,8853986	0,213492006
10	ENVOLVENTE	0,407722414	-0,637355046	11,94780756	168,3704143	185,2369075	-0,213492006
10	ENVOLVENTE	-0,570811379	0,455253604	-15,2425648	514,5099919	426,3467133	0,140730108
13	ENVOLVENTE	-0,408488697	-0,672927734	16,37844417	157,6203973	-11,45345256	-0,183311125
13	ENVOLVENTE	0,571884175	0,942098827	-10,63854822	1255,527844	-601,2795923	0,278075152
13	ENVOLVENTE	-0,571884175	-0,942098827	11,6988887	112,5859981	-16,03483359	-0,278075152
13	ENVOLVENTE	0,408488697	0,672927734	-14,89396751	896,8056026	-841,7914292	0,183311125
16-1	ENVOLVENTE	-4,01634E-15	0	7,221763875	1267,056722	-6,96044E-06	7,13561E-13
16-1	ENVOLVENTE	5,62288E-15	0	-4,658221968	-414,2003271	9,74461E-06	-2,82625E-13
16-1	ENVOLVENTE	-5,62288E-15	0	5,158397764	905,040516	-9,74461E-06	5,09687E-13
16-1	ENVOLVENTE	4,01634E-15	0	-6,521517761	-579,8804579	6,96044E-06	-3,95676E-13
16-2	ENVOLVENTE	1,13659E-17	-7,10543E-18	6,521517761	579,8804579	-6,96044E-06	-2,02007E-14
16-2	ENVOLVENTE	-8,11851E-18	1,13687E-17	6,521487498	-414,180872	9,74461E-06	5,7895E-15
16-2	ENVOLVENTE	8,11851E-18	-1,13687E-17	4,658221968	414,2003271	-9,74461E-06	-2,8281E-14
16-2	ENVOLVENTE	-1,13659E-17	7,10543E-18	4,658205356	-579,8532208	6,96044E-06	4,0572E-15
16-3	ENVOLVENTE	2,32898E-15	1,81899E-16	-4,658205356	579,8532208	-6,96044E-06	6,70309E-13
16-3	ENVOLVENTE	-1,66289E-15	-1,13687E-16	7,221733612	-905,0188992	9,74461E-06	5,22846E-13
16-3	ENVOLVENTE	1,66289E-15	1,13687E-16	-6,521487498	414,180872	-9,74461E-06	4,78657E-13
16-3	ENVOLVENTE	-2,32898E-15	-1,81899E-16	5,158381151	-1267,026459	6,96044E-06	3,73461E-13
4	ENVOLVENTE	0,571711064	0,637974184	17,22221183	-397,0163813	546,6872657	-0,140730108
4	ENVOLVENTE	-0,408365046	-0,455695846	-11,94810278	236,8358418	-186,3083812	0,213492006
4	ENVOLVENTE	0,408365046	0,455695846	12,30154961	-555,8229338	390,4909041	-0,213492006
4	ENVOLVENTE	-0,571711064	-0,637974184	-16,72738627	169,1684585	-260,8317337	0,140730108
7	ENVOLVENTE	-0,407598763	0,941479689	16,87295242	-448,0110613	-214,0879119	-0,183311125
7	ENVOLVENTE	0,570638268	-0,672485492	-11,69886204	156,4756412	14,40394251	0,278075152
7	ENVOLVENTE	-0,570638268	0,672485492	12,05210887	-627,2154858	-299,7230767	-0,278075152
7	ENVOLVENTE	0,407598763	-0,941479689	-16,37812686	111,7683151	10,28853036	0,183311125
9	ENVOLVENTE	0,570811379	-0,455253604	17,22186702	554,3961029	544,7373602	-0,140730108
9	ENVOLVENTE	-0,407722414	0,637355046	-11,94780756	-168,3704143	-185,2369075	0,213492006
9	ENVOLVENTE	0,407722414	-0,637355046	12,30125438	395,9972164	389,0981144	-0,213492006
9	ENVOLVENTE	-0,570811379	0,455253604	-16,72704146	-235,71858	-259,3316705	0,140730108
12	ENVOLVENTE	-0,408488697	-0,672927734	16,87326973	628,669811	-215,6978008	-0,183311125
12	ENVOLVENTE	0,571884175	0,942098827	-11,6988887	-112,5859981	16,03483359	0,278075152
12	ENVOLVENTE	-0,571884175	-0,942098827	12,05233552	449,049865	-301,9769212	-0,278075152
12	ENVOLVENTE	0,408488697	0,672927734	-16,37844417	-157,6203973	11,45345256	0,183311125

Figura 93. Resultantes envolvente para cimentación Casa de Maquina..

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Cargas aplicadas al modelo computacional. En la Figura 94 se muestra la aplicación de las cargas y el desplazamiento de la estructura.

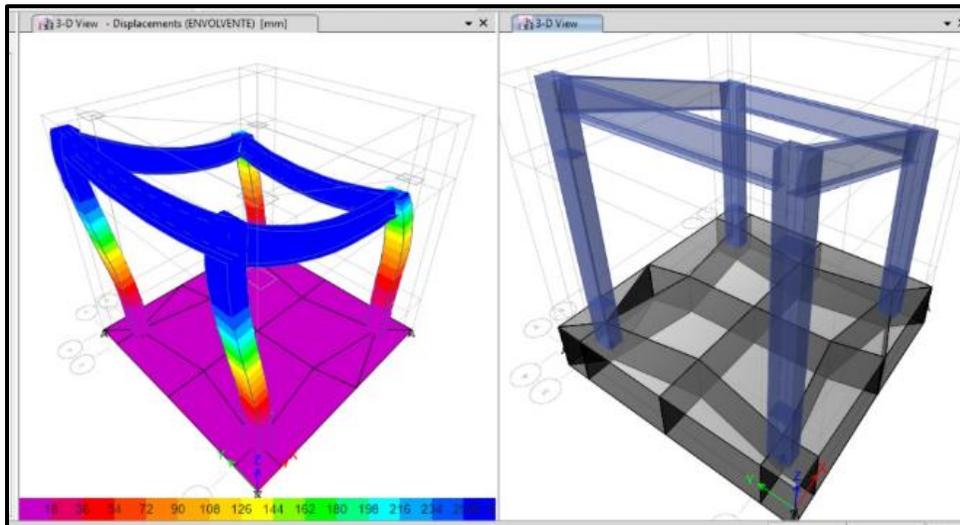


Figura 94. Desplazamientos en la estructura de casa de maquina por acción de las fuerzas y momentos.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

Diseño Casa de Maquina. El diseño obtenido mediante la utilización del software es el siguiente:

Para la zapata combinada: 8 #4

Para las columnas: 4 #4 (Ver Apéndice I).

Diagramas resultantes del diseño. En las Figuras 95 y 96 se muestra los diagramas resultantes del diseño.

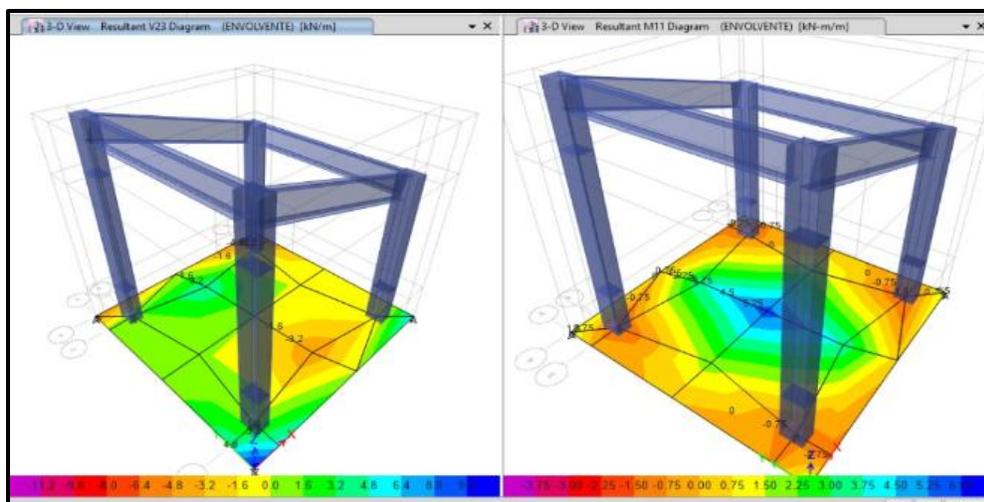


Figura 95. Diagrama resultante de cortante 23 y momento 11 en casa de máquina.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

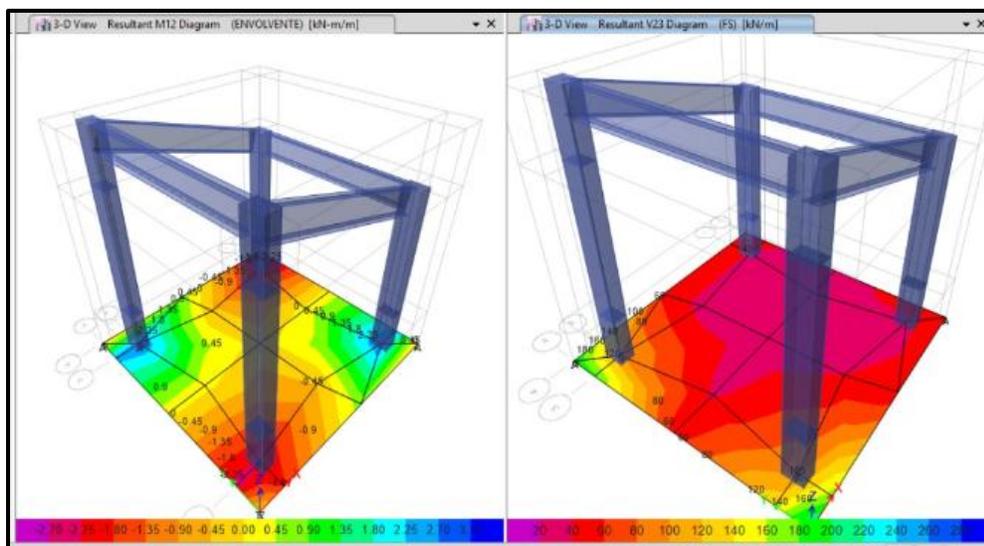


Figura 96. Diagrama resultante de cortante 23 y momento 12 en casa de máquina.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (ETABS 2017)

4.3 Planificación de la gestión de alcance, tiempo de ejecución, costo y calidad que aseguran el éxito del proyecto y permita decidir si es factible su construcción

4.3.1 Programación de obra. El desarrollo de esta actividad se detalla a continuación:

4.3.1.1 Estructura de división de trabajo EDT. La estructura para la división del trabajo, EDT viene a ser la división del proyecto entre las partes que lo componen de manera lógica y sistemática con el fin de establecer paquetes de trabajo que permitan un manejo más fácil y efectivo. En el proyecto se organizan las actividades principales junto con las actividades secundarias en orden específico para la mejor ejecución del mismo, dicho desglose se muestra en las Figuras 97 y 98.

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
0		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRA HIDROELECTRICA EN EL SECTOR DE LA PRADERA, OCAÑA NTS	111.89 días	lun 6/01/20
1		1 BOCATOMA	68.43 días	lun 6/01/20
2		1.1 PRELIMINARES	68.43 días	lun 6/01/20
3		1.1.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (BOCATOMA)	0.29 días	lun 6/01/20
4		1.1.2 EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (BOCATOMA)	16.5 días	mié 15/01/20
5		1.1.3 RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (BOCATOMA)	5.43 días	vie 6/03/20
6		1.1.4 RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 100m (BOCATOMA)	13.34 días	vie 13/03/20
7		1.1.5 MANEJO DE AGUAS, DESVIO Y RETORNO DEL CAUCE (BOCATOMA)	7.5 días	lun 6/01/20
8		1.2 ESTRUCTURA	37.81 días	mar 4/02/20
9		1.2.1 INSTALACION DE CICLOPEO DE 2500 PSI SIN FORMALETA (BOCATOMA)	6.24 días	mar 4/02/20
10		1.2.2 CONCRETO DE 4000 PSI INC. FORMALETA (BOCATOMA)	20.63 días	jue 6/02/20
11		1.2.3 CONCRETO DE 4000 PSI INC. FORMALETA IMPERMEABILIZADO (BOCATOMA)	19.13 días	mié 12/02/20
12		1.2.4 ACERO DE 60000 PSI (BOCATOMA)	37.81 días	mar 4/02/20
13		1.3 SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS Y ELEMENTOS	22 días	mar 4/02/20
14		2 DESARENADOR	107.29 días	lun 6/01/20
15		2.1 PRELIMINARES	105.85 días	lun 6/01/20
16		2.1.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (DESARENADOR)	0.15 días	lun 6/01/20
17		2.1.2 EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (DESARENADOR)	13 días	mar 4/02/20
18		2.1.3 RELLENO DE MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (DESARENADOR)	0.92 días	vie 6/03/20
19		2.1.4 RELLENO DE RECEBO (DESARENADOR)	2.93 días	mié 13/05/20
20		2.1.5 RELLENO DE TRITURADO 3/4" (DESARENADOR)	1.03 días	mar 12/05/20
21		2.1.6 RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 100m (DESARENADOR)	7.25 días	mar 28/04/20

Figura 97. Estructura de división de trabajo (EDT).

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (MS PROJECT)

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
22		2.2 ESTRUCTURA	64.6 días	jue 20/02/20
23		2.2.1 GEOTEXTIL NT 2500 (DESARENADOR)	6.63 días	jue 20/02/20
24		2.2.2 ACERO DE 60000 PSI (DESARENADOR)	16.8 días	jue 20/02/20
25		2.2.3 ACERO DE 37000 PSI (DESARENADOR)	52 días	jue 20/02/20
26		2.2.4 CONCRETO DE 3000 PSI INC FORMALETA (DESARENADOR)	12.6 días	sáb 25/04/20
27		2.2.5 CONCRETO DE 2000 PSI SIN FORMALETA (DESARENADOR)	1.9 días	sáb 25/04/20
28		2.2.6 IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO TIPO XYPEX O SIMILAR	6.3 días	mar 28/04/20
29		2.2.7 JUNTA DE CONSTRUCCION EN LAMINA COLL ROLLED	2.95 días	sáb 25/04/20
30		2.3 SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS Y ELEMENTOS	18 días	sáb 25/04/20
31		3 LINEA DE ADUCCION BOCATOMA - DESARENADOR, DESARENADOR - CAMARA DE CARGA Y CONDUCCION CAMARA DE CARGA - CUARTO DE MAQUINAS	20.7 días	mar 28/04/20
32		3.1 PRELIMINARES	11 días	mar 28/04/20
33		3.1.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO DE REDES (ADUCCION - CONDUCCION)	2 días	mar 28/04/20
34		3.1.2 EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (ADUCCION - CONDUCCION)	3 días	jue 30/04/20
35		3.1.3 RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (ADUCCION-CONDUCCION)	3 días	vie 8/05/20
36		3.1.4 RELLENO CON RECEBO (ADUCCION-CONDUCCION)	2 días	mar 5/05/20
37		3.1.5 RELLENO CON ARENA (ADUCCION-CONDUCCION)	1 día	jue 7/05/20
38		3.1.6 RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBRESANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 10 m	0.5 días	vie 8/05/20
39		3.2 ESTRUCTURAS	20.7 días	mar 28/04/20
40		3.2.1 CAMARA DE CARGA - CUARTO DE MAQUINAS	15.7 días	mar 28/04/20
41		3.2.1.1 LOCALIZACION Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (CAMARA DE CARGA - CUARTO DE MAQUINAS)	0.7 días	mar 28/04/20
42		3.2.1.2 CONCRETO DE 3000 PSI INC. FORMALETA (CONDUCCION)	7 días	vie 8/05/20
43		3.2.1.3 ACERO DE 60000 PSI (CONDUCCION)	8 días	mié 29/04/20
44		3.2.2 ANCLAJES Y MUERTOS	12 días	vie 8/05/20
45		3.2.2.1 CONCRETO DE 3000 PSI INC. FORMALETA (ANCLAJES)	5 días	jun 18/05/20
46		3.2.2.2 ACERO DE 60000 PSI (ANCLAJES)	4 días	vie 8/05/20
47		3.3 INSTALACION TUBERIA	15 días	mar 5/05/20
48		3.3.1 INSTALACION TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 6" RDE 32,5	15 días	mar 5/05/20
49		3.3.2 INSTALACION TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 8" RDE 32,5	12 días	mar 5/05/20
50		3.4 SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS Y ELEMENTOS	8 días	mié 29/04/20

Figura 98. Estructura de división de trabajo (EDT).

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (MS PROJECT)

4.3.1.2 Diagrama de Gantt. Un diagrama de Gantt es una representación gráfica y simultánea tanto de planificación como de programación concreta de procesos y/o proyecto. Mediante el uso del diagrama de Gantt podemos representar y monitorizar el desarrollo de las distintas actividades de un proceso y / o proyecto durante un período de tiempo, de manera fácil y rápida.

En este tipo de diagramas se representan de forma muy clara las distintas fases de un proceso y / o producto, de manera ordenada y en forma de gráfica (barras horizontales), permitiéndonos planificar y programar las distintas fases de un proceso y/o proyecto. (Rodríguez, 2014)

En este caso se representan los tiempos de cada actividad en barras horizontales con la relación que existen entre sí mediante flechas. Este diagrama permite reconocer con facilidad el proceso de ejecución y la ruta crítica (representada por la barra roja) del proyecto, es decir una cadena de actividades críticas (actividad que cuando la demora en su comienzo genera un retraso en la fecha de terminación de todo el proyecto). Que unen los eventos inicial y final del diagrama de red e identifica todas las actividades críticas del proyecto. (Rincón, 2001)

En la Figura 99 se muestra el diagrama de Gantt de todo el proyecto y en el diagrama se observa que el tiempo de ejecución del proyecto es de 111.89 días es decir aproximadamente 4 meses.

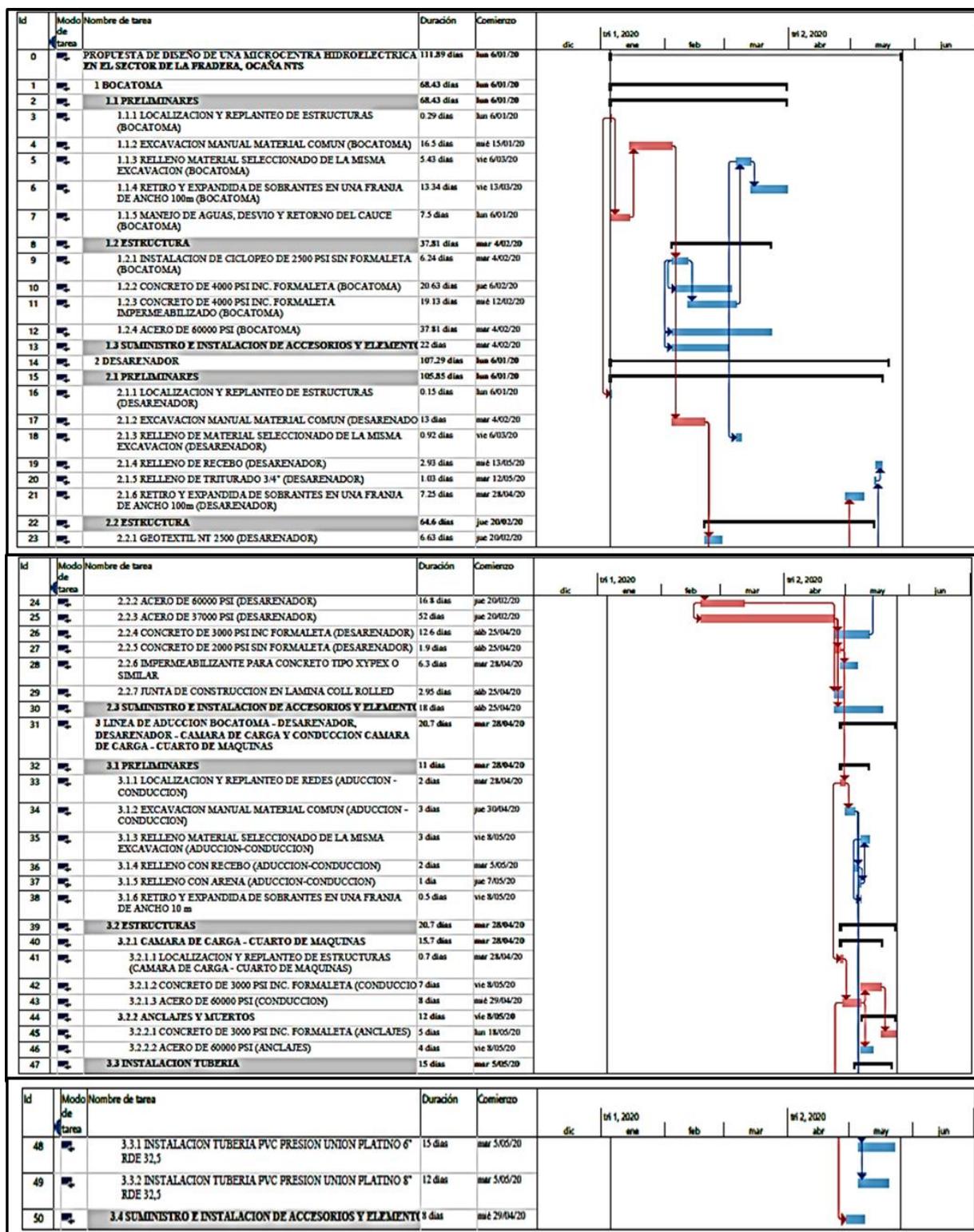


Figura 99. Diagrama de Gantt del proyecto.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (MS PROJECT)

4.3.1.3 Presupuesto de obra. En la Figura 100 se detalla los costos generados para el proyecto.

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN LA VEREDA LA PRADERA					
SISTEMA	MICROCENTRAL HIDROELECTRICA	BOCATOMA	OBRA CIVIL	\$ 74,326,064	\$ 101,089,181
			SUMINISTRO	\$ 26,763,117	
		ADUCCION-CONDUCCION	OBRA CIVIL	\$ 12,952,195	\$ 24,303,007
			SUMINISTRO	\$ 11,350,812	
		DESARENADOR	OBRA CIVIL	\$ 44,193,010	\$ 78,621,431
			SUMINISTRO	\$ 34,428,421	
28%	A.I.U. OBRA CIVIL			\$ 36,811,955	
10%	ADMINISTRACION SUMINISTRO			\$ 8,632,540	
VALOR PROYECTO OBRA CIVIL				\$ 249,458,113	
OBRA MECANICA		TURBINA MICHELL BANKI	SUMINISTRO	\$ 3,845,500	\$ 3,845,500
VALOR TOTAL DEL PROYECTO				\$ 253,303,613	

Figura 100. Resumen de Presupuesto de obra del proyecto.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Y en la Figura 101 se muestra el costo total de la turbina a emplear en la obra de la microcentral eléctrica., el costo de la turbina contempla solo el suministro y no incluye su instalación y mantenimiento como lo indica. (Torres, 2018).

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Lámina de acero inoxidable AISI 304, 1,22 x 2,44	1+1/4	\$920.000	\$1.150.000
Eje de acero inoxidable AISI 304 de 1", de 0,4 m de longitud	1	\$30.000	\$30.000
Eje de acero inoxidable AISI 304 de 3/4", de 0,23 m de longitud	1	\$7000	\$7000
Eje de acero inoxidable AISI 304 de 13/16" de 0,352 m de longitud	1	\$8500	\$8500
Bloque de acero inoxidable AISI 304 de 135x60 mm y profundidad de 143 mm	1	\$50.000	\$50.000
Ángulos de acero inoxidable	6	\$25.000	\$150.000
Perfiles en L	2	\$12.500	\$25.000
Polea de aluminio de 20 cm de diámetro	1	\$50.000	\$50.000
Polea de aluminio de 5,42 cm de diámetro	1	\$20.000	\$20.000
Correa	1	\$15.000	\$15.000
Chumacera	2	\$25.000	\$50.000
Tornillería	50	\$400	\$20.000
Pintura	1	\$30.000	\$30.000
Generador monofásico de 1800 rpm	1	\$1.200.000	\$1.200.000
Estructura de concreto	1	\$120.000	\$120.000
Cimentación + concreto reforzado + mano de obra	1	\$300.000	\$300.000
Muros de la casa de máquinas	4	\$75.000	\$300.000
Teja de zinc	4	\$30.000	\$120.000
Soldadura	1	\$200.000	\$200.000
Costo Total del proyecto		\$3.845.500	

Figura 101. Costo total Turbina Michell Banki

Fuente: (Torres, 2018).

4.3.2 Estudio de factibilidad del proyecto (Costo/Beneficio). En el análisis de los costos se tienen en cuenta dos factores que lo conforman, estos son los costos pre operativos y los operativos.

En primer lugar, los costos pre operativos están conformados por todas aquellas inversiones que son requeridas para la puesta en marcha del proyecto, mientras que los costos operativos están conformados por todas aquellas inversiones fijas o variables que se requieren para el buen funcionamiento de la planta. (Morales & Castaño, 2017). Todas las inversiones y demás costos se contemplan en la tasa representativa del mercado el dólar del día 1 de enero de 2019 con valor de COP\$3249,75.

El precio de la energía se toma como ingreso en el proyecto, ya que sería lo que la comunidad ahorraría del servicio por parte de la empresa prestadora; según el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios, de la Superintendencia de Servicios Públicos, en la zona rural de Ocaña se cobra un precio de energía de \$506,07 kWh.

Según la tesis realizada por la estudiante Eliana Torres de Ingeniería Mecánica, donde se diseña la turbina necesaria para esta Microcentral, se tiene un generador que produce una potencia de 2kW a 12kW; para este caso se toma que el generador produce 8kW de potencia.

La energía producida por la Microcentral será entonces de: (Toledo, 2017)

$$E = \frac{24\text{h}}{\text{día}} * \frac{365\text{días}}{\text{año}} * 8\text{kW}$$

$$E = 70.080 \text{ kWh/año}$$

De esta manera se tiene un precio de energía de:

$$\$ = 506,07 \text{ kWh} * 70.080 \text{ kWh/año}$$

$$\$ = 35.465.385,6 \text{ por año}$$

4.3.2.1 Factores influyentes del proyecto. Los costos del proyecto se determinan a partir de variables de planta, geográficas y por parte de la regulación y legislación, como se muestra en la Figura 102.

Planta	Está conformado por un grupo de variables que definen el sistema, las cuales tienen una acción directa sobre los factores de los costos pre operativos, operativos y en la capacidad de la central
Geográfica	Este componente está conformado por la infraestructura disponible, líneas de conexión eléctrica y vías de acceso disponibles, afectando directamente los costos de las obras civiles requeridas por la central.
Legislación y regulación	Este componente está conformado por los diferentes costos de ley por la construcción y operación de la planta eléctrica.

Figura 102. Aspectos que influyen en los costos,

Fuente: (Quintero E. T., 2013)

4.3.2.2 Costos pre operativos. Estos costos están conformados por todos aquellos valores iniciales que se deben contemplar antes de la puesta en marcha del proyecto, los ítems más importantes son los que se muestran en la Figura 103.

Investigación y estudios de ingeniería.
Terrenos.
Obras civiles.
Equipos eléctricos.
Costos de ley y ambientales.
Imprevistos.

Figura 103. Costos iniciales del proyecto.

Fuente: (ESHA, 2006)

4.3.2.3 Estudios e ingeniería. Este componente es constituido principalmente por los estudios básicos de: Topografía, Hidrología, Geología, Sísmica etc. En el caso de las centrales hidroeléctricas se estima un porcentaje del costo de la inversión para las investigaciones y estudios de ingeniería, dichos valores van relacionados con la capacidad instalada de la central, oscilando entre el 0,5% para grandes centrales hasta el 20% para pico-centrales. (ESHA, 2006)

Para este proyecto que va generar 720W; al pertenecer al rango entre los 500kW y los 10MW, se debe presupuestar un porcentaje del 8% del coste total de la inversión, dividido en la manera como se muestra en la Figura 104.

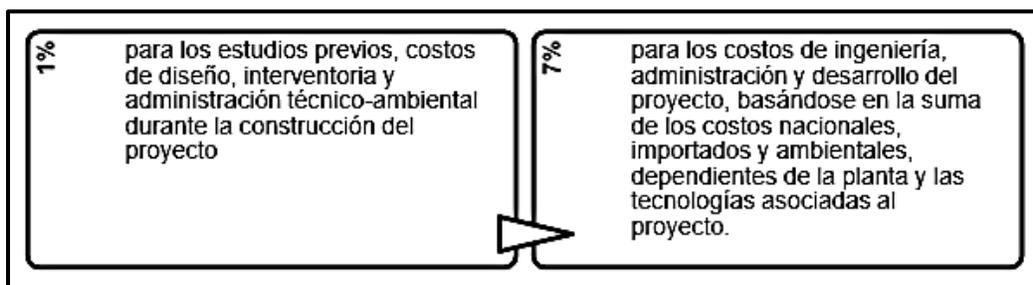


Figura 104. Costos de Ingeniería.

Fuente: (ESHA, 2006)

4.3.2.4 Terrenos. Los terrenos para la construcción de la central fueron cotizados en el sitio del proyecto, con las personas del sector, el precio de la hectárea esta alrededor de los \$20.000.000, debido a que el proyecto requiere de un amplio espacio tanto para labores de reforestación y preservación de la fuente hídrica se destinan alrededor de 4 hectáreas equivalentes a \$80.000.000.

4.3.2.5 Obras Civiles. El proyecto requiere en cuanto a obras civiles principalmente bocatoma, desarenador, líneas de aducción y conducción, tanque de carga, tubería de presión y casa de máquinas. El costo total de estas estructuras se consiguió a través de la elaboración de un presupuesto con sus respectivos análisis de precios unitarios (APU), el costo corresponde a \$249.458.113.

4.3.2.6 Equipos de generación y mecánicos. La parte de los equipos de generación está compuesta principalmente por el grupo turbogenerador y equipos de control los que dependen directamente de las características hidrográficas y geográficas del proyecto. Los equipos mecánicos son principalmente aquellos dispositivos encargados de la generación de energía, con un costo de \$3.845.500.

4.3.2.7 Imprevistos. Estos costos se limitan a un porcentaje de la inversión de la inversión total del proyecto, por lo tanto para este proyecto será de 10%.

4.3.2.8 Costos de operación. Estos costos están conformados por todas aquellas inversiones que se deben contemplar a lo largo de la operación de la central, los ítems más importantes son:

Impuestos

Operación y mantenimiento

Manejo ambiental

Reposición de equipos

4.3.2.9 Impuestos. Está compuesto por una serie de cobros que realiza el estado y los entes controladores en el sector de la energía eléctrica, a continuación en la Figura 105 se enuncian los impuestos a los que los proyectos eléctricos están obligados a responder:

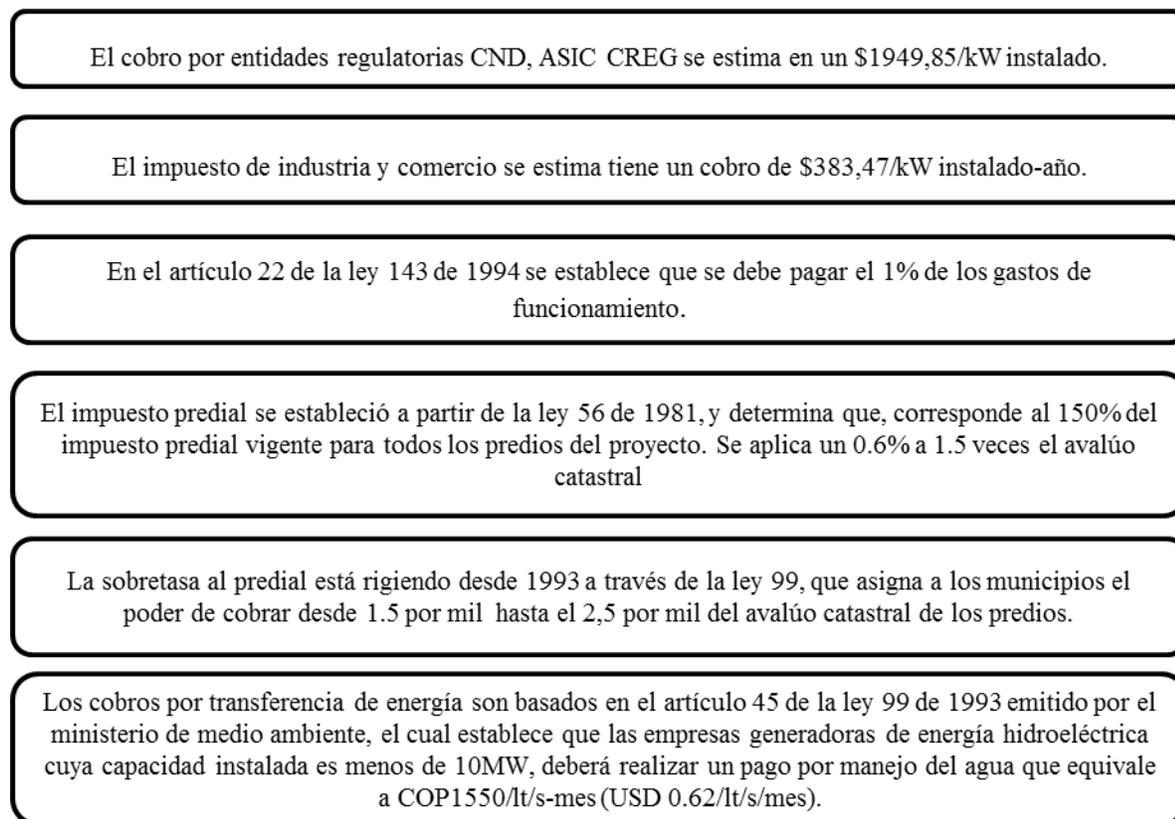


Figura 105. Impuestos.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

4.3.2.10 Operación y mantenimiento. Para un adecuado funcionamiento de la central durante el tiempo de vida del proyecto, es necesario contemplar un presupuesto destinado a la operación y al mantenimiento de la planta desde el primer año, dicho valor es estimando a partir de la capacidad de la planta, oscilando desde USD 8.0/kW-año para centrales nuevas con una capacidad 1MW (Morales & Castaño, 2017). Para este caso se tomara un costo de operación de USD 8.0/kW-año es decir \$25.998/kW-año.

4.3.2.11 Costos ambientales. Debido a los daños ocasionados durante el proceso de construcción, operación y abandono, se destina un 2,5% de la inversión inicial al saneamiento de la zona con respecto a los perjuicios causados en el transcurso de la vida del proyecto. Por medio de inversiones en acueductos, manejo de desechos y las diferentes prevenciones y mitigaciones del impacto ambiental se propone invertir el presupuesto ambiental. (Morales & Castaño, 2017)

4.3.2.12 Análisis Financiero. Para desarrollar la parte financiera del proyecto se presentan los indicadores de valor presente neto, relación de beneficio costo y la tasa interna de retorno.

Características. Para elaborar un análisis financiero es necesario llegar a determinar ciertos indicadores, como la VPN, la TIR y ver cómo se comportan de forma directa en los ingresos y egresos del proyecto.

Para el proyecto se tiene una altura de 7mts, caudal de diseño de 0,030 m³/seg y un precio de energía de \$506,07 kWh, según la tasa de energía eléctrica por parte de la empresa prestadora para la zona, lo que conlleva a que requiera una inversión de \$329.458.113.

Se establece que la inversión inicial será financiada en un 50% por un banco en este caso la Cooperativa Crediservir con una tasa de interés efectiva anual de 19,56%, mientras que el restante será puesto por un inversionista privado, además se considera que habrá un periodo de gracia de 2 años (construcción) en los cuales se debe pagar solo los intereses generados por la deuda de la inversión, por lo tanto habrá 2 desembolsos durante la etapa de construcción de la

planta del 50% del monto total de los costos iniciales incluyendo intereses por periodo de gracia, el plazo para cancelar la deuda se estima que será de 7 años a través de una cuota fija.

Flujo de caja. Los flujos de caja durante el periodo de vida del proyecto de la central hidroeléctrica (45 años), por motivo de la inflación cada año se incrementa un 1% los cobros por impuestos, pago de crédito, operación y mantenimiento, mientras que los ingresos por energía suben un 4%, esto se evidencia en la Tabla 34.

Tasa de oportunidad en el flujo. En la Tabla 35 se muestra el analisis de la tasa de oportunidad.

Tabla 34*Flujo de Caja del proyecto*

Año	Inversión (\$)	Ingresos (\$)	O&M (\$)	Impuestos (\$)	FLUJO DE CAJA				Flujo de caja TI=19.56% (\$)	Flujo Acumulado TI=19.56% (\$)
					Abono Capital (\$)	Abono Interés (\$)	Cuota Pagar (\$)	Egresos Netos (\$)		
-1	-164729056.5	0	0	0	0	-32858898	0	-32858898	-197587954.5	0
0	-164729056.5	0	0	0	0	-32858898	0	-32858898	-197587954.5	-395175909
1	0	35465385.6	-2372317.5	-19321499.6	-14853102	-32858898	-47712000	-69405817.1	-33940431.5	-429116340.5
2	0	36884001.02	-2467210.2	-11195897.24	-17758638	-29953362	-47712000	-61375107.44	-24491106.42	-453607446.9
3	0	38359361.06	-2565898.608	-11307856.22	-21232553	-26479447	-47712000	-61585754.82	-23226393.76	-476833840.7
4	0	39893735.51	-2668534.552	-11420934.78	-25386024	-22325976	-47712000	-61801469.33	-21907733.82	-498741574.5
5	0	41489484.93	-2775275.934	-11535144.13	-30351990	-17360010	-47712000	-62022420.06	-20532935.13	-519274509.6
6	0	43149064.32	-2886286.972	-11650495.57	-36289393	-11422607	-47712000	-62248782.54	-19099718.21	-538374227.8
7	0	44875026.9	-3001738.451	-11767000.52	-43265916	-3380159	-47589662	-61414813.97	-16539787.07	-554914014.9
8	0	46670027.97	-3121807.989	-11884670.53	0	0	0	-15006478.52	31663549.46	-523250465.5
9	0	48536829.09	-3246680.308	-12003517.23	0	0	0	-15250197.54	33286631.55	-489963833.9
10	0	50478302.26	-3376547.521	-12123552.4	0	0	0	-15500099.93	34978202.33	-454985631.6
11	0	52497434.35	-3511609.421	-12244787.93	0	0	0	-15756397.35	36741037	-418244594.6

Continuación Tabla 34

12	0	54597331.72	-3652073.798	-12367235.81	0	0	0	-16019309.61	38578022.11	-379666572.5
13	0	56781224.99	-3798156.75	-12490908.17	0	0	0	-16289064.92	40492160.07	-339174412.4
14	0	59052473.99	-3950083.02	-12615817.25	0	0	0	-16565900.27	42486573.72	-296687838.7
15	0	61414572.95	-4108086.341	-12741975.42	0	0	0	-16850061.76	44564511.19	-252123327.5
16	0	63871155.87	-4272409.795	-12869395.17	0	0	0	-17141804.97	46729350.9	-205393976.6
17	0	66426002.1	-4443306.186	-12998089.13	0	0	0	-17441395.31	48984606.79	-156409369.8
18	0	69083042.19	-4621038.434	-13128070.02	0	0	0	-17749108.45	51333933.73	-105075436.1
19	0	71846363.87	-4805879.971	-13259350.72	0	0	0	-18065230.69	53781133.18	-51294302.88
20	0	74720218.43	-4998115.17	-13391944.22	0	0	0	-18390059.4	56330159.03	5035856.151
21	0	77709027.16	-5198039.777	-13525863.67	0	0	0	-18723903.44	58985123.72	64020979.87
22	0	80817388.25	-5405961.368	-13661122.3	0	0	0	-19067083.67	61750304.58	125771284.5
23	0	84050083.78	-5622199.823	-13797733.53	0	0	0	-19419933.35	64630150.43	190401434.9
24	0	87412087.13	-5847087.816	-13935710.86	0	0	0	-19782798.68	67629288.45	258030723.3
25	0	90908570.62	-6080971.328	-14075067.97	0	0	0	-20156039.3	70752531.32	328783254.7
26	0	94544913.44	-6324210.181	-14215818.65	0	0	0	-20540028.83	74004884.61	402788139.3
27	0	98326709.98	-6577178.589	-14357976.84	0	0	0	-20935155.43	77391554.55	480179693.8
28	0	102259778.4	-6840265.732	-14501556.61	0	0	0	-21341822.34	80917956.04	561097649.9
29	0	106350169.5	-7113876.361	-14646572.17	0	0	0	-21760448.53	84589720.98	645687370.8
30	0	110604176.3	-7398431.416	-14793037.89	0	0	0	-22191469.31	88412706.99	734100077.8

Continuación Tabla 34

31	0	115028343.3	-7694368.672	-14940968.27	0	0	0	-22635336.94	92393006.4	826493084.2
32	0	119629477.1	-8002143.419	-15090377.95	0	0	0	-23092521.37	96536955.71	923030039.9
33	0	124414656.2	-8322229.156	-15241281.73	0	0	0	-23563510.89	100851145.3	1023881185
34	0	129391242.4	-8655118.322	-15393694.55	0	0	0	-24048812.87	105342429.5	1129223615
35	0	134566892.1	-9001323.055	-15547631.5	0	0	0	-24548954.55	110017937.6	1239241552
36	0	139949567.8	-9361375.978	-15703107.81	0	0	0	-25064483.79	114885084	1354126636
37	0	145547550.5	-9735831.017	-15860138.89	0	0	0	-25595969.91	119951580.6	1474078217
38	0	151369452.5	-10125264.26	-16018740.28	0	0	0	-26144004.54	125225448	1599303665
39	0	157424230.6	-10530274.83	-16178927.68	0	0	0	-26709202.51	130715028.1	1730018693
40	0	163721199.8	-10951485.82	-16340716.96	0	0	0	-27292202.78	136428997.1	1866447690
41	0	170270047.8	-11389545.25	-16504124.13	0	0	0	-27893669.38	142376378.5	2008824069
42	0	177080849.8	-11845127.06	-16669165.37	0	0	0	-28514292.43	148566557.3	2157390626
43	0	184164083.7	-12318932.15	-16835857.02	0	0	0	-29154789.17	155009294.6	2312399920
44	0	191530647.1	-12811689.43	-17004215.59	0	0	0	-29815905.03	161714742.1	2474114663
45	0	199191873	-13324157.01	-17174257.75	0	0	0	-30498414.76	168693458.2	2642808121

Nota. La tabla presenta información sobre Flujo de Caja del proyecto. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

El anterior flujo de caja se trae a valor presente para determinar el VPN con una tasa de oportunidad del 20,56%, con un precio de venta de la energía de \$506,07 kWh, basados en estos parámetros se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 35*Cálculo de tasa de oportunidad en el flujo*

Flujo de caja TO=20.56%	Flujo ACUMULADO TO=20.56%
-\$ 164,729,057	-\$ 164,729,057
-\$ 164,729,057	-\$ 164,729,057
\$ 36,174,693	-\$ 33,231,124
\$ 38,345,175	-\$ 23,029,933
\$ 40,645,885	-\$ 20,939,869
\$ 43,084,639	-\$ 18,716,831
\$ 45,669,717	-\$ 16,352,703
\$ 48,409,900	-\$ 13,838,883
\$ 51,314,494	-\$ 10,100,320
\$ 54,393,363	\$ 39,386,885
\$ 57,656,965	\$ 42,406,768
\$ 61,116,383	\$ 45,616,283
\$ 64,783,366	\$ 49,026,969
\$ 68,670,368	\$ 52,651,059
\$ 72,790,590	\$ 56,501,525
\$ 77,158,026	\$ 60,592,125
\$ 81,787,507	\$ 64,937,445
\$ 86,694,758	\$ 69,552,953
\$ 91,896,443	\$ 74,455,048
\$ 97,410,230	\$ 79,661,121
\$ 103,254,843	\$ 85,189,613
\$ 109,450,134	\$ 91,060,075
\$ 116,017,142	\$ 97,293,239
\$ 122,978,171	\$ 103,911,087

Continuación Tabla 35

\$ 130,356,861	\$ 110,936,928
\$ 138,178,273	\$ 118,395,474
\$ 146,468,969	\$ 126,312,930
\$ 155,257,107	\$ 134,717,078
\$ 164,572,533	\$ 143,637,378
\$ 174,446,885	\$ 153,105,063
\$ 184,913,699	\$ 163,153,250
\$ 196,008,520	\$ 173,817,051
\$ 207,769,032	\$ 185,133,695
\$ 220,235,174	\$ 197,142,652
\$ 233,449,284	\$ 209,885,773
\$ 247,456,241	\$ 223,407,428
\$ 262,303,616	\$ 237,754,661
\$ 278,041,832	\$ 252,977,349
\$ 294,724,342	\$ 269,128,373
\$ 312,407,803	\$ 286,263,798
\$ 331,152,271	\$ 304,443,069
\$ 351,021,407	\$ 323,729,205
\$ 372,082,692	\$ 344,189,022
\$ 394,407,653	\$ 365,893,361
\$ 418,072,113	\$ 388,917,323
\$ 443,156,439	\$ 413,340,534
\$ 469,745,826	\$ 439,247,411

Nota. La tabla presenta información sobre la tasa de oportunidad del proyecto. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de los cálculos como se observa en la Tabla 36, que el VPN de los ingresos es mayor que el VPN de los egresos, lo cual indica que el proyecto tiene una ganancia en el tiempo, y que a cierto periodo de vida útil del proyecto es viable la ejecución de este.

Tabla 36

Cálculo de VPN

CALCULO DE VPN	
VPN INGRESOS	\$ 247,694,228
VPN EGRESOS	-\$ 229,261,091
VPN NETO	\$18,433,137
RELACION B/C	\$ 1.08
TIR	6.578%
AÑO RETORNO	20
TIO	9.908%

Nota. La tabla contiene información sobre el cálculo de VPN. Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

En las Figuras 106 hasta la 110, se muestra los comportamientos de los costos, ingresos y flujos en el tiempo de vida útil de la planta.



Figura 106. Ingresos Netos.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)



Figura 107. Egresos Netos.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

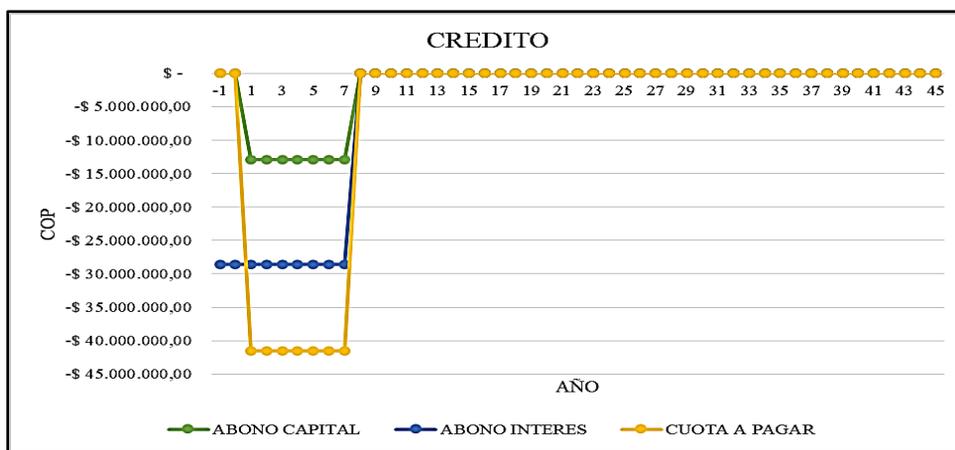


Figura 108. Crédito.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

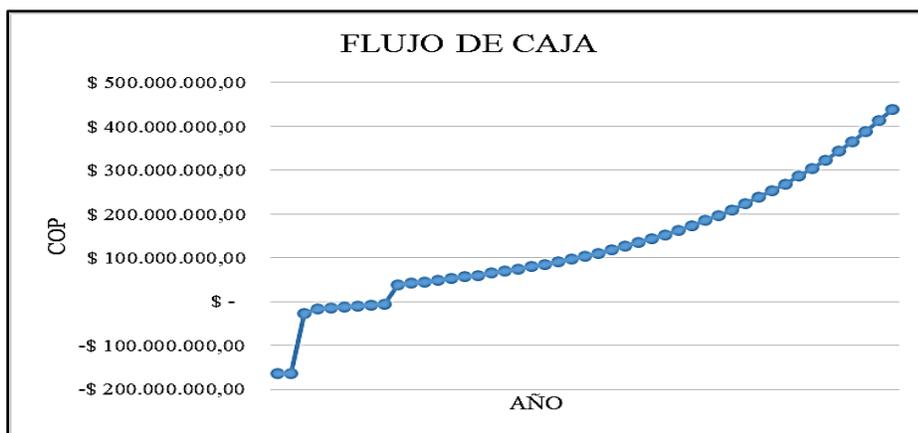


Figura 109. Flujo de Caja Neto.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

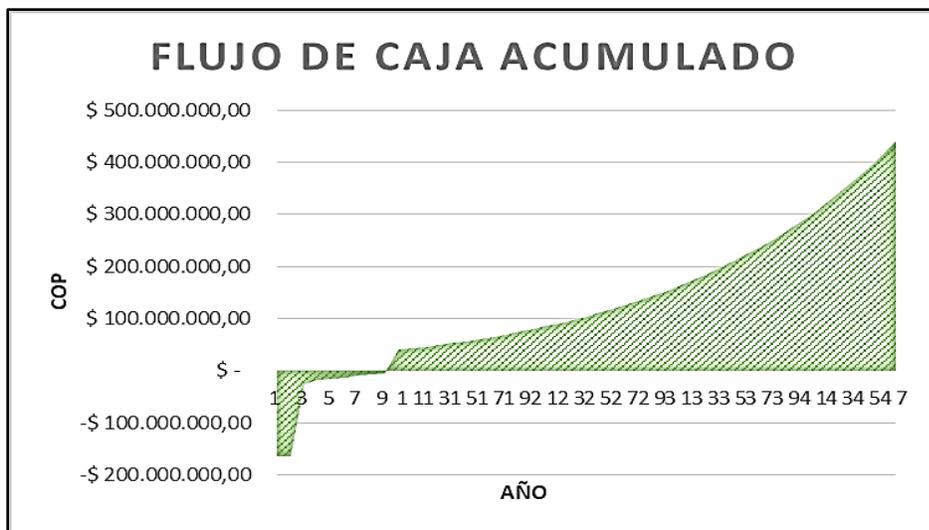


Figura 110. Flujos de Caja Acumulados.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018)

Se observa que la inversión y los gastos adicionales como los impuestos y el mantenimiento tienen valores relativamente altos, lo que hacen que en los primeros años del proyecto se tenga más egresos que ingresos.

Al cabo de 20 años, se empiezan a tener ganancias del proyecto; por ello estos proyectos son viables a largo plazo, como se observa en los resultados obtenidos en el flujo de caja.

4.3.3 Especificaciones Técnicas. Las especificaciones técnicas son documentos que se elaboran con el fin de definir las normas, exigencias y procedimientos que se deben seguir para ejecutar un proceso constructivo.

En este proyecto se realizaron las especificaciones técnicas de cada una de las obras civiles que se diseñaron, estas incluyen tipo de medida, descripción, actividades previas a la ejecución de la actividad, el alcance, los ensayos a realizar, la tolerancia de aceptación, materiales utilizados, equipos, desperdicios, mano de obra, referencias de normas que se utilicen para la ejecución, forma de pago y otras consideraciones si así lo requiere la actividad.

La información sobre las diferentes especificaciones técnicas de la estructuras de la bocatoma, del desarenador y las de aducción-conducción, Cámara de Carga y Casa de máquinas, se observan en los siguientes apéndices. (Ver apéndices J, K, L).

4.3.4 Análisis Ambiental. Se realizará un análisis acerca de las acciones y consecuencias que causará en el medio ambiente el proceso de construcción y puesta en marcha de la Microcentral Hidroeléctrica; para mitigar el impacto que provocara el proyecto se debe de generar alternativas de prevención y/o minimización de los efectos negativos.

4.3.4.1 Identificación y análisis de impactos ambientales. La identificación de los impactos se agrupa por sus componentes ya que su alteración positiva o negativa servirá para reconocer los cambios sobre el medio ambiente a consecuencia de la ejecución del proyecto.

Impactos negativos generales. Los más representativos afectan los siguientes sistemas: acuático, suelo, vegetación, fauna, atmósfera, medio social, paisaje. Ver Figuras 111 y 112.

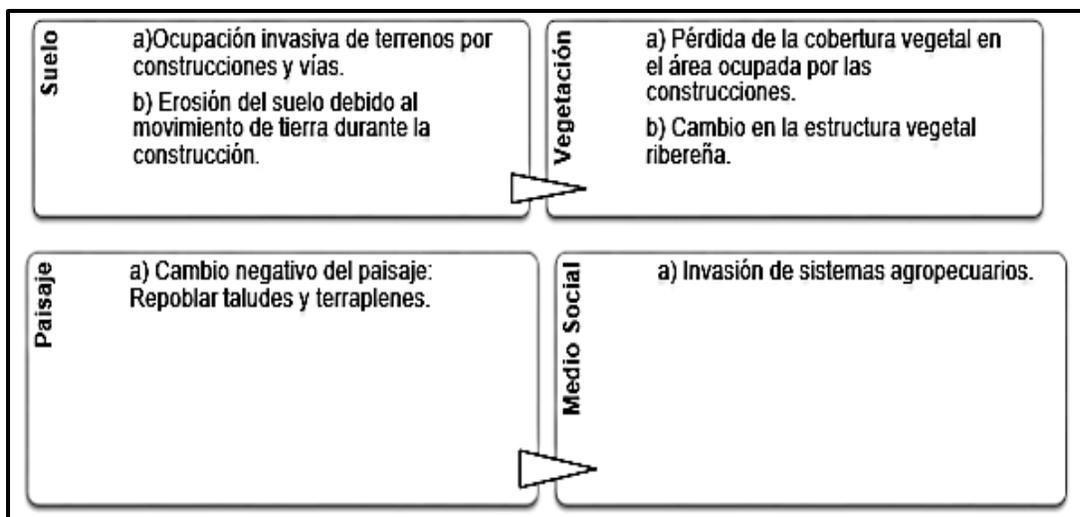


Figura 111. Impacto negativo en suelo, vegetación, paisaje y medio social.

Fuente (ESHA, 2006)

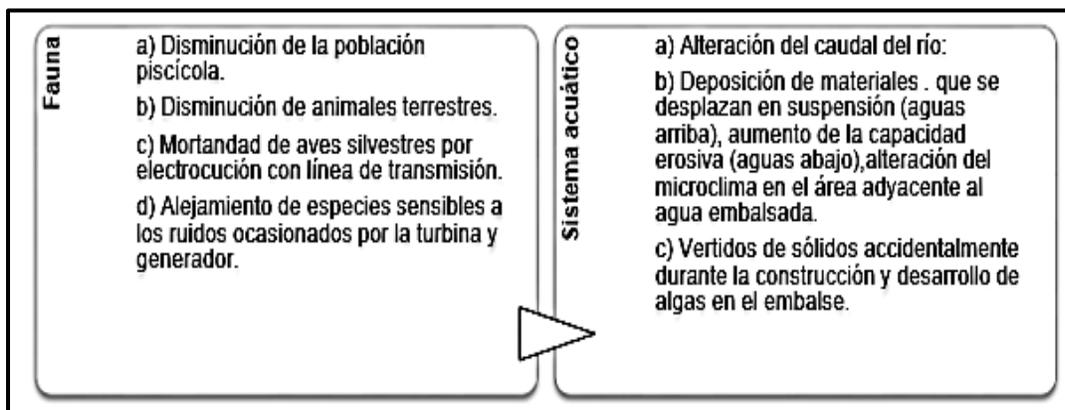


Figura 112. Impacto negativo en fauna y sistema acuático.

Fuente (ESHA, 2006)

Impactos generales positivos. Los aspectos positivos de las Microcentrales

Hidroeléctricas son muchos y los más significativos son los siguientes, ver Figura 113:

a) El agua del río no se consume, ya que después de pasar por las turbinas se restituye al río.
b) Disminución de la dependencia del sector externo en cuanto al consumo de combustibles hidrocarburíferos refinados como el diesel para la generación de electricidad.
c) Generación local, evitando costos muy grandes de transmisión eléctrica.
d) Se trata de energía limpia, sin residuos contaminantes.
e) Amigable con el medio ambiente, ya que muchos de los impactos negativos pueden evitarse o mitigarse y los impactos positivos son importantes.
f) Es completamente renovable gracias al ciclo hidrológico del agua, ya que se trata de un recurso inagotable.

Figura 113. Impactos generales positivos.

Fuente (ESHA, 2006)

4.3.4.2 Identificación y descripción de los impactos ambientales durante la etapa preliminar a la construcción de la central. Durante el proceso de construcción de la central ocurren una serie de impactos sobre el sector geográfico del proyecto, por lo cual es necesario evaluar cada una de las posibles consecuencias sobre el ambiente. Dichos impactos se detallan en las Figuras 114 hasta la 117. (Morales & Castaño, 2017)

Suelo	Generación de Residuos Sólidos, producido durante las coordinaciones técnicas preliminares. Dicha generación de residuos sólido estará relacionado también con el número de personal que solo será la necesaria para esta actividad.
Flora	Flora: Pérdida de Cobertura Vegetal, debido al desbroce de vegetación y limpieza del terreno por la incursión del personal de ingeniería en campo con el fin de realizar mediciones para los estudios de factibilidad.
Aspecto socio-económico	Generación de Empleo, que se producirá durante las actividades de coordinaciones técnicas preliminares y Desbroce de vegetación y limpieza de terrenos

Figura 114. Impactos ambientales generales durante la etapa de construcción.

Fuente (ESHA, 2006)

Morfología	Suelo	Hidrología	Atmosfera	Paisaje
<ul style="list-style-type: none"> Alteración y Modificación de las geformas. Generación de procesos geodinámicas 	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de la Calidad físico químico del Suelo Alteración de la estructura del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento en la cantidad de sedimentos. Alteración de la calidad Física Química del Agua 	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de la calidad de aire Alteración de la calidad de Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de la calidad visual y unidades paisajísticas

Figura 115. Impactos ambientales durante la etapa de la construcción en el medio físico.

Fuente (ESHA, 2006)

Flora	Fauna	Ecosistema
<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la Diversidad y Abundancia Fragmentación de bosques 	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de la Diversidad y la Abundancia Destrucción de Refugios Afectación en la cadena trófica Migración de la Fauna Silvestre Proliferación de Organismos Vectores 	<ul style="list-style-type: none"> Afectación en el Corredor Biológico Modificación del Hábitat

Figura 116. Impacto ambiental en el medio físico.

Fuente (ESHA, 2006)

<p>Económico Cultural</p> <ul style="list-style-type: none"> Impactos en el Aspecto Sociales Aumento de la composición demográfica. Conflicto de derecho de uso de propiedad Modificación de la calidad de vida Movimientos de inmigración y migración Disminución de la calidad de la salud de los residentes Mejoramiento en los servicios básicos Mejoramiento de las viviendas 		<p>Impactos en el Aspecto Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento de la composición demográfica. Conflicto de derecho de uso de propiedad Modificación de la calidad de vida Movimientos de inmigración y migración Disminución de la calidad de la salud de los residentes Mejoramiento en los servicios básicos Mejoramiento de las viviendas 	
<p>Aspectos Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Generación de empleos Demanda de bienes y servicios Aumento de Tribuciones e impuestos Aumento y diversificación de las actividades económica 	<p>Aspectos Culturales</p> <ul style="list-style-type: none"> No se considera impacto en los restos arqueológicos porque estos no han sido reportados durante los trabajos de prospección arqueológica. Modificación de las costumbre locales 	<p>Infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> Incorporación de infraestructura de saneamiento Incremento en la infraestructura de transporte Incremento Infraestructura de salud No se presentarán cambios en la infraestructura de educación Incremento en la infraestructura de transporte 	

Figura 117. Impacto ambiental en el medio social durante la construcción.

Fuente (ESHA, 2006)

4.3.4.3 Descripción y análisis de los principales impactos ambientales en la etapa operación del proyecto. Los impactos que trae consigo esta etapa del proyecto son de carácter positivo ya que las actividades que conforman la etapa de operación están caracterizadas por la generación de nuevos empleos. En la Figura 118 se muestra en detalle lo descrito.

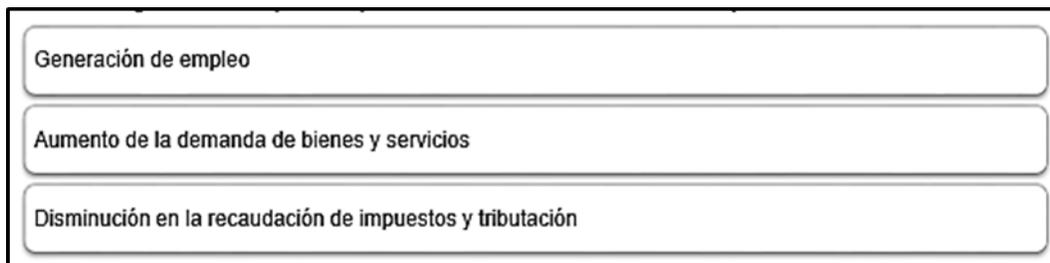


Figura 118. Principales impactos en el medio social durante el proceso de abandono.

Fuente (ESHA, 2006)

4.3.4.4 Descripción y análisis de los principales impactos ambientales en la etapa cierre y abandono del proyecto. En esta etapa del proyecto predominan los impactos positivos puesto que dentro de las actividades planteadas incluye la recuperación del terreno que mejora la calidad del suelo, mejora la calidad visual del paisaje, como se menciona en la Figura 119.

También se ha identificado contaminación del suelo pero es considerado de poca magnitud ya que este impacto es probable que ocurra durante la actividad de demolición de las estructuras pero que será remediado con las actividades siguientes en esta etapa. (Morales & Castaño, 2017)

Flora	El impacto en esta fase es positivo, ya que se revegetará con especies nativas todas las áreas afectadas por las actividades de construcción.
Fauna	: La fauna ahuyentada podrá retornar en las áreas abandonadas ya que se les brindará nuevos recursos y refugios a causa de la restauración ambiental.
Ecosistema	Con las actividades de revegetación con especies nativas, se estaría compensando los bosques perdidos por la etapa constructiva.

Figura 119. Principales impactos en el medio físico durante el proceso de abandono.

Fuente (ESHA, 2006)

4.3.4.5 Programa de medidas preventivas y mitigadoras del medio físico. La mayor parte de los impactos podrían generarse por falta de cuidado o de una planificación y ejecución deficiente de las actividades a realizarse durante las etapas de ejecución de las obras. Por tal motivo, se implementará estándares, procedimientos y normas, cuyo cumplimiento permitirá evitar o mitigar impactos sobre los recursos aguas, suelos y aire beneficiando a las comunidades aledañas al Proyecto. (Morales & Castaño, 2017)

Etapa de construcción. No se verterá materiales provenientes de las obras en la ribera ni en el cauce de los ríos, quebradas tributarias y cuerpos de agua. Se realizará un control estricto de los movimientos de materiales en el cauce de los cursos de agua.

Protección de la flora. Durante los trabajos topográficos, quedará terminantemente prohibido el desbroce innecesario de la vegetación y el personal sólo se desplazará por los frentes de trabajo, para así evitar el ingreso innecesario a otras áreas, lo mismo ocurrirá con los vehículos.

Protección de la fauna. Los trabajos de topografía deberán de realizarse lo más pronto que se pueda en cada estación de medición, con la finalidad de reducir la perturbación de las aves y quedará totalmente prohibido la manipulación, tenencia y caza de los animales silvestres, para esto el personal no deberá de portar armas de fuego. (Morales & Castaño, 2017)

Etapa de operación. Para mantener la calidad del agua alrededor de la bocatoma, se deberá evitar que las viviendas ubicadas en las cercanías del mismo descarguen aguas residuales sin tratar y residuos sólidos. Se establecerá el monitoreo del caudal ecológico bimestral a semestral entre el tramo del inicio de la toma. En el caso de que el caudal no llega al mínimo requerido, se abrirán las compuertas hasta llegar a un caudal mínimo. (Morales & Castaño, 2017)

Programa de gestión de residuos sólidos y afluentes. Este programa describe los procedimientos para minimizar, almacenar, transportar y disponer los residuos generados durante las actividades del Proyecto.

Disposición final. Los materiales serán dispuestos en zonas adecuadas y autorizadas, denominadas depósitos de Material de Excedentes de Obra.

Medidas mitigadoras para el ruido. Realizar el mantenimiento de los equipos, maquinarias y vehículos, para asegurar que se encuentran en buen estado de funcionamiento.

Medidas mitigadoras para las emisiones gaseosas y material particulado. Los trabajadores expuestos a polvo, utilizarán protectores de vías respiratorias.

Medidas mitigadoras y preventivas durante la etapa de construcción protección de la flora. Se implementará el programa de re vegetación como medida de compensación, esto se implementará durante el abandono de los diferentes componentes del proyecto. (Morales & Castaño, 2017)

Capítulo 5. Conclusiones

El presente estudio constata que las condiciones topográficas que se encuentran presentes en la vereda La Pradera como lo es el cuerpo de agua y el salto hidráulico, poseen un gran potencial para mejorar las condiciones socio-económicas de los habitantes que residen en la zona, al considerar la generación de energía mediante la implementación de una microcentral hidroeléctrica.

El proyecto presenta un costo relativamente alto, con un total de \$298.275.234 el cual no generaría un costo/beneficio a corto plazo, ya que la ganancia o ahorro que tendría la comunidad se vería reflejado a los 20 años de entrar en funcionamiento la microcentral; estos proyectos serían factibles solo a largo plazo razón por la cual estos proyectos son de poco impacto en la inversión social.

Los habitantes de la Vereda presentan un nivel socio-económico bajo, por lo que propuestas que les generen ahorros en los pagos de sus facturas les son de mucho interés y se muestran receptivos a intervenciones en su zona, generando con este tipo de proyectos el sentido de pertenencia de los pobladores a cuidar el medio ambiente y su cuerpo de agua.

Este tipo de proyectos son importantes en la generación de alternativas sostenibles que permitan la conservación de las áreas naturales, ya que las microcentrales no utilizan compuestos químicos que contaminen el agua con la cual generan energía, antes bien las turbinas utilizadas

en estos proyectos provocan la su oxigenación, regresándola a su cauce sin ningún tipo de contaminante.

Capítulo 6. Recomendaciones

En propuestas de microcentrales es de gran importancia mantener un constante monitoreo del caudal del cuerpo de agua, ya que es necesario conocer los tiempos secos donde el caudal posiblemente no alcance el requerido por el sistema, con el fin de evitar daños especialmente en los elementos electromecánicos.

El suelo de la zona en estudio presenta varias condiciones que hacen que los ensayos convencionales de caracterización del suelo y capacidad portante no se hagan efectivos, ya que presentan nivel freático a poca profundidad lo que genera que el suelo sea muy suelto, por lo que es necesario recurrir a métodos de sondeo y estudio más profundos y especializados, con el fin de conocer aspectos relevantes del tipo de suelo que se encuentra en la zona.

Se debe evaluar el impacto ambiental que estos proyectos generan en la naturaleza, de esta forma se garantizarían medidas de mitigación y conservación de los recursos naturales.

Antes de implementar este tipo de proyectos es de gran importancia contemplar con la comunidad cursos pedagógicos de conservación del medio ambiente, para así evitar contaminación en el cuerpo de agua, especialmente basuras y productos agroquímicos que de alguna forma perjudique la eficiencia de la microcentral hidroeléctrica.

Referencias

- Briceño, E., Escobar, R., & Ramírez, S. (2008). *Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales*. Lima, Peru: Soluciones Prácticas-ITDG.
- Castañeda, A. (2016). *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA UBICADA EN LA CUENCA DEL RIO TEUSACA - VEREDA SAN RAFAEL - SECTOR LA TOGA - LA CALERA - CUNDINAMARCA*. Bogota D.C.
- Chow, V. T. (1994). *Hidraulica de Canales Abiertos*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.
- Das, B. M. (2013). *Fundamento de Ingeniería Geotécnica* (Cuarta ed.). México: Cengage Learning Editores S.A.
- Eduardo Briceño, R. E. (2008). *Manual de capacitación en operación y mantenimiento de pequeñas centrales*. Lima, Peru: Soluciones Prácticas-ITDG.
- Ernesto, T. Q. (2013). *Investigación En Pequeñas En Colombia*.
- ESHA. (2006). *Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica*.
- Espinola, A. (2018). *ESTADISTICA APLICADA A LA INVESTIGACION*.
- Fattorelli, S., & Fernandez, P. (2011). *Diseño Hidrológico*. Wasa Assessment & Advisory Global Network.
- IDEAM. (s.f). *Bnco de datos del IDEAM*. Recuperado el 2018, de <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (Vol. II). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Marbello, R. (2005). *Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica*.
- Ministerio, V. (2017). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*.
- Morales, V., & Castaño, N. (2017). *Desarrollo de un estudio de viabilidad técnica, administrativo, legal, ambiental y financiera de una pequeña central hidroeléctrica en la quebrada San José - Tolima*. Bogota D.C.
- Ortiz, R. (2011). *Pequeñas Centrales Hidroeléctricas*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Quintero, E. T. (2013). *Investigación en Pequeñas Centrales en Colombia*.
- Quintero, K. (2009). *METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS EN ESTUDIOS*. Medellín.
- Rincón, L. (2001). *Investigación de Operaciones para Ingenierías y Administración de Empresas*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira.
- Rodriguez, L. (2014). *PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DIAGRAMA DE GANTT*. Uruguay.
- Rojas, K. (2018). *Elaboración propia NTS*. Ocaña.
- Toledo, A. (2017). *ESTUDIO PRELIMINAR DE VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA UN APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Torres, E. (2018). *DISEÑO DE UNA TURBINA MICHELL BANKI PARA UNA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA, NORTE DE SANTANDER*. Ocaña, Colombia.

Apéndices

Apéndice A. Tablas de selección de datos.

Uso del suelo	A			B			C			D		
	0-2%	2-6%	6%+	0-2%	2-6%	6%+	0-2%	2-6%	6%+	0-2%	2-6%	6%+
Cultivado	0.08 a 0.14 b	0.13 0.18	0.16 0.22	0.11 0.16	0.15 0.21	0.21 0.28	0.14 0.20	0.19 0.25	0.26 0.34	0.18 0.24	0.23 0.29	0.31a 0.41 b
Pastos	0.12 0.15	0.20 0.25	0.30 0.37	0.18 0.23	0.28 0.34	0.37 0.45	0.24 0.30	0.34 0.42	0.44 0.52	0.30 0.37	0.40 0.50	0.50 0.62
Praderas	0.10 0.14	0.16 0.22	0.25 0.30	0.14 0.20	0.22 0.28	0.30 0.37	0.20 0.26	0.28 0.35	0.36 0.44	0.24 0.30	0.30 0.40	0.40 0.50
Bosques	0.05 0.08	0.08 0.11	0.11 0.14	0.08 0.10	0.11 0.14	0.14 0.18	0.10 0.12	0.13 0.16	0.16 0.20	0.12 0.15	0.16 0.20	0.20 0.25
Residencial Lotes 0.05ha	0.25 0.33	0.28 0.37	0.31 0.40	0.27 0.35	0.30 0.39	0.35 0.44	0.30 0.38	0.33 0.42	0.38 0.49	0.33 0.41	0.36 0.45	0.42 0.54
Lotes menos de 0.1Ha	0.22 0.30	0.26 0.34	0.29 0.37	0.24 0.33	0.29 0.37	0.33 0.42	0.27 0.36	0.31 0.40	0.36 0.47	0.30 0.38	0.34 0.42	0.40 0.52
Lotes de 0.13Ha	0.19 0.28	0.23 0.32	0.26 0.35	0.22 0.30	0.26 0.35	0.30 0.39	0.25 0.33	0.29 0.38	0.34 0.45	0.28 0.36	0.32 0.40	0.39 0.50
Lotes de 0.2Ha	0.16	0.20	0.24	0.19	0.23	0.28	0.22	0.27	0.32	0.26	0.30	0.37

Tabla 7.25 Valor de C y su relación con la clasificación hidrológica de suelos del SCS (A, B, C, D) y la pendiente del terreno en porcentaje. Fuente: (McCuen, 1998).

	0.25	0.29	0.32	0.28	0.32	0.36	0.31	0.35	0.42	0.34	0.38	0.48
Lotes 0.5 Ha	0.14 0.22	0.19 0.26	0.22 0.29	0.17 0.24	0.21 0.28	0.26 0.34	0.20 0.28	0.25 0.32	0.31 0.40	0.24 0.31	0.29 0.35	0.35 0.46
Industrial	0.67 0.85	0.68 0.85	0.68 0.86	0.68 0.85	0.68 0.86	0.69 0.86	0.68 0.86	0.69 0.86	0.69 0.87	0.69 0.86	0.69 0.86	0.70 0.88
Comercial	0.71 0.88	0.71 0.88	0.72 0.89	0.71 0.89	0.72 0.89	0.72 0.90						
Calles	0.70 0.76	0.71 0.77	0.72 0.79	0.71 0.80	0.72 0.82	0.74 0.84	0.72 0.84	0.73 0.85	0.76 0.89	0.73 0.89	0.75 0.91	0.78 0.95
Parques	0.05 0.11	0.10 0.16	0.14 0.20	0.08 0.14	0.13 0.19	0.19 0.26	0.12 0.18	0.17 0.23	0.24 0.32	0.16 0.22	0.21 0.27	0.28 0.39
Estacionamientos	0.85 0.95	0.86 0.96	0.87 0.97									

Tabla 8.1. Valores del coeficiente de rugosidad n. Fuente: (López, 2003)

Tabla 8.1 Coeficientes de rugosidad de Manning	
Material	Coeficiente de rugosidad, n
Asbesto cemento	0,010
Concreto liso	0,012
Concreto rugoso	0,014
Ladrillo	0,016
Ladrillo vitrificado	0,014
Metal corrugado	0,022
Hierro fundido	0,015
Plástico	0,009

Tabla 9.3. Número de Hazen Vs/Vo. Fuente: (López, 2003)

Tabla 9.3 Número de Hazen (V_v/V_o)								
Condiciones	Remoción (%)							
	87,5	80	15	70	65	60	55	50
n = 1	7,00	4,00	3,00	2,30	1,80	1,50	1,30	1,00
n = 3	2,75		1,66					0,76
n = 4	2,37		1,52					0,73
Máximo teórico	0,88		0,75					0,50

Tabla 8.2. Relaciones hidráulicas para conductos circulares. Fuente: (López, 2003)

Tabla 8.2 Relaciones hidráulicas para conductos circulares (n_o/n variable)											
Q/Q_o	Rel.	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	V/V_o	0,000	0,292	0,352	0,400	0,427	0,453	0,473	0,492	0,505	0,520
	d/D	0,000	0,092	0,124	0,148	0,165	0,182	0,195	0,210	0,220	0,232
	R/R_o	0,000	0,239	0,315	0,370	0,410	0,449	0,481	0,510	0,530	0,554
	H/D	0,000	0,041	0,067	0,086	0,102	0,116	0,128	0,140	0,151	0,161
0,1	V/V_o	0,540	0,553	0,570	0,580	0,590	0,600	0,613	0,624	0,634	0,645
	d/D	0,248	0,258	0,270	0,280	0,289	0,298	0,308	0,315	0,323	0,334
	R/R_o	0,596	0,606	0,630	0,650	0,668	0,686	0,704	0,716	0,729	0,748
	H/D	0,170	0,179	0,188	0,197	0,205	0,213	0,221	0,229	0,236	0,244
0,2	V/V_o	0,656	0,664	0,672	0,680	0,687	0,695	0,700	0,706	0,713	0,720
	d/D	0,346	0,353	0,362	0,370	0,379	0,386	0,393	0,400	0,409	0,417
	R/R_o	0,768	0,780	0,795	0,809	0,824	0,838	0,848	0,860	0,874	0,886
	H/D	0,251	0,258	0,266	0,273	0,280	0,287	0,294	0,300	0,307	0,314
0,3	V/V_o	0,729	0,732	0,740	0,750	0,755	0,760	0,768	0,776	0,781	0,787
	d/D	0,424	0,431	0,439	0,447	0,452	0,460	0,468	0,476	0,482	0,488
	R/R_o	0,896	0,907	0,919	0,931	0,938	0,950	0,962	0,974	0,983	0,992
	H/D	0,321	0,328	0,334	0,341	0,348	0,354	0,361	0,368	0,374	0,381
0,4	V/V_o	0,796	0,802	0,806	0,810	0,816	0,822	0,830	0,834	0,840	0,845
	d/D	0,498	0,504	0,510	0,516	0,523	0,530	0,536	0,542	0,550	0,557
	R/R_o	1,007	1,014	1,021	1,028	1,035	1,043	1,050	1,056	1,065	1,073
	H/D	0,388	0,395	0,402	0,408	0,415	0,422	0,429	0,436	0,443	0,450
0,5	V/V_o	0,850	0,855	0,860	0,865	0,870	0,875	0,880	0,885	0,890	0,895
	d/D	0,563	0,570	0,578	0,582	0,588	0,594	0,601	0,608	0,615	0,620
	R/R_o	1,079	1,087	1,094	1,100	1,107	1,113	1,121	1,125	1,129	1,132
	H/D	0,458	0,465	0,472	0,479	0,487	0,494	0,502	0,510	0,518	0,526
0,6	V/V_o	0,900	0,903	0,908	0,913	0,918	0,922	0,927	0,931	0,936	0,941
	d/D	0,626	0,632	0,639	0,645	0,651	0,658	0,666	0,672	0,678	0,686
	R/R_o	1,136	1,139	1,143	1,147	1,151	1,155	1,160	1,163	1,167	1,172
	H/D	0,534	0,542	0,550	0,558	0,566	0,576	0,585	0,595	0,604	0,614
0,7	V/V_o	0,945	0,951	0,955	0,958	0,961	0,965	0,969	0,972	0,975	0,980
	d/D	0,692	0,699	0,705	0,710	0,719	0,724	0,732	0,738	0,743	0,750
	R/R_o	1,175	1,179	1,182	1,184	1,188	1,190	1,193	1,195	1,197	1,200
	H/D	0,623	0,633	0,644	0,654	0,665	0,677	0,688	0,700	0,713	0,725
0,8	V/V_o	0,984	0,987	0,990	0,993	0,997	1,001	1,005	1,007	1,011	1,015
	d/D	0,756	0,763	0,770	0,778	0,785	0,791	0,798	0,804	0,813	0,820
	R/R_o	1,202	1,205	1,209	1,211	1,214	1,216	1,219	1,219	1,215	1,214
	H/D	0,739	0,753	0,767	0,783	0,798	0,815	0,833	0,852	0,871	0,892
0,9	V/V_o	1,018	1,021	1,024	1,027	1,030	1,033	1,036	1,039	1,039	1,040
	d/D	0,826	0,835	0,843	0,852	0,860	0,868	0,876	0,884	0,892	0,900
	R/R_o	1,212	1,210	1,207	1,204	1,202	1,200	1,197	1,195	1,192	1,190
	H/D	0,915	0,940	0,968	0,995	1,027	1,063	1,103	1,149	1,202	1,265
1,0	V/V_o	1,041	1,042	1,042							
	d/D	0,914	0,920	0,931							
	R/R_o	1,172	1,164	1,150							
	H/D	1,344	1,445	1,584							

siendo: Q = caudal de diseño Q_o = caudal a tubo lleno
V = velocidad de diseño V_o = velocidad a tubo lleno
d = lámina de agua D = diámetro de la tubería
R = radio hidráulico al caudal de diseño
 R_o = radio hidráulico a tubo lleno
H = profundidad hidráulica
n = número de Manning a caudal de diseño
 n_o = número de Manning a tubo lleno

Tabla 10.7. Coeficientes de rugosidad típicos. Fuente: (López, 2003)

Material de la tubería		C
Acero remachado	(nuevo)	110
Acero remachado	(usado)	85
Acero soldado	(nuevo)	130
Acero soldado	(usado)	90
Hierro fundido	(nuevo)	130
Hierro fundido	(15-20 años)	100
Hierro fundido	(> 20 años)	90
Concreto	(buena terminación)	130
Concreto	(terminación común)	120
Asbesto-cemento		140
Plástico (PVC)		150

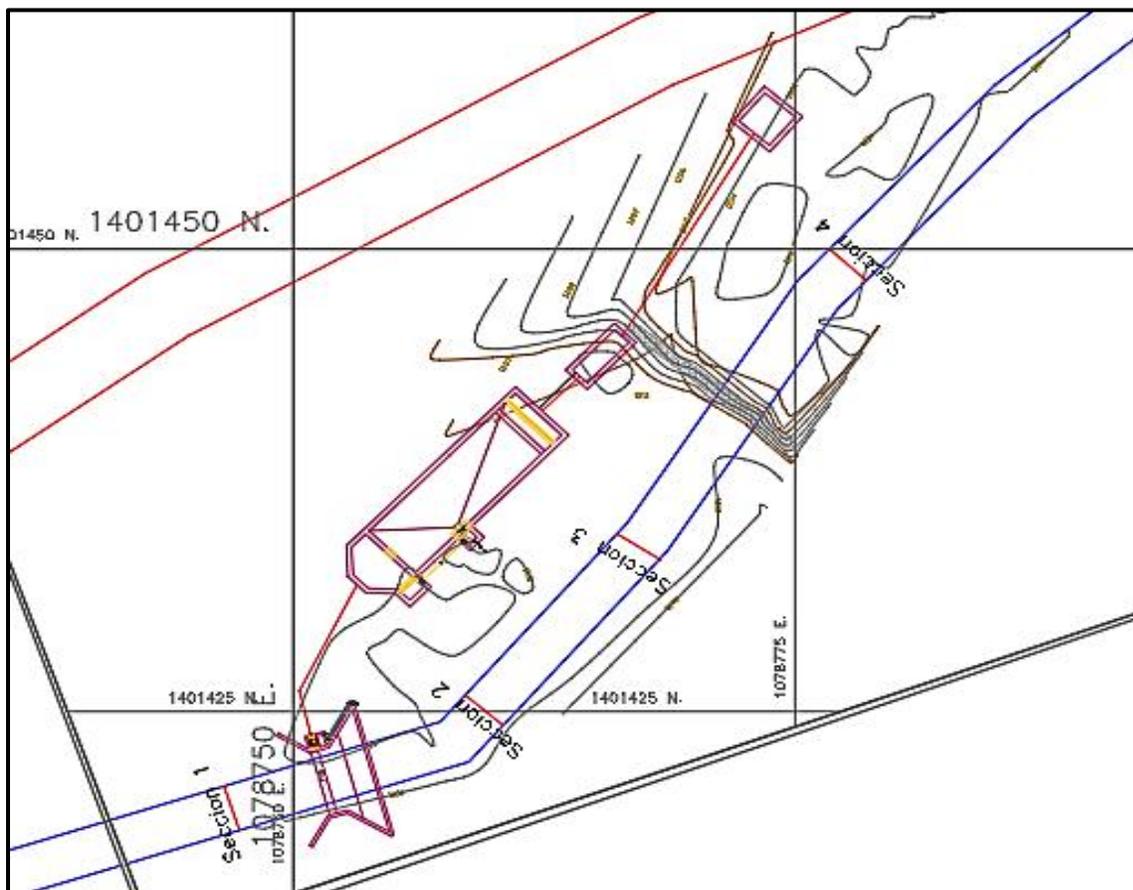
Tabla 6-1. Parámetros de diseño en el límite de 0.005 correspondiente a secciones controladas por tracción. Fuente: (NSR 10)

		$f_c = 3000$ $\beta_1 = 0.85$	$f_c = 4000$ $\beta_1 = 0.85$	$f_c = 5000$ $\beta_1 = 0.80$	$f_c = 6000$ $\beta_1 = 0.75$	$f_c = 8000$ $\beta_1 = 0.65$	$f_c = 10,000$ $\beta_1 = 0.65$
R_{nt}		683	911	1084	1233	1455	1819
ϕR_{nt}		615	820	975	1109	1310	1637
ω_t		0.2709	0.2709	0.2550	0.2391	0.2072	0.2072
P_t	Grado						
	40	0.02032	0.02709	0.03187	0.03586	0.04144	0.05180
	60	0.01355	0.01806	0.02125	0.02391	0.02762	0.03453
	75	0.01084	0.01445	0.01700	0.01912	0.02210	0.02762

Tabla 10.13 Relación de módulos de elasticidad del agua y del material de la tubería.

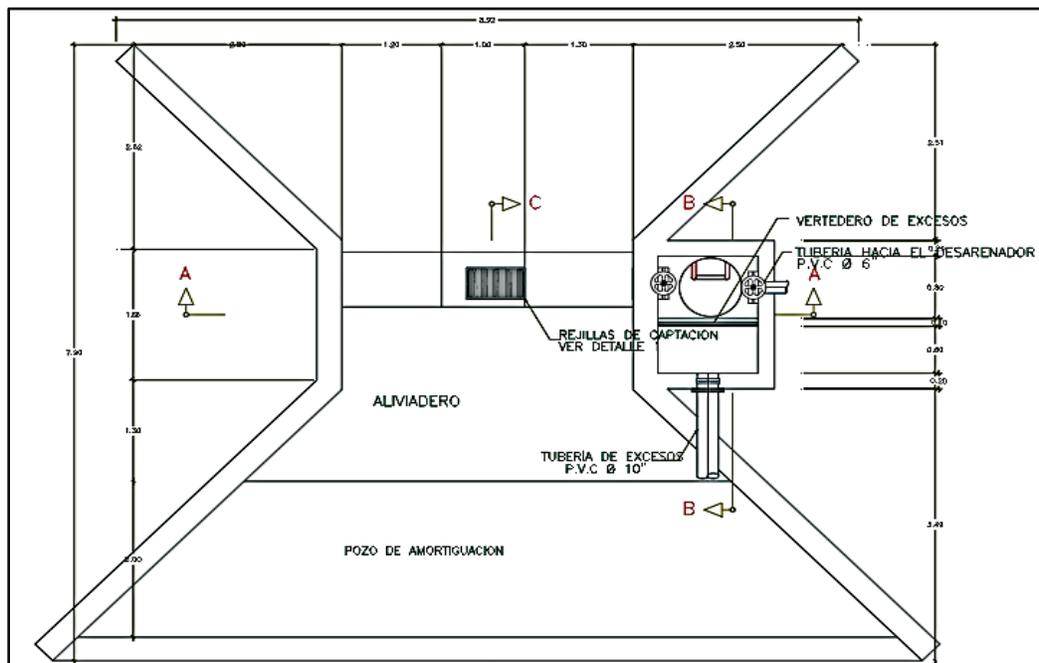
Fuente: (López, 2003)

Material de la tubería	K
Acero	0,5
Hierro fundido	1,0
Concreto	5,0
Asbesto-cemento	4,4
Plástico	18,0

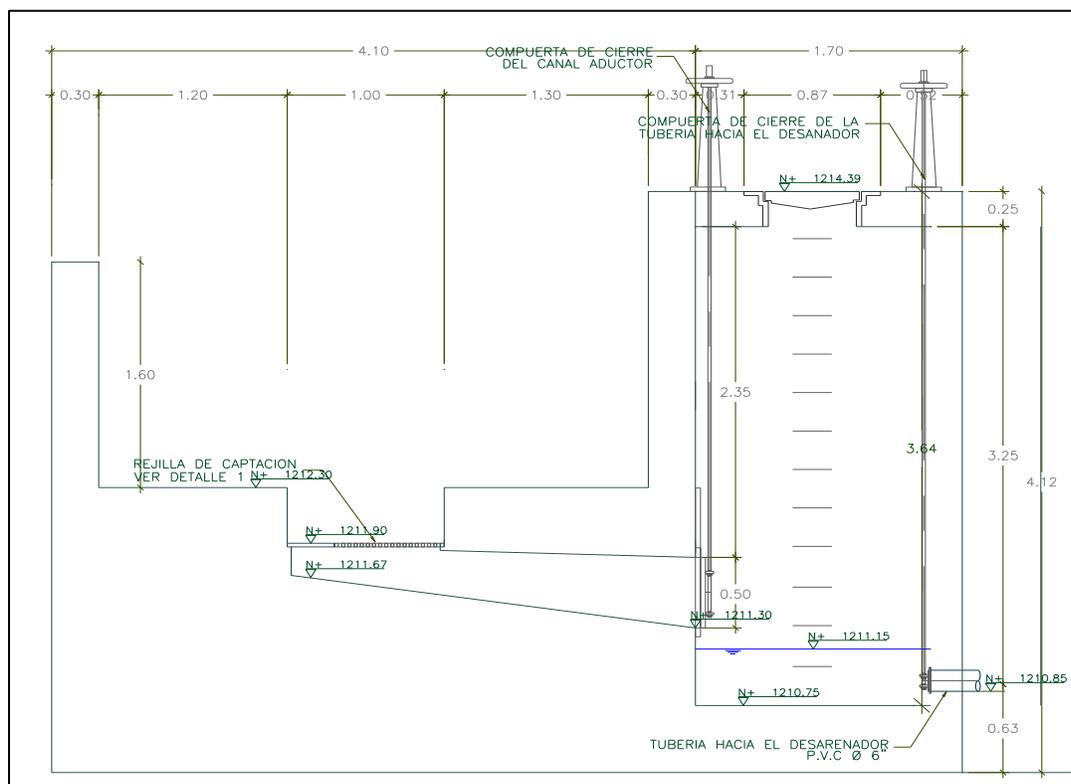
Apéndice B. Localización general de la zona en estudio.

Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

Apéndice C. Planos hidráulicos de la Bocatoma de fondo.

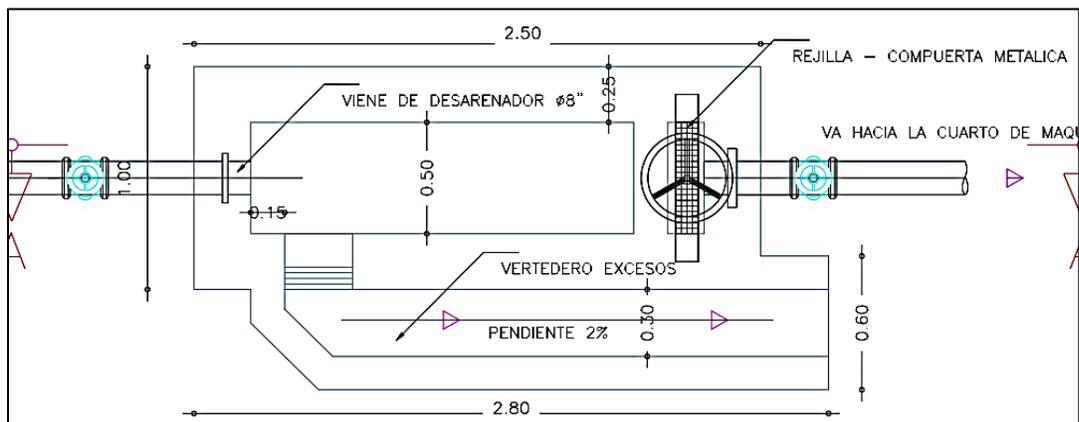


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

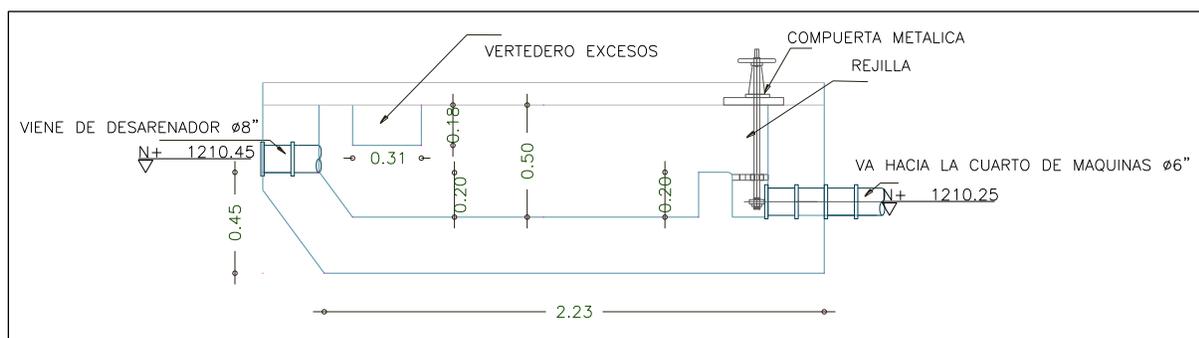


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

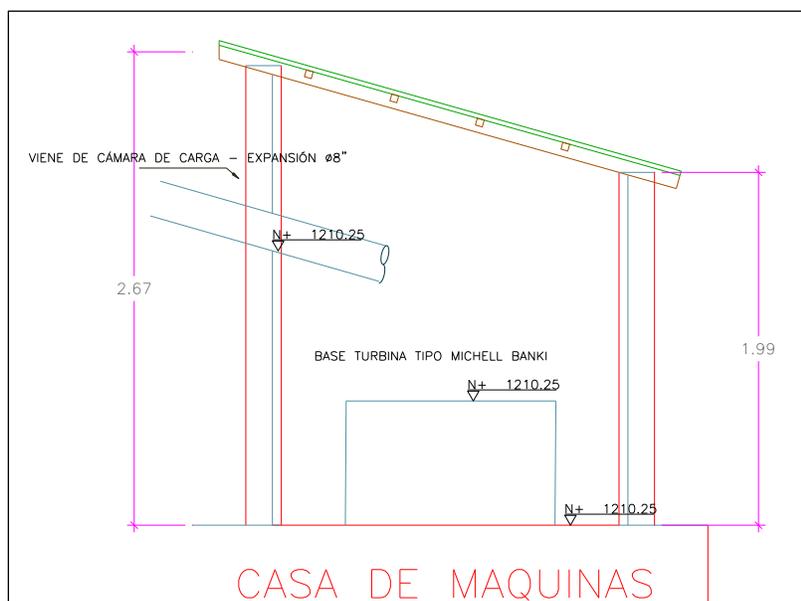
Apéndice E. Planos de Cámara de carga y casa de máquina.



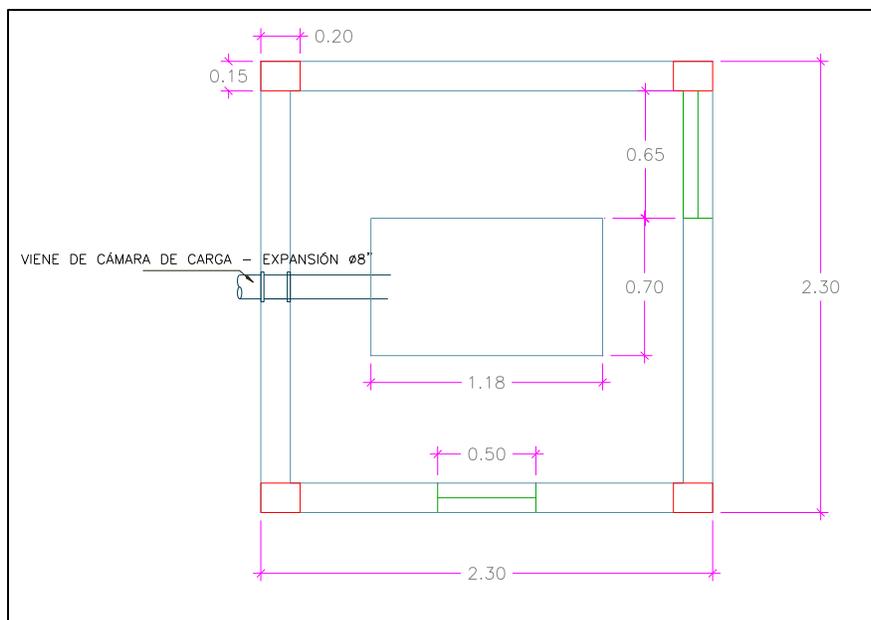
Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)



Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

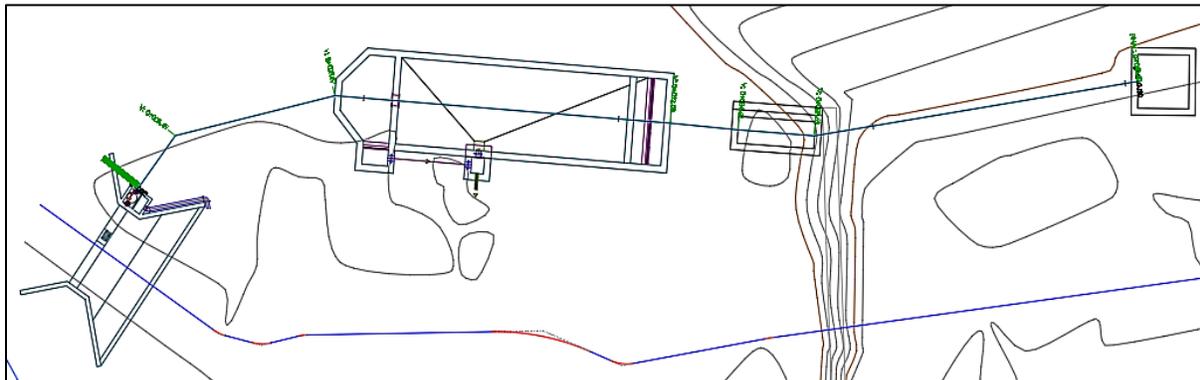


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

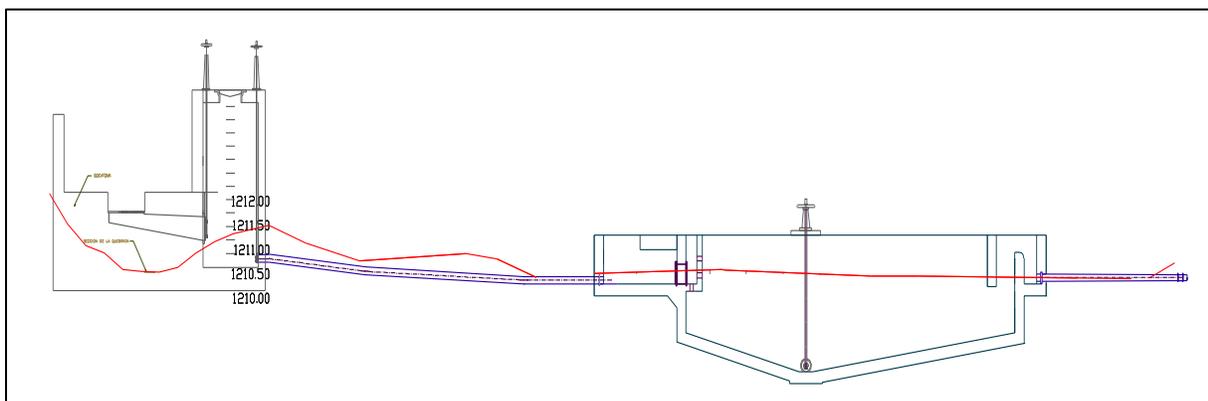


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

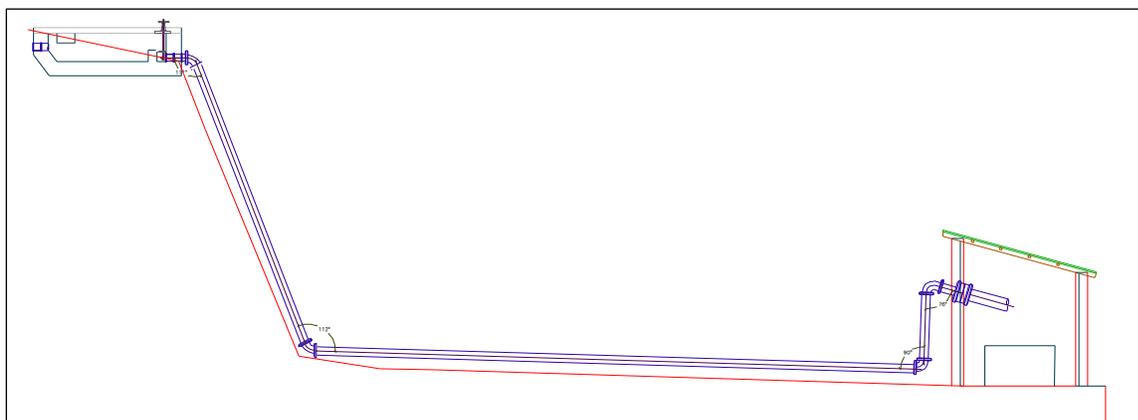
Apéndice F. Plano ubicación de la tubería de aducción-conducción.



Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

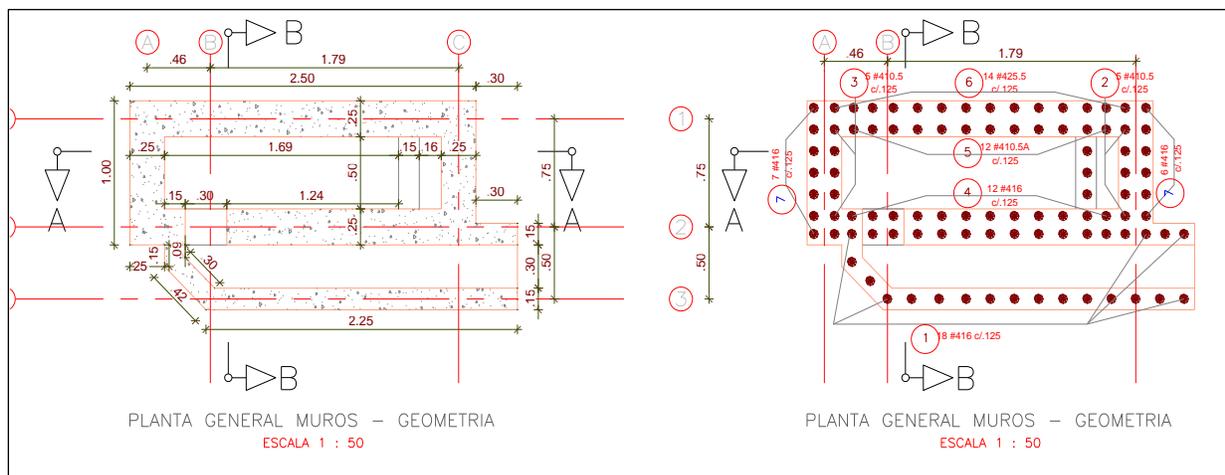


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

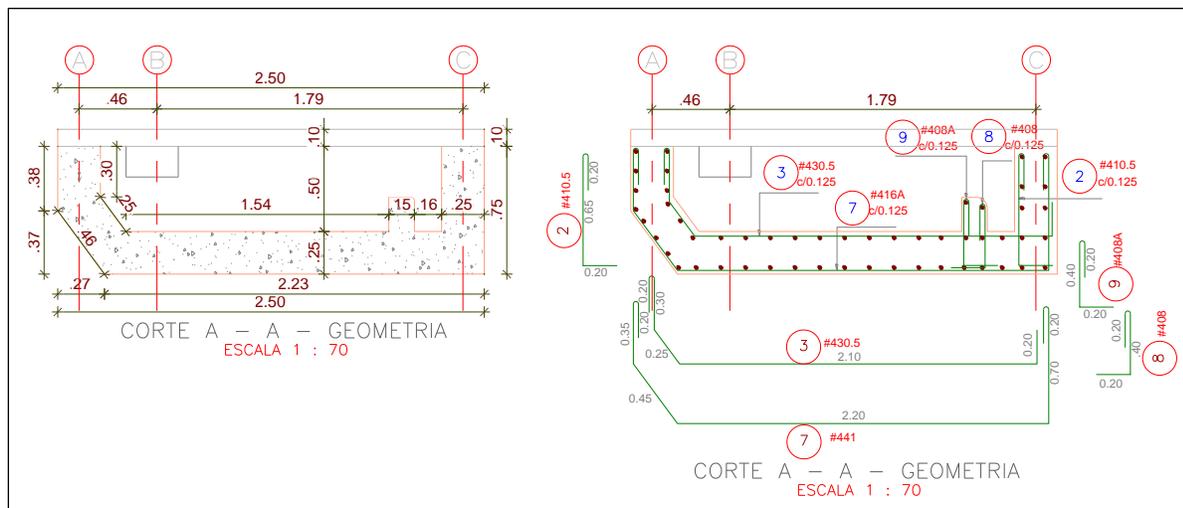


Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

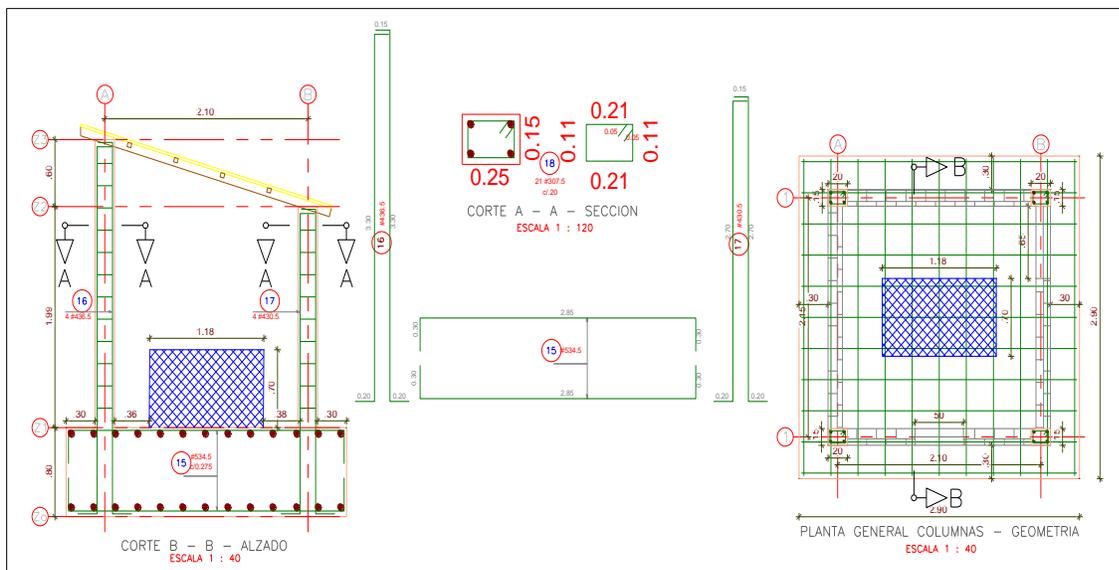
Apéndice I. Plano estructural Cámara de Carga y Casa de Maquinas.



Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)



Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)



Fuente: (Autora del proyecto, 2018) (AutoCAD Civil 3D)

Apéndice J. Especificaciones técnicas de la estructura de Bocatoma.

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.01	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.01.01		1.LOCALIZACION Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (BOCATOMA)		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cuadrado (m²)		
4. DESCRIPCION				
<p>Esta actividad comprende la localización de los ejes iniciales para la construcción del proyecto (BOCATOMA), este debe realizarse con el acompañamiento de un topógrafo certificado, quien con el equipo correspondiente ayudara a la localización clara y exacta desde un punto o mojón determinado por el consultor y/o la interventoría.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar la información topográfica para acordar un mojón o BM de inicio con la interventoría. * Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico. * Verificar planos arquitectónicos en relación con los niveles y terrazas exteriores. * Identificar en sitio los mojones físicos de referencia en la topografía. * Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos. * Identificar ejes extremos del proyecto. * Marcar niveles de terminación y niveles de rasante de rellenos. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * El topógrafo debe determinar y localizar los ejes iniciales, arquitectónicos y estructurales. * Demarcar e identificar convenientemente cada eje. * Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica. * Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona. * Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión". 20 * Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5. * Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado. * Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería. * Replantear estructura en pisos superiores y pendiente de rampas. * Replantear mampostería y divisiones de aseos. * Replantear colocación de farolas, mobiliario, etc. 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10. * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. * Dirección Técnica. 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<ul style="list-style-type: none"> * Realizar verificación del estado de los equipos, solicitar vigencia de los certificados de calibración. 				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * Localización, Trazado y Replanteo de todas las edificaciones, zonas de construcción y dotación de la obra. * Revisión del trazado de los ejes estructurales, de acuerdo a los planos de localización. * Verificar la demarcación e identificación de cada eje. 				
10. MATERIALES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Durmiente - 0.04 x 0.10 x 2.70 M * Esmalte para señalización * Estacas de madera * Madeja de hilo y/o nylon 				
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Cinta metálica * Equipo de nivelación * Estación total * Mira autonivelante 				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
N.A.				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<ul style="list-style-type: none"> * Se medirá y se pagará por Metro Cuadrado (M2) localización y replanteo debidamente ejecutado de acuerdo a los planos de localización general de implantación recibidos y aceptados por la interventoría. La medida será el resultado de las mediciones según carteras topográficas. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos descritos en el numeral 11 * Mano de Obra * Transporte dentro y fuera de la obra; (VER ANALISIS DEL COSTO DE TRANSPORTE). 				
16. OTROS				
<p>Este ítem se ve afectado por variables adicionales especialmente a la ubicación del sitio de ejecución que es sobre el lecho de la quebrada donde se construirá la bocatoma, pues se encuentra a 100 m de la vía más cercana (terreno bastante quegrado), los costos de desplazamiento deben ser asumidos por el análisis de precio unitario.</p>				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.01	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.01.05		3.RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (BOCATOMA)		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)		
4. DESCRIPCION				
Relleno, extendido y compactado con material base seleccionado granular de préstamo, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de obra y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos diseños, estructurales, diseños arquitectónicos. * Consultar y verificar recomendaciones de los Planos Estructurales. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución de las bases y sub-bases se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación. * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95) * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de clasificación del material. 				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor de la base, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 				
10. MATERIALES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. 				
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m ³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos descritos en el numeral 11 * Mano de Obra 				
16. OTROS				
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.01				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.01.06		4.RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 100m (BOCATOMA)							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)							
4. DESCRIPCION									
<p>El contratista deberá disponer de todo el material sobrante que no se utilice para completar la obra, retirándolos tan pronto como sean excavados, demolidos, etc., hasta los sitios de botadero aprobados por el interventor. No se permitirá la colocación del material descrito en las inmediaciones de los bordes de las zanjas del desarenador.</p> <p>El almacenamiento temporal del material excavado que se podrá utilizar posteriormente para rellenos, deberá hacerse en sitios en donde su apilamiento no constituya un peligro para las obras o para la seguridad de las personas, de acuerdo con lo aprobado para este propósito por el interventor.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Se comprobará que no se están realizando trabajos en la zona a limpiar Verificar que el material sobrante en el sitio de acopio autorizado por interventoria. *</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Trabajos de limpieza. *Retirada y acopio de los restos generados. *Carga manual de los restos generados sobre volqueta o contenedor.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* Inspeccion final.</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
10. MATERIALES.									
11. EQUIPO.									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de retiro de sobrantes; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.01	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.01.02	2.EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (BOCATOMA)			
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)			
4. DESCRIPCION				
<p>Esta actividad comprende la excavación necesaria para la construcción de la bocatoma según lo muestran los planos y se refiere a la extracción manual del material heterogéneo de 0.0 – 3,3 mts, bajo cualquier grado de humedad que se encuentre presente en el área a intervenir.</p> <p>Incluye: tierras, roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35m³. Medido in sitio. El material extraído se dispondrá en un lugar específico dentro de la obra para luego ser seleccionado, los sobrantes se llevarán únicamente en los botaderos autorizados por la entidad competente.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos. * Consultar y verificar procesos constructivos del Proyecto Estructural. * Corroborar la conveniencia de realizar la excavación. * Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos Estructurales. * Verificar las dimensiones de los elementos aledaños. * Verificar planos arquitectónicos en relación con niveles. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * Acotado de la zona mediante cinta de señalización. * Realizar cortes sobre terrenos firmes ó sobre materiales de relleno cuando tengan profundidades mayores a dos metros y se quieran evitar los taludes. * Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación. * Determinar mediante autorización escrita de La Interventoría, las cotas finales de excavación. * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de la cota fondo de la estructura. * Verificar niveles finales de para la excavación. * Cargar y retirar los sobrantes (no incluido en este precio). * Verificar que los sobrantes sean llevados únicamente a los botaderos autorizados por el municipio (ver plano manejo ambiental). 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11. * Desperdicios y mano de obra. * Transporte o movimiento dentro de la obra. * Dirección Técnica. 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de cota de fondo del tanque. * Verificar niveles finales de la excavación. 				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * Realizar la excavación de acuerdo a las dimensiones expresadas en los planos de diseño. 				
10. MATERIALES.				
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor (cinta de señalización). * Pala redonda y/o cuadrada. 				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Los volúmenes de excavación se medirán en metros cúbicos (M3) en su sitio, de acuerdo con los levantamientos topográficos, los niveles del proyecto y las adiciones ó disminuciones de niveles debidamente aprobadas por el Ingeniero de Suelos y la Interventoría. No se medirán ni se pagarán volúmenes expandidos. Su valor corresponde al precio unitario estipulado en el respectivo contrato e incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Equipos descritos en el numeral 11. * Mano de obra. * Transportes dentro y fuera de la obra. * Carga y retiro de sobrantes. <p>El Constructor no será indemnizado por derrumbes, deslizamientos, alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno ó el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.</p>				
16. OTROS				
<p>Este ítem se ve afectado por variables adicionales especialmente a la ubicación del sitio de ejecución que es sobre el lecho de la quebrada donde se construirá la bocatoma, pues se encuentra a 100 m de la vía mas cercana (terreno bastante quegrado), los costos de desplazamiento deben ser asumidos por el análisis de precio unitario. En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá asumirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. Las sobre excavaciones correrán por cuenta y riesgo del contratista.</p>				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.01				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.01.07					5.MANEJO DE AGUAS, DESVIO Y RETORNO DEL CAUCE (BOCATOMA)				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Metro cúbico (m³)				
4. DESCRIPCION									
Llevar a cabo la desviacion de la quebrada y la desecacion de cimientos y demas trabajos que sean necesarios para completar la obra.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
* Selección del area de desviacion a utilizar. * Garantizar el flujo de agua. * Apilar de una manera sistematica los costales rellenos con material aledaño. tierra con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material.									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
* Realizar las excavciones necesarias para conducir el agua nuevamente al cauce. * Dejar todo listo desde la entrega hasta unos poco centimetros donde se va a desviar el agua, permitiendo que con unas pocas maniobras se pueda desviar el cauce. * Apilar los costales en el lugar de la desviacion buscando que el flujo de desplace hacia el lugar previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Verificar que el sistema quede bien, funcione y no presente posibles derrumbes mientras se ejecutan los trabajos.									
7. ALCANCE.									
* Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
* Al final de la intervencion de la bocatoma los terrenos y el cauce deben volver a su situacion inicial.									
10. MATERIALES.									
* Costales. * Varas de madera.									
11. EQUIPO.									
* Herramienta menor									
12. DESPERDICIOS.					13. MANO DE OBRA				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por el logro GLOBAL de la actividad alcanzando la meta de desviar el cauce por el tiempo necesario de la ejecucion de la obra BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos en el numeral 10 * Mano de Obra									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.02				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.02.01		1.INSTALACION DE CICLOPEO DE 2500 PSI SIN FORMAleta (BOCATOMA)							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)							
4. DESCRIPCION									
<p>Este trabajo consiste en la construcción de las obras de concreto ciclopeo de 2500 psi (40% piedra, 60% concreto) que forman parte de la bocatoma y que comprende suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y mano de obra para: dosificación, mezcla, encofrado, colocación, acabado, protección, curado, y pruebas del concreto especificado.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Selección de las canteras adecuadas para el suministro de los agregados. * Garantizar que el agua de mezclado a utilizar tenga análisis microbiológico y bacteriológico. * Apilar de una manera sistemática los agregados y materiales a utilizar con la intención de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se instalará el Ciclopeo. * Localización y replanteo de los lugares a instalar con este material. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Dosificar y mezclar (NSR-10 C.5.2 Y C.5.3). * Transportar, colocar y vibrar (NSR-10 -C.5.9 a c.5.10). * Curado (NSR-10 C.5.1 Y C.5.13). * Elementos embebidos en concreto (NSR-10 C.6.4). * Ensayos de consistencia y manejabilidad (NSR-10 C.5.3 A C.5.6). *Evaluación de los ensayos (NSR-10 C.5.6) 									
7. ALCANCE.									
<p>*Se indica lo que se incluye en el APU para su ejecución: Concreto 2500 psi, herramienta menor, mano de obra, transporte y equipos para suministro, vibrado e instalación.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<ul style="list-style-type: none"> * Toma de muestras (NTC 454, ASTM C172) * Fabricación y curado (NTC 550 Y 673, ASTM C31 Y C39) * Extracción de núcleos (NTC 3658, ASTM C42) * Ensayos de concreto según norma NSR-10 									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Las desviaciones en pendientes, dimensiones o alineamiento de las diferentes estructuras no podrán tener valores mayores a los especificados en la norma NSR-10. * Los ensayos de los materiales deberán cumplir con los valores de diseño.</p>									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Concreto 3000 psi. * Piedra Rajón. 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Norma NSR-10 Normas NTC y ASTM * 									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por el METROS CUBICOS (M3) debidamente ejecutados de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos, el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados de la ejecución de la obra BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra 									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.02	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.02.02		2.CONCRETO DE 4000 PSI INC. FORMAleta (BOCATOMA)		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)		
4. DESCRIPCION				
<p>Este trabajo consiste en la construcción de las obras de concreto 4000 psi que forman parte de la bocatoma y que comprende suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y mano de obra para: dosificación, mezcla, encofrado, colocación, acabado, protección, curado, y pruebas del concreto especificado.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Selección de las canteras adecuadas para el suministro de los agregados. * Garantizar que el agua de mezclado a utilizar tenga análisis microbiológico y bacteriológico. * Apilar de una manera sistemática los agregados y materiales a utilizar con la intención de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del área sobre el que se instalará el Concreto. * Localización y replanteo de los lugares a instalar con este material. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * Encofrados y formaletas, nivelado y aplomada de las mismas (NSR-10 C.6.1-C.6.2) * Dosificar y mezclar (NSR-10 C.5.2 Y C.5.3). * Transportar, colocar y vibrar (NSR-10 -C.5.9 a c.5.10). * Desencofrado. Una vez aprobado por la interventoría * Curado (NSR-10 C.5.1 Y C.5.13). * Acabados, resanes y reparaciones * Juntas (NSR-10 C.6.4) * Elementos embebidos en concreto (NSR-10 C.6.4). * Ensayos de consistencia y manejabilidad (NSR-10 C.5.3 A C.5.6). * Evaluación de los ensayos (NSR-10 C.5.6) 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<ul style="list-style-type: none"> * Toma de muestras (NTC 454, ASTM C172) * Fabricación y curado (NTC 550 Y 673, ASTM C31 Y C39) * Extracción de núcleos (NTC 3658, ASTM C42) * Ensayos de concreto según norma NSR-10 				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * Aceptación por parte de interventoría de plomos nivelados. * Tolerancias para colocación del refuerzo Tabla C.7.5.2.1 - NSR-10. * Diámetros mínimos de doblamiento. Tabla C.7.2 NSR-10. * Recubrimiento mínimo de concreto del refuerzo. C7.7.1 - NSR-10 				
10. MATERIALES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Concreto 4000 psi 				
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Formaleta metálica. * Mezcladora. 				<ul style="list-style-type: none"> * Vibrador.
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Norma NSR-10 NTC y ASTM 				<ul style="list-style-type: none"> * Normas
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por el METROS CUBICOS (M3) debidamente ejecutados de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos, el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados de la ejecución de la obra BOCATOMA. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los planos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.02				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.02.03		3.CONCRETO DE 4000 PSI INC. FORMAleta IMPERMEABILIZADO (BOCATOMA)							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)							
4. DESCRIPCION									
Este trabajo consiste en la construccion de las obras de concreto 4000 psi impermeabilizado que forman parte de la bocATOMA y que comprende suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y mano de obra para: dosificación, mezcla, encofrado, colocación, acabado, protección, curado, y pruebas del concreto especificado.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Selección de las canteras adecuadas para el suministro de los agregados. * Garantizar que el agua de mezclado a utilizar tenga análisis microbiológico y bacteriológico. * Apilar de una manera sistemática los agregados y materiales a utilizar con la intención de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del área sobre el que se instalará el Concreto. * Localización y replanteo de los lugares a instalar con este material. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Encofrados y formaletas, nivelado y aplomada de las mismas (NSR-10 C.6.1-C.6.2) * Dosificar y mezclar (NSR-10 C.5.2 Y C.5.3). * Agregar aditivo SikaPlastocrete DM para impermeabilización de la mezcla. * Transportar, colocar y vibrar (NSR-10 -C.5.9 a c.5.10). * Desencofrado. Una vez aprobado por la interventoría * Curado (NSR-10 C.5.1 Y C.5.13). <p>Acabados, resanes y reparaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> * Juntas (NSR-10 C.6.4) * Elementos embebidos en concreto (NSR-10 C.6.4). * Ensayos de consistencia y manejabilidad (NSR-10 C.5.3 A C.5.6). <p>Evaluación de los ensayos (NSR-10 C.5.6)</p>									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<ul style="list-style-type: none"> * Toma de muestras (NTC 454, ASTM C172) * Fabricación y curado (NTC 550 Y 673, ASTM C31 Y C39) * Extracción de núcleos (NTC 3658, ASTM C42) * Ensayos de concreto según norma NSR-10 									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Aceptación por parte de interventoría de plomos nivelados. * Tolerancias para colocación del refuerzo Tabla C.7.5.2.1 - NSR-10. * Diámetros mínimos de doblamiento. Tabla C.7.2 NSR-10. * Recubrimiento mínimo de concreto del refuerzo. C7.7.1 - NSR-10 									
10. MATERIALES.									
* Concreto 4000 psi. SikaPlastocrete DM 20kg.							*		
11. EQUIPO.									
* Formaleta metálica. Vibrador. Mezcladora.							* *		
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Norma NSR-10 Normas NTC y ASTM							*		
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por el METROS CUBICOS (M3) debidamente ejecutados de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos, el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados de la ejecución de la obra BOCATOMA. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los planos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:									
* Materiales descritos * Mano de Obra descritos. dentro y fuera de la obra.							* Equipos * Transportes		
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada por el Ministerio de Educación</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.02	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.02.04		4.ACERO DE 60000 PSI (BOCATOMA)		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Kilogramo (Kg)		
4. DESCRIPCION				
<p>Suministro, corte, figuración, amarre y colocacion del refuerzo de acero de 60000 psi, para columnas, viga borde, losas, dovelas, alfajias y todos los elementos en concreto reforzado que esten dentro de la (BOCATOMA) según las indicaciones que contienen los planos estructurales. El refuerzo y su colocacion deben cumplir con la norma NSR-10.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.</p>				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<p>* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Consultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.</p>				
7. ALCANCE.				
<p>* Materiales descritos en el APU y herramientas desperdicios de la obra. Incluido en el costo del material. * Equipos * Mano de obra y * Transporte dentro y fuera</p>				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<p>* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)</p>				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<p>* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros mínimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>				
10. MATERIALES.				
<p>* Acero fy= 60000 psi. negro. * Alambre</p>				
11. EQUIPO.				
<p>* Tronzadora Herramienta menor *</p>				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<p>* Norma NSR-10</p>				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra descritos. dentro y fuera de la obra. * Equipos * Transportes</p>				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vicerrectoría Académica</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.02	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.02.05		5.INSTALACION PASAMURO ACERO AL CARBON CLASE 40 ELXEB L<=0.4 M. 10"		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)		
4. DESCRIPCION				
<p>Se denomina a los rellenos construidos con materiales que provienen de las excavaciones, de prestamos laterales, o de fuentes aprobadas y que deberan estar libres de sustancias deletéreas, de materia organica, raices y otros elementos perjudiciales.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.</p>				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<p>* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Consultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las incosistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.</p>				
7. ALCANCE.				
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<p>* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)</p>				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<p>* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>				
10. MATERIALES.				
<p>* Acero fy= 60000 psi. * Alambre negro.</p>				
11. EQUIPO.				
<p>* Tronzadora * Herramienta menor</p>				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<p>* Norma NSR-10</p>				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <p>* Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra .</p>				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.01		1.INSTALACION CODO HD EXTREMO BRIDA 22.5X10"							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Cada codo HD extremo brida debera ser cuidadosamente inspeccionado por el interventor. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * El accesorio debera estar libre de aceites, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. * El interventor debera aprobar los procedimientos que se usen para la movilizacion de los accesorios. * Se deberan seguir las normas y recomendaciones del fabricante para la instalacion del codo HD extremo brida 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Revisión y accionamiento de manera que garantice su correcto funcionamiento mecánico. * Cosultar notas y recomendaciones en planos hidráulicos. * Verificar empalmes, piezas y demas elementos para su instalación. * Notificar a la interventoria si existen inconsistencias de empalme. * Cumplir con las especificaciones y/o normas que se establezcan en los planos hidraulicos o por el fabricante. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion de los accesorios y revisados por interventoria. * Diametros y materiales expuestos en los planos hidráulicos. 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Codo HD extremo brida 22.5x10" 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Normas y especificaciones del fabricante 									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de accesorio debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. La unidad se efectuará sobre los planos hidráulicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * <p>Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilancia Mineroenergética	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.02		2.INSTALACION CODO HD EXTREMO LISO 22.5X10"							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
Cada codo HD extremo liso debera ser cuidadosamente inspeccionado por el interventor. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
* El accesorio debera estar libre de aceites, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. * El interventor debera aprobar los procedimientos que se usen para la movilizacion de los accesorios. * Se deberan seguir las normas y recomendaciones del fabricante para la instalacion del codo HD extremo liso.									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
* Revisión y accionamiento de manera que garantice su correcto funcionamiento mecánico. * Cosultar notas y recomendaciones en planos hidráulicos. * Verificar empalmes, piezas y demas elementos para su instalación. * Notificar a la interventoria si existen inconsistencias de empalme. * Cumplir con las especificaciones y/o normas que se establezcan en los planos hidraulicos o por el fabricante.									
7. ALCANCE.									
* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
* Tolerancias para colocacion de los accesorios y revisados por interventoria. * Diametros y materiales expuestos en los planos hidráulicos.									
10. MATERIALES.									
* Codo HD extremo liso 22.5x10"									
11. EQUIPO.									
* Herramienta menor									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Normas y especificaciones del fabricante									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de accesorio debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. La unidad se efectuará sobre los planos hidráulicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.03		3.INSTALACION DE COMPUERTA LATERAL DESLIZANTE D=500 MM							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Compuerta lateral deslizante D= 500 mm deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y preste la presión máxima de servicio, de lo contrario se debe informar a interventoría. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se harán por cuenta del contratista todos los gastos de sustitución de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el tipo de compuerta . * Plano de conjunto de la compuerta. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpia el cemento, arena y desechos que estén en la compuerta asegurando que no queden elementos extraños en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe prevenir el paso de materiales por el ducto o canal, que afecten el funcionamiento de la compuerta, instalando mallas, rejillas o filtros. * Colocar la abrazadera tope, cuando se halla encontrado la posición correcta de cierre y apertura, esta no debe desplazarse sin autorización de interventoría. * Por último se debe repintar, con pintura protectora (epóxica) que garantice como mínimo 5 años de duración. Este procedimiento se recomienda con pintura epóxica de altos sólidos . 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría. 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Compuerta lateral deslizante D=500 mm 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Norma AWWA C-501/C-560 * Norma AWWA C-550 * Norma ASTM D 2000 									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de compuerta debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.04					4.INSTALACION DE COMPUERTA LATERAL DESLIZANTE D=150 MM				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Unidad (Und)				
4. DESCRIPCION									
<p>Compuerta lateral deslizando D= 150 mm deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y preste la presión máxima de servicio, de lo contrario se debe informar a interventoría. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se harán por cuenta del contratista todos los gastos de sustitución de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el tipo de compuerta. * Plano de conjunto de la compuerta. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpia el cemento, arena y desechos que estén en la compuerta asegurando que no queden elementos extraños en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. Se debe prevenir el paso de materiales por el ducto o canal, que afecten el funcionamiento de la compuerta, instalando mallas, rejillas o filtros. * Colocar la abrazadera tope, cuando se halla encontrado la posición correcta de cierre y apertura, esta no debe desplazarse sin autorización de interventoría. * Por último se debe repintar, con pintura protectora (epóxica) que garantice como mínimo 5 años de duración. Este procedimiento se recomienda con pintura epóxica de altos sólidos. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría. 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Compuerta lateral deslizando D=150 mm 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano 									
12. DESPERDICIOS.					13. MANO DE OBRA.				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Norma AWWA C-501/C-560 * Norma AWWA C-550 * Norma ASTM D 2000 									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de compuerta debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.05				5.INSTALACION DE VASTAGO DE COLUMNA DE MANIOBRA (10" - 16")					
3. UNIDAD DE MEDIDA				Metro lineal (ML)					
4. DESCRIPCION									
<p>Vastago de columna de maniobra (10"-16") deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se procedera a fijar los elementos provisionales en su posicion correcta. * Se limpiará el vastago de materiales extraños y desechos en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe izar el vastago y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Vastago de columna de maniobra (10" - 16").</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<p>* AISI 304</p>									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de vastago debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p>									
<p>* Materiales descritos * Mano de Obra descritos. dentro y fuera de la obra.</p>									
<p>* Equipos * Transportes</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.03.06			6.INSTALACION DE VASTAGO DE COLUMNA DE MANIOBRA (6" - 8")	
3. UNIDAD DE MEDIDA			Metro lineal (ML)	
4. DESCRIPCION				
<p>Vastago de columna de maniobra (6" - 8") deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<p>* Se procedera a fijar los elementos provisionales en su posicion correcta. * Se limpiará el vastago de materiales extraños y desechos en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe izar el vastago y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>				
7. ALCANCE.				
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.</p>				
10. MATERIALES.				
<p>* Vastago de columna de maniobra (6" - 8").</p>				
11. EQUIPO.				
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<p>* AISI 304</p>				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de vastago debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta - Colombia Vicerrectoría de Investigación</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.07					7.INSTALACION DE COLUMNA DE MANIOBRA				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Unidad (Und)				
4. DESCRIPCION									
<p>Columna de maniobra deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de columna de maniobra. * Ver plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde la columna de maniobra. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se limpiará la columna de maniobra de materiales extraños y desechos en la zona de sellos y/o empalmes con otros elementos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debera montar la columna de maniobra y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Columna de maniobra.</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de columna de maniobra debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.08					8.INSTALACION DE RUEDA DE MANEJO (6"-8")				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Unidad (Und)				
4. DESCRIPCION									
<p>Instalación Rueda de manejo (6" - 8") deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de rueda de manejo. * Ver plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde la rueda de manejo. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se limpiará la rueda de manejo de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que la componen con el fin de evitar su destrucción y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debera instalar la rueda de manejo y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Rueda de manejo (6" - 8").</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.					13. MANO DE OBRA.				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de rueda de manejo debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <p>* Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.09		9.INSTALACION DE RUEDA DE MANEJO (18"-24")							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Rueda de manejo (18" - 24")deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el tipo de rueda de manejo. * Ver plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde la rueda de manejo. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Se limpiará la rueda de manejo de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que la componen con el fin de evitar su destrucción y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debiera instalar la rueda de manejo y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Rueda de manejo (18" - 24"). 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de rueda de manejo debidamente instalado y recibido a satisfacción por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra 									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta - COCOPES Vigilada por el Ministerio de Educación</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				 <p>Libertad y Orden</p>
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.10					10.INSTALACION GUIA DE VASTAGO				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Unidad (Und)				
4. DESCRIPCION									
<p>Instalacion GUIA VASTAGO deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de guia de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se procedera a fijar los elementos provisionales en su posicion correcta. * Se limpiará la guia vastago de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que puedan afectar el montaje del Vastago como tal y por ende afecte su funcionamiento. * Se debe izar el vastago y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Guia Vastago de compuerta.</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.					13. MANO DE OBRA.				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<p>* AISI 304</p>									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de Guia de vastago de compuerta debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.11		11.INSTALACION DE TAPA HF 0.61 CON LLAVE DE SEGURIDAD							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Instalacion de TAPA HF 0.61 CON LLAVE DE SEGURIDAD deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño. La tapa debera encontrarse en buenas condiciones, la tapa que se encuentre defectuosa deberá ser reemplazada según lo ordene el interventor. Se harán por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Verificar el area donde se intalara la tapa. * Verificar que la tapa cumpla con las especificaciones de diseño segun planos de montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se limpiará la zona de montaje, de cemento y desechos propios de la obra que impidan la correcta instalación de la tapa. * Instalar tapa en el área que corresponda segun planos de montaje. *Verificar que la tapa quede nivelada y correctamente instalada.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Tapa HF 0.61 con llave de seguridad.</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de tapa HF 0.61 con llave de seguridad debidamente instalada y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.03				
					DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: BOCATOMA				
1. ITEM No. 1.01.01.03.12		12.INSTALACION DE SOPORTE GUIA VASTAGO							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Instalacion SOPORTE GUIA VASTAGO deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda al vastago que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el soporte guía de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el soporte guía vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpiará el soporte guía vastago de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que puedan afectar el montaje del soporte como tal y que por ende afecte la instalación del Vastago. * Se debe montar el soporte guía vastago en el área que marque en el plano de montaje, previa revisión de interventoría.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Soporte Guía Vastago.</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano</p>									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de Soporte Guía de vastago de compuerta debidamente instalado y recibido a satisfacción por la interventoría y que correspondan a la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta - Colombia Vigilada MinEducación</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03						
			DICIEMBRE 2018						
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA						
1. ITEM No. 1.01.01.03.13			13.SUMINISTRO E INSTALACION DE ESCALERAS DE ACCESO (TANQUES, PLANTAS, ETC)						
3. UNIDAD DE MEDIDA			Metro lineal (ML)						
4. DESCRIPCION									
<p>Suministro e Instalacion Escaleras de acceso (Tanques, plantas, etc.) en varilla corrugada de 5/8" figurada según planos y con las especificaciones que aparecen en el numeral 1.01.01.02.04 de este documento.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ITEM.									
<p>* Verificar el estado del refuerzo antes de su instalación. * Verificar el área de instalación del refuerzo. * Verificar que la figuración del acero corresponda al diseño, cualquier cambio deberá ser aceptado por la interventoria.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se procederá a instalar el refuerzo ya figurado en el área de la Bocatoma que indique los planos. * Se limpiará el refuerzo de aceites e impurezas que puedan afectar la adherencia del acero al concreto. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado en sitio, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipación al vaciado del concreto</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* Ensayos de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM-370)</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para colocación del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10). * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Acero de Refuerzo 5/8".</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor</p>									
12. DESPERDICIOS.			13. MANO DE OBRA.						
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de Escalera debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoria y que correspondan a la estructura de la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.03.14		14.INSTALACION TUBERIA PVC D10" ALCANTARILLADO - DESAGUE EXCESOS		
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro lineal (ML)		
4. DESCRIPCION				
Suministro e Instalacion de tuberia y accesorios de 10" de alcantarillado para la instalacion de desagues de excesos de la Bocatoma.				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
* Verificar las características y especificaciones de las instalaciones de acuerdo con los planos y memorias de diseño. * Consultar planos Hidrosanitarios. * Utilizar tuberias y accesorios especificados en los planos y descritos en las cantidades de obra. * Seleccionar tuberias y accesorios de acuerdo a las especificaciones, planos y cantidades de obra y presentar para aprobacion de la interventoria. * Comprar tuberia y accesorios y contar con las herramientas necesarias para la ejecucion del item.				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
* Localizacion y trazado de la red a instalar. * Localizacion de salida del desagüe. * Coordinar con estructura el trazado de la red, localizacion de salidas y pases necesarios segun las condiciones dadas en obra. * Fijar la nivelacion de pases en la estructura y presentar para la aprobacion del calculista e interventor. * Instalar Tuberia con diametros y accesorios descritos en los planos.				
7. ALCANCE.				
* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
* Pruebas de flujo. * Pruebas de desagüe.				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
* Tuberia y accesorios instalados segun las longitudes, diamteros y localizacion, indicadas en los planos. * Los materiales deberan contar con certificado de calidad del fabricante. * Resultados de las pruebas de flujo en la tuberia. * Resultados de las pruebas de desagüe. * Localizacion de planos.				
10. MATERIALES.				
* Tuberia PVC D=10". * Accesorios PVC 10". * Limpiador removedor PVC. * Soldadura PVC liquida.				
11. EQUIPO.				
* Herramienta menor				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
* Cumplir con especificaciones y regalmentos del RAS 2000 y NTC 1500 * Planos de instalaciones sanitarias y memorias de diseño. * Catalogo del fabricante.				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de Tuberia PVC alcantarillado 10" para desagues debidamente instalada y recibida a satisfaccion por la interventoria y que correspondan a la estructura de la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.				
16. OTROS				
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03	
			DICIEMBRE 2018	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: BOCATOMA	
1. ITEM No. 1.01.01.03.15				
15.SUMINISTRO E INSTALACION DE REJILLA DE PISO DE 0.40*0.70 EN VARILLA DE 3/4" Y MARCO EN ANGULO DE 1"*1/8" SEPARACION ENTRE VARILLAS 2 cm				
3. UNIDAD DE MEDIDA				
Metro lineal (ML)				
4. DESCRIPCION				
Suministro e Instalacion de rejilla de piso de 0.40*0.70 en varilla de 3/4" y marco en angulo de 1"*1/8" separacion entre varillas 2 cms según planos y especificaciones de diseño. Cualquier anomalía en el diseño de la rejilla deberá ser consultada con interventoría.				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
* Verificar las características y especificación de la instalación de acuerdo con los planos y memorias de diseño. * Consultar planos Hidrosanitarios. * Verificar que la rejilla y marco estén de acuerdo a lo que indican los planos. * Comprar que la rejilla este en buen estado.				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
* Localización del área en donde se instalará la rejilla. * Verificar que el área donde se instalará la rejilla este nivelada y libre de materiales que impidan su correcta instalación . * Coordinar con estructura el trazado de la rejilla según las condiciones dadas en obra. * Instalar la rejilla y marco con diámetros y longitudes descritos en los planos.				
7. ALCANCE.				
* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
* Rejilla y marco instalado según las longitudes, diámetros y localización, indicadas en los planos.				
10. MATERIALES.				
* Rejilla de piso de 0.40*0.70 en varilla de 3/4" * Marco en angulo de 1" * 1/8"				
11. EQUIPO.				
* Herramienta menor				
12. DESPERDICIOS.				
13. MANO DE OBRA.				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
* Norma NTC 1500 * Norma NSR-10				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de rejilla de piso de 0.40*0.70 en varilla de 3/4" con su respectivo marco en angulo debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan a la estructura de la BOCATOMA. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la				
16. OTROS				
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.				

Apéndice K. Especificaciones técnicas de la estructura del Desarenador.

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.03.01.01				
			DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.01.01	1.LOCALIZACION Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS (DESARENADOR)						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cuadrado (m²)						
4. DESCRIPCION							
<p>Esta actividad comprende la localización de los ejes iniciales para la construcción del proyecto (DESARENADOR), este debe realizarse con el acompañamiento de un topógrafo certificado, quien con el equipo correspondiente ayudara a la localización clara y exacta desde un punto o mojón determinado por el consultor y/o la interventoría.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar la información topográfica para acordar un mojón o BM de inicio con la interventoría. * Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico. * Verificar planos arquitectónicos en relación con los niveles y terrazas exteriores. * Identificar en sitio los mojoneros físicos de referencia en la topografía. * Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos. * Identificar ejes extremos del proyecto. * Marcar niveles de terminación y niveles de rasante de rellenos. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * El topógrafo debe determinar y localizar los ejes iniciales, arquitectónicos y estructurales. * Demarcar e identificar convenientemente cada eje. * Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica. * Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona. * Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión". 20 * Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5. * Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado. * Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería. * Replantar estructura en pisos superiores y pendiente de rampas. * Replantar mampostería y divisiones de aseos. * Replantar colocación de farolas, mobiliario, etc. 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10. * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. * Dirección Técnica. 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<ul style="list-style-type: none"> * Realizar verificación del estado de los equipos, solicitar vigencia de los certificados de calibración. 							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * Localización, Trazado y Replanteo de todas las edificaciones, zonas de construcción y dotación de la obra. * Revisión del trazado de los ejes estructurales, de acuerdo a los planos de localización. * Verificar la demarcación e identificación de cada eje. 							
10. MATERIALES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Durmiente - 0.04 x 0.10 x 2.70 M * Esmalte para señalización * Estacas de madera * Madeja de hilo y/o nylon 							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Cinta metálica * Equipo de nivelación * Estación total * Mira autonivelante 							
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
N.A.							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<ul style="list-style-type: none"> * Se medirá y se pagará por Metro Cuadrado (M2) localización y replanteo debidamente ejecutado de acuerdo a los planos de localización general de implantación recibidos y aceptados por la interventoría. La medida será el resultado de las mediciones según carteras topográficas. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos descritos en el numeral 11 * Mano de Obra * Transporte dentro y fuera de la obra; (VER ANALISIS DEL COSTO DE TRANSPORTE). 							
16. OTROS							
<p>Este ítem se ve afectado por variables adicionales especialmente a la ubicación del sitio de ejecución que es sobre el terreno natural donde se construirá el desarenador, pues se encuentra a 100 m de la vía más cercana (terreno bastante quebrado), los costos de desplazamiento deben ser asumidos por el análisis de precio unitario.</p>							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.01.02		2.EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (DESARENADOR)					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)					
4. DESCRIPCION							
<p>Esta actividad comprende la excavación necesaria para la construcción del desarenador según lo muestran los planos y se refiere a la extracción manual del material heterogéneo de 0.0 – 3,3 mts, bajo cualquier grado de humedad que se encuentre presente en el área a intervenir.</p> <p>Incluye: tierras, roca descompuesta, bolas de roca de volumen inferior a 0.35m³. Medido en sitio. El material extraído se dispondrá en un lugar específico dentro de la obra para luego ser seleccionado, los sobrantes se llevarán únicamente en los botaderos autorizados por la entidad competente.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos. * Consultar y verificar procesos constructivos del Proyecto Estructural. * Corroborar la conveniencia de realizar la excavación. * Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos Estructurales. * Verificar las dimensiones de los elementos aledaños. * Verificar planos arquitectónicos en relación con niveles. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Acotado de la zona mediante cinta de señalización. * Realizar cortes sobre terrenos firmes ó sobre materiales de relleno cuando tengan profundidades mayores a dos metros y se quieran evitar los taludes. * Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación. * Determinar mediante autorización escrita de La Interventoría, las cotas finales de excavación. * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de la cota fondo de la estructura. * Verificar niveles finales de para la excavación. * Cargar y retirar los sobrantes (no incluido en este precio). * Verificar que los sobrantes sean llevados únicamente a los botaderos autorizados por el municipio (ver plano manejo ambiental). 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11. * Desperdicios y mano de obra. * Transporte o movimiento dentro de la obra. * Dirección Técnica. 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de cota de fondo del tanque. * Verificar niveles finales de la excavación. 							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * Realizar la excavación de acuerdo a las dimensiones expresadas en los planos de diseño. 							
10. MATERIALES.							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor (cinta de señalización). * Pala redonda y/o cuadrada. 							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA			
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Sí	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Sí	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Los volúmenes de excavación se medirán en metros cúbicos (M3) en su sitio, de acuerdo con los levantamientos topográficos, los niveles del proyecto y las adiciones ó disminuciones de niveles debidamente aprobadas por el Ingeniero de Suelos y la Interventoría. No se medirán ni se pagarán volúmenes expandidos. Su valor corresponde al precio unitario estipulado en el respectivo contrato e incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Equipos descritos en el numeral 11. * Mano de obra. * Transportes dentro y fuera de la obra. * Carga y retiro de sobrantes. <p>El Constructor no será indemnizado por derrumbes, deslizamientos, alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno ó el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.</p>							
16. OTROS							
<p>Este ítem se ve afectado por variables adicionales especialmente a la ubicación del sitio de ejecución que es sobre el terreno natural donde se construirá el desarenador, pues se encuentra a más 100 m de la vía más cercana (terreno bastante quebrado), los costos de desplazamiento deben ser asumidos por el análisis de precio unitario. En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá asumirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. Las sobre excavaciones correrán por cuenta y riesgo del contratista.</p>							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.03.01.01	
			dic-18	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: DESARENADOR	
1. ITEM No. 1.03.01.01.05	3.RELLENO DE MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (DESARENADOR)			
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)			
4. DESCRIPCION				
<p>Relleno, extendido y compactado con material base seleccionado granular de préstamo, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie detajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos diseños, estructurales, diseños arquitectónicos. * Consultar y verificar recomendaciones de los Planos Estructurales. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución de las bases y sub-bases se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación. * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95) * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de clasificación del material. 				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor de la base, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 				
10. MATERIALES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. 				
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	
				Incluida
				<input checked="" type="checkbox"/>
				Si
				No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad.</p> <p>El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos descritos en el numeral 11 * Mano de Obra 				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.03.01.01				
			DICIEMBRE 2018				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.01.06	4.RELLENO DE RECEBO (DESARENADOR)						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)						
4. DESCRIPCION							
<p>Relleno, extendido y compactado con material de recebo, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de obra y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos y diseños del desarenador. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución de los recibos se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación. * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95%) * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de clasificación del material. * Ensayo de compactación 							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor del recebo, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 							
10. MATERIALES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. <p style="text-align: right;">* Recebo</p>							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 							
12. DESPÉRDICIOS.		13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad.</p> <p>El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra 							
16. OTROS							
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.03.01.01				
			dic-18				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.01.07	5.RELLENO DE TRITURADO 3/4" (DESARENADOR)						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)						
4. DESCRIPCION							
<p>Relleno, extendido y compactado con triturado de 3/4", por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de obra y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos y diseños del desarenador. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución del triturado se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95%) * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de clasificación del material. * Ensayo de compactacion 							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor del triturado, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 							
10. MATERIALES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Triturado 							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 							
12. DESPERDICIOS.			13. MANO DE OBRA				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra 							
16. OTROS							
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.01.08	8.RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 100m (DESARENADOR)								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)								
4. DESCRIPCION									
<p>El contratista deberá disponer de todo el material sobrante que no se utilice para completar la obra, retirándolos tan pronto como sean excavados, demolidos, etc., hasta los sitios de botadero aprobados por el interventor. No se permitirá la colocación del material descrito en las inmediaciones de los bordes de las zanjas del desarenador.</p> <p>El almacenamiento temporal del material excavado que se podrá utilizar posteriormente para rellenos, deberá hacerse en sitios en donde su apilamiento no constituya un peligro para las obras o para la seguridad de las personas, de acuerdo con lo aprobado para este propósito por el interventor.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Se comprobará que no se estan realizando trabajos en la zona a limpiar * Verificar que el material sobrante en el sitio de acopio autorizado por interventoria.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Trabajos de limpieza. * Retirada y acopio de los restos generados. * Carga manual de los restos generados sobre volqueta o contenedor.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* Inspeccion final.</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
10. MATERIALES.									
11. EQUIPO.									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de retiro de sobrantes; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.02				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.01	1.GEOTEXTIL NT 2500 (DESARENADOR)								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cuadrado (m²)								
4. DESCRIPCION									
Este trabajo consiste en el suministro y la instalación de geotextiles sobre una subrasante blanda y muy húmeda, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor, para desempeñar las funciones de separación, filtración y, en algunos casos, refuerzo.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Preparación de la subrasante * Colocación del geotextil * El geotextil se deberá extender en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, sin arrugas o dobleces. * Los traslapos serán los recomendados por el fabricante y aceptados por el Interventor * Elaboración de costuras; las costuras que se usen en reemplazo de los traslapos deberán cumplir con los requisitos adicionales que señale el fabricante. * Colocación del material de cobertura 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción; * Verificar que la subrasante o la capa de apoyo estén preparadas adecuadamente y que se cumplan las dimensiones y cotas señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de autorizar la colocación del geotextil; * Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo; * Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades; * Verificar que el sistema de almacenamiento garantice la protección de los geosintéticos contra cualquier tipo de deterioro; * Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación de la subrasante, la colocación del geotextil y la construcción de las capas de material de cobertura; 									
8. ENSAYOS A REALIZAR									
* Ensayos de control de geotextil (ASTM D 4354 Y ASTM D 4759)									
9. TOLERANCIA DE ACEPTACION									
<ul style="list-style-type: none"> * La distancia entre el eje del proyecto y el borde del geotextil no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por Interventor. * Los traslapos y las costuras cumplan los requisitos establecidos. 									
10. MATERIALES.									
* Geotextil NT 2500 * Materiales necesarios para la instalacion de geotextil									
11. EQUIPO.									
* Equipos necesarios para instalar el geotextil * Elementos de corte y costura									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<ul style="list-style-type: none"> * ASTM D 4354 * ASTM D 4759. 									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por METRO CUADRADO (M2) de geotextil debidamente colocado y recibido a satisfacción por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.03.01.02	
			dic-18	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: DESARENADOR	
1. ITEM No. 1.03.01.02.02	2.ACERO DE 60000 PSI (DESARENADOR)			
3. UNIDAD DE MEDIDA	Kilogramo (Kg)			
4. DESCRIPCION				
Suministro, corte, figuración, amarre y colocacion del refuerzo de acero de 60000 psi, para columnas, viga borde, losas, dovelas, alfajias y todos los elementos en concreto reforzado que esten dentro de la (DESARENADOR) según las indicaciones que contienen los planos estructurales. El refuerzo y su colocacion deben cumplir con la norma NSR-10.				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Consultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslajos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.				
7. ALCANCE.				
* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).				
10. MATERIALES.				
* Acero fy= 60000 psi. * Alambre negro.				
11. EQUIPO.				
* Tronzadora menor * Herramienta				
12. DESPERDICIOS.				
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	
13. MANO DE OBRA				
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
* Norma NSR-10				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra. *				
16. OTROS				
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.02				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.03		3.ACERO DE 37000 PSI (DESARENADOR)							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Kilogramo (Kg)							
4. DESCRIPCION									
<p>Suministro, corte, figuración, amarre y colocacion del refuerzo de acero de 37000 psi, para columnas, viga borde, losas, dovelas, alfajias y todos los elementos en concreto reforzado que esten dentro de la (DESARENADOR) según las indicaciones que contienen los planos estructurales. El refuerzo y su colocacion deben cumplir con la norma NSR-10.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Consultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslajos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>									
10. MATERIALES.									
* Acero fy= 37000 psi.						* Alambre negro.			
11. EQUIPO.									
* Tronzadora menor						* Herramienta			
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Norma NSR-10									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <p>* Materiales descritos * Mano de Obra descritos. de la obra.</p> <p style="text-align: right;">* Equipos * Transportes dentro y fuera</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.02		
					dic-18		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR			
1. ITEM No. 1.03.01.02.04	4.CONCRETO DE 3000 PSI INC FORMALETA (DESARENADOR)						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)						
4. DESCRIPCION							
Este trabajo consiste en la construccion de las obras de concreto 3000 psi que forman parte del desarenador que comprende suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y mano de obra para: dosificacion, mezcla, encofrado, colocacion, acabado, proteccion, curado, y pruebas del concreto especificado.							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Selección de las canteras adecuadas para el suministro de los agregados. * Garantizar que el agua de mezclado a utilizar tenga analisis microbiologico y bacteriologico. * Apilar de una manera sistematica los agregados y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del área sobre el que se instalara el Concreto. * Localización y replanteo de los lugares a instalar con este material. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Encofrados y formaletas, nivelado y aplomada de las mismas (NSR-10 C.6.1-C.6.2) * Dosificar y mezclar (NSR-10 C.5.2 Y C.5.3). * Transportar, colocar y vibrar (NSR-10 -C.5.9 a c.5.10). * Desencofrado. Una vez aprobado por la interventoria * Curado (NSR-10 C.5.1 Y C.5.13). * Acabados, resanes y reparaciones * Juntas (NSR-10 C.6.4) * Elementos embebidos en concreto (NSR-10 C.6.4). * Ensayos de consistencia y manejabilidad (NSR-10 C.5.3 A C.5.6). * Evaluacion de los ensayos (NSR-10 C.5.6) 							
7. ALCANCE.							
* Materiales descritos en el APU herramientas desperdicios				* Equipos y * Mano de obra y			
* Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<ul style="list-style-type: none"> * Toma de muestras (NTC 454, ASTM C172) * Fabricación y curado (NTC 550 Y 673, ASTM C31 Y C39) * Extracción de nucleos (NTC 3658, ASTM C42) * Ensayos de concreto segun norma NSR-10 							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * Aceptacion por parte de interventoria de plomos nivelados. * Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.5.2.1 - NSR-10. * Diametros minimos de doblamiento. Tabla C.7.2 NSR-10. * Recubrimiento minimo de concreto del refuerzo. C7.7.1 - NSR-10 							
10. MATERIALES.							
* Concreto 3000 psi							
11. EQUIPO.							
* Formaleta metalica. * Mezcladora.				* Vibrador.			
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
* Norma NSR-10 ASTM				* Normas NTC y			
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
Se medirá y se pagará por el METROS CUBICOS (M3) debidamente ejecutados deacuerdo a las especificaciones y aceptados por la interventoria, previa verificacion de los resultados de los ensayos, el cumplimiento de las tolerancias para aceptacion y de los requisitos minimos de acabados de la ejecucion de la obra DESARENADOR. La medida sera el resultado de calculos realizados sobre los planos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:							
* Materiales descritos				* Equipos			
* Mano de Obra descritos. de la obra.				* Transportes dentro y fuera			
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.01.01.02				
					dic-18				
EESPECIFICACIONES TÉCNICAS					ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.05	5.CONCRETO DE 2000 PSI SIN FORMALETA (DESARENADOR)								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)								
4. DESCRIPCION	<p>Este trabajo consiste en la construccion de las obras de concreto 2000 psi que forman parte del desarenador que comprende suministro de materiales, equipos, herramientas, transporte y mano de obra para: dosificacion, mezcla, colocacion, acabado, proteccion, curado, y pruebas del concreto especificado.</p>								
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.	<ul style="list-style-type: none"> * Selección de las canteras adecuadas para el suministro de los agregados. * Garantizar que el agua de mezclado a utilizar tenga analisis microbiologico y bacteriologico. * Apilar de una manera sistematica los agregados y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar condiciones y niveles del área sobre el que se instalara el Concreto. * Localización y replanteo de los lugares a instalar con este material. 								
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> * Dosificar y mezclar (NSR-10 C.5.2 Y C.5.3). * Transportar, colocar y vibrar (NSR-10 -C.5.9 a c.5.10). * Curado (NSR-10 C.5.1 Y C.5.13). * Acabados, resanes y reparaciones * Juntas (NSR-10 C.6.4) * Elementos embebidos en concreto (NSR-10 C.6.4). * Ensayos de consistencia y manejabilidad (NSR-10 C.5.3 A C.5.6). * Evaluacion de los ensayos (NSR-10 C.5.6) 								
7. ALCANCE.	<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Herramientas * desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. <p style="text-align: right;">* Equipos y * Mano de obra y</p>								
8. ENSAYOS A REALIZAR.	<ul style="list-style-type: none"> * Toma de muestras (NTC 454, ASTM C172) * Fabricación y curado (NTC 550 Y 673, ASTM C31 Y C39) * Ensayos de concreto segun norma NSR-10 								
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.	<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.5.2.1 - NSR-10. * Diametros minimos de doblamiento. Tabla C.7.2 NSR-10. * Recubrimiento minimo de concreto del refuerzo. C7.7.1 - NSR-10 								
10. MATERIALES.	<ul style="list-style-type: none"> * Concreto 2000 psi 								
11. EQUIPO.	<ul style="list-style-type: none"> * Vibrador. <p style="text-align: right;">* Mezcladora.</p>								
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No		
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.	<ul style="list-style-type: none"> * Norma NSR-10 * ASTM <p style="text-align: right;">* Normas NTC y</p>								
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO	<p>Se medirá y se pagará por el METROS CUBICOS (M3) debidamente ejecutados de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la interventoria, previa verificación de los resultados de los ensayos, el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados de la ejecución de la obra DESARENADOR. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los planos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos * Transportes dentro y fuera de la obra. 								
16. OTROS	<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>								

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.09		9.INSTALACION PASAMURO ACERO AL CARBON CLASE 40 EXTREMO LISO L<= 0.5 M. 6"							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
Se denomina a los rellenos construidos con materiales que provienen de las excavaciones, de prestamos laterales, o de fuentes aprobadas y que deberan estar libres de sustancias deletéreas, de materia organica, raices y otros elementos perjudiciales.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Cosultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370) 									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10). 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Acero fy= 60000 psi. * Alambre negro. 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tronzadora * Herramienta menor 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	X	Si		No	Incluida	X	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Norma NSR-10									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.10	10.INSTALACION PASAMURO ACERO AL CARBON CLASE 40 EXTREMO LISO L<= 0.4 M. 8"								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Unidad (Und)								
4. DESCRIPCION									
Se denomina a los rellenos contruidos con materiales que provienen de las excavaciones, de prestamos laterales, o de fuentes aprobadas y que deberan estar libres de sustancias deletéreas, de materia organica, raices y otros elementos perjudiciales.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Cosultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370) 									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10). 									
10. MATERIALES.									
<ul style="list-style-type: none"> * Acero fy= 60000 psi. * Alambre negro. 									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tronzadora * Herramienta menor 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Norma NSR-10									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.02.11		11.INSTALACION PASAMURO ACERO AL CARBON CLASE 40 EXTREMO LISO L<= 0.4 M. 10"							
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)							
4. DESCRIPCION									
<p>Se denomina a los rellenos contruidos con materiales que provienen de las excavaciones, de prestamos laterales, o de fuentes aprobadas y que deberan estar libres de sustancias deletéreas, de materia organica, raices y otros elementos perjudiciales.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. * Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. * Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones. * Cosultar refuerzos de aceros en planos estructurales. * Verificar medidas, cantidades y despieces. * Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones. * Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas. * Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro. * Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc. * Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370) * Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10) * Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Acero fy= 60000 psi. * Alambre negro.</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Tronzadora * Herramienta menor</p>									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<p>* Norma NSR-10</p>									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * * Mano de Obra * Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.01		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.02.12		12.INSTALACION PASAMURO ACERO AL CARBON CLASE 40 ELXEB L<= 0.4 M. 10"					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)					
4. DESCRIPCION							
Se denomina a los rellenos construidos con materiales que provienen de las excavaciones, de prestamos laterales, o de fuentes aprobadas y que deberan estar libres de sustancias deletéreas, de materia organica, raices y otros elementos perjudiciales.							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizado el replanteo, e instalacion del concreto de limpieza. *</p> <p>Verificar el buen estado del refuerzo antes de su armado. *</p> <p>Acopio del refuerzo que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos.</p>							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<p>* Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones.</p> <p>* Consultar refuerzos de aceros en planos estructurales.</p> <p>* Verificar medidas, cantidades y despieces.</p> <p>* Notificar a la interventoria las inconsistencias y solicitar correcciones.</p> <p>* Cumplir con las especificaciones de los planos estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas.</p> <p>* Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro.</p> <p>* Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto, tales como aceites, grasas, polvos, barro etc.</p> <p>* Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipacion al vaciado del concreto.</p>							
7. ALCANCE.							
<p>* Materiales descritos en el APU *</p> <p>Equipos y herramientas *</p> <p>Mano de obra y desperdicios</p> <p>* Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
<p>* Ensayo de doblamiento para producto metalico. (NTC 1, ASTM A370)</p> <p>* Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 - ASTM A370)</p>							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<p>* Tolerancias para colocacion del refuerzo Tabla C.7.2. - (NSR-10)</p> <p>* Diametros minimos de doblamiento Tabla C.7.1 - (NSR-10).</p>							
10. MATERIALES.							
<p>* Acero fy= 60000 psi. *</p> <p>Alambre negro.</p>							
11. EQUIPO.							
<p>* Tronzadora</p> <p>* Herramienta menor</p>							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
* Norma NSR-10							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
Se medirá y se pagará por KILOGRAMOS (KG) de acero de refuerzo debidamente colocados y recibidos a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La medida se efectuará sobre los planos estructurales y los pesos se determinaran de acuerdo con la norma NSR-10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:							
* Materiales descritos							
* Mano de Obra *							
Equipos descritos. *							
Transportes dentro y fuera de la obra.							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.03		3.INSTALACION CODO HD EXTREMO BRIDA 22,50X10"					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)					
4. DESCRIPCION							
Cada codo HD extremo brida debera ser cuidadosamente inspeccionado por el interventor. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro.							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * El accesorio debera estar libre de aceites, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. * El interventor debera aprobar los procedimientos que se usen para la movilizacion de los accesorios. * Se deberan seguir las normas y recomendaciones del fabricante para la instalacion del codo HD extremo brida 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Revisión y accionamiento de manera que garantice su correcto funcionamiento mecánico. * Consultar notas y recomendaciones en planos hidráulicos. * Verificar empalmes, piezas y demas elementos para su instalación. * Notificar a la interventoria si existen inconsistencias de empalme. * Cumplir con las especificaciones y/o normas que se establezcan en los planos hidraulicos o por el fabricante. 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU Equipos y herramientas de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 							
* Mano							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion de los accesorios y revisados por interventoria. * Diametros y materiales expuestos en los planos hidráulicos. 							
10. MATERIALES.							
* Codo HD extremo brida 22.50x10"							
11. EQUIPO.							
* Herramienta menor							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
* Normas y especificaciones del fabricante							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de accesorio debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La unidad se efectuará sobre los planos hidráulicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra. 							
*							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.03.04	4.INSTALACION CODO HD EXTREMO LISO 22,50X10"								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Unidad (Und)								
4. DESCRIPCION									
Cada codo HD extremo liso debera ser cuidadosamente inspeccionado por el interventor. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * El accesorio debera estar libre de aceites, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. * El interventor debera aprobar los procedimientos que se usen para la movilizacion de los accesorios. * Se deberan seguir las normas y recomendaciones del fabricante para la instalacion del codo HD extremo liso. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Revisión y accionamiento de manera que garantice su correcto funcionamiento mecánico. * Cosultar notas y recomendaciones en planos hidráulicos. * Verificar empalmes, piezas y demas elementos para su instalación. * Notificar a la interventoria si existen inconsistencias de empalme. * Cumplir con las especificaciones y/o normas que se establezcan en los planos hidraulicos o por el fabricante. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU Equipos y herramientas de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
* Mano									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tolerancias para colocacion de los accesorios y revisados por interventoria. * Diametros y materiales expuestos en los planos hidráulicos. 									
10. MATERIALES.									
* Codo HD extremo liso 22.5x10"									
11. EQUIPO.									
* Herramienta menor									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
* Normas y especificaciones del fabricante									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de accesorio debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. La unidad se efectuará sobre los planos hidráulicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:									
* Materiales descritos									
* Mano de Obra									
Equipos descritos.									
Transportes dentro y fuera de la obra.									
*									
*									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.03.05					5.INSTALACION TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 10" RDE 21				
3. UNIDAD DE MEDIDA					Unidad (Und)				
4. DESCRIPCION									
<p>Suministro y colocacion de TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 10" RDE 21, con las condiciones y especificaciones que indique el diseño para este tipo de material. El almacenamiento temporal de este material deberá estar cubierto de la intemperie y protegido de cualquier elemento que lo pueda dañar. Cualquier anomalía presentada en alguno de estos elementos debera notificarse a interventoria.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Esta actividad debe ser ejecutada una vez realizada la localizacion del area de instalacion de tuberia. * Verificar el buen estado de la tubería, sellos y campanas. * Acopio de la TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 10" RDE 21 que se requiere y materiales a utilizar con la intencion de tenerlos a la mano en el momento de requerirlos. * Verificar que la tuberia cumpla con la Norma NTC 382.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Señirse a la norma de instalacion NTC 3742 * Verificar que el área de montaje este correctamente limpia, y en las condiciones que indique el diseño. * Instalar la tubería de acuerdo a los planos hidraulicos y bajo las especificaciones del fabricante. * Verificar que la tuberia quede instalada en las condiciones de diseño en cuanto pendientes y demas parametros de diseño * Confirmar el correcto empalme entre tuberias y accesorios.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
<p>* NTC 3742. * Norma NTC 382.</p>									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
<p>* Tolerancias establecidas por el diseño, Fabricante y planos de montaje. * Tolerancia de Interventoria.</p>									
10. MATERIALES.									
<p>* Tuberia PVC PRESION UNION PLATINO 10" RDE 21</p>									
11. EQUIPO.									
<p>* Herramienta menor</p>									
12. DESPERDICIOS.					13. MANO DE OBRA.				
Incluidos	X	Si		No	Incluida	X	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
<p>* Norma NTC * REGLAMENTO TECNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO (RAS)</p>									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de TUBERIA PVC PRESION UNION PLATINO 10" RDE 21 debidamente instalada y recibida a satisfaccion por la interventoria. La medida se efectuará sobre los planos de diseño y el valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra. *</p>									
16. OTROS									
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>									

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia Vicerrectoría Mineroenergía	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.06		6.INSTALACION COMPUERTA LATERAL DESLIZANTE D=400MM					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)					
4. DESCRIPCION							
<p>Compuerta lateral deslizando D= 400 mm deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y preste la presión máxima de servicio, de lo contrario se debe informar a interventoría. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se harán por cuenta del contratista todos los gastos de sustitución de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el tipo de compuerta . * Plano de conjunto de la compuerta. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje.</p>							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<p>* Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpia el cemento, arena y desechos que estén en la compuerta asegurando que no queden elementos extraños en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe prevenir el paso de materiales por el ducto o canal, que afecten el funcionamiento de la compuerta, instalando mallas, rejillas o filtros. * Colocar la abrazadera tope, cuando se halla encontrado la posición correcta de cierre y apertura, esta no debe desplazarse sin autorización de interventoría. * Por último se debe repintar, con pintura protectora (epóxica) que garantice como mínimo 5 años de duración. Este procedimiento se recomienda con pintura epóxica de altos sólidos .</p>							
7. ALCANCE.							
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría.							
10. MATERIALES.							
* Compuerta lateral deslizando D=400 mm							
11. EQUIPO.							
* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
<p>* Norma AWWA C-501/C-560 * Norma AWWA C-550 * Norma ASTM D 2000</p>							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de compuerta debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>							
16. OTROS							
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.07	7.INSTALACION COMPUERTA LATERAL DESLIZANTE D=250 MM						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Unidad (Und)						
4. DESCRIPCION							
Compuerta lateral deslizante D= 250 mm deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y preste la presión máxima de servicio, de lo contrario se debe informar a interventoría. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se harán por cuenta del contratista todos los gastos de sustitución de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el tipo de compuerta . * Plano de conjunto de la compuerta. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpia el cemento, arena y desechos que estén en la compuerta asegurando que no queden elementos extraños en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe prevenir el paso de materiales por el ducto o canal, que afecten el funcionamiento de la compuerta, instalando mallas, rejillas o filtros. * Colocar la abrazadera tope, cuando se halla encontrado la posición correcta de cierre y apertura, esta no debe desplazarse sin autorización de interventoría. * Por último se debe repintar, con pintura protectora (epóxica) que garantice como mínimo 5 años de duración. Este procedimiento se recomienda con pintura epóxica de altos sólidos . 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría.							
10. MATERIALES.							
* Compuerta lateral deslizante D=250 mm							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano 							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Norma AWWA C-501/C-560 * Norma AWWA C-550 * Norma ASTM D 2000 							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de compuerta debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * * Mano de Obra * Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra. 							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.08	8.INSTALACION VASTAGO DE COLUMNA DE MANIOBRA (10"-16")						
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro lineal (ML)						
4. DESCRIPCION							
<p>Vastago de columna de maniobra (10"-16") deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<p>* Se procedera a fijar los elementos provisionales en su posicion correcta. * Se limpiará el vastago de materiales extraños y desechos en la zona de sellos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debe izar el vastago y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>							
7. ALCANCE.							
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria							
10. MATERIALES.							
* Vastago de columna de maniobra (10" - 16").							
11. EQUIPO.							
* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
* AISI 304							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de vastago debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <p>* Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03				
					dic-18				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR					
1. ITEM No. 1.03.01.03.09	9.INSTALACION COLUMNA DE MANIOBRA								
3. UNIDAD DE MEDIDA	Unidad (Und)								
4. DESCRIPCION									
Columna de maniobra deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<ul style="list-style-type: none"> * Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de columna de maniobra. * Ver plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde la columna de maniobra. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje. 									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> * Se limpiará la columna de maniobra de materiales extraños y desechos en la zona de sellos y/o empalmes con otros elementos que los puedan destruir y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debera montar la columna de maniobra y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje. 									
7. ALCANCE.									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU Equipos y herramientas Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.									
10. MATERIALES.									
* Columna de maniobra.									
11. EQUIPO.									
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor Equipos indispensables para montaje según plano 									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de columna de maniobra debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:									
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra. 									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03				
					dic-18				
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR				
1. ITEM No. 1.03.01.03.10									
10.INSTALACION RUEDA DE MANEJO (10"-16")									
3. UNIDAD DE MEDIDA									
Unidad (Und)									
4. DESCRIPCION									
<p>Instalación Rueda de manejo (10" - 16") deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberán ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>									
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.									
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de rueda de manejo. * Ver plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde la rueda de manejo. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje.</p>									
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN									
<p>* Se limpiará la rueda de manejo de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que la componen con el fin de evitar su destrucción y afectar su adecuado funcionamiento. * Se debiera instalar la rueda de manejo y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>									
7. ALCANCE.									
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>									
8. ENSAYOS A REALIZAR.									
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.									
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.									
10. MATERIALES.									
* Rueda de manejo (10" - 16").									
11. EQUIPO.									
* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano									
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.					
Incluidos	X	Si		No	Incluida	X	Si		No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.									
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO									
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de rueda de manejo debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>									
16. OTROS									
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.									

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		
					dic-18		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.11		11.INSTALACION GUIA DE VASTAGO					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)					
4. DESCRIPCION							
<p>Instalacion GUIA VASTAGO deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda a la compuerta a la que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<p>* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación segun el tipo de guia de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalacion general y/o montaje</p>							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<p>* Se procedera a fijar los elementos provisionales en su posicion correcta. * Se limpiará la guia vastago de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que puedan afectar el montaje del Vastago como tal y por ende afecte su funcionamiento. * Se debe izar el vastago y hacer su respectivo enlace bajo sus respectivas tuercas, arandelas y tornillos, tal cual como se muestre en el plano de montaje.</p>							
7. ALCANCE.							
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas * Mano de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoria.							
10. MATERIALES.							
* Guia Vastago de compuerta.							
11. EQUIPO.							
* Herramienta menor * Equipos indispensables para montaje según plano							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
* AISI 304							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de Guia de vastago de compuerta debidamente instalado y recibido a satisfaccion por la interventoria y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra.</p>							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato							

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigencia: 1992	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER				CAPITULO.1.03.01.03		 Libertad y Orden
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				dic-18 ELEMENTO: DESARENADOR		
1. ITEM No. 1.03.01.03.12		12.INSTALACION DE SOPORTE GUIA DE VASTAGO					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Unidad (Und)					
4. DESCRIPCION							
Instalacion SOPORTE GUIA VASTAGO deberá ser cuidadosamente inspeccionada, verificando que cumpla con las condiciones de diseño y que corresponda al vastago que se va instalar. Todas las piezas que se encuentren defectuosas deberan ser reemplazadas según lo ordene el interventor. Se haran por cuenta del contratista todos los gastos de sustitucion de piezas que se dañen durante las operaciones de suministro e instalación.							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
* Tener en cuenta el plano de montaje o instalación según el soporte guía de vastago. * Plano de conjunto de la compuerta a la que corresponde el soporte guía vastago. * Elementos complementarios indispensables para la instalación general y/o montaje.							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
* Se procederá a fijar los elementos provisionales en su posición correcta. * Se limpiará el soporte guía vastago de materiales extraños y desechos en las diferentes zonas que puedan afectar el montaje del soporte como tal y que por ende afecte la instalación del Vastago. * Se debe montar el soporte guía vastago en el área que marque en el plano de montaje, previa revisión de interventoría.							
7. ALCANCE.							
* Materiales descritos en el APU Equipos y herramientas de obra y desperdicios * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.							
* Mano							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
* Tolerancias para instalación según plano de montaje y revisados por interventoría.							
10. MATERIALES.							
* Soporte Guía Vastago.							
11. EQUIPO.							
* Herramienta menor Equipos indispensables para montaje según plano							
*							
12. DESPERDICIOS.				13. MANO DE OBRA.			
Incluidos	X	Si	No	Incluida	X	Si	No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
Se medirá y se pagará por UNIDAD (UND) de Soporte Guía de vastago de compuerta debidamente instalado y recibido a satisfacción por la interventoría y que correspondan al DESARENADOR. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: * Materiales descritos * Mano de Obra Equipos descritos. Transportes dentro y fuera de la obra.							
* *							
16. OTROS							
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.							

Apéndice L. Especificaciones técnicas Aducción-Conducción, Cámara de Carga y Casa de Maquinas.

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03				
			dic-18				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION					
1. ITEM No. 1.02.01.01.01							
1.LOCALIZACION Y REPLANTEO DE REDES (ADUCCION - CONDUCCION)							
3. UNIDAD DE MEDIDA							
Metro lineal (ML)							
4. DESCRIPCION							
<p>Esta actividad comprende la localización de los ejes iniciales para la construcción del proyecto (ADUCCION-CONDUCCION) este debe realizarse con el acompañamiento de un topógrafo certificado, quien con el equipo correspondiente ayudara a la localización clara y exacta desde un punto o mojón determinado por el consultor y/o la interventoría</p>							
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.							
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar la información topográfica para acordar un mojón o BM de inicio con la interventoría. * Determinar con referencia planimetrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico. * Verificar planos arquitectónicos en relación con los niveles y terrazas exteriores. * Identificar en sitio los mojones físicos de referencia en la topografía. * Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos. * Marcar niveles de terminación y niveles de rasante de rellenos. 							
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN							
<ul style="list-style-type: none"> * El topógrafo debe determinar y localizar los ejes iniciales, arquitectónicos y estructurales. * Demarcar e identificar convenientemente cada eje. * Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica. * Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona. * Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión". 20 * Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5. * Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería. 							
7. ALCANCE.							
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * herramientas * desperdicios obra. Incluido en el costo del material. 							
<ul style="list-style-type: none"> * Equipos y * Mano de obra y * Transporte dentro y fuera de la * Direccion tecnica. 							
8. ENSAYOS A REALIZAR.							
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.							
<ul style="list-style-type: none"> * Localización, Trazado y Replanteo de todas las edificaciones, zonas de construcción y dotación de la obra. * Revisión del trazado de los ejes estructurales, de acuerdo a los planos de localización. 							
10. MATERIALES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Durmiente - 0.04 x 0.10 x 2.70 M * Esmalte para señalizacion * Estacas de madera * Estacion total 							
11. EQUIPO.							
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor * Cinta metrica. * Equipo de nivelacion. * Estacion. * Mira 							
12. DESPERDICIOS.							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Incluidos</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> Si</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input type="checkbox"/> No</td> </tr> </table>					Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No					
13. MANO DE OBRA.							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Incluida</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> Si</td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><input type="checkbox"/> No</td> </tr> </table>					Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No					
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.							
<ul style="list-style-type: none"> * Levantamiento Topografico * Planos red aducción y conducción. 							
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO							
<p>Se medirá y se pagará por METRO LINEAL (ML) de Aducción y conducción de acuerdo a los planos de localización general debidamente instalada y recibida a satisfacción por la interventoría y que correspondan a la red de ADUCCION - CONDUCCIÓN. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos * Mano de Obra * Equipos descritos. * Transportes dentro y fuera de la obra. 							
16. OTROS							
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>							

 Universidad Francisco de Paula Santander <small>BOGOTÁ - COLOMBIA</small> <small>VIGILADA MINEDUCACIÓN</small>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER	CAPITULO.1.01.01.03	
		dic-18	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION	
1. ITEM No. 1.02.01.01.02	2.EXCAVACION MANUAL MATERIAL COMUN (ADUCCION - CONDUCCION)		
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)		
4. DESCRIPCION			
<p>Esta actividad comprende la excavación necesaria para la construcción de la ADUCCION-CONDUCCION según lo muestran los planos y se refiere a la extracción manual de material común a la profundidad que determine el estudio de suelos, bajo cualquier grado de humedad que se encuentre presente en el área a intervenir.</p> <p>El material extraído se dispondrá en un lugar específico dentro de la obra para luego ser seleccionado, los sobrantes se llevarán únicamente en los botaderos autorizados por la entidad competente.</p>			
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.			
<ul style="list-style-type: none"> * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos. * Consultar y verificar procesos constructivos de la aduccion-conduccion. * Corroborar la conveniencia de realizar la excavación. * Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos. * Verificar las dimensiones de los elementos aledaños. * Verificar planos topográficos en relación con niveles. 			
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> * Acotado de la zona mediante cinta de señalización. * Realizar cortes sobre terrenos firmes ó sobre materiales de relleno cuando tengan profundidades mayores a dos metros y se quieran evitar los taludes. * Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación. * Determinar mediante autorización escrita de La Interventoría, las cotas finales de excavación. * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de la cota fondo de la estructura. * Verificar niveles finales de para la excavación. * Cargar y retirar los sobrantes (no incluido en este precio). * Verificar que los sobrantes sean llevados únicamente a los botaderos autorizados por el municipio (ver plano manejo ambiental). 			
7. ALCANCE.			
<ul style="list-style-type: none"> * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11. * Desperdicios y mano de obra. * Transporte o movimiento dentro de la obra. * Dirección Técnica 			
8. ENSAYOS A REALIZAR.			
<ul style="list-style-type: none"> * Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de cota de fondo del tanque. * Verificar niveles finales de la excavación 			
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.			
<ul style="list-style-type: none"> * Realizar la excavación de acuerdo a las dimensiones expresadas en los planos de diseño. 			
10. MATERIALES.			
11. EQUIPO.			
<ul style="list-style-type: none"> * Herramienta menor (cinta de señalización). * Pala redonda y/o cuadrada 			
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA.	
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida
			<input checked="" type="checkbox"/> Si
			<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.			
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 			
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO			
<p>Los volúmenes de excavación se medirán en metros cúbicos (M3) en su sitio, de acuerdo con los levantamientos topográficos, los niveles del proyecto y las adiciones ó disminuciones de niveles debidamente aprobadas por el Ingeniero de Suelos y la Interventoría. No se medirán ni se pagarán volúmenes expandidos. Su valor corresponde al precio unitario estipulado en el respectivo contrato e incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Equipos descritos en el numeral 11. * Mano de obra. * Transportes dentro y fuera de la obra. * Carga y retiro de sobrantes. <p>El Constructor no será indemnizado por derrumbes, deslizamientos, alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno ó el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.</p>			
16. OTROS			
<p>Este ítem se ve afectado por variables adicionales especialmente a la ubicación del sitio de ejecución que es sobre zona quebrada donde se construya la aduccion-conduccion, pues se encuentra a mas de 100 m de la vía mas cercana (terreno bastante quegrado), los costos de desplazamiento deben ser asumidos por el análisis de precio unitario. En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá asumirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato. Las sobre excavaciones correrán por cuenta y riesgo del contratista.</p>			

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03		
			dic-18		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION			
1. ITEM No. 1.02.01.01.05					
5.RELLENO MATERIAL SELECCIONADO DE LA MISMA EXCAVACION (ADUCCION-CONDUCCION)					
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)			
4. DESCRIPCION					
Relleno, extendido y compactado con material seleccionado de la misma excavacion, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie de talud y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.					
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.					
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos diseños. * Consultar y verificar recomendaciones de los Planos de red de aduccion-conduccion. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material 					
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. <p>Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95) del proctor. * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 					
7. ALCANCE.					
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos y herramientas descritos en el numeral 11 * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 					
8. ENSAYOS A REALIZAR.					
* Ensayo de clasificación del material. compactación.			* Ensayo de		
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.					
* La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente y este aceptado por la interventoría.					
10. MATERIALES.					
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. 					
11. EQUIPO.					
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 					
12. DESPERDICIOS.					
Incluidos		<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	13. MANO DE OBRA.	
		<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No		
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.					
* Recomendaciones del estudio de suelos					
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO					
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m ³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el numeral 10 * Equipos descritos en el numeral 11 * Mano de Obra 					
16. OTROS					
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.					

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03	
			dic-18	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION	
1. ITEM No. 1.02.01.01.06	6.RELLENO CON RECEBO (ADUCCION-CONDUCCION)			
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)			
4. DESCRIPCION				
Relleno, extendido y compactado con material de recebo, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, con aporte de tierras, incluso carga y transporte a pie detajo y regado de las mismas, y con p.p. de medios auxiliares.				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos y diseños de la red de aduccion-conduccion. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución de los recibos se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, en la que los materiales previamente mezclados, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación. * Por último se compactará la tongada hasta conseguir una densidad del noventa y cinco (95%) * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 				
7. ALCANCE.				
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material 				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
* Ensayo de clasificación del material. compactacion				* Ensayo de
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor del recebo, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 				
10. MATERIALES.				
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. 				* Recebo
11. EQUIPO.				
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 				
12. DESPERDICIOS.				
Incluidos <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No				
13. MANO DE OBRA.				
Incluida <input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No				
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m ³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye: <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra 				
16. OTROS				
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.				

	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03											
			dic-18											
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION												
1. ITEM No. 1.02.01.01.07		7.RELLENO CON ARENA (ADUCCION-CONDUCCION)												
3. UNIDAD DE MEDIDA		Metro cúbico (m³)												
4. DESCRIPCION														
<p>Relleno, extendido y compactado con arena, por medios manuales, con pisón compactador manual tipo rana, en tongadas de 15 cm. de espesor o como lo indique el diseño, ya que se debe proveer un apoyo firme, estable y uniforme a lo largo de toda la longitud de la aducción-conducción con el objetivo primordial de evitar vacíos debajo y alrededor del cuadrante de la aducción-conducción.</p>														
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.														
<ul style="list-style-type: none"> * Selección del material a utilizar, comprobar que el material escogido cumpla las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza. * Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos * Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno. * Garantizar suministro de agua y proveer equipos eficientes para riego. * Verificación de disposición de capas y espesores de acuerdo con los estudios de suelos y diseños de la red de aducción-conducción. * Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno. * Localización y replanteo de los lugares a rellenar con este material. 														
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN														
<ul style="list-style-type: none"> * Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. * Para la ejecución del relleno con arenas se llevará a cabo en primer lugar una preparación de la superficie existente, consistente en la comprobación de la superficie sobre la que va a asentarse la misma, comprobando que tenga la densidad debida, que las rasantes coincidan con las previstas en los planos y que no existan en la superficie irregularidades mayores a las admitidas. * A continuación se procederá a la extensión de la capa, serán extendidos en tongadas uniformes, tomando la precaución de que no se segreguen ni contaminen. Las tongadas tendrán un espesor adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. <p>Extendida la tongada, en caso necesario, se procederá a su humectación.</p> <ul style="list-style-type: none"> * No se extenderá ninguna tongada en tanto no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la precedente. * Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos. 														
7. ALCANCE.														
<ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material. 														
8. ENSAYOS A REALIZAR.														
<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de clasificación del material. compactación 				<ul style="list-style-type: none"> * Ensayo de 										
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.														
<ul style="list-style-type: none"> * La rasante intervenida deberá quedar conforme a las secciones transversales, perfiles longitudinales y alineamientos señalados en los planos. Se permitirán diferencias de nivel en el perfil longitudinal del eje hasta de más ó menos 1.5 cms. siempre que no se repita sistemáticamente. * El espesor del recebo, comprobado por medio de perforaciones, espaciadas como máximo cada 50 ms. en el perfil longitudinal del eje, no deberá ser menor en 1.5 cms de la proyectada. 														
10. MATERIALES.														
<ul style="list-style-type: none"> * Agua. * Gasolina corriente. diseño 				<ul style="list-style-type: none"> * Arena según 										
11. EQUIPO.														
<ul style="list-style-type: none"> * Rana * Herramienta menor 														
12. DESPERDICIOS.														
<table border="0"> <tr> <td>Incluidos</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Si</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>No</td> <td>Incluida</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Si</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>No</td> </tr> </table>					Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No					
13. MANO DE OBRA.														
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.														
<ul style="list-style-type: none"> * Recomendaciones del estudio de suelos. 														
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO														
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de relleno; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad.</p> <p>El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra 														
16. OTROS														
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>														

 <p>Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vigilada MinEducación</p>	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MICROCENTRAL HIDROELECTRICA EN EL SECTOR LA PRADERA EN OCAÑA NORTE DE SANTANDER		CAPITULO.1.01.01.03	
			dic-18	
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		ELEMENTO: ADUCCION-CONDUCCION	
1. ITEM No. 1.02.01.01.08	8.RETIRO Y EXPANDIDA DE SOBANTES EN UNA FRANJA DE ANCHO 100m			
3. UNIDAD DE MEDIDA	Metro cúbico (m³)			
4. DESCRIPCION				
<p>El contratista deberá disponer de todo el material sobrante que no se utilice para completar la obra, retirándolos tan pronto como sean excavados, demolidos, etc., hasta los sitios de botadero aprobados por el interventor. No se permitirá la colocación del material descrito en las inmediaciones de los bordes de las zanjas de ADUCCION-CONDUCCION.</p> <p>El almacenamiento temporal del material excavado que se podrá utilizar posteriormente para rellenos, deberá hacerse en sitios en donde su apilamiento no constituya un peligro para las obras o para la seguridad de las personas, de acuerdo con lo aprobado para este propósito por el interventor.</p>				
5. ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.				
<p>* Se comprobará que no se están realizando trabajos en la zona a limpiar * Verificar que el material sobrante en el sitio de acopio autorizado por interventoria.</p>				
6. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN				
<p>* Trabajos de limpieza. * Retirada y acopio de los restos generados. * Carga manual de los restos generados sobre volqueta o contenedor</p>				
7. ALCANCE.				
<p>* Materiales descritos en el APU * Equipos y herramientas descritos en el APU * Desperdicios y mano de obra * Transporte dentro y fuera de la obra. Incluido en el costo del material.</p>				
8. ENSAYOS A REALIZAR.				
<p>* Inspeccion final.</p>				
9. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION.				
10. MATERIALES.				
11. EQUIPO.				
12. DESPERDICIOS.		13. MANO DE OBRA		
Incluidos	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Incluida	<input checked="" type="checkbox"/> Si
				<input type="checkbox"/> No
14. REFERENCIAS Y OTRAS NORMAS O ESPECIFICACIONES.				
15. MEDIDA Y FORMA DE PAGO				
<p>Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m³) de retiro de sobrantes; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes de la ejecución de la actividad.</p> <p>El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:</p> <p>* Materiales descritos en el APU * Equipos descritos * Mano de Obra</p>				
16. OTROS				
<p>En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.</p>				