

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA CIVIL

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERA E
INGENIERO CIVIL**

TEMA:
**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA
NANEGAL**

AUTORES:
ALEXANDRA ELIZABETH CHANGOLUISA MORENO
KLEBER GEOVANNI CAJAMARCA QUISHPE

DIRECTOR:
CARLOS ANÍBAL GUTIÉRREZ CAIZA

Quito, abril de 2015

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad nuestra.

Quito, abril, 2015

Alexandra Elizabeth Changoluisa Moreno
CC. 172362205-4

Kleber Geovanni Cajamarca Quishpe
CC. 050243839-3

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida, bendecirme a lo largo de mi carrera y permitirme cumplir este sueño anhelado. A mi madre Rosa por ser el pilar más importante en mi vida y demostrarme cada día su amor y apoyo incondicional. A mi padre Hugo, a pesar de nuestra distancia, siempre ha estado apoyándome. A mi esposo Mauricio por la paciencia, comprensión, amor y apoyo que me ha brindado. A mi compañero de tesis Kleber porque sin el equipo que formamos no habiéramos logrado cumplir nuestra meta.

Alexandra Elizabeth Changoluisa Moreno

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Elena y Eugenio

Por haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento y en especial a mi madre por brindarme su amor.

Kleber Geovanni Cajamarca Quishpe

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Ing. Msc. Carlos Aníbal Gutiérrez Caiza, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar la etapa de estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a los ingenieros del Departamento de Ingeniería de Proyectos, Estudio y Diseño de la Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento Quito, porque han aportado con un granito de arena para la culminación del presente trabajo de grado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
DATOS GENERALES DEL PROYECTO	2
1.1 Nombre del proyecto	2
1.2 Unidad ejecutora.....	2
1.3 Cobertura y localización.....	2
1.4 Monto	3
1.5 Plazo de ejecución	3
CAPÍTULO 2	4
DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA	4
2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto.....	4
2.1.1 Localización de la parroquia Nanegal	4
2.1.2 Límites.....	5
2.1.3 Población	6
2.1.4 Educación	10
2.1.5 Salud.....	12
2.1.6 Equipamiento Urbano.....	13
2.1.7 Seguridad y convivencia ciudadana	14
2.1.8 Servicios básicos	15
2.1.9 Sistema vial	18
2.1.10 Sistema económico productivo	20
2.1.11 Atractivos naturales	22
2.1.12 Trabajo y empleo.....	23
2.1.13 Recurso agua y suelo.....	23
2.2 Identificación, descripción y diagnóstico del problema.....	24
2.3 Línea base del proyecto	27
2.4 Análisis de oferta y demanda	27
2.4.1 Demanda.....	27
2.4.2 Oferta.....	29

2.4.3	Estimación del déficit o demanda insatisfecha (oferta – demanda)	30
2.5	Identificación y caracterización de la población objetivo (beneficiarios).....	31
CAPÍTULO 3		33
OBJETIVOS DEL PROYECTO		33
3.1	Objetivo general y objetivos específicos.....	33
3.1.1	Objetivo general	33
3.1.2	Objetivos específicos.....	33
3.2	Indicadores de resultado.....	33
3.3	Matriz de marco lógico.....	35
CAPÍTULO 4		44
VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD		44
4.1	Viabilidad técnica.....	44
4.1.1	Caracterización del sistema existente de abastecimiento de agua potable de la cabecera parroquial de Nanegal	44
4.1.1.1	Catastro del sistema de captación	44
4.1.1.2	Catastro de las cámaras rompe-presión.....	54
4.1.1.3	Catastro del sistema de tratamiento de agua potable	59
4.1.1.4	Catastro del sistema de conducción y distribución de agua potable	63
4.1.1.5	Catastro de conexiones domiciliarias.....	67
4.1.1.6	Catastro de hidrantes y bocas de fuegos	69
4.1.2	Análisis de alternativas.....	72
4.1.3	Estudios necesarios para el análisis del sistema de agua potable.....	73
4.1.3.1	Estudio Topográfico.....	73
4.1.3.2	Estudio hidrológico	75
4.1.3.2.1	Generación de caudales.....	76
4.1.3.2.2	Análisis de precipitaciones.....	76
4.1.3.2.3	Análisis y relleno de datos	77
4.1.3.2.4	Información hidrométrica	77
4.1.3.2.5	Generación de la curva de duración general de caudales.....	77
4.1.3.3	Estudio geotécnico	85

4.1.3.3.1	Geomorfología	85
4.1.3.3.2	Estratigrafía.....	86
4.1.3.3.3	Red hidrográfica.....	88
4.1.3.3.4	Tectónica.....	88
4.1.3.3.5	Riesgo sísmico	88
4.1.3.3.6	Riesgo volcánico	90
4.1.3.3.7	Procesos geodinámicos	92
4.1.3.4	Estudio de mecánica de suelos.....	95
4.1.3.5	Estudio de población, dotación y demanda de agua	101
4.1.3.5.1	Población.....	101
4.1.3.5.2	Dotación	101
4.1.3.5.3	Demanda de agua	102
4.1.4	Evaluación hidráulica de la red de distribución y línea de conducción del sistema de agua potable existente.....	105
4.1.4.1	Red de distribución modelación en watercad	107
4.1.4.2	Línea de conducción	119
4.1.5	Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la cabecera parroquial de Nanegal	124
4.1.5.1	Sistema de captación.....	125
4.1.5.2	Cámaras rompe presión.....	135
4.1.5.3	Tanque de distribución y cloración.....	142
4.1.5.3.1	Tanque de distribución.....	142
4.1.5.3.1.1	Análisis estructural del tanque de distribución tipo 100 m ³	146
4.1.5.3.2	Tanque de cloración	166
4.1.5.3.2.1	Sistema de tratamiento	166
4.1.5.4	Sistema de conducción y distribución de agua potable.....	171
4.1.5.4.1	Línea de conducción	171
4.1.5.4.2	Red de distribución	175
4.1.5.4.2.1	Modelo estático año 2044 con ampliación de la red	175
4.1.5.4.2.2	Modelo dinámico año 2044 con ampliación de la red.....	181

4.2	Viabilidad económica y financiera.....	186
4.2.1	Supuestos.....	186
4.2.2	Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos (inversión, operación y mantenimiento).....	186
4.2.2.1	Ingresos por acometidas domiciliarias y servicio de agua potable	186
4.2.2.2	Beneficios valorados	187
4.2.2.3	Costos de inversión, operación y mantenimiento	188
4.2.2.3.1	Costos de inversión inicial	188
4.2.2.3.2	Costo de operación y mantenimiento.....	192
4.2.3	Flujo económico	194
4.2.4	Indicadores económicos y sociales (VAN, TIR y B/C)	195
4.2.5	Análisis de sensibilidad	195
4.3	Análisis de sostenibilidad.....	196
4.3.1	Sostenibilidad económica y financiera.....	196
4.3.2	Análisis de impacto ambiental	196
4.3.3	Recomendaciones para la GBPA	198
4.3.3.1	Fase de diseño	198
4.3.3.2	Fase de construcción, ampliación y mejoramiento	200
4.3.3.2.1	Captaciones	200
4.3.3.2.1.1	Manipulación de materiales:	201
4.3.3.2.1.2	Almacenamiento de materiales:	202
4.3.3.2.1.3	Gestión de residuos:	202
4.3.3.2.1.4	Ocupación y usos del suelo:	202
4.3.3.2.1.5	Reducir las emisiones a la atmósfera:	203
4.3.3.2.1.6	Uso racional del agua:	203
4.3.3.2.1.7	Uso y consumo:	203
4.3.3.2.2	Tanque de reserva (tipo 100 m ³).....	203
4.3.3.2.2.1	Manipulación de materiales:	204
4.3.3.2.2.2	Almacenamiento de materiales:	205
4.3.3.2.2.3	Gestión de residuos	205

4.3.3.2.2.4	Ocupación y usos del suelo	205
4.3.3.2.2.5	Reducir las emisiones a la atmósfera	206
4.3.3.2.2.6	Uso racional del agua	207
4.3.3.2.2.7	Ruido	207
4.3.3.2.2.8	Consumo de energía	207
4.3.3.2.2.9	Uso y consumo	207
4.3.3.2.3	Ampliación del tramo de red de distribución.....	208
4.3.3.2.3.1	Manipulación de materiales:	208
4.3.3.2.3.2	Almacenamiento de materiales:	209
4.3.3.2.3.3	Gestión de residuos	209
4.3.3.2.3.4	Ocupación y usos del suelo	209
4.3.3.2.3.5	Reducir las emisiones a la atmósfera	210
4.3.3.2.3.6	Uso racional del agua	210
4.3.3.2.3.7	Ruido	210
4.3.3.2.3.8	Consumo de energía	210
4.3.3.2.3.9	Uso y consumo	211
CAPÍTULO 5	.....	212
PRESUPUESTO DETALLADO	.....	212
CAPÍTULO 6	.....	216
ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN	.....	216
6.1	Estructura operativa.....	216
6.2	Arreglos institucionales	216
6.3	Cronograma valorado por componentes y actividades.....	217
6.4	Especificaciones técnicas	221
CAPÍTULO 7	.....	222
ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN	.....	222
7.1	Monitoreo de la ejecución	222
CONCLUSIONES	.....	223
RECOMENDACIONES	.....	228
LISTA DE REFERENCIAS	.....	231

ANEXOS232

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Localización del proyecto	2
<i>Figura 2.</i> Ubicación parroquia Nanegal.....	4
<i>Figura 3.</i> Límites parroquia Nanegal.....	6
<i>Figura 4.</i> Población total del SR/NOP, según parroquias-2010.....	7
<i>Figura 5.</i> Distribución de la población por sexo	10
<i>Figura 6.</i> Árbol de problemas.....	26
<i>Figura 7.</i> Elementos de una captación.....	45
<i>Figura 8.</i> Captación N° 1	45
<i>Figura 9.</i> Captación N° 2	46
<i>Figura 10.</i> Captación N° 3	47
<i>Figura 11.</i> Captación N° 4	47
<i>Figura 12.</i> Captación N° 5	48
<i>Figura 13.</i> Captación N° 6	49
<i>Figura 14.</i> Captación N° 7	49
<i>Figura 15.</i> Captación N° 8	50
<i>Figura 16.</i> Captación N° 9	51
<i>Figura 17.</i> Captación N° 10	51
<i>Figura 18.</i> Captación N° 11	52
<i>Figura 19.</i> Captación N° 12	52
<i>Figura 20.</i> Captación N° 13	53
<i>Figura 21.</i> Partes de una cámara rompe - presión	55
<i>Figura 22.</i> Cámara rompe-presión N° 1.....	56
<i>Figura 23.</i> Cámara rompe-presión N° 2.....	57
<i>Figura 24.</i> Cámara rompe-presión N° 3.....	58
<i>Figura 25.</i> Tratamiento de agua potable por cloración.....	59
<i>Figura 26.</i> Tanque de distribución rectangular y circular.....	60
<i>Figura 27.</i> Tubería de ventilación.....	61
<i>Figura 28.</i> Tapa sanitaria.....	61
<i>Figura 29.</i> (Tubería de salida, de rebose y limpieza) de izquierda a derecha.....	62

<i>Figura 30.</i> Cámara de válvulas	62
<i>Figura 31.</i> Línea de conducción parroquia Nanegal.....	64
<i>Figura 32.</i> Zonificación encuesta estudiantes UPS	65
<i>Figura 33.</i> Detalles de conexión domiciliaria.....	67
<i>Figura 34.</i> Reporte estado de accesorios	68
<i>Figura 35.</i> Reporte estado del medidor.....	68
<i>Figura 36.</i> Detalle de accesorios hidrante.....	69
<i>Figura 37.</i> Hidrantes y bocas de fuego en la zona de estudio.....	70
<i>Figura 38.</i> Ubicación del sitio de estudio en la carta topográfica Gualea del IGM	73
<i>Figura 39.</i> Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2S$)	79
<i>Figura 40.</i> Curva de duración general método SCS (Captaciones 1 a la 9)	80
<i>Figura 41.</i> Curva de duración general método SCS (Captaciones 10 a la 13)	80
<i>Figura 42.</i> Curva de duración general método racional (Captaciones 1 a la 9).....	82
<i>Figura 43.</i> Curva de duración general método racional (Captaciones 10 a 13)	83
<i>Figura 44.</i> Ecuador zonas sísmicas y valor del factor de zona Z	89
<i>Figura 45.</i> Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada	90
<i>Figura 46.</i> Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental	92
<i>Figura 47.</i> Mapa de riesgo de deslizamientos	94
<i>Figura 48.</i> Muestra de suelo ensayo triaxial.....	96
<i>Figura 49.</i> Población cabecera parroquial Nanegal.....	101
<i>Figura 50.</i> Implantación general del sistema de agua potable.....	106
<i>Figura 51.</i> Variación horaria durante las 24 horas	110
<i>Figura 52.</i> Características de la tubería para la modelación.....	111
<i>Figura 53.</i> Resultados de la modelación en las tuberías.....	111
<i>Figura 54.</i> Características de los nudos para la modelación.....	113
<i>Figura 55.</i> Resultados de la modelación en los nudos.....	113
<i>Figura 56.</i> Dimensiones del desarenador.....	133
<i>Figura 57.</i> Protección natural en captaciones	134
<i>Figura 58.</i> Dimensiones de la cámara rompe presión.....	141

<i>Figura 59.</i> Oferta y demanda para el año 2014	145
<i>Figura 60.</i> Oferta y demanda para el año 2044	145
<i>Figura 61.</i> Medidas tanque tipo	148
<i>Figura 62.</i> Escenario tanque vacío.....	149
<i>Figura 63.</i> Momentos escenario tanque vacío	151
<i>Figura 64.</i> Escenario tanque lleno	154
<i>Figura 65.</i> Momentos escenario tanque lleno.....	155
<i>Figura 66.</i> Factor de importancia de la estructura NEC-11 (CAP. 2-49).....	157
<i>Figura 67.</i> Factor de reducción de respuesta estructural NEC-11 (CAP. 2-58)	157
<i>Figura 68.</i> Factores de configuración estructural en planta y elevación NEC-11(CAP. 2-51)	158
<i>Figura 69.</i> Distribución de fuerzas sísmicas en el tanque	159
<i>Figura 70.</i> Momentos escenario tanque lleno (análisis sísmico).....	160
<i>Figura 71.</i> Resumen de armado en pared del tanque.....	161
<i>Figura 72.</i> Momentos losa de cubierta del tanque	162
<i>Figura 73.</i> Armado losa superior del tanque	163
<i>Figura 74.</i> Momentos losa inferior del tanque.....	164
<i>Figura 75.</i> Armado losa inferior del tanque	165
<i>Figura 76.</i> Armado columna central (dintel) del tanque	166
<i>Figura 77.</i> Caseta hipoclorador tipo EPMAPS-Q.....	169
<i>Figura 78.</i> Características de la tubería para la ampliación de la red	175
<i>Figura 79.</i> Reporte de la tubería para la ampliación de la red.....	178
<i>Figura 80.</i> Reporte del nudo para la ampliación de la red.....	178
<i>Figura 81.</i> Estructura operativa EPMAPS-Q	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Población total, según áreas de estudio-2010</i>	8
Tabla 2. <i>Distribución de la población por grupos de edad</i>	9
Tabla 3. <i>Infraestructura educativa (parroquia Nanegal)</i>	11
Tabla 4. <i>Indicadores de educación por sexo (parroquia Nanegal)</i>	12
Tabla 5. <i>Establecimientos de salud (parroquia Nanegal)</i>	12
Tabla 6. <i>Indicadores de salud</i>	13
Tabla 7. <i>Equipamiento urbano (parroquia Nanegal)</i>	14
Tabla 8. <i>Seguridad y convivencia ciudadana</i>	15
Tabla 9. <i>Cobertura de servicios básicos</i>	15
Tabla 10. <i>Cobertura de servicios básicos, según 2010</i>	16
Tabla 11. <i>Indicadores de vivienda</i>	17
Tabla 12. <i>Inventario vial</i>	19
Tabla 13. <i>Inventario de puentes de parroquia Nanegal</i>	20
Tabla 14. <i>Actividades y productos agro productivos</i>	21
Tabla 15. <i>Industrias</i>	22
Tabla 16. <i>Microcuencas</i>	23
Tabla 17. <i>Línea base</i>	27
Tabla 18. <i>Población demandante efectiva al año 2044</i>	29
Tabla 19. <i>Demanda insatisfecha futura al año 2044</i>	30
Tabla 20. <i>Indicadores de resultado de acuerdo línea base</i>	34
Tabla 21. <i>Indicadores de resultado</i>	34
Tabla 22. <i>Matriz de marco lógico</i>	35
Tabla 23. <i>Ubicación de captaciones</i>	54
Tabla 24. <i>Ubicación cámaras rompe presión</i>	58
Tabla 25. <i>Recorrido línea de conducción</i>	63
Tabla 26. <i>Longitud de tubería por zonas</i>	66
Tabla 27. <i>Ubicación hidrantes y bocas de fuego</i>	71
Tabla 28. <i>Alternativas de mejoramiento del sistema</i>	72
Tabla 29. <i>Ubicación de puntos de control</i>	74

Tabla 30. Aforos vertiente Quebrada Sosa (2011-2014).....	75
Tabla 31. Ubicación de la estación meteorológica.....	76
Tabla 32. Coeficiente de escurrimiento "c" de acuerdo a la topografía	81
Tabla 33. Categorías de los sistemas de agua potable	84
Tabla 34. Caudales medios mensuales para fuentes de aguas superficiales	84
Tabla 35. Resumen de caudales de garantía.....	85
Tabla 36. Valor del factor Z parroquia Nanegal	90
Tabla 37. Ubicación del tanque de distribución tipo	95
Tabla 38. Asentamientos admisibles	100
Tabla 39. Dotaciones recomendadas	102
Tabla 40. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable	104
Tabla 41. Dotación de agua contra incendios	104
Tabla 42. Caudales de diseño para elementos del sistema.....	105
Tabla 43. Datos de tuberías para el modelamiento	107
Tabla 44. Datos asignados en nudos para la modelación	108
Tabla 45. Datos de los tanques para la modelación.....	109
Tabla 46. Demanda horaria según C.N.A.....	110
Tabla 47. Reporte de datos en tuberías.....	112
Tabla 48. Reporte de datos en nudos	114
Tabla 49. Reporte de datos en tuberías máxima demanda para las 9am	115
Tabla 50. Reporte de datos en nudos máxima demanda para las 9am.....	116
Tabla 51. Reporte de datos en tuberías mínima demanda para la 1am	117
Tabla 52. Reporte de datos en nudos mínima demanda para la 1am	118
Tabla 53. Pérdidas de carga en la línea de conducción.....	123
Tabla 54. Proyección de demanda en los 30 años de vida útil	124
Tabla 55. Caudales de diseño para elementos del sistema para el año 2044	125
Tabla 56. Caudales de rediseño para las 13 captaciones.....	125
Tabla 57. Verificación de las dimensiones de los elementos de las captaciones de acuerdo a parámetros hidráulicos para el 2044.....	131
Tabla 58. Valores de (L) rediseñado de los desarenadores.....	132

Tabla 59. <i>Resumen de actividades de mejoramiento en las captaciones</i>	135
Tabla 60. <i>Resumen de actividades de mejoramiento en las captaciones</i>	135
Tabla 61. <i>Verificación de las dimensiones de las cámaras rompe presión de acuerdo a parámetros hidráulicos al 2044</i>	140
Tabla 62. <i>Resumen de actividades de mejoramiento en las cámaras rompe presión</i>	141
Tabla 63. <i>Caudales de oferta y demanda al 2044</i>	142
Tabla 64. <i>Volúmenes de oferta y demanda al 2044</i>	143
Tabla 65. <i>Volumen total de reserva del año 2014 y del 2044</i>	146
Tabla 66. <i>Dimensiones tanque tipo</i>	147
Tabla 67. <i>Dimensiones tanque tipo</i>	149
Tabla 68. <i>Comparación de acero real con el mínimo permisible</i>	154
Tabla 69. <i>Momentos y acero de refuerzo escenario tanque vacío</i>	154
Tabla 70. <i>Momentos y acero de refuerzo escenario tanque lleno</i>	156
Tabla 71. <i>Momentos y acero de refuerzo escenario tanque lleno (análisis sísmico)</i>	160
Tabla 72. <i>Cargas, momentos y acero de refuerzo losa superior del tanque</i>	162
Tabla 73. <i>Cargas, momentos y acero de refuerzo losa inferior del tanque</i>	164
Tabla 74. <i>Cargas, momentos y acero de refuerzo columna central del tanque</i>	165
Tabla 75. <i>Comparación de parámetros de muestras con normas</i>	167
Tabla 76. <i>Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional</i>	168
Tabla 77. <i>Parámetros para colocación del hipoclorito de calcio</i>	171
Tabla 78. <i>Pérdidas de carga en la línea de conducción año 2044</i>	174
Tabla 79. <i>Resumen de diámetros en la línea de conducción de acuerdo a parámetros hidráulicos</i>	174
Tabla 80. <i>Datos de tuberías para el modelamiento con ampliación de la red</i>	176
Tabla 81. <i>Datos asignados en nudos para la modelación con ampliación de la red</i>	177
Tabla 82. <i>Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red</i>	179
Tabla 83. <i>Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red</i>	180
Tabla 84. <i>Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red a máxima demanda 9 am</i>	182

Tabla 85. <i>Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red a máxima demanda 1 am</i>	183
Tabla 86. <i>Reporte de datos en nudos con ampliación de la red a máxima demanda 9 am</i>	184
Tabla 87. <i>Reporte de datos en nudos con ampliación de la red a máxima demanda 1 am</i>	185
Tabla 88. <i>Ingresos del proyecto</i>	186
Tabla 89. <i>Beneficios valorados del proyecto</i>	187
Tabla 90. <i>Costo inversión inicial del proyecto</i>	189
Tabla 91. <i>Costos de operación y mantenimiento del proyecto</i>	192
Tabla 92. <i>Flujo económico del proyecto</i>	194
Tabla 93. <i>Indicadores económicos del proyecto</i>	195
Tabla 94. <i>Análisis de sensibilidad del proyecto</i>	195
Tabla 95. <i>Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN)</i>	197
Tabla 96. <i>Condiciones del entorno red de distribución y tanque de reserva</i>	198
Tabla 97. <i>Disponibilidad de equipo de seguridad red distribución y tanque reserva</i> .	199
Tabla 98. <i>Terrenos privados para red distribución y tanque reserva</i>	199
Tabla 99. <i>Suministro material pétreo tanque de reserva</i>	200
Tabla 100. <i>Condiciones de las 13 captaciones</i>	200
Tabla 101. <i>Condiciones del tanque de almacenamiento</i>	204
Tabla 102. <i>Presupuesto detallado</i>	212

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Catastro de estructuras existentes.....	233
Anexo 2 Planos	274
Anexo 3 Proyección población futura.....	315
Anexo 4 Información hidrológica.....	317
Anexo 5 Estudio geotécnico	328
Anexo 6 Estudio mecánica de suelos.....	330
Anexo 7 Ficha censo poblacional	340
Anexo 8 Cálculos hidráulicos	342
Anexo 9 Informe calidad del agua	433
Anexo 10 Cálculos estructurales.....	435
Anexo 11 Análisis de precios unitarios	457
Anexo 12 Especificaciones técnicas	598
Anexo 13 Análisis de alternativas.....	670

RESUMEN

El proyecto contiene una descripción detallada de los estudios y rediseños realizados para mejorar el sistema de agua potable de la parroquia Nanegal, ubicada en el cantón Quito, provincia de Pichincha.

Se realizó un censo a la población beneficiaria, el levantamiento catastral de las estructuras existentes, la evaluación hidráulica de los elementos y la determinación de los caudales de diseño a una vida útil de 30 años, con el fin de identificar las falencias del sistema.

La línea de conducción y la red de distribución cumplen con la norma de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito; pero las captaciones y las cámaras rompe presión se encuentran en malas condiciones, y los tanques de almacenamiento existentes no son suficientes para abastecer la demanda actual y futura.

Se propone como alternativas de solución la implementación de un tanque de reserva de 100 m³ con una caseta de cloración de 500 lt, la ampliación de la red de distribución en 316.66 m, el mejoramiento de las condiciones hidráulicas y estéticas de las captaciones y cámaras rompe presión, a fin de garantizar la eficiencia del sistema para su buen funcionamiento.

ABSTRACT

The project contains a description detailed of the studies and redesign realized, to improve the system of drinkable water, of the parroquia Nanegal, situated in the cantón Quito. Province of Pichincha.

It realized a census to the population beneficiary, the cadastral lifting of the existent structures, the evaluation hydraulic of the elements, and the determination of the discharges of design to a life useful of 30 years, with the end to identify the lacking of the system.

The line of driving and the network of distribution fulfill with the norm of the Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento of Quito; but the catchments and the cameras break pressure find in bad conditions, and the tanks of existent storage, are not sufficient to keep the current and future demand.

It proposes like alternatives of solution the implementation of a tank of reservation of 100 m³, with a hut of chlorination of 500 lt, the extension of the network of distribution in 316.66m, the improvement of the hydraulics and esthetics conditions, of the catchments and cameras breaks pressure, to end to guarantee the efficiency of the system for his good operation.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Evaluación del sistema de agua potable de la parroquia Nanegal” tiene como finalidad mejorar el funcionamiento del sistema existente.

El problema en cuanto al funcionamiento de la infraestructura de agua potable es ineficiente, ya que sus componentes se encuentran en malas condiciones, además existe un desabastecimiento del servicio en épocas secas y un 13.69 % de la población no cuenta con el servicio y se abastecen del río, pozo u otro origen.

El proyecto se desarrolló en dos etapas, campo: recolección de información, encuesta poblacional y catastro de los elementos del sistema; gabinete: evaluación de la información obtenida, diseño y modelación hidráulica, diseños estructurales, estimación de caudales de garantía y plantear una alternativa seleccionada y diseño de la misma de acuerdo a las normativas de la Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento Quito.

El proyecto tiene ocho capítulos, en el primer capítulo se describe los datos generales, en el segundo capítulo se describe la situación actual del área de intervención, en el tercer capítulo se plantea los objetivos a desarrollar, en el cuarto capítulo se analiza la viabilidad técnica y económica con el fin de obtener una alternativa aceptable, en el quinto capítulo se indica el presupuesto detallado, en el sexto capítulo se indica la estrategia de ejecución, en el séptimo capítulo se visualiza la estrategia de seguimiento y evaluación y en el último capítulo se expresa las conclusiones y recomendaciones para llevar a cabo el proyecto; obteniéndose los planos definitivos y especificaciones técnicas que permita sus construcción.

CAPÍTULO 1

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 Nombre del proyecto

“Evaluación del sistema de agua potable de la parroquia Nanegal”

1.2 Unidad ejecutora

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento Quito EPMAPS-Q.

1.3 Cobertura y localización

País : Ecuador

Provincia : Pichincha

Cantón : Quito

Parroquia : Nanegal

El proyecto está ubicado en la parroquia Nanegal al noroccidente de Quito, la superficie aproximada de la parroquia es de 350.14 Km² que corresponde a las coordenadas geográficas 0° 8' 23.4" norte 78° 40' 28.2" oeste y las coordenadas UTM son 758850 m E y 10015500 m N (ver figura 1).



1.4 Monto

Costo total del proyecto: 89344.25 dólares (No incluye IVA)

1.5 Plazo de ejecución

Meses de duración: 4 meses (16 semanas)

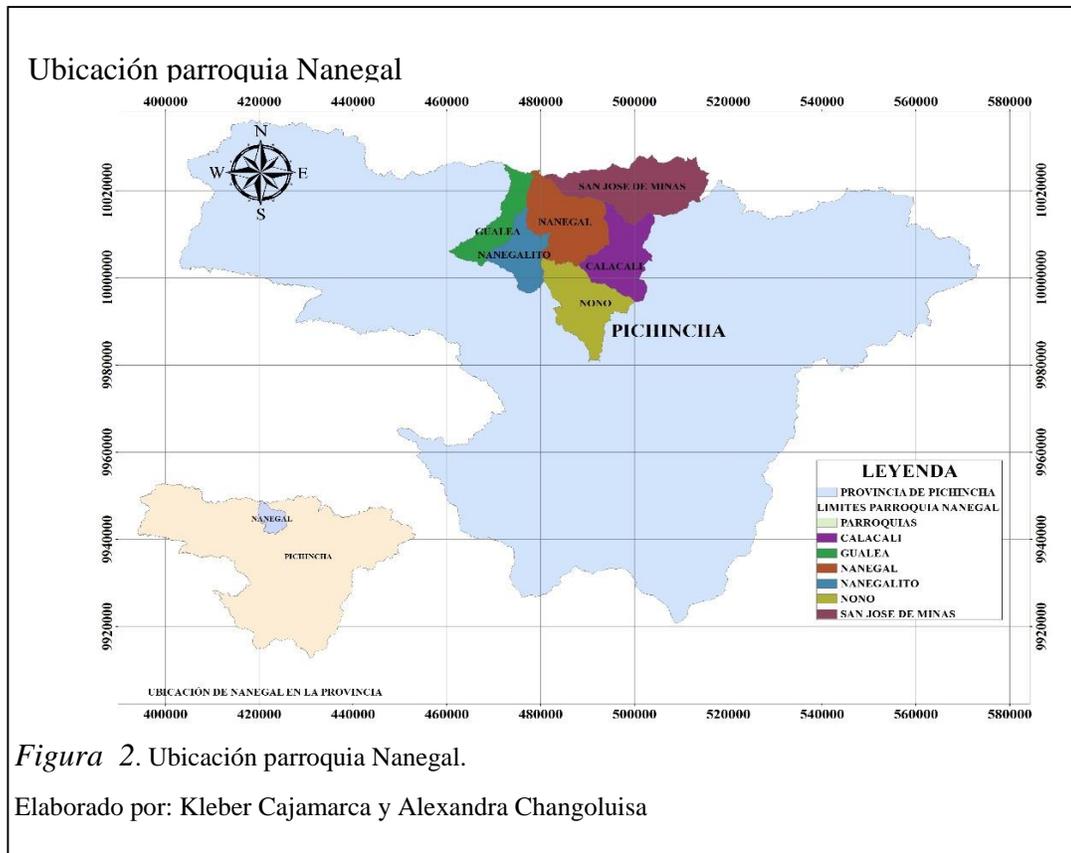
CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto

2.1.1 Localización de la parroquia Nanegal

La parroquia Nanegal se encuentra ubicada en el cantón Quito, provincia de Pichincha como se observa en la figura 2.



La parroquia Nanegal era conocida como Nanegal Grande, los documentos históricos indican que en este sitio habitaron pueblos nativos hace aproximadamente 2000 años los cuales se extinguieron por la erupción del volcán Pichincha. Los principales pueblos que se asentaron tanto en Nanegal como en Nanegalito fueron los Yumbos del Norte, cuya actividad era la exportación de pescado seco, ají, sal, oro, etc. Productos tales como plantas domésticas, algodón, yuca, maíz, ají, frutas y tubérculos; también productos misceláneos como caña guadua, incienso, caucho, etc., eran muy requeridos por las comunidades cercanas de la Sierra en especial Quito, estos intercambios se realizaban por medio de alianzas o lazos matrimoniales.

En principio la población de Nanegal habitó el sitio de Pueblo Viejo actualmente conocida como Santa Elena, posteriormente migraron a la hacienda San Juan para finalmente radicarse en Chontapamba, que en kichwa significa “Tierra de la Chonta” y que es la actual cabecera parroquial.

Nanegal es reconocida como una de las parroquias del cantón Quito de la provincia de Pichincha en la convención nacional del 27 de mayo de 1861, en la presidencia de Juan José Flores, y pasa a categoría de parroquia civil durante la presidencia de Gabriel García Moreno en 1881.

2.1.2 Límites

La parroquia se encuentra en los siguientes límites como se indica en la figura 3.

Norte : Provincia de Imbabura

Sur : Parroquia Nono

Este : Parroquias San José de Minas y Calacalí

Oeste : Parroquia Gualea y Nanegalito

Límites parroquia Nanegal



Figura 3. Límites parroquia Nanegal.

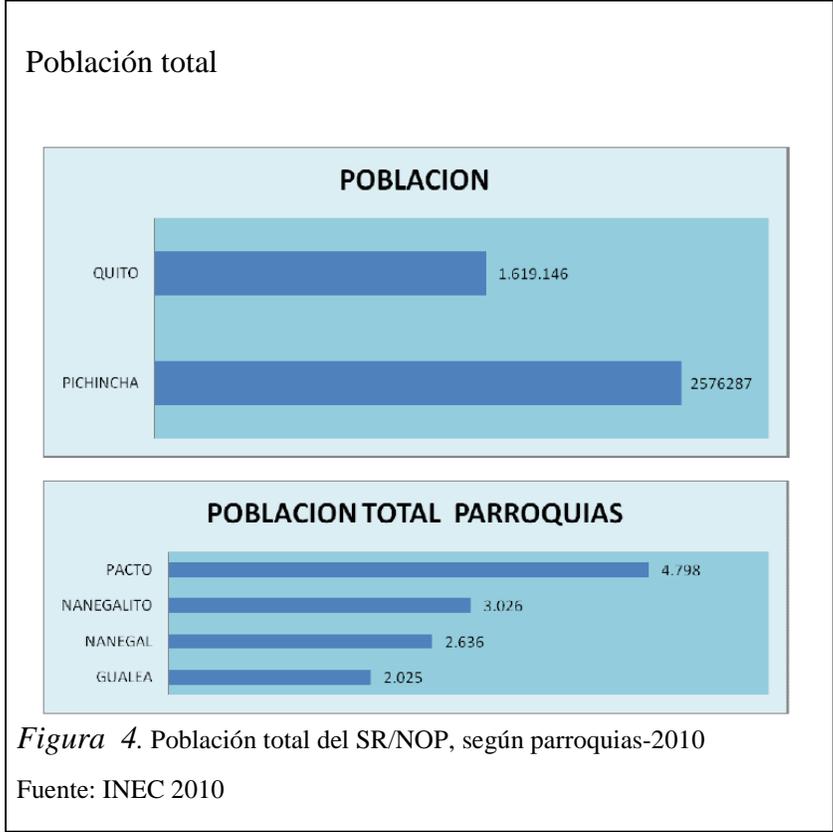
Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

2.1.3 Población

La parroquia Nanegal forma parte de la sub región del noroccidente de Pichincha, y que además incluye parroquias como Nanegalito, Pacto y Guala. Todas estas pertenecen al Distrito Metropolitano de Quito.

La sub región del Noroccidente de Pichincha, concentra el 0,62% de la población total del Distrito Metropolitano de Quito - DMQ, por lo que es considerada con baja concentración demográfica con apenas 11975 habitantes, de acuerdo al último censo de 2010 realizado por el Instituto Nacional Estadísticas y Censo – INEC.

Las estadísticas publicadas por el INEC en función de habitantes por parroquia del DMQ se observa en la figura 4.



Durante la década anterior se reportó una migración elevada en la parroquia y disminuyó la población de 2968 habitantes que se registró en el año 1990 a 2560 habitantes en el año 2001 y actualmente esta situación comienza a revertirse.

De la población total del DMQ ésta parroquia representa el 0.12 % y el 21.4 % de la sub región, con 2636 habitantes.

De acuerdo al censo 2010 la distribución de población por sexo a nivel parroquial se reporta en la tabla 1.

Tabla 1.
Población total, según áreas de estudio-2010

Unidad Administrativa	Hombre	Mujer
PICHINCHA	1.255,711	1.320.576
QUITO	783.616	835.530
GUALEA	1.073	952
NANEGAL	1.417	1.219
NANEGALITO	1.555	1.471
PACTO	2.543	2.255

Nota. INEC 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

La tabla 1 indica que en la provincia de Pichicha y en el cantón Quito existe mayor número de mujeres que hombres, pero en las parroquias: Gualea, Nanegal, Nanegalito y Pacto la tendencia es inversa.

Distribución de la población por grupos de edad

En el censo 2010 según el INEC se registró la distribución de la población por grupos de edad (ver figura 5) como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2.

Distribución de la población por grupos de edad

Grupos de edad	Hombre	Mujer	Total
Menor de 1 año	16	17	33
De 1 a 4 años	92	94	186
De 5 a 9 años	171	160	331
De 10 a 14 años	159	133	292
De 15 a 19 años	141	104	245
De 20 a 24 años	106	89	195
De 25 a 29 años	83	78	161
De 30 a 34 años	77	74	151
De 35 a 39 años	72	79	151
De 40 a 44 años	89	62	151
De 45 a 49 años	67	40	107
De 50 a 54 años	51	56	107
De 55 a 59 años	59	51	110
De 60 a 64 años	59	62	121
De 65 a 69 años	47	44	91
De 70 a 74 años	46	35	81
De 75 a 79 años	35	24	59
De 80 a 84 años	27	14	41
De 85 a 89 años	11	2	13
De 90 a 94 años	8	-	8
De 95 a 99 años	1	1	2
Total	1417	1219	2636

Nota. Censo de población y vivienda 2010 (INEC)

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

La tabla 2 indica que la población de hombres por grupos de edad corresponde a 53.76 %, mientras que la población de mujeres corresponde a 46.24 % de la población total.

Distribución de la población por sexo

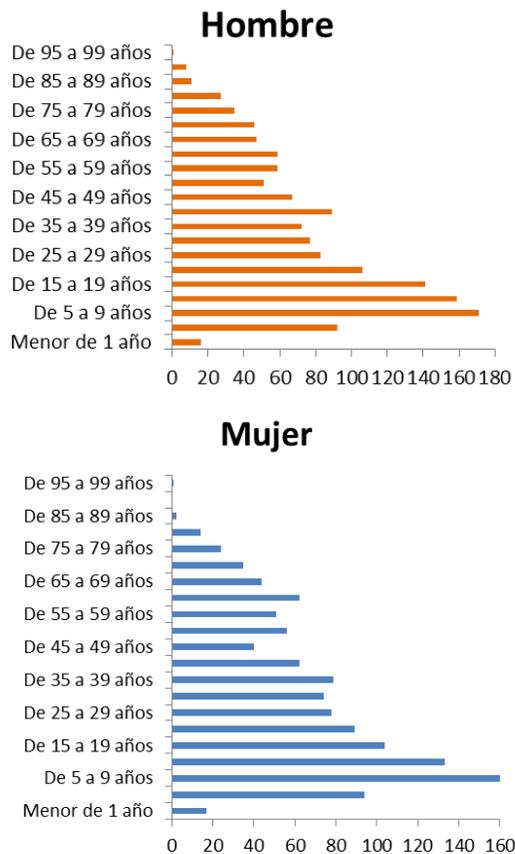


Figura 5. Distribución de la población por sexo. Fuente: INEC 2010

2.1.4 Educación

En cuanto a infraestructura educativa la parroquia Nanegal cuenta con seis escuelas distribuidas por sectores y un colegio ubicado en la cabecera parroquial.

Tabla 3.
Infraestructura educativa (parroquia Nanegal)

Nombre	Ubicación Barrio	N° profesores	Total alumnos	N° Aulas	Equipamiento Servicios
Escuela Fiscal Mixta Esmeraldas	Cabecera Parroquial	18	137	9	Aulas y baterías sanitarias, museo, comedor escolar y canchas.
Escuela Fiscal Mixta José Joaquín de Olmedo	Cartagena	2	15	2	
Escuela Fiscal Mixta Francisco Fálquez Ampuero	Chacapata	3	50	2	Cancha, baterías, sanitarias, aulas, comedor escolar.
Escuela Fiscal Mixta Río Cenepa	La Perla	3	63	2	Cancha, baterías, sanitarias, aulas, comedor escolar.
Escuela Fiscal Mixta Teniente Hugo Ortiz	Palmitopamba	4	129	4	Cancha, baterías, sanitarias, aulas, comedor escolar.
Escuela Fiscal Mixta Manuel Matheus	Santa Marianita	3	54	2	Aulas, batería sanitaria, comedor escolar.
Colegio Nacional Técnico Nanegal 6to curso	Cabecera Parroquial	14	148	6	Cuenta con laboratorio de química, computación y ecoturismo, canchas, baterías sanitarias, departamento de inspección, área administrativa, salón de actos, biblioteca, vivienda para el conserje, bodegas, bar escolar y cabaña de interpretación.

Nota. Ministerio de Educación y Cultura y Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Año: 2010
 Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

La tabla 3 indica deficiencia del sistema educativo en la parroquia, ya que existe un reducido número de docentes en Palmitopamba de 4 para 129 de estudiantes, mientras que en la cabecera parroquial existen 148 estudiantes con 14 docentes. Esto se debe a la falla de autoridades que gestionen, ya que actualmente los encargados de ciertas vacantes no son titulares.

Por otro lado los índices de escolaridad y asistencia a las unidades educativas en la parroquia Nanegal se indican en la tabla 4.

Tabla 4.
Indicadores de educación por sexo (parroquia Nanegal)

Indice	Hombres			Mujeres		
	Pichincha	Cantón Quito	Nanegal	Pichincha	Cantón Quito	Nanegal
Promedio de años de Escolaridad de la población adulta.	9.20	9.90	4.09	7.90	8.50	3.43
Promedio con acceso a Instrucción Superior (%)	27.40	31.60	3.09	18	20.60	2.48
Tasa Neta de Asistencia primario (%)	92.60	95	85.72	92.60	94.70	81.66
Tasa Neta de Asistencia Secundaria (%)	59.60	66.40	17.05	57.60	62.90	16.18
Tasa Neta de Asistencia Superior (%)	18.80	22	0.56	16.70	19.20	1.38

Nota. INFOPLAN versión 1.1 Año: 2001

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 4 la tasa de asistencia a educación superior es de 1.38% para mujeres y 0.56% para hombres en la parroquia, reportándose estos índices bajos ya que los habitantes consideran la instrucción primaria suficiente para trabajar en actividades agrícolas.

2.1.5 Salud

Los establecimientos de salud están implementados por personal que brinda diferente tipo de atención como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5.
Establecimientos de salud (parroquia Nanegal)

Establecimiento de salud por tipo	Ubicación	Número de médicos	Número de enfermeras	Tipo de atención
Subcentro de salud	Área 18	4	2	Medicina general y odontológica, obstetriz, inspector de salud
Seguro médico campesino	Palmitopamba	2	1	Atención general

Nota. Ministerio de Salud Pública Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 5 la parroquia cuenta con 6 médicos y 3 enfermeras, los cuales brindan atención en las siguientes especialidades: medicina general, odontología y obstetricia.

Según la Organización Mundial de la Salud – OMS para 10000 habitantes se debe contar con 50 agentes de salud para un índice alto y 25 para un índice bajo. En este caso la parroquia tiene 9 agentes de salud para 2671 habitantes que equivale a un índice medio.

Las enfermedades de mayor frecuencia que presentan los habitantes de la parroquia son: úlceras, gastritis, hernia hiatal y cáncer gástrico principalmente en los adultos.

Mientras que en niños es más común la desnutrición como se detalla en la tabla 6.

Tabla 6.

Indicadores de salud

Nombre	Indicador
Prevalencia de desnutrición crónica	S/D
Prevalencia de desnutrición global	45,6

Nota. S/D = Sin datos. Fuente: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE) Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

La tabla 6 indica un elevado índice de desnutrición en la población infantil que corresponde al 45.6 %, debido a que la alimentación no es adecuada por los bajos niveles económicos.

2.1.6 Equipamiento Urbano

La parroquia Nanegal cuenta con diversa infraestructura urbana para el desarrollo de actividades deportivas, académicas y económicas, como se indica en la siguiente tabla 7.

Tabla 7.

Equipamiento urbano (parroquia Nanegal)

Equipamiento	Número	Ubicación
Casas comunales	4	Chacapata, La Perla, Palmitopamba, Cabecera Parroquial
Canchas deportivas (Estadios)	5	Chacapata, Palmitopamba, La Perla, La Florida, Santa Marianita.
Canchas de uso múltiples	9	Chacapata, La Perla, Palmitopamba (2), Cabecera Parroquial (2), Santa Marianita, San Miguel (2).
Centro de atención al adulto mayor	1	Cabecera Parroquial
Farmacias	1	Cabecera Parroquial
Museos	1	San Miguel-Escuela Esmeraldas
Parques	2	Cabecera Parroquial, Palmitopamba
Piscinas públicas	1	La Florida
Bat. Sanitarias públicas	4	Santa Marianita, Cabecera Parroquial, Palmitopamba, La Perla
Lavanderías Públicas	2	Santa Marianita, Cabecera Parroquial
Iglesias	8	Chacapata, La Perla, Palmitopamba, Santa Marianita, Cabecera Parroquial, San Miguel, San Pedro, La Floresta
Cementerio	4	La Perla, Palmitopamba, Cabecera Parroquial, Chapapata
Camal	1	Cabecera Parroquial

Nota. : Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

De acuerdo a la tabla 7 en la cabecera parroquial existe un solo camal para toda la parroquia y por otro lado existen 9 canchas de uso múltiple distribuidas en la parroquia.

2.1.7 Seguridad y convivencia ciudadana

Con respecto a seguridad ciudadana la parroquia cuenta con la siguiente infraestructura:

Tabla 8.

Seguridad y convivencia ciudadana

Equipamiento existente	Ubicación	Descripción
Retén Policial	Cabecera Parroquial	Equipo de 6 policías

Nota. SIISE Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 8 la cabecera parroquia cuenta con un retén policial conformado por 6 uniformados y dos vehículos, pero aún no es suficiente para un control efectivo.

2.1.8 Servicios básicos

La cobertura de servicios básicos para satisfacer las necesidades de los habitantes y mejorar la calidad de vida de la parroquia Nanegal se resume a continuación:

Tabla 9.

Cobertura de servicios básicos

Barrios	Cobertura de servicios (%)					Observaciones
	Agua para consumo humano	Alcantarillado (sistema de aguas servidas)	Recolección de desechos sólidos	Energía eléctrica	Alumbrado público	
San Pedro	10	100	100	100	100	
Palmito pamba	100	80	100	50	80	Falta alcantarillado sector San Carlos y el Estadio
La Florida	100	80	100	100	100	
Santa Marianita	100	90	100	90	70	Falta alcantarillado en Pueblo Viejo, La Carolina. Falta energía eléctrica vía a Pueblo Viejo y la Carolina
La Perla	100	0	100	100	80	Falta alumbrado público en la entrada a La Perla
La Floresta	100	0	100	100	90	Falta alumbrado en la entrada del barrio
Chaca pata	100	90	0	90	80	Falta Alcantarillado tercera etapa de la entrada. Falta energía eléctrica en Cariacu Alto Alumbrado publico en mal estado
La Delicia	100	0	100	100	100	
San Miguel	100	90	100	100	100	Falta alcantarillado en el pasaje Colegio Nanegal

Nota. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Nanegal Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Otro problema identificado en la tabla 9 radica en que el 90% de las propiedades de la población no puede beneficiarse de créditos y bonos estatales porque sus viviendas no están legalizadas. Este problema se presenta por la falta de asesoría legal, los altos costos para dicho procedimiento y la numerosa documentación requerida por parte del Municipio. Ello hace que la transferencia de tierras y viviendas sea ante el teniente político pues no poseen títulos de propiedad.

Según reportes del último censo INEC 2010 las viviendas de la parroquia disponen de los siguientes servicios.

Tabla 10.

Cobertura de servicios básicos, según 2010

Procedencia principal del agua recibida	Casos	%	Acumulado %
De red pública	499	66	66
De pozo	10	1	67
De río, vertiente , acequia o canal	236	31	98
Otro (agua lluvia/albarrada)	12	2	100
Total	757	100	100

Procedencia principal del agua para tomar	Casos	%	Acumulado %
La beben tal como llega al hogar	512	67	67
La hierven	200	26	94
Le ponen cloro	18	2	96
La filtran	14	2	98
compran agua purificada	16	2	100
Total	760	100	100

Eliminación de la basura	Casos	%	Acumulado %
Por carro recolector	503	66	66
La arrojan en terreno baldío o quebrada	114	15	81
La queman	64	8	89
La entierran	44	6	95
La arrojan al rio acequia o canal	17	2	97
De otra forma	15	2	100
Total	757	100	100

Tipo de servicio higiénico o escusado	Casos	%	Acumulado %
Conectado a red pública de alcantarillado	301	40	40
Conectado a pozo séptico	173	23	63
Conectado a pozo ciego	87	11	74
Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	130	17	91
Letrina	10	1	92
No tiene	56	7	100
Total	757	100	100

Nota. INEC 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 10 los habitantes que tienen agua de la red pública suma un 66 % mientras que el 1 % se abastece de pozos, además el 2 % compran agua purificada para beber y el 67% la beben tal como llega al hogar.

Por otro lado la eliminación de basura se realiza por carro recolector en un 66 % y el 2 % lo arroja al río o canal.

El servicio higiénico con que cuenta la parroquia está conectado a la red de alcantarillado en un 40 % y únicamente el 1 % tiene letrinas.

La disponibilidad de servicios con que cuenta cada vivienda de la parroquia se detalla a continuación:

Tabla 11.

Indicadores de vivienda

Índice de vivienda	Pichincha	Cantón Quito	Nanegal
Viviendas con alcantarillado (%)	65,20	71,50	16,61
Viviendas con servicio de recolección de basura (%)	70,60	77,10	10,74
Viviendas con servicio de electricidad (%)	90,70	94,70	61,24
Viviendas de Paredes de hormigon,ladrillo o bloque (%)	76,30	80,30	28,36
Viviendas con piso adecuado (%)	91,70	93,50	85,07
Hogares con servicio higiénico (%)	59,70	63,90	19,10
Viviendas sin hacinamiento (%)	87,30	88,70	80,70

Promedio de personas por cuarto	1,90	1,80	2,20
Incidencia de la pobreza (%)	44,76	40,10	85,00
Brecha de la pobreza (%)	17,03	14,90	42,91
Severidad de la pobreza (%)	8,76	7,55	26,14
Incidencia de indigencia (%)	14,61	12,48	46,53
Brecha de la indigencia (%)	4,38	3,68	17,21
Severidad de la indigencia (%)	1,94	1,60	8,35

Nota. INFOPLAN versión 1.1 año 2001

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

En la tabla 11 se indica que las viviendas que se abastecen del servicio de energía eléctrica es un 90.70 % a nivel de provincia, un 94.70 % a nivel cantonal y un 61.24 % en la parroquia Nanegal.

Por otra parte el impacto de la indigencia en la parroquia es del 8.35 %, en el cantón del 1.60% y en la provincia 1.94 %.

2.1.9 Sistema vial

a) Vías de ingreso y salida de la parroquia

El sistema vial de la parroquia está conformado por vías de segundo y tercer orden en mal estado, en tanto que la vía principal que atraviesa la cabecera cantonal se encuentra pavimentada desde el ingreso a la vía Nanegalito - Calacalí – Los Bancos.

b) Vías arteriales secundarias

Las vías secundarias se encuentran lastradas y en otros casos adoquinadas, pero algunos sectores aún están desatendidos.

c) Vía de conexión

La vía Quito-Nanegalito-Nanegal comunica tanto interna como externamente a la parroquia con el resto del país.

d) Flujos

Una arteria importante que conecta con la provincia de Imbabura es la Nanegal - Palmitopamba – Chacapata, la cual requiere un mejoramiento y ampliación debido a la demanda vehicular. Una vía alterna que también requiere mantenimiento es La Florida –

Culantropamba. El deplorable estado del sistema vial ha complicado la movilidad y conectividad, además las pérdidas en el sector agrícola y en el transporte público han sido significativas.

La red vial de la parroquia Nanegal se detalla en la tabla 12.

Tabla 12.
Inventario vial

VIA	Tramo	Ancho de vía	Alcant.	Acera		Capa de rodadura (Tipo)	Sentido de circulación actual	Bordillo		Observaciones
				Izq.	Der.			Izq.	Der.	
Principal Nanegalito-Nanegal	14 Km	6 m	si	no	no	Doble tratamiento de asfalto	Doble sentido	si	si	
Nanegal-Palmitopamba	6 Km	7 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Proyecto de asfalto para el 2011
Palmitopamba-Chacapata	14 Km	7 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	
Palpitopamba-La Perla	4 Km	6 m	no	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	No tiene alcantarillas, no existe buena capa de rodadura
La Delicia-Santa Marianita	3 Km	6 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Lastre en mal estado
Santa Marianita-Curipogro	14 Km	4 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Lastre en mal estado. No existe alcantarilla en toda la vía, la vía es muy engosta
Nanegal-Cartagena	8 Km	5 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Falta puente sobre el río Curunfo
Nanegal-Lalagua	11 Km	5 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Falta lastrado en algunos tramos
Nanegal-San Lorenzo	17 Km	6 m	si	no	no	Lastrado	Doble sentido	no	no	Al final de esta vía falta el puente de conexión sobre el río Guayllabamba con la carretera Selva Alegre-Esmeraldas
Chacapata-Cariaco	8 Km	4 m	parcial	no	no	Lastrado y de tierra	Doble sentido	no	no	Falta alcantarilla en algunos tramos. Falta lastre en algunos tramos
Nanagal-Guamacucho Alto	3 Km	4 m	no	no	no	Arena	Doble sentido	no	no	Falta puente sobre el Río Lhullupe y alcantarillas
San Juan Cachillacta	3.5 Km	4 m	no	no	no	Tierra	Doble sentido	no	no	Falta puente sobre el Río Alambi

Nota. Izq= izquierda, Der=derecha. Fuente: Diagnóstico participativo Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluiza

Según la tabla 12 la longitud de vías que se encuentran lastradas suman 77 Km., y solo 14 Km están asfaltadas.

Los puentes como medios de conexión que tiene la parroquia se detalla a continuación:

Tabla 13.

Inventario de puentes de parroquia Nanegal

Nombre del puente	Ubicación	Longitud (m)	Ancho (m)	Material de construcción	Estado	Observaciones
Río Palupe	Límite parroquial Nanegal-Nanegalito	6	6	Hierro concreto	Bueno	Un costado en mal estado
Estero Pilipe	Pillipe	4	6	Hierro concreto	Bueno	
Río Llulupe	San Miguel y Cabecera Parroquial	6	6	Hierro concreto	Excelente	
Río Alambi	Brisas del Alambi	15	4	Hierro concreto	Mal Estado	Falta mantenimiento y barandas laterales
Puente Río Curiacu	Chacapata	6	3	Hierro concreto	Mal Estado	A punto de colapsar
Puente sobre el Río Guayllabamba	Chacapata	10	3	Hierro concreto	Regular	Necesaria ampliación
Río Alambi	Sector la Piscícola Santa Marianita	15	3	Hierro concreto	Regular	Necesita mantenimiento
Puente Cariaco	Cariaco	10	2,5	Hierro concreto	Mal Estado	Necesita mantenimiento y ampliación
Puente Río Curunfo	Piragua	10	8	Hierro concreto		En construcción

Nota. Diagnóstico participativo Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 13 el puente de menor longitud es el “Estero Pilipe” de 4 metros, mientras que el puente “Río Alambi” con una mayor longitud de 15 metros es el más representativo de la parroquia.

2.1.10 Sistema económico productivo

Las principales actividades productivas que impulsan la economía de la parroquia se observa en la tabla 14.

Tabla 14.

Actividades y productos agro productivos

Actividades Productivas	Tipo de producción o cultivos	Cantidad aproximadas producidas mes	Principales mercados de comercialización	Número aproximado de empleados
Planteles avícolas	Pollos de carne	300 000	Quito	
Agricultura	Caña de azúcar	ND	Quito - consumo interno	ND
	Yuca			
	Plátano			
	Naranja			
	Guayaba			
	Fréjol			
	Café			
	Cacao			
	Zapote			
	Sandía			
	Papa china			
	Maíz			
	Morochillo			
	Zanahoria blanca			
	Guaba			
Arasha				
Aguacate				
Limón				
Naranja				
Ganadería	Ganado de leche	ND	Nestlé, Rey Leche, Intermediarios-Quito	ND
	Ganado de carne	200 cabezas de ganado		
Piscicultura	Tilapia roja	ND	Consumo interno	ND
	Tilapia africana			
	Carpa israelita			
	Carpa escamada			
	Carpa espejo			
Turismo	Turismo rural	ND	ND	ND
Panelera	Panela	ND	Ambato -Quito	ND

Nota. N/D = No existen datos. Fuente: Diagnóstico participativo julio Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

De acuerdo a la tabla 15 las principales actividades de la parroquia son la avícola y ganadera con la producción de 300000 pollos al mes y 200 cabezas de ganado respectivamente.

Las principales industrias que posee la parroquia se detalla a continuación:

Tabla 15.

Industrias

Nombre de la industria o empresa	Actividad o giro	Número de empleados (estimado)	Ubicación	Situación legal de la industria, empresa o manufactura
Grupo Oro	Plantel avícola	ND	Sector de San Pedro	Legalizada
Pofasa	Plantel avícola	No tiene empleados de la parroquia	Pillipe	Legalizada
Multiflor	Exportación de flores	15	Santa Marianita	Legalizada

Nota. N/D = No existen datos. Fuente: Diagnóstico participativo julio 2010 - Nanegal Año: 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Según la tabla 15 la parroquia cuenta con dos industrias avícolas y una de exportación de flores.

2.1.11 Atractivos naturales

Las condiciones naturales que presenta la zona hacen que se considere un atractivo turístico con una amplia biodiversidad, promoviendo el desarrollo ecoturístico y dinamizando la actividad económica.

La mayoría de los atractivos son administrados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial entre los más destacados está “La cascada de La Piragua” en el barrio La Florida que cuenta con un mirador y senderos de recorrido donde se pueden apreciar plantas nativas y variedad de orquídeas.

“El Río Alambi” que cruza la cabecera parroquial, donde se realiza regatas por ser muy caudaloso. “La Reserva Maquipucuna” tiene extensión de 6000 hectáreas con diversidad de flora y fauna, cuya finalidad es la conservación del medio ambiente.

Por otro lado la gastronomía característica del lugar es la comida típica como tortillas de yuca, tilapia, ceviche de palmito y caldo de gallina criolla.

2.1.12 Trabajo y empleo

La principal ocupación es como jornalero porque se cultiva principalmente la caña de azúcar, y la actividad ganadera cuyo salario es de \$13 diarios incluido comida.

El trabajo familiar es esencial puesto que se integran a niños, jóvenes y adultos siendo en su mayoría mujeres

En las comunidades de La Perla y Palmitopamba no existen fuentes de trabajo, haciendo que los habitantes migren hacia Quito para trabajar en el área de la construcción.

2.1.13 Recurso agua y suelo

La parroquia Nanegal forma parte de la subcuenca del Río Guayllabamba y la cual pertenece a la cuenca del Río Esmeraldas, su territorio se encuentra bañado por 9 microcuencas y drenajes menores como se detalla en la tabla 16.

Tabla 16.

Microcuencas

Microcuenca	Área (Km)	% Parroquia
R. Tulipe	6,83	1,95
Drenajes Menores (Alambi y Guayllabamba)	138,16	39,46
R. Cariyacu	11,29	3,22
Q. Orongo	8,47	2,42
Q. Sosa		
R. Blanco		
R. Curiacu		
Río Umachaca		
Río Santa Rosa		
Río Tulambi		
Q. Llullupe		
R. Loreto		
Q. Pillipe		
Q. Palupe		
Q. Llullupe		
TOTAL	350,13	100,00

Nota Plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia Nanegal 2010-2025

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Nanegal se encuentra en la región Andina del Ecuador, con relieve escarpado a montañoso característico de la Cordillera Occidental y sobre terreno vulcano-sedimentario, cuya altimetría está entre los 2800 msnm en la parte Sur y 800 msnm en las riveras del Río Guayllabamba.

Cuerpos hídricos

Los principales ríos de la parroquia son: El río Alambi, Saguangal, Llullupe y Cariyacu. De los cuales el más representativo es el río Alambi ya que con el aporte de los riachuelos su caudal es significativo, sin embargo la descarga de aguas servidas lo han contaminado.

Suelo

El suelo de la parroquia está formado por suelos Andept y Tropept que pertenecen al tipo Inceptisol característicos de la región Andina.

El suelo que circunda las riveras del Río Alambi son suelos Fluvent y Orthent que pertenecen al tipo Entisol, que se caracterizan por contener minerales primarios.

En general la parroquia Nanegal está formada por suelos alofánicos provenientes de materiales piroclásticos con textura limosa, gran capacidad para retener agua y cuyo color característico es negro.

2.2 Identificación, descripción y diagnóstico del problema

El problema central de la parroquia Nanegal en cuanto a infraestructura sanitaria es el ineficiente funcionamiento del sistema de agua potable, esto hace que la provisión del servicio de agua potable sea limitada, ya que el 13.69 % de la población no cuenta con este servicio y se abastecen del río, pozo u otro origen.

La ausencia de caminos accesibles a las fuentes de captación ha hecho que las condiciones actuales del sistema no sean favorables, puesto que el 61.54% de las captaciones requieren un mejoramiento, la línea de conducción al estar a la intemperie en la conexión con la cámara rompe presión hace que el sistema sea vulnerable frente a la actividad ganadera presente en la zona, los tanques de reserva necesitan un mejoramiento, las cámaras rompe presión no cuentan con válvulas de corte esto hace que la reparación de la línea de conducción sea demoroso y adicionalmente los hidrantes deben ser abiertos continuamente para evitar la acumulación de sedimentos.

Los habitantes de la parroquia se han visto en la necesidad de solicitar a la junta parroquial el mejoramiento de las condiciones actuales del sistema de agua potable, ya que el agua turbia en los sectores bajos de la cabecera parroquial constituye un problema para la salud poblacional con el padecimiento de enfermedades parasitarias en un 8.28 %.

Además los habitantes han manifestado la necesidad de incrementar la capacidad del tanque de cloración existente de acuerdo a normas técnicas y parámetros de salubridad y el 50.74 % se quejan de la calidad del servicio, mientras que los moradores del barrio La Floresta no cuentan con el sistema de agua potable y la dotación del servicio es a través del vecino o de otro tipo.

Por otra parte el crecimiento demográfico en la zona especialmente en el barrio San Pedro podría ocasionar el colapso del sistema.

Árbol de problemas

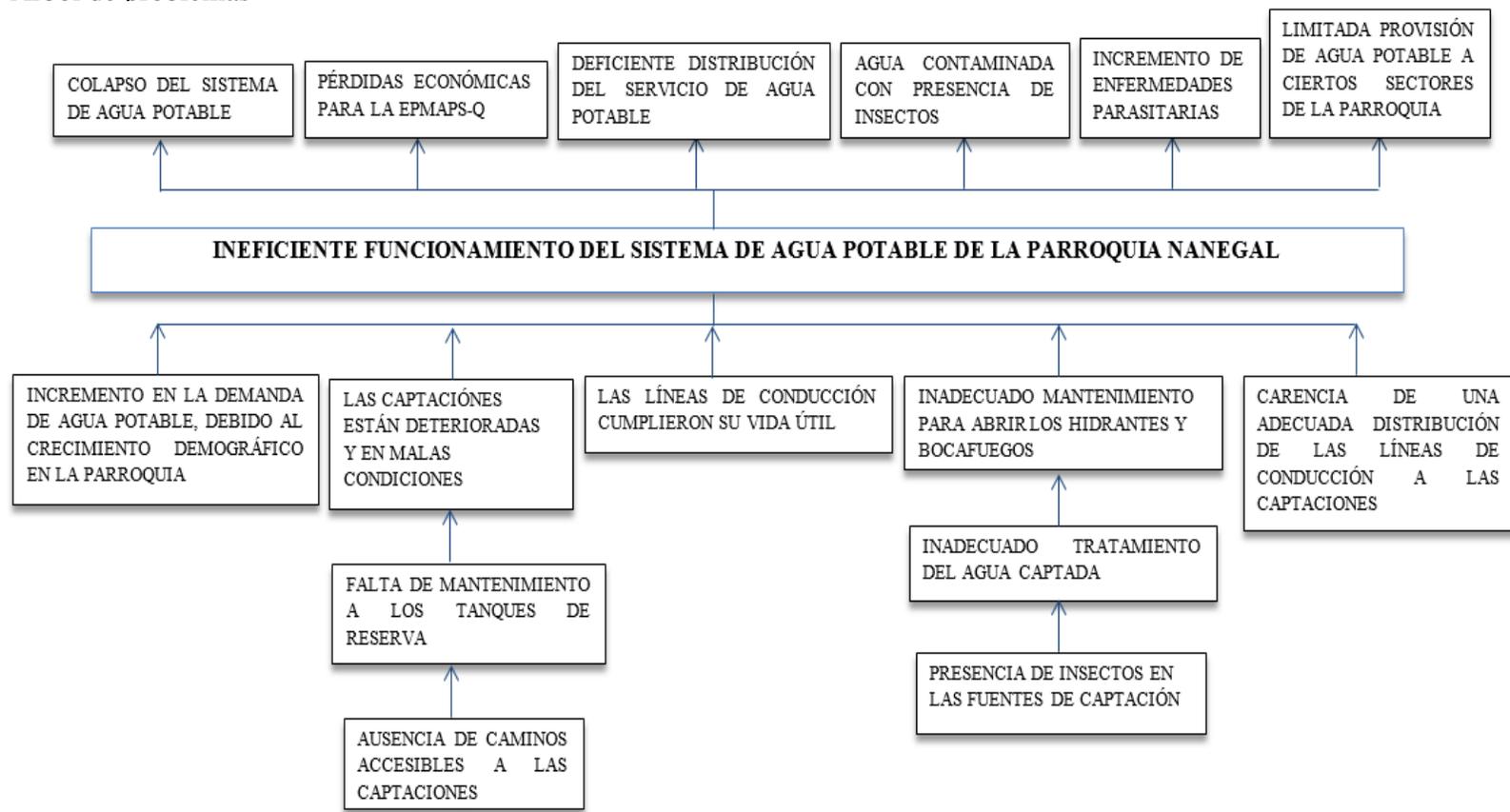


Figura 6. Árbol de problemas.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

2.3 Línea base del proyecto

En la tabla 17 se indica los principales problemas sociales que presenta el proyecto.

Tabla 17.

Línea base

Indicador	Fuente
El 13.69 % de la población de la cabecera parroquial no cuenta con el servicio de Agua Potable y la obtienen del río, pozo u otro origen.	Encuesta estudiantes UPS 2014
El 8.28 % de los habitantes padece de enfermedades parasitarias, debido al consumo de agua turbia.	Estadística de SCS de Nanegal
El 67.00 % de la población beben el agua tal como llega al hogar.	INEC Censo de 2010
El 50.74% de los habitantes se queja de la calidad del servicio de Agua Potable.	Encuesta estudiantes UPS 2014
El 61.54% de las fuentes de captación del sistema se encuentra en malas condiciones, debido a la falta de mantenimiento.	Encuesta estudiantes UPS 2014
El 100 % de las cámaras rompe presión se encuentra en mal estado, debido a la falta de mantenimiento.	Encuesta estudiantes UPS 2014

Nota. Encuestas estudiantes UPS, INEC censo de 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

2.4 Análisis de oferta y demanda

2.4.1 Demanda

La población que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto corresponde a los 2636 habitantes de acuerdo al censo 2010 con un índice de crecimiento de 0.33% y proyectada al 2014 es de 2671 habitantes, que son los usuarios directos e indirectos.

Población de referencia

La población total del área de influencia del proyecto es la siguiente:

$$\text{Población de referencia} = \mathbf{2671 \text{ Hab.}}$$

Población demandante potencial

De acuerdo a la información del censo 2010 el porcentaje de cobertura del servicio de agua potable - red pública es del 66.00 % que corresponde a 1763 habitantes y proyectada al 2014 son 1786 habitantes, que son potenciales demandantes del servicio ofertado por el proyecto.

$$\text{Población demanda potencial} = \mathbf{1786 \text{ Hab.}}$$

Población demandante efectiva

La población demandante efectiva de acuerdo a la encuesta estudiantes UPS 2014 es de 978 habitantes.

$$\text{Población demanda efectiva} = \mathbf{978 \text{ Hab.}}$$

La población futura corresponde a 1080 habitantes, calculada con un índice de crecimiento de 0.33% para un período de vida útil del proyecto de 30 años, como se indica en la tabla 18.

$$\text{Pf} = \text{Pa} * (1+i)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

i = Índice de crecimiento

n = Vida útil o período de diseño del proyecto

Tabla 18.
Población demandante efectiva al año 2044

Población demandante efectiva al año 2044	
Años	Nº habitantes
2014	978
2015	981
2016	984
2017	988
2018	991
2019	994
2020	998
2021	1001
2022	1004
2023	1007
2024	1011
2025	1014
2026	1017
2027	1021
2028	1024
2029	1028
2030	1031
2031	1034
2032	1038
2033	1041
2034	1045
2035	1048
2036	1052
2037	1055
2038	1058
2039	1062
2040	1065
2041	1069
2042	1073
2043	1076
2044	1080

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

2.4.2 Oferta

En la zona de estudio no existe otro proyecto que provea el servicio de agua potable a la parroquia, por lo que la oferta es cero.

2.4.3 Estimación del déficit o demanda insatisfecha (oferta – demanda)

Actualmente la población de la cabecera parroquial que necesita la rehabilitación del sistema son 934 habitantes y se añade 44 habitantes que carecen del servicio, por lo que la demanda total es 978 habitantes (ver tabla 19).

Tabla 19.
Demanda insatisfecha futura al año 2044

Demanda Insatisfecha al Año 2044			
Años	Oferta futura	Demanda futura	Demanda insatisfecha futura
2014	0	978	-978
2015	0	981	-981
2016	0	984	-984
2017	0	988	-988
2018	0	991	-991
2019	0	994	-994
2020	0	998	-998
2021	0	1001	-1001
2022	0	1004	-1004
2023	0	1007	-1007
2024	0	1011	-1011
2025	0	1014	-1014
2026	0	1017	-1017
2027	0	1021	-1021
2028	0	1024	-1024
2029	0	1028	-1028
2030	0	1031	-1031
2031	0	1034	-1034
2032	0	1038	-1038
2033	0	1041	-1041
2034	0	1045	-1045
2035	0	1048	-1048

2036	0	1052	-1052
2037	0	1055	-1055
2038	0	1058	-1058
2039	0	1062	-1062
2040	0	1065	-1065
2041	0	1069	-1069
2042	0	1073	-1073
2043	0	1076	-1076
2044	0	1080	-1080

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

2.5 Identificación y caracterización de la población objetivo (beneficiarios)

El mejoramiento del sistema de agua potable y la ampliación de la red de distribución al barrio La Floresta, brindara una cobertura del servicio a los 1080 habitantes de la cabecera parroquial al término de los 30 años de vida útil del proyecto.

Las principales características de la población efectiva (978 habitantes) son:

- **Educación**

En cuanto a infraestructura educativa cuenta con: el colegio nacional técnico Nanegal y la escuela fiscal mixta Esmeraldas, con un total de 285 alumnos y 32 docentes.

- **Salud**

La cabecera parroquial dispone de un sub centro de salud conformado por 4 médicos y dos enfermeras. El mismo que brinda atención en medicina general, odontología y obstetricia.

- **Equipamiento urbano**

En cuanto a infraestructura urbana la cabecera parroquial cuenta con una casa comunal, dos canchas de uso múltiple, un centro de ayuda al adulto mayor, un parque recreativo, una batería sanitaria pública, una lavandería pública, una iglesia, un retén policial, un cementerio y un camal.

- **Servicios básicos**

La cobertura de servicios básicos con que disponen es: en un 100 % (energía eléctrica, alumbrado público y recolección de basura) y en un 95 % (agua potable y alcantarillado).

- **Sistema vial**

La principal vía de acceso es Nanegalito-Nanegal con 14 Km de longitud en doble sentido y de asfalto. Las calles y pasajes de la cabecera parroquial en su mayoría son adoquinados.

- **Sistema económico**

En la cabecera parroquial se encuentran dos empresas avícolas que generan empleo, también existen hosterías donde se alojan turistas luego de visitar los atractivos naturales de la zona.

CAPÍTULO 3

OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 Objetivo general y objetivos específicos

3.1.1 Objetivo general

Evaluar el funcionamiento del sistema de agua potable de la parroquia Nanegal, lo que permitirá definir una propuesta técnica-económica para el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un período de un año.

3.1.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de funcionamiento del sistema de agua potable, de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.
- Analizar alternativas de solución tomando en cuenta factores técnicos-económicos, que permita definir la mejor alternativa en un periodo de 3 meses.
- Diseñar la alternativa seleccionada cumpliendo estándares de calidad emitidas por la EPMAPS-Q en un lapso de 3 meses.
- Formular el proyecto contemplando las etapas de construcción de las diferentes fases del sistema, que permita ejecutar los diseños de la alternativa seleccionada de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.

3.2 Indicadores de resultado

Tabla 20.

Indicadores de resultado de acuerdo línea base

Línea base	Fuente	Indicador de resultado
El 13.69 % de la población de la cabecera parroquial no cuenta con el servicio de Agua Potable y la obtienen del río, pozo u otro origen.	Encuesta estudiantes UPS 2014	El 100 % de la población de la parroquia Nanegal cuenta con el servicio de Agua Potable de acuerdo a normas EPMAP-Q en 1 año.
El 8.28 % de los habitantes padece de enfermedades parasitarias, debido al agua turbia.	Estadística de SCS de Nanegal	Las enfermedades parasitarias bajan en un 7.00 % al consumir agua de buena calidad en 1 año.
El 67.00 % de la población beben el agua tal como llega al hogar.	INEC Censo de 2010	El 100 % de la población de la parroquia Nanegal consume agua potable que cumple con normas de calidad INEN en 1 año.
El 50.74% de los habitantes se queja de la calidad del servicio de Agua Potable.	Encuesta estudiantes UPS 2014	El 100 % de los habitantes están satisfechos con la calidad del servicio que brinda la EPMAP-Q en 1 año.
El 61.54% de las fuentes de captacion del sistema se encuentra en malas condiciones, debido a la falta de mantenimiento.	Encuesta estudiantes UPS 2014	El 100 % de las fuentes de captación del sistema se encuentran en buenas condiciones de acuerdo a normas EPMAP-Q en 1 año.
El 100 % de las camaras rompe presion y tanques de cloracion se encuentra en mal estado, debido a la falta de mantenimiento.	Encuesta estudiantes UPS 2014	El 100 % de las camaras rompe presion y tanques de cloracion se encuentran en buen estado de acuerdo a normas EPMAP-Q en 1 año.

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014, INEC censo de 2010

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

Tabla 21.

Indicadores de resultado

Optimo funcionamiento del sistema existente de Agua Potable de la parroquia Nanegal, mediante una alternativa técnica-económica de acuerdo a normas EPMAPS-Q	Actividad	Resultado esperado	Medios de verificación
	Realizar el diagnóstico de funcionamiento del sistema de agua potable, de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.	Un informe detallado del funcionamiento actual del sistema de Agua Potable bajo el cumplimiento de normas EPMAPS-Q en 3 meses.	Encuestas y observaciones realizadas en campo.
	Analizar alternativas de solución tomando en cuenta factores técnicos-económicos, que permita definir la mejor alternativa en un periodo de 3 meses.	Dos alternativas técnico- económicas seleccionadas a nivel de pre factibilidad bajo las normas EPMAPS-Q en 3 meses.	Informes del trabajo de gabinete.
	Diseñar la alternativa seleccionada cumpliendo estándares de calidad emitidas por la EPMAPS-Q en un lapso de 3 meses.	Diseño definitivo de la alternativa seleccionada bajo la normativa vigente en 3 meses.	Informe de viabilidad técnica
	Formular el proyecto contemplando las etapas de construcción de las diferentes fases del sistema, que permita ejecutar los diseños de la alternativa seleccionada de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.	Reconstruccion de las 13 captaciones, 3 camaras rompe presion y los 2 tanques de distribución del sistemade acuerdo a la normativa EPMAPS-Q en 3 meses.	Acta de entrega de recepción provisional
	Construccion de la red para el sector "La Florida", la misma que tomara agua del proyecto en mención de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q en meses.		

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

3.3 Matriz de marco lógico

Tabla 22.
Matriz de marco lógico

Resumen narrativo de objetivos		Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
FIN	Optimo funcionamiento del sistema existente de Agua Potable de la parroquia Nanegal, mediante una alternativa técnica-económica de acuerdo a normas EPMAPS-Q	El 99.00 % de la población esta satisfecha por el mejoramiento de la calidad del servicio que brinda la EPMAPS-Q-Q en 1 año.	- Encuestas a los usuarios	- Entrega de recursos económicos a tiempo - Disponibilidad técnica oportuna de la EPMAPS-Q
PROPÓSITO U OBJETIVO GENERAL	Evaluar el funcionamiento del sistema de agua potable de la parroquia Nanegal, lo que permitirá definir una propuesta técnica-económica para el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de un año.	El 99.00 % del sistema existente de agua potable de la cabecera parroquial optimizado de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q-Q en un periodo de 3 meses.	- Acta de entrega de recepción de obra - Informes técnicos de la EPMAPS-Q - Acta de verificación in-situ del funcionamiento del sistema	- Presupuesto a tiempo de la ejecución del proyecto - Predisposición de los habitantes de la parroquia - Disponibilidad oportuna de la Junta Parroquial

COMPONENTES U OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Realizar el diagnóstico de funcionamiento del sistema de agua potable, de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un período de 3 meses.	Un informe detallado del funcionamiento actual del sistema de Agua Potable bajo el cumplimiento de normas EPMAPS-Q en 3 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Documento que contenga memoria de calculo, planos hidraulicos y estructurales - Informes del departamento de operaciones de la EPMAPS-Q - Encuestas en campo 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad del departamento de operaciones de la empresa - Las condiciones climatológicas permanecen invariables en el área de estudio - Predisposición del técnico de operaciones para guiar a las fuentes de captación
	Analizar alternativas de solución tomando en cuenta factores técnicos-económicos, que permita definir la mejor alternativa en un período de 3 meses.	Dos alternativas técnico- económicas seleccionadas a nivel de pre factibilidad bajo las normas EPMAPS-Q en 3 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Memorias de cálculo - Memorias técnicas - Documentos visuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Topografía del sitio a disposicion - Disponibilidad de documentos técnicos de la EPMAPS-Q para el analisis complementario
	Diseñar la alternativa seleccionada cumpliendo estándares de calidad emitidas por la EPMAPS-Q en un lapso de 3 meses.	Diseño definitivo de la alternativa seleccionada bajo la normativa vigente en 3 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de diseño - Memoria de cálculo - Documentos físicos - Informe del departamento de operaciones de la EPMAPS-Q 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad del departamento de operaciones de la empresa - Disponibilidad del departamento técnico de la EPMAPS-Q para aprobar los diseños
	Formular el proyecto contemplando las etapas de construcción de las diferentes fases del sistema, que permita ejecutar los diseños de la alternativa seleccionada de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.	Mejoramiento de las 13 captaciones, 3 cámaras rompe presión y los 2 tanques de distribución del sistema de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q.	<ul style="list-style-type: none"> - Planillas - Informe de fiscalización 	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones de clima favorable
		Construcción del tanque de almacenamiento cuadrado de 100 m3 de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q.	<ul style="list-style-type: none"> - Libro de obra - Planos de diseño 	<ul style="list-style-type: none"> - Asignación adecuada de recursos económicos
		Construcción del tramo de red para el sector "La Florida", la misma que tomara agua del proyecto en mención de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q.	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección in-situ 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de materiales de construcción

Resumen narrativo de objetivos	Indicadores verificables objetivamente	Medios de verificación	Supuestos
COMPONENTE 1	Realizar el diagnóstico de funcionamiento del sistema de agua potable, de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.		
Visitas de campo	0,00	- Encuestas en campo	- Predisposición de los moradores de la cabecera parroquial
Levantamiento de las estructuras existentes del sistema de agua potable	0,00	- Formulario del estado de las estructuras existentes	
Evaluación de la información obtenida	0,00	-Informe técnico	- Predisposición del técnico de operaciones para guiar a los sitios de las captaciones
COMPONENTE 2	Analizar alternativas de solución tomando en cuenta factores técnicos-económicos, que permita definir la mejor alternativa en un periodo de 3 meses.		
Proponer alternativas	0,00	-Informe técnico	- Disponibilidad de la información requerida a tiempo
Comparar técnicamente las alternativas	0,00		
Seleccionar la alternativa viable	0,00		
COMPONENTE 3	Diseñar la alternativa seleccionada cumpliendo estándares de calidad emitidas por la EPMAPS-Q en un lapso de 3 meses.		
Rediseño de las captaciones	0,00	- Memoria de cálculo	- Disponibilidad de equipos para aforos
Rediseño de las cámaras rompe presión y tanques de cloración	0,00	- Documentos físicos	
Diseño de la red de distribución a implementarse	0,00	- Planos de diseño	- Disponibilidad de equipo topográfico

COMPONENTE 4		Formular el proyecto contemplando las etapas de construcción de las diferentes fases del sistema, que permita ejecutar los diseños de la alternativa seleccionada de acuerdo a normas EPMAPS-Q en un periodo de 3 meses.			
Reconstrucción de estructuras existentes					
CA01 MODULO 1: CAPTACIÓN					
1	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (ROCA)		15,18	- Planillas - Libro de obra - Inspección in-situ - Informe de fiscalización	- Condiciones climáticas favorables - Accesibilidad a las captaciones - Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
2	EXCAVACION A MANO EN FANGO		23,00		
3	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$		130,91		
4	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)		96,16		
5	PINTURA CAUCHO EXTERIOR		555,68		
6	PINTURA ANTICORROSIVA		68,38		
7	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)		1596,79		
8	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)		4992,91		
9	CANDADO NIQUELADO		234,00		
10	LIMPIEZA DE CAPTACIONES (ARENAS Y LODOS)		5,58		
CA02 MODULO 2: CÁMARAS ROMPE PRESIÓN					
11	EXCAVACION ZANJA A MANO $H=0.00-2.75\text{m}$ (EN TIERRA)		100,52	- Planos de rediseño - Libro de obra - Informe de fiscalización - Inspección in-situ	- Condiciones climáticas favorables - Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
12	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)		60,76		
13	ACARREO MANUAL MATERIAL 1000m		405,60		
14	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$		392,73		
15	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)		192,32		
16	PUERTA MALLA 50/10 TUBO 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)		337,20		
17	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO $E=3\text{MM}$ (PROVISION Y MONTAJE)		513,33		
18	RÓTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)		85,10		
19	PULIDO PAREDES INTERIORES		50,46		
20	PINTURA CAUCHO EXTERIOR		88,32		
21	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)		368,49		
22	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)		1152,21		
23	CANDADO NIQUELADO		72,00		
24	MALLA EN CERRAMIENTO (PROVISION, MONTAJE Y PINTURA) TRIPLE GALVANIZADO		1149,85		

CA03 MODULO 3: LINEA DE CONDUCCION				
25	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)	340,40	- Planos de rediseño	- Condiciones climáticas favorables
CA04 MODULO 4: TANQUE DE RESERVA DE 100 M3				
26	REPLANTEO Y NIVELACION	123,67	- Planos de diseño	- Condiciones climáticas favorables
27	DESBROCE Y LIMPIEZA	242,06		
28	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	272,84		
29	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	436,90	- Libro de obra	
30	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	425,32		
31	RELLENO CON GRAVA	874,31		
32	DESALOJO DE MATERIAL 5KM CARGADO MANUAL	112,32	- Inspección in-situ	
33	ACERO REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm ² (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	11576,14		
34	MALLA ELECTROSOLDADA 4.15	137,02		
35	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GUIAS DE PARED	207,48	- Libro de obra	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
36	ENCOFRADO/DESENCOFRADO PAREDES 2 LADOS (TANQUE)	3761,77		
37	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA DE FONDO (BORDES)	147,42		
38	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA SUPERIOR (TANQUE)	786,29	- Inspección in-situ	
39	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA	135,94		
40	ENCOFRADO/DESENCOFRADO BORDILLOS 2 LADOS	133,64		
41	ENCOFRADO/DESENCOFRADO COLUMNAS	61,68	- Inspección in-situ	
42	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GRADAS	116,28		
43	HORMIGON SIMPLE $f_c=180$ kg/cm ²	507,76		
44	HORMIGON SIMPLE LOSA FONDO TANQUE $f_c=210$ KG/CM ²	2085,56	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
45	HORMIGON SIMPLE PAREDES TANQUE $f_c=210$ KG/CM ²	3637,92		
46	HORMIGON SIMPLE LOSA SUPERIOR TANQUE $f_c=210$ KG/CM ²	1338,00		
47	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS $f_c=210$ KG/CM ²	151,12	- Libro de obra	
48	HORMIGON SIMPLE ESCALERAS $f_c=210$ KG/CM ²	614,84		
49	HORMIGON SIMPLE BORDILLO 50, 15 ($f_c=180$ KG/CM ²)	653,12		
50	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO $f_c=180$ KG/CM ²	498,08		

51	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 15 CM	163,37	- Libro de obra	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
52	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 18 CM	536,16		
53	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA	317,83		
54	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)	251,04	- Informe de fiscalización	
55	ADOQUINADO (FC=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO	1001,66		
56	LETRA TOL GALVANIZADA E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)	255,96		
57	LOGOTIPO TOL GALVANIZADO E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)	69,26	- Informe de fiscalización	
58	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)	65,28		
59	PUERTA TOOL DOBLADO CON MARCO (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	212,97		
60	VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	65,86		
61	PASAMANOS TUBO HG 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	35,38	- Inspección in-situ	
62	REGLETA LIMNIMETRICA HF/ACERO INOX. (PROVISION Y MONTAJE)	220,56		
63	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)	171,11		
64	ENCAMADO TUBERIAS MATERIAL FINO	42,94		
65	ESTRIBO DE VARILLA 18MM GALVANIZADO EN CALIENTE (TANQUE) (PROVISION Y MONTAJE)	179,17	- Inspección in-situ	
66	ENLUCIDO VERTICAL TARRAJEADO	29,88		
67	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO	381,34		
68	PULIDO PAREDES INTERIORES	128,76		
69	ENLUCIDO HORIZONTAL LISO	137,64	- Inspección in-situ	
70	PINTURA CAUCHO EXTERIOR	566,72		
71	PINTURA CAUCHO INTERIOR	164,68		
72	PINTURA ESMALTE DE TUBOS, PIEZAS, VALVULA, UNIONES	74,29		
Material Hidraulico				
73	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	240,64	- Libro de obra	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
74	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 03" (MAT/TRANS/INST)	188,40		
75	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 04" (MAT/TRANS/INST)	487,71		
76	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 06" (MAT/TRANS/INST)	636,23		
77	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 110mm (MAT/TRANS)	253,75		
78	CODO ACERO 02">45 (MAT/REC/TRANS/INST)	319,68		
79	CODO ACERO 03">45 (MAT/REC/TRANS/INST)	70,08		

80	CODO ACERO 04">45 (MAT/REC/TRANS/INST)	378,25	- Libro de obra	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
81	CODO ACERO 06">45 (MAT/REC/TRANS/INST)	337,53		
82	TEE ACERO 04X04X04" (MAT/REC/TRANS/INST)	94,28		
83	TAPON ACERO 04" (MAT/REC/TRANS/INST)	53,17		
84	TAPON ACERO 06" (MAT/REC/TRANS/INST)	216,43	- Libro de obra	
85	VENTOSA ACERO D=2" (MAT/REC/TRANS/INST)	92,30		
86	VALVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)	219,67		
87	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)	768,14		
88	VALVULA MARIPOSA 04" (MAT/TRANS/INST)	842,14		
89	VALVULA ALTITUD 02" (MAT/TRANS/INST)	727,40		
90	UNION DRESSER SIMETRICA 04" (MAT/TRANS/INST)	958,80	- Libro de obra	
91	UNION DRESSER SIMETRICA 06" (MAT/TRANS/INST)	427,80		
92	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)	276,20		
93	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)	234,20		
94	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)	958,80		
95	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)	342,24	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
96	PASAMUROS ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)	40,91		
97	PASAMUROS ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)	81,60		
98	PASAMUROS ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)	133,14		
99	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"	27,25		
100	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 04"	114,90	- Inspección in-situ	
101	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 06"	47,00		
102	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"	27,25		
103	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 04"	114,90		
104	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 06"	37,60		
105	MEDIDOR ELECTROMAGNETICO 04" INCL. CONTROL, INSTRUMENTACION, PROTECCION Y PUESTA EN MARCHA (MAT/TRANS/INST)	8206,37		
106	INDICADOR NIVEL CHANUL	79,80	- Inspección in-situ	
107	CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A.	93,95		
108	SUMIDERO CALZADA CERCO/REJILLA HF (PROVISION Y MONTAJE)	148,36		
109	SUMIDERO CALZADA (TAZA) SIN REJILLA (PROVISION Y MONTAJE)	28,36		
110	REJILLA 1.50x0.80 CON PATAS Y CERCO	264,59		
111	BAJANTE AGUA LLUVIA PVC 110MM	36,47		
112	SUMIDERO PISO 4", INCLUYE REJILLA Y ACC.	56,86	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo

113	SUMIDERO DE JARDIN PVC 110	4,21		
114	TOMACORRIENTE DOBLE 2#10 T.CONDUIT EMT. 1/2" (SE PAGARA POR punto)	40,16		
115	TABLERO Y BREAKERS 2-4 PTS-INCLUYE INSTALACION	73,70		
116	ACOMETIDA ELECTRICA (3#10TW)	7,36		
117	ILUMINACION CABLE SOLIDO N°12 CONDUIT EMT 1/2" (SE PAGARA POR punto)	59,36		
118	INDEMNIZACION POR PERDIDA DE SEMBRIO	1089,60		
CA05 CERRAMIENTO				
119	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	150,78		
120	ACARREO MANUAL MATERIAL 50m - PENDIENTE MAYOR A 45%	89,46		
121	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA	407,82	- Libro de obra	- Condiciones climáticas favorables
122	HORMIGON SIMPLE f _c =180 kg/cm ²	380,82		
123	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA (f _c =180 KG/CM ²)	1525,75		
124	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	742,14		
125	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA	455,27		
126	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)	31,38	- Libro de obra	
127	REVOCADO MAMPOSTERIA PIEDRA	148,68		
128	PINTURA CAUCHO EXTERIOR	139,84		- Condiciones climáticas favorables
129	PINTURA ESMALTE CERRAMIENTO	931,20		
130	CASETA METÁLICA PARA CLORACIÓN (PROVISIÓN Y MONTAJE)	720,00	- Planillas	
131	TANQUE 500 LTS POLIETILENO APILABLE (PROVISION E INSTALACION)	118,87		
132	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2" (PROVISION E INSTALACION)	21,24		
133	REMATE ALAMBRE PUAS TUBO HG 2" UN BRAZO (3 FILAS)	761,56		
134	MALLA TRIPLE GALVAN. Y TUBO HG 1 1/2"	2459,20	- Planillas	
135	PUNTO DE LUZ	33,28		- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
136	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% - GRANULADO (CANECA 45kg) PROVISION	301,32		
137	LUMINARIA EXTERIOR TIPO 1 O 2, POSTE METALICO 3" Y PEDESTAL (PROVISIN Y MONTAJE)	500,62		
CA06 MODULO 5: RED DE DISTRIBUCION				
138	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	1364,20		
139	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	824,60		- Condiciones climáticas favorables
140	ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga, transporte, volteo)	8,72	- Planillas	
141	ROTURA ACERA/GRADAS	120,90		
142	ENSAYO DE COMPACTACION CON DENSIMETRO NUCLEAR	81,60		

143	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 063mm (MAT/TRANS/INST)	1661,08	- Planillas	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
144	CODO ACERO 02" >45 (MAT/REC/TRANS/INST)	372,96		
145	TAPON ACERO 02" (MAT/REC/TRANS/INST)	42,86		
146	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	122,83		
147	VALVULA AIRE 02" 250PSI (MAT/TRANS/INST)	477,49	- Libro de obra	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
148	CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)	52,24		
149	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)	276,20		
150	UNION MECANICA 02" (MAT/TRANS/INST)	124,70	- Informe de fiscalización	
151	CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO COBRE 1/2" COLLAR ACERO INOX/BRONCE 3/4" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)	3180,50		
152	MEDIDOR DE AGUA DE 1/2" (CALIBRADO) PROVISION Y MONTAJE	341,80		
153	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"	27,25		
154	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"	27,25		
CA07 MODULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL				
155	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)	111,64	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
156	VALLA SEÑALIZACION EN PANAFLEX ILUMINADA (PROVISION Y MONTAJE)	52,68		
157	CONO DE SEÑALIZACION VIAL	108,00		
158	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)	61,20		
159	CHALECO REFLECTIVO POLIESTER	120,00	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
160	ELABORACION DE PLANO AS BUILT LAMINA, TAMAÑO A0 O A1	280,20		
161	CONSTRUCCION TEMPORALES EN MADERA	961,56		
162	GABINETE CONTRA INCENDIOS	623,04		
163	BASURERO PLASTICO CON TAPA	12,00	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
164	VOLANTE INFORMATIVO - HOJA A5 (INCLUYE DISTRIBUCION)	12,50		
165	CAMPAÑA EDUCATIVA INICIAL	360,00		
166	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA	48,00		
167	ARBOLAS VARIAS ESPECIES 3 m DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)	268,89	- Inspección in-situ	- Recursos económicos y materiales de construcción a tiempo
168	PLANTA ORNAMENTAL PEQUEÑA-EN FUNDA 1/4GL (INCL TRANSP. Y PLANTACION)	4,77		
169	GUANTES DE CUERO PARA TRABAJO (PAR)	43,20		
170	CASCO PLASTICO TRABAJO CON LOGOTIPO	72,00		
171	BOTAS DE CAUCHO (PAR)	72,00		
172	SAQUILLO YUTE (ARENA - POLVO PIEDRA)	31,40		

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014, árbol de problemas

Elaborado por: Kleber Cajamarca y Alexandra Changoluisa

CAPÍTULO 4

VIABILIDAD Y PLAN DE SOSTENIBILIDAD

4.1 Viabilidad técnica

4.1.1 Caracterización del sistema existente de abastecimiento de agua potable de la cabecera parroquial de Nanegal

El sistema de suministro de agua potable está compuesto por un conjunto de obras como son: captaciones, tanques rompe presión, líneas de conducción, tanques de almacenamiento, tanque de cloración, líneas de transmisión, válvulas, líneas de distribución, hidrantes, bocas de fuegos y acometidas, en conjunto son los encargados de suministrar el servicio de agua a los usuarios.

El sistema tiene los siguientes elementos: 13 captaciones, 3 cámaras rompe presión, 2 tanques de distribución, una línea de conducción, una red de distribución y finalmente cuenta con 4 hidrantes y 9 bocas de fuego (ver figura 31).

4.1.1.1 Catastro del sistema de captación

La captación es una estructura que permite captar el agua tanto de fuentes subterráneas como superficiales la cual se transmite a las obras de conducción.

Fuente de agua superficial

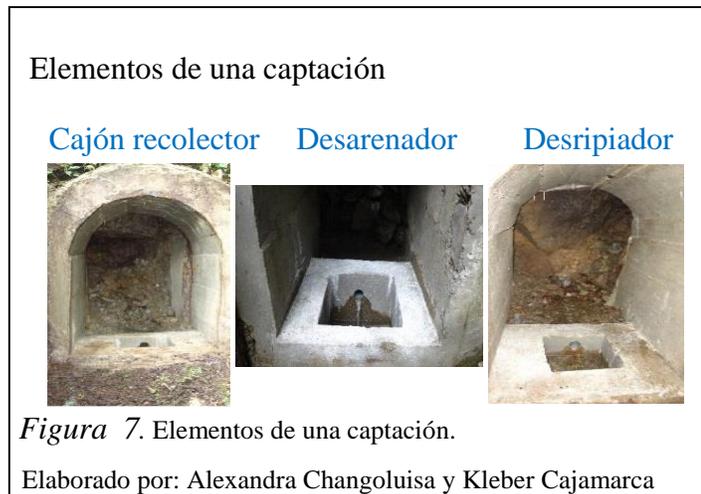
Este tipo de fuente se encuentra sobre la superficie de la tierra tales como: ríos, quebradas, lagos, lagunas y embalse de almacenamiento.

El sistema de agua potable está conformado por 13 vertientes que se alimentan de la Quebrada Sosa que pertenece a la microcuenca de la Quebrada Llullupe, a la subcuenca del Rio Guayllabamba y a la cuenca del Rio Esmeraldas. En épocas de invierno el caudal total llega a 8 l/s y en épocas de sequía a 2 l/s aproximadamente. Estas vertientes están ubicadas entre las cotas 1507.12 y 1596.88 m.s.n.m.

Captaciones

Las captaciones del sistema son estructuras de hormigón tipo bóveda con cajón recolector (ver anexo 1 catastro de estructuras existentes), que tienen un pequeño desripador que conecta una tubería de recolección de 50 mm con el desarenador donde se retienen los

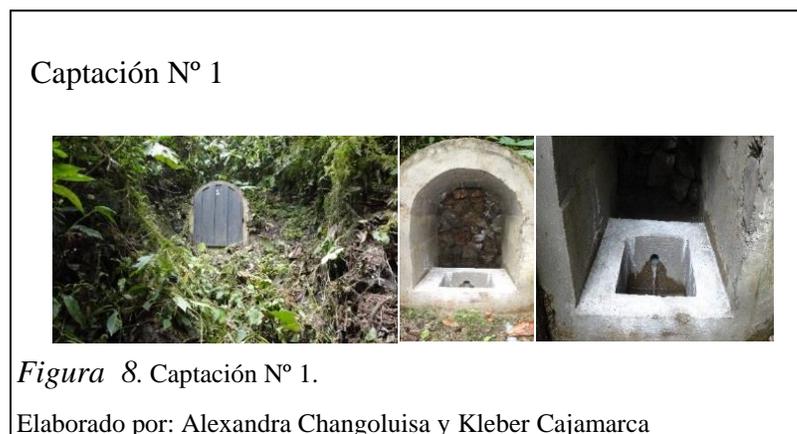
sedimentos para finalmente conectar al tanque rompe presión a través de una tubería de policloruro de vinilo (PVC) de 50 mm (ver figura 7).



Captación N° 1

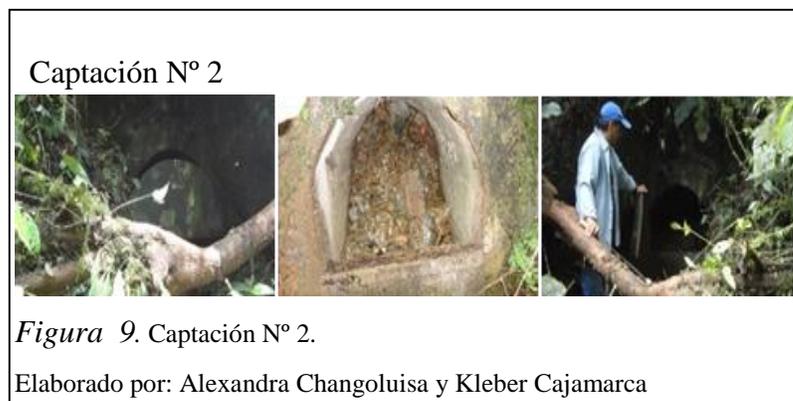
Está ubicada en las coordenadas 480823.48 E y 10012919.15 N a una altura de 1526.43 m.s.n.m a la cual se accede a pie debido a su espesa vegetación.

Esta captación tipo bóveda tiene un cajón recolector, desarenador y desripiador los cuales se encuentran deteriorados como se observa en la figura 8. El caudal aforado el 01 de agosto de 2014 es de 0.155 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



Captación N° 2

Se encuentra ubicada en las coordenadas 480771.18 E y 10012947.73 N a una altura de 1507.12 m.s.n.m. Esta captación tipo bóveda con cajón recolector se encuentra en mal estado y fuera de servicio debido a que se encuentra obstruida por troncos ramas y rocas que imposibilitan su normal funcionamiento y accesibilidad como se observa en la figura 9. El caudal aforado el 11 de agosto de 2014 es de 0.087 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos).



Captación N° 3

Se encuentra ubicada en las coordenadas 480813.80 E y 10012875.85 N a una altura de 1536.71 m.s.n.m. La densa vegetación, troncos y rocas dificultan la accesibilidad para su mantenimiento. Es de tipo bóveda con cajón recolector y está fuera de funcionamiento como se observa en la figura 10. El caudal aforado el día 11 de agosto de 2014 es de 0.076 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 3



Figura 10. Captación N° 3.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Captación N° 4

La accesibilidad es a pie por la espesa vegetación. Tiene un cajón recolector tipo bóveda, la cual está localizada en las coordenadas 480788.67 E y 10012843.57 N a una altura de 1543.59 m.s.n.m. Actualmente su estado es deplorable ya que sus componentes se encuentran destruidos como se observa en la figura 11. El caudal aforado el día 01 de agosto de 2014 es de 0.236 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 4



Figura 11. Captación N° 4.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Captación N° 5

Se encuentra en las coordenadas 480824.74 E y 10012827.83 N a una altura de 1552.20 m.s.n.m, funciona como interceptora de los caudales que provienen de las captaciones 7,

8 y 9. La estructura física presenta desgaste por la falta de mantenimiento lo que impide su normal funcionamiento como se observa en la figura 12. El caudal aforado el 01 de agosto de 2014 es de 0.0001 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



Captación N° 6

Se encuentra ubicado en las coordenadas 480826.80 E y 10012823.14 N y a una altitud de 1553.89 m.s.n.m. La falta de mantenimiento ha provocado la obstrucción del cajón recolector y sus componentes por la presencia de arena y escombros, como se observa en la figura 13.

El caudal aforado el 01 de agosto de 2014 es de 0.0001 l/s, el mismo que no está siendo aprovechado ya que incluso la estructura se encuentra dañada. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 6



Figura 13. Captación N° 6.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Captación N° 7

Localizada en las coordenadas 480826.57 E y 10012818.66 N a una altura de 1555.17 m.s.n.m. Esta captación es de tipo bóveda con cajón recolector, se encuentra parcialmente deteriorada como se observa en la figura 14, la accesibilidad es a pie debido a la densa vegetación con presencia de ramas. El caudal aforado el día 29 de julio de 2014 es de 0.146 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 7

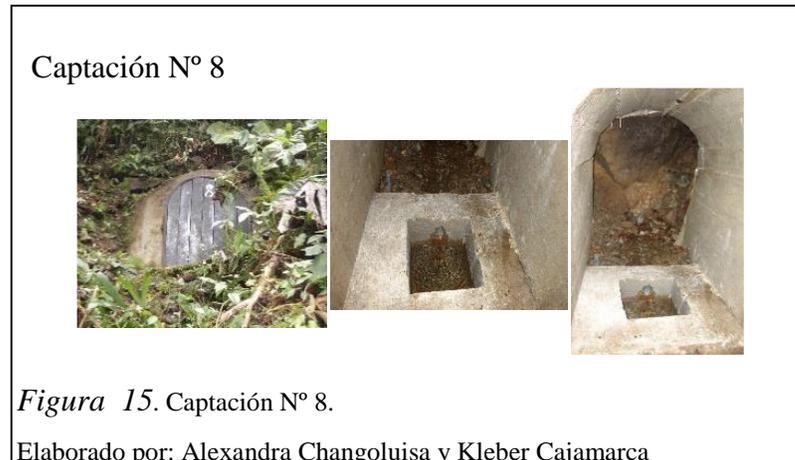


Figura 14. Captación N° 7

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Captación N° 8

Está localizada en las coordenadas 480819.32 E y 10012815.40 N y a una altitud de 1555.21 m.s.n.m. Es de tipo bóveda con cajón recolector y está parcialmente deteriorado como se observa en la figura 15, debido a la inaccesibilidad para realizar un adecuado mantenimiento. El caudal aforado el día 29 de julio de 2014 es de 0.065 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



Captación N° 9

La accesibilidad a esta captación es dificultosa debido a la densa vegetación. Tiene un cajón recolector tipo bóveda, su estado es deprimente y sus componentes se encuentran dañados como se observa en la figura 16. Se encuentra ubicado en las coordenadas 480816.23 E y 10012814.09 N y a una altitud de 1555.32 m.s.n.m. El caudal aforado el día 29 de julio de 2014 es de 0.015 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 9



Figura 16. Captación N° 9.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Captación N° 10

Localizada en las coordenadas 480749.58 E y 10012727.30 N a una altura de 1587.81 m.s.n.m. El caudal aforado el día 29 de julio de 2014 es de 0.270 l/s, su accesibilidad es complicada debido a que el terreno es arcilloso con presencia de rocas. Su estado es parcialmente deteriorado como se observa en la figura 17. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)

Captación N° 10

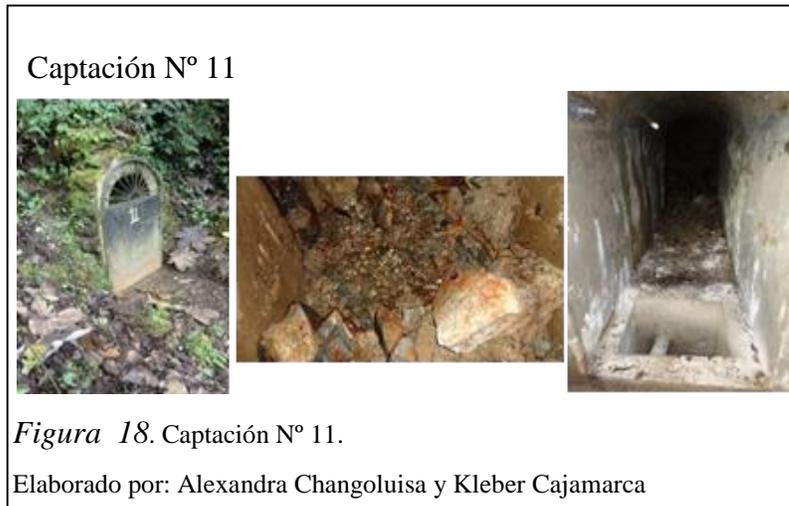


Figura 17. Captación N° 10.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

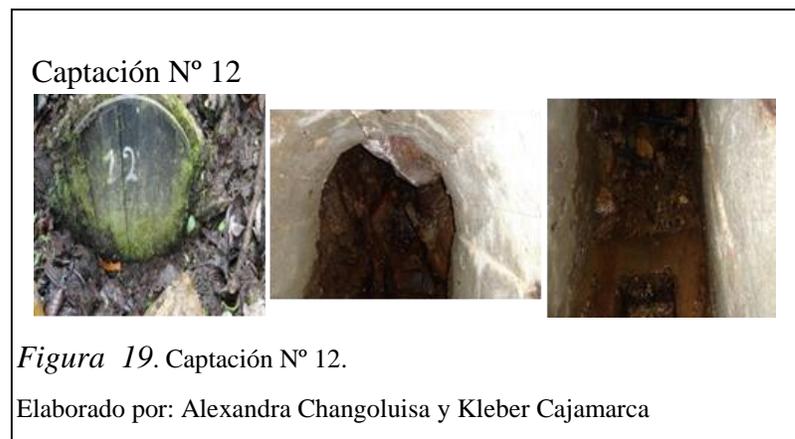
Captación N° 11

La textura limosa del suelo y las permanentes precipitaciones hace que su trayecto hasta la captación sea difícil. Es tipo bóveda con un cajón recolector, la misma que se encuentra dañada como se observa en la figura 18. Está localizada a un altura de 1596.88 m.s.n.m, en las coordenadas 480746.88 E y 10012709.20 N. El caudal aforado el día 11 de agosto de 2014 es de 2.778 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



Captación N° 12

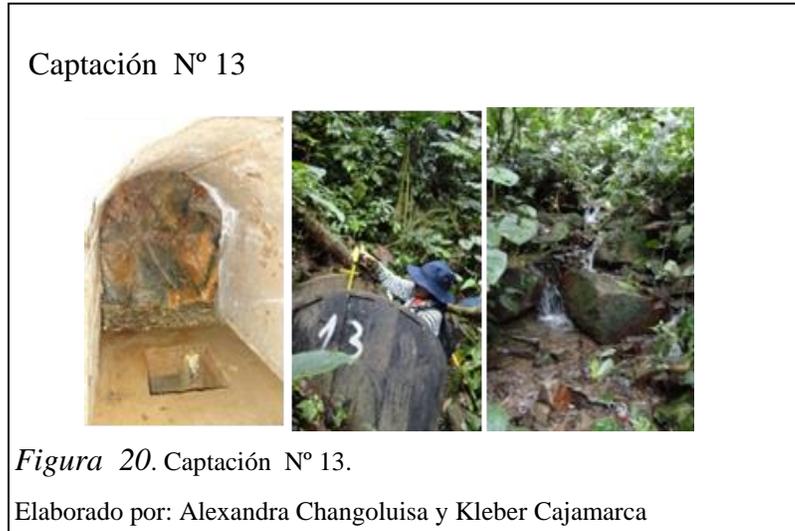
Se encuentran obstaculizada por la caída de rocas y troncos que impiden el libre acceso como se observa en la figura 19. El caudal aforado el día 29 de julio de 2014 es de 0.420 l/s. Se encuentra en las coordenadas 480737.60 E y 10012719.10 N y a una altura de 1590.81 m.s.n.m. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



Captación N° 13

Ubicada en las coordenadas 480689.83 E y 10012767.21 N y a una altura de 1565.98 m.s.n.m. El acceso es a pie a través de la espesa vegetación típica de la zona. La cual es de tipo bóveda con cajón recolector, la misma que se encuentran en mal estado debido a los obstáculos que impiden su normal funcionamiento como se observa en la figura 20. El

caudal aforado el día 28 de julio de 2014 es de 0.413 l/s. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se encuentra en el anexo 2 planos)



En la tabla 23 se resume la ubicación y caudales aforados de las 13 captaciones del sistema de agua potable.

Tabla 23.
Ubicación de captaciones

N° Captación	Coordenadas		Elevación (m)	Caudal aforado (l/s)	Fecha aforo
	Este	Norte			
Captación 1	480823.48	10012919.15	1526.43	0.1550	01/08/2014
Captación 2	480771.18	10012947.73	1507.12	0.0870	11/08/2014
Captación 3	480813.80	10012875.85	1536.71	0.0760	11/08/2014
Captación 4	480788.67	10012843.57	1543.59	0.2360	01/08/2014
Captación 5	480824.74	10012827.83	1552.20	0.0001	01/08/2014
Captación 6	480826.80	10012823.14	1553.89	0.0001	01/08/2014
Captación 7	480826.57	10012818.66	1555.17	0.1460	29/07/2014
Captación 8	480819.32	10012815.40	1555.21	0.0650	29/07/2014
Captación 9	480816.23	10012814.09	1555.32	0.0150	29/07/2014
Captación 10	480749.58	10012727.30	1587.81	0.2700	29/07/2014
Captación 11	480746.88	10012709.20	1596.88	2.778	29/07/2014
Captación 12	480737.60	10012719.10	1590.81	0.4200	29/07/2014
Captación 13	480689.83	10012767.21	1565.98	0.4130	28/07/2014

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.1.2 Catastro de las cámaras rompe-presión

Al realizar el diagnóstico existen 3 cámaras rompe presión que permiten disipar la energía y reduce la presión relativa a cero (ver anexo 1 catastro de estructuras existentes).

Las cámaras rompe presión que se encuentran conformando el sistema actual tienen los siguientes componentes cuyas dimensiones se observa en la figura 21.

Partes de una cámara rompe - presión

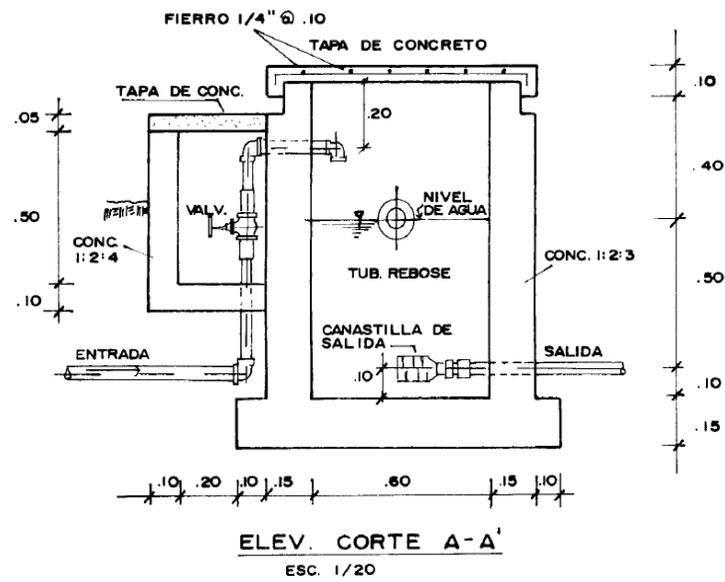
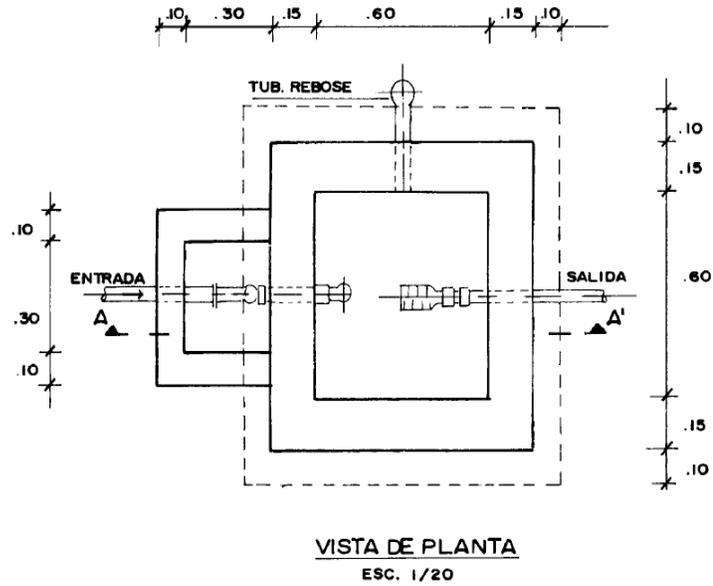


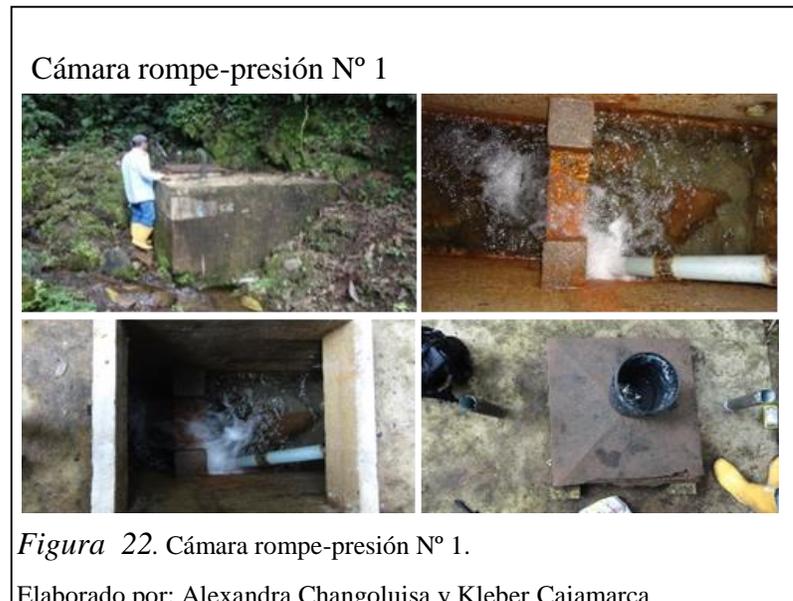
Figura 21. Partes de una cámara rompe - presión

Fuente: Agua_potable6

Las dimensiones y partes de las cámaras rompe presión cumplen con las normas dadas por la EPMAPS-Q.

Cámara rompe - presión 1

Ubicada en las coordenadas 480682.53 E y 10012977.30 N y a una altitud de 1482.85 m.s.n.m.



Como se observa en la figura 22 la cámara rompe presión es de hormigón y de forma rectangular. Su capacidad de almacenamiento es 0.41 m³. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se observan en el anexo 2 planos)

Se encuentra deteriorada, en el interior de la cámara se observa presencia de rocas que impide el flujo normal de agua, su tapa metálica presenta oxidación, las bisagras están inservibles y sus seguridades totalmente destruidas.

La accesibilidad a pie es dificultosa por la presencia de obstáculos (troncos y rocas) y espesa vegetación en la zona.

Cámara rompe - presión 2

Localizada en las coordenadas 480629.17 E y 10013485.42 N y a una altitud de 1360 m.s.n.m.



De acuerdo a la figura 23 la cámara rompe presión es de forma rectangular y tiene una capacidad de almacenamiento de 0.87 m^3 . (Las dimensiones de las estructuras in-situ se observan en el anexo 2 planos)

El camino es inaccesible por la presencia de troncos, ramas y rocas, hace que el mantenimiento sea escaso deteriorándose paulatinamente sus componentes.

Las paredes interiores de la estructura evidencian una falla de mantenimiento y la tapa metálica no tiene seguridades.

Cámara rompe – presión 3

Ubicada en las coordenadas 480221.80 E y 10013961.79 N y a una altitud de 1240 m.s.n.m.

Cámara rompe-presión N° 3



Figura 24. Cámara rompe-presión N° 3.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

La cámara tiene una capacidad de almacenamiento de 0.27 m³, se encuentra en un terreno particular con cultivo de naranjilla y su camino es más accesible. (Las dimensiones de las estructuras in-situ se observan en el anexo 2 planos)

La estructura se encuentra destruida su tapa de protección oxidada y rota, sus paredes interiores no tienen mantenimiento.

En la tabla 24 se resume la ubicación y la capacidad de almacenamiento de las cámaras rompe presión del sistema de agua potable.

Tabla 24.

Ubicación cámaras rompe presión

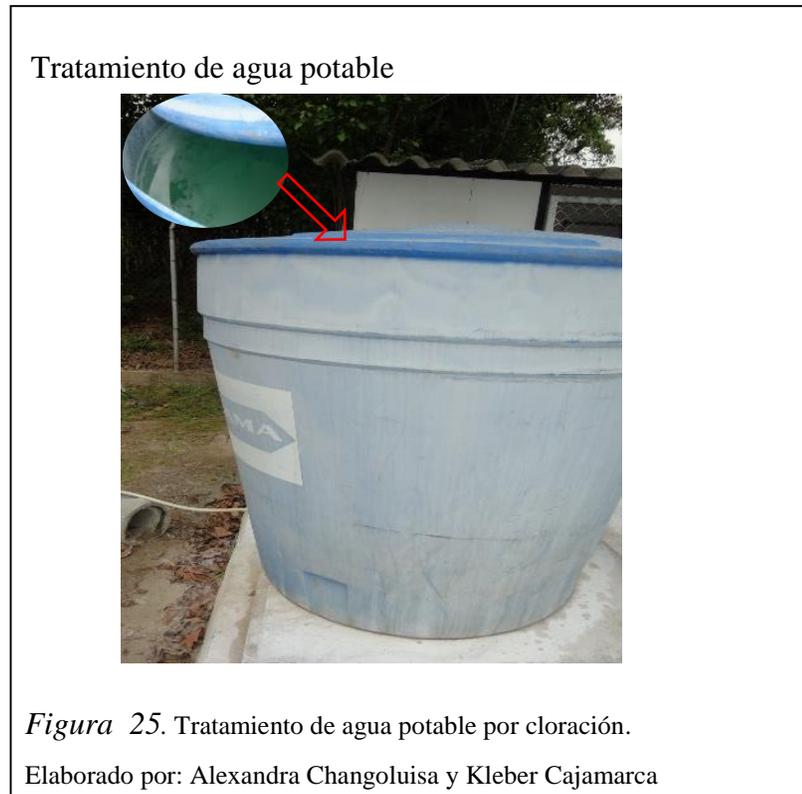
N° Cámara rompe presión	Coordenadas		Elevación (m)	Capacidad almacenamiento (m ³)
	Este	Norte		
Cámara rompe presión N° 1	480682.53	10012977.30	1482.85	0.41
Cámara rompe presión N° 2	480629.17	10013485.42	1360.00	0.87
Cámara rompe presión N° 3	480221.80	10013961.79	1240.00	0.27

Nota. Encuesta estudiantes UPS 2014

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.1.3 Catastro del sistema de tratamiento de agua potable

El agua llega hasta el tanque de distribución en el cual mediante procesos químicos se potabiliza el agua cruda, a través de un sistema de cloración bajo normas INEN como se observa en la figura 25 para posteriormente distribuir a los usuarios.



Tanque de distribución y cloración

El sistema de agua potable cuenta con un tanque de distribución y cloración de forma rectangular y circular respectivamente, se encuentran ubicados a una altura de 1167.84 m.s.n.m. de la cabecera parroquial de Nanegal (anexo 1 catastro de estructuras existentes). El tanque rectangular tiene una capacidad de almacenamiento de 30 m³ y abastece la red del barrio La Florida, éste fue construido en el año 1968 con muros de hormigón ciclópeo. El estado actual evidencia filtraciones en las paredes y falta de mantenimiento periódico. Por otro parte el tanque circular tiene una capacidad de 100 m³ de almacenamiento y abastece la red de los barrios San Pedro, La Delicia y La Floresta, éste fue construido en

el año 1988. El tanque es de hormigón armado como se observa en la figura 26, presenta un deterioro con fisuras observándose una falla de mantenimiento total.

El volumen total de reserva de los tanques de almacenamiento es 130 m³, el cual inicialmente no es suficiente para abastecer a la población horizonte a nivel del proyecto. (Ver anexo 3 proyección población futura).

El acceso a los tanques se realiza a través de unas gradas, ingresando por el parque de la cabecera parroquial.

Tanque de distribución rectangular y circular



Figura 26. Tanque de distribución rectangular y circular.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Los componentes del tanque de almacenamiento y distribución se indican a continuación:

Tubería de ventilación: Según la figura 27 se observan 2 tubos en cada tanque, estos permiten que exista circulación de aire, tienen una malla para evitar el ingreso de cualquier cuerpo extraño.

Tubería de ventilación



Figura 27. Tubería de ventilación.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tapa sanitaria: Es de metal por la cual se accede al mantenimiento y limpieza del tanque, se encuentra oxidado evidenciándose abandono y falta de mantenimiento como se observa en la figura 28.

Tapa sanitaria



Figura 28. Tapa sanitaria.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tanque de almacenamiento: Son de forma rectangular y circular, de hormigón armado y hormigón ciclópeo respectivamente. Presentan un franco deterioro, visualizándose filtraciones en sus paredes, siendo evidente la falta de mantenimiento.

Tubo de rebose: El agua excedente es evacuada por este tubo.

Tubería de salida: Esta permite la salida de agua a la red de distribución.

Tubería de rebose y limpieza. Esta tubería sirve para realizar el mantenimiento del tanque y evacuar el agua de excedencia.

Estos 3 componentes se visualizan en la figura 29.



Caseta o cámara de válvulas: Consta de una tapa metálica, gradas de varilla de 12 mm que está ubicada a un costado del tanque, lo que sirve de protección para las válvulas de control. Sin embargo se evidencia el descuido puesto que los elementos están dañados y oxidados como se observa en la figura 30.



Las instalaciones están provistas de un cerramiento perimetral, una puerta de acceso y una bodega que se encuentra ubicada sobre el tanque de distribución rectangular que sirve para almacenar los químicos que se utiliza para el proceso de tratamiento del agua.

4.1.1.4 Catastro del sistema de conducción y distribución de agua potable

Línea de conducción

A partir de las captaciones 13-12-11 y 10 (ver capítulo captaciones) hasta la primera cámara rompe presión la línea de conducción es de tubería PVC de 1.25 MPa y 50 mm de diámetro, recorre aproximadamente 350.64 m. Desde las captaciones 9-8-7-6-5-4-3-2 y 1 hasta la segunda cámara rompe presión la longitud de la línea de conducción es 1116.28 m. Desde ésta hasta la tercera cámara rompe presión tiene una distancia de 694.41 m, para finalmente llegar al tanque de distribución con una distancia de 1422.81 m como se observa en la figura 31.

El primer tramo de tubería (captaciones-cámara rompe presión 1-cámara rompe presión 2) fue instalada en el año 1988 y tiene 26 años de uso.

El segundo tramo de tubería (cámara rompe presión 2- cámara rompe presión 3-tanque de distribución) fue instalado en el año 1998 y tiene 16 años de uso.

En la tabla 25 se resume el recorrido de la línea de conducción del sistema de agua potable.

Tabla 25.

Recorrido línea de conducción

Recorrido		Material	Diámetro (mm)	Longitud (m)
Desde	Hasta			
Captaciones 13-12-11 y 10	Cámara rompe presión 1	PVC	50	350,64
Captaciones 9-8-7-6-5-4-3-2 y 1	Cámara rompe presión 2	PVC	50	1116,28
Cámara rompe presión 2	Cámara rompe presión 3	PVC	50	694,41
Cámara rompe presión 3	Tanques de distribución	PVC	50	1422,81
TOTAL				3584,13

Nota. Departamento de diseño EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Línea de conducción parroquia Nanegal

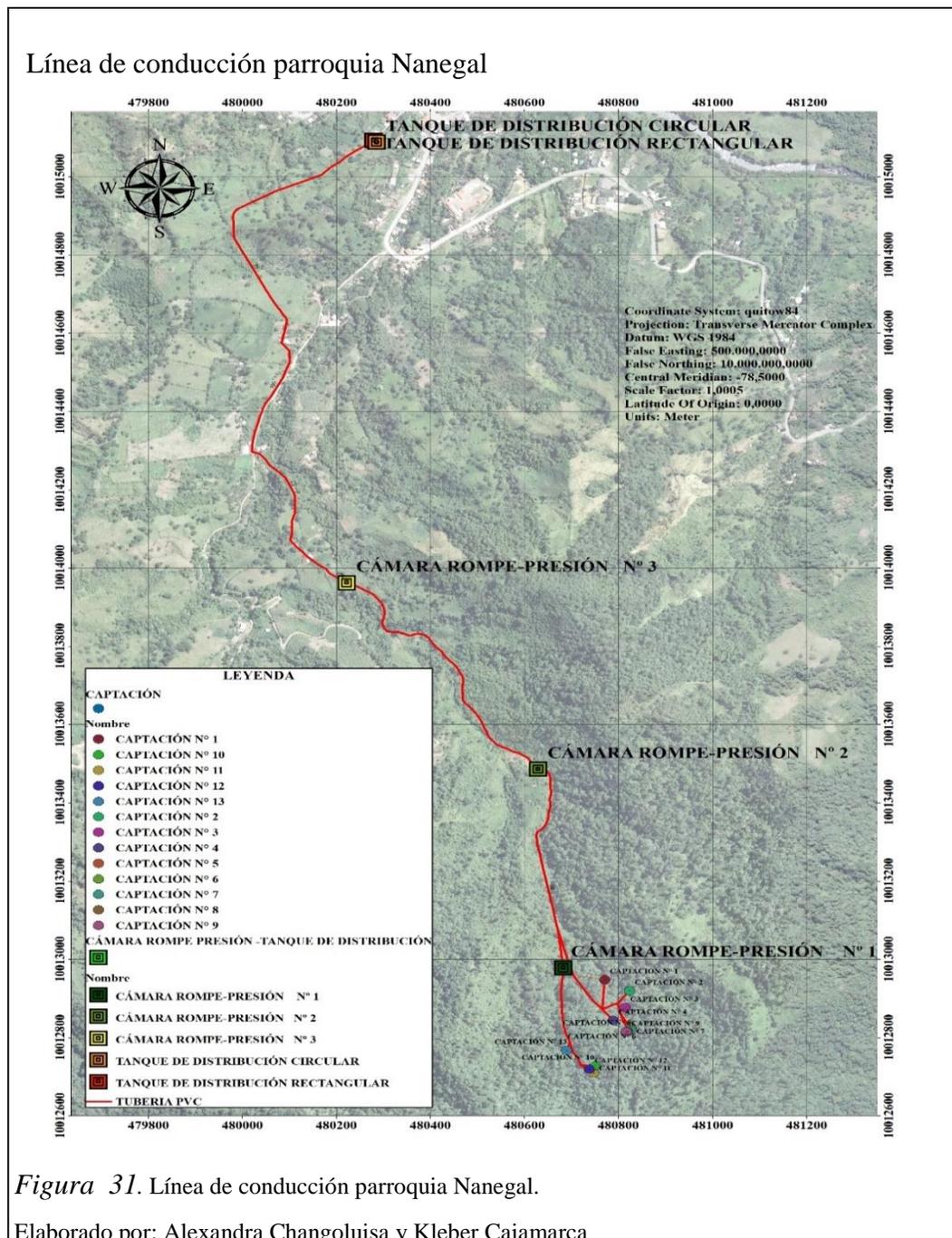


Figura 31. Línea de conducción parroquia Nanegal.

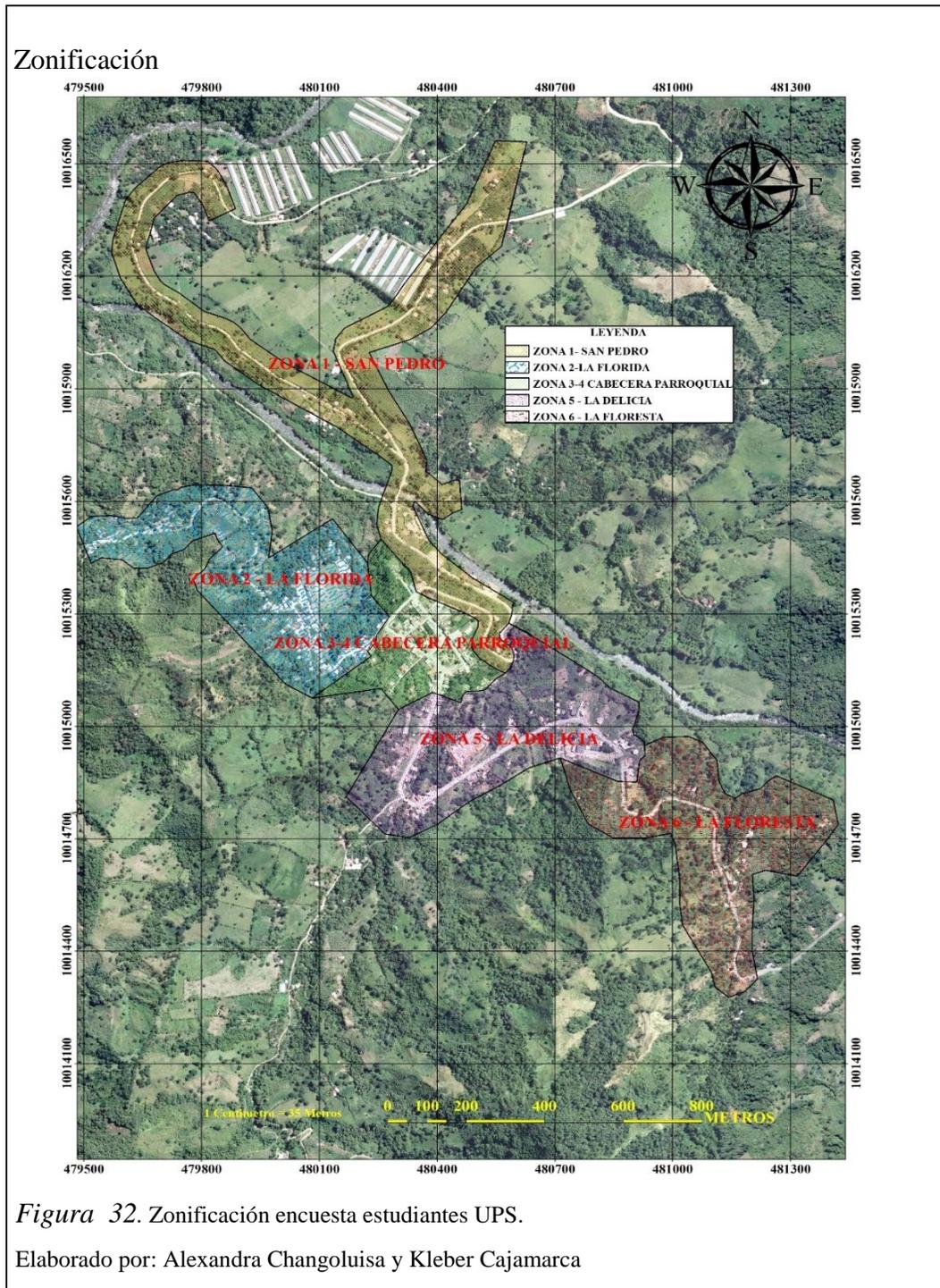
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Red de distribución

Se define al conjunto de accesorios, tuberías y estructuras que conducen el agua tratada desde el tanque de cloración hasta los sitios de consumo. La red posee un total de 8.18 km de tubería de PVC de diferentes diámetros como se observa en la tabla 26, que fue

instalado en el año 1988, mientras que tramos adicionales para entregar agua a nuevos usuarios (tubería terciaria) se instaló en el año 2013 por la EPMAPS-Q.

Para el levantamiento de información de la red de distribución se realizó una zonificación la que permitió identificar todos sus componentes como se observa en la figura 32.



Las dimensiones de la red de distribución zonificada se visualizan en la tabla 26.

Tabla 26.

Longitud de tubería por zonas

Zona	Material	Diámetro (mm)	Año de instalación	L (m)
LA FLORIDA	PVC	63	2012	713,12
	PVC	90	2012	53,25
	PVC	63	2012	77,17
	PVC	90	1988	26,23
	PVC	90	1988	124,80
	PVC	90	1988	47,06
	PVC	90	1988	46,78
	PVC	63	2005	88,99
	PVC	90	1988	108,98
	PVC	90	1988	18,00
	PVC	90	1988	187,77
	PVC	63	1988	163,88
SAN PEDRO	PVC	63	2012	1129,96
	PVC	63	2012	194,96
	PVC	63	2011	967,66
	PVC	63	2011	75,65
	PVC	63	2013	128,67
	PVC	63	2011	1051,72
CABECERA PARROQUIAL	PVC	63	2001	99,36
	PVC	90	1988	116,88
	PVC	63	1988	44,52
	PVC	63	1988	67,41
	PVC	63	1988	95,49
	PVC	63	1998	67,00
	PVC	63	1988	69,65
	PVC	90	1988	69,47
	PVC	63	1988	62,03
	PVC	63	1988	4,45
	PVC	90	1988	90,66
	PVC	90	1988	63,38
	PVC	90	1988	7,15
	PVC	110	1988	136,22
PVC	90	1988	369,76	

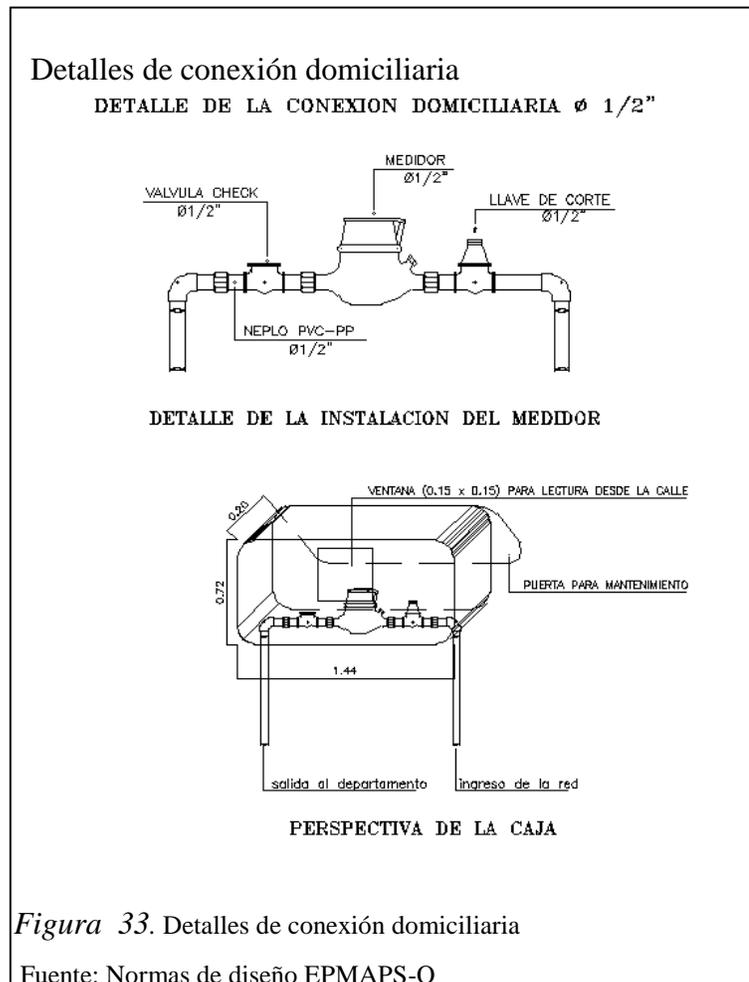
LA DELICIA	PVC	90	1988	354,04
	PVC	90	1988	719,89
	PVC	63	1988	540,02
TOTAL				8182,03

Nota. Departamento de diseño EPMAPS-Q (encuesta estudiantes UPS)

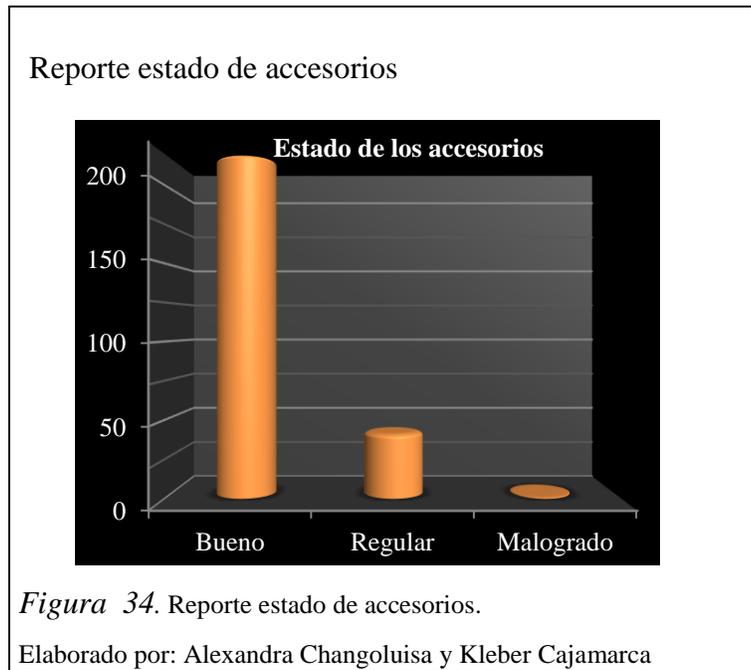
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.1.5 Catastro de conexiones domiciliarias

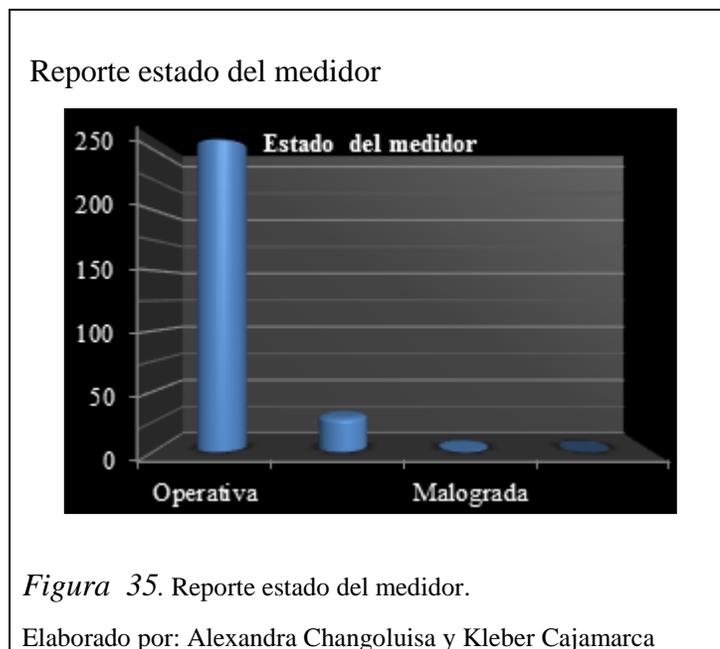
“La conexión domiciliaria es la tubería que va desde la red menor de distribución hasta el medidor. Toda conexión domiciliaria debe constar de los siguientes accesorios (ver figura 33) dependiendo del tipo de tubería con el que se haga la instalación. ” (Potable, 2009, pág. 87)



De acuerdo a la encuesta realizada por los autores (existen 270 conexiones activas, de las cuales 248 tienen sus accesorios en buen estado, 41 en estado regular y 1 está dañado cuyos resultados se observan en la figura 34.



Por otro lado el estado de los medidores, de las 270 conexiones 28 no tiene tapa y uno está dañada, como se indica en la figura 35.

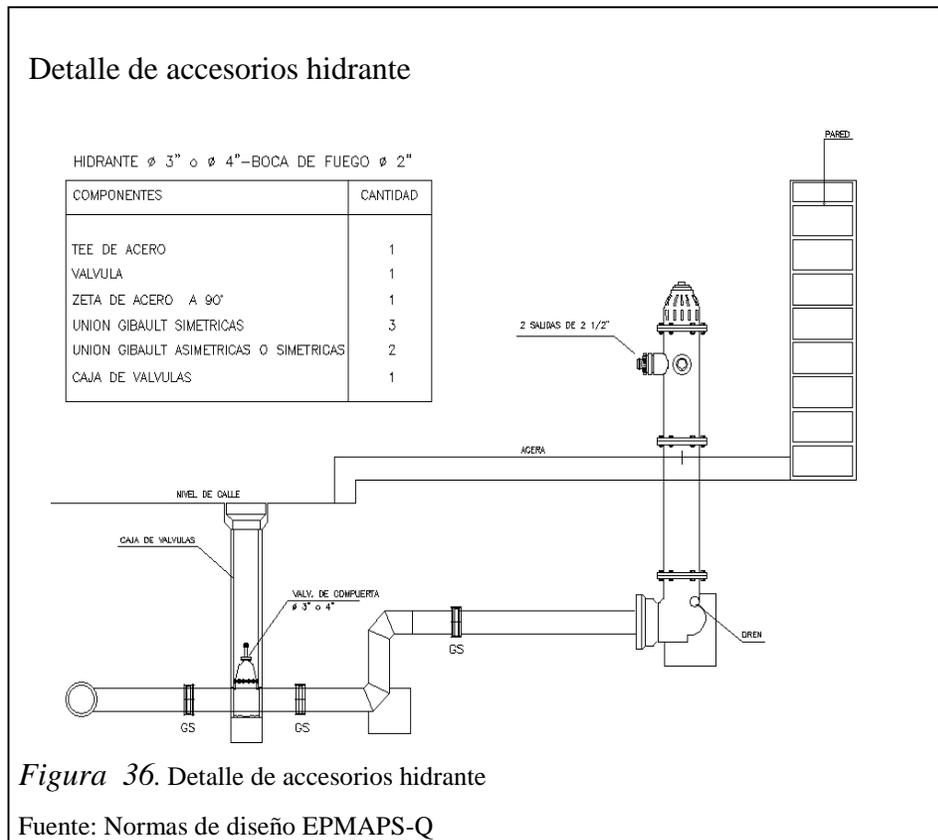


4.1.1.6 Catastro de hidrantes y bocas de fuegos

Un hidrante es un punto de captación de agua para bomberos con el caudal y la presión suficiente para abastecerlos cuando lo necesitan. Estos se deben instalar en tuberías con un diámetro mínimo de 75 mm. Los hidrantes serán de tipo tráfico y con dos salidas de 2.5" cada una. Debe colocarse un hidrante en un radio de acción de 200 metros como mínimo, debe proporcionar una presión de 10 metros de columna de agua - m.c.a.

En cambio las bocas de fuego se deben instalar en lugar de hidrantes para tuberías con diámetro de 50 mm, los cuales están alimentados por la red pública en caso de incendio (ver anexo 1 catastro de estructuras existentes).

Estos elementos a detalle se observa en la figura 36.



En la zona de estudio existe 4 hidrantes y 9 bocas de fuego, los cuales se indica en la figura 37.

Hidrantes y bocas de fuego

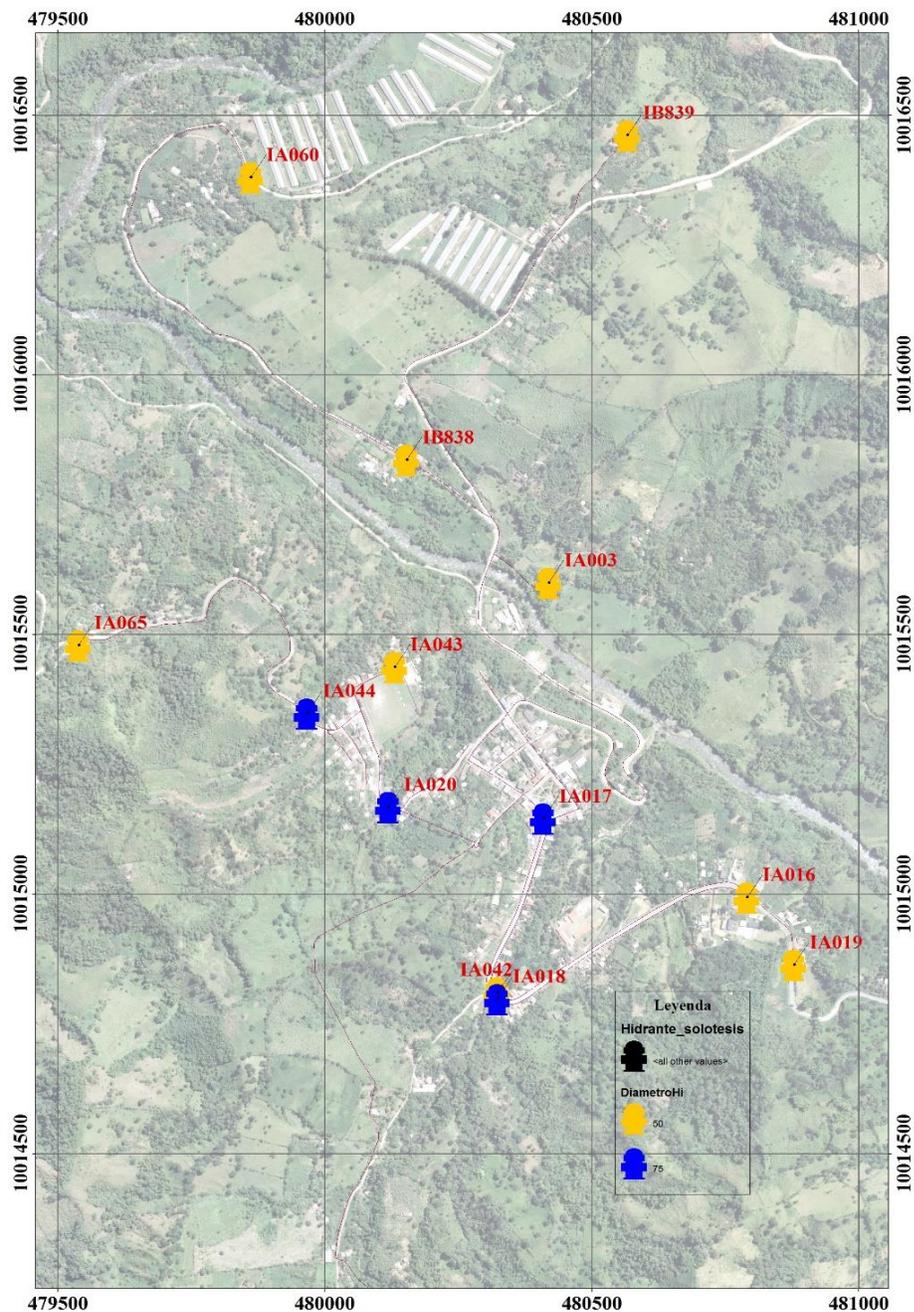


Figura 37. Hidrantes y bocas de fuego en la zona de estudio.
Elaborado por: Alexandra Changoluiza y Kleber Cajamarca

En la tabla 27 se muestra las características importantes del levantamiento catastral de los hidrantes y bocas de fuego.

Tabla 27.
Ubicación hidrantes y bocas de fuego

Zona	Nº	Elemento	Código	Diámetro (mm)	Presión (Psi)	Fecha de instalación	Calle principal
La Delicia	1	Bocas de fuego	IA019	50	30	06/06/1998	AV.KENNEDY
	2	Bocas de fuego	IA016	50	35	06/05/1998	AV KENNEDY
	3	Hidrante	IA018	75	70	06/06/1998	AV KENNEDY
	4	Bocas de fuego	IA042	50	65	06/06/1988	AV. KENNEDY
Cabecera Parroquial	5	Hidrante	IA017	75	60	06/06/1988	AV KENNEDY
La Florida	6	Hidrante	IA020	75	52	06/06/1998	VIA ESTADIO
	7	Hidrante	IA044	75	45	06/06/1988	CARTAGENA
	8	Bocas de fuego	IA043	50	58	06/06/1998	AV ESTADIO
	9	Bocas de fuego	IA065	50	100	05/12/2012	VIA LA PIRAGUA
San Pedro	10	Bocas de fuego	IA003	50	120	05/03/2013	RIO ALAMBI
	11	Bocas de fuego	IB838	50	100	02/02/2011	VIA NANEGAL
	12	Bocas de fuego	IA060	50	145	05/12/2012	VIA PUBLICA
	13	Bocas de fuego	IB839	50	80	02/02/2011	VIA PALMITOPAMBA

Nota. Departamento de diseño EPMAPS-Q (encuesta estudiantes UPS)

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

De acuerdo a la tabla 27, en la zona La Delicia se encuentra ubicado un hidrante con una presión de 70 Psi que fue instalado en el año 1998, en la zona San Pedro se encuentra un boca de fuego instalado en el año 2013 con una presión de 120 Psi.

4.1.2 Análisis de alternativas

Para el mejoramiento del sistema existente se plantea 2 alternativas como se indica en la tabla 28.

Tabla 28

Alternativas de mejoramiento del sistema

Actividades			Alternativa 1	Alternativa 2
			Precio total (USD)	Precio total (USD)
CA01 MODULO 1: CAPTACIÓN				
MEJORAMIENTO	Pared interior	Sin pulido	7718,59	----
		Pulido	----	7981,33
CA02 MODULO 2: CÁMARAS ROMPEPRESIÓN				
MEJORAMIENTO	Pared exterior	Pulido	4968,89	----
		Enlucido	----	5301,52
CA03 MODULO 3: LINEA DE CONDUCCION				
MEJORAMIENTO	Rótulos de señalización		340,40	----
	Tubería enterrada		----	39637,61
CA04 MODULO 4: TANQUE DE RESERVA DE 100 M3				
CONSTRUCCIÓN	Tanque cuadrado		63966,11	----
	Tanque circular		----	61866,05
CA06 MODULO 5: RED DE DISTRIBUCION				
AMPLIACIÓN Tramo L= 316.66 m	Con válvula		9107,18	----
	Con hidrante o boca de fuego		----	64135,02
TOTAL <i>No incluye IVA</i>			86101,17	178921,53

Nota. L: longitud, Fuente: Departamento de diseño EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Para la evaluación económica de las alternativas indicadas en la tabla 28, se tomó rubros comunes, precios unitarios de la EPMAPS-Q y la cuantificación de volúmenes de obra se indican en el (anexo 13 análisis de alternativas). Según este análisis el departamento de diseño de proyectos optó la alternativa 1 la cual será diseñada para este proyecto.

4.1.3 Estudios necesarios para el análisis del sistema de agua potable

4.1.3.1 Estudio Topográfico

Para la ubicación del proyecto se utilizó la cartografía del Instituto Geográfico Militar-IGM perteneciente a Gualea a escala 1:25000 (ver figura 38), cuyas coordenadas UTM del área de estudio son 758850 m E y 10015500 m N.



Para realizar el presente estudio el departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q proporcionó una ortofotografía (proyección TQM y datum WGS84) del sitio de estudio. “La ortofotografía (ortofoto) es una presentación fotográfica georeferenciada de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala libre de

errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico, pero con mucha más información que la anterior” (Instituto Geografico Militar, 2015, pág. 1)

Con este documento de información topográfica se realizó lo siguiente:

- Conocer la ubicación y altimetría de los elementos del sistema (captaciones, cámaras rompe presión, red de distribución, hidrante o bocas de fuego y tanque de reserva).
- Determinar el sitio de implantación del nuevo tanque de almacenamiento tipo de 100 m³.
- Conocer la cota de elevación del tramo para la ampliación de la red de distribución, con la finalidad de tener la presión mínima (5 mH₂O sugerido por la EPMAPS-Q) para dotar del servicio de agua potable.

Para la implantación del tanque de reserva tipo se utilizó los puntos de control que se indican en la tabla 29.

Tabla 29.

Ubicación de puntos de control

Ubicación de los puntos de control			
Punto	Coordenadas		Cota
	Norte	Este	
BM - 1	10015094,07	480278,94	1167,27
BM - 2	10015099,85	480286,80	1167,84

Nota. BM= Banco de marca. Fuente: Departamento de diseño EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.2 Estudio hidrológico

Las fuentes de captación se encuentran ubicadas en la Quebrada Llullupe afluente del río Alambi. Para determinar los caudales de garantía se delimitaron 2 cuencas de aportación utilizando la cartografía del Instituto Geográfico Militar- IGM perteneciente a Gualea a escala 1:25000, cuyas áreas son 0.03592 Km² y 0.04870 Km² respectivamente; en la primera cuenca se encuentran localizadas las captaciones 1 a la 9 mientras que en la segunda cuenca se encuentran localizadas las captaciones 10 a la 13. En las cuales se realizó el aforo el día 29 de julio de 2014 por los autores y adicionalmente la EPMAPS-Q realizó aforos en diferentes períodos, como se indica en la tabla 30.

El método utilizado para aforar las vertientes es el volumétrico que consiste en utilizar un recipiente de volumen conocido y cronometrar el tiempo de llenado, empleando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \left(\frac{l}{s} \right)$$

Donde:

Q= Caudal aforado (l/s)

V= Volumen del recipiente (l)

t = Tiempo de llenado (s)

Tabla 30.

Aforos vertiente Quebrada Sosa (2011-2014)

Año	Fecha	Sitio de aforo	Caudal aforado (l/s)	Realizado
2011	12 de marzo	Vertiente Quebrada Sosa (Cámara rompe presión 2)	5,97	Operador técnico EPMAPS-Q
	23 de abril		7,74	
	30 de octubre		2,12	
	08 de noviembre		3,66	
2012	12 de marzo	Vertiente Quebrada Sosa (Cámara rompe presión 2)	6,34	Operador técnico EPMAPS-Q
	23 de abril		6,41	
	30 de octubre		2,88	
	08 de noviembre		2,05	

2013	12 de marzo	Vertiente Quebrada Sosa (Cámara rompe presión 2)	7,45	Operador técnico EPMAPS-Q
	23 de abril		6,90	
	30 de octubre		3,13	
	08 de noviembre		3,00	
2014	12 de marzo	Vertiente Quebrada Sosa (Cámara rompe presión 2)	7,89	Operador técnico EPMAPS-Q
	23 de abril		7,97	
	29 de julio		4,66	Estudiantes U.P.S
	30 de octubre		2,75	Operador técnico EPMAPS-Q
	08 de noviembre		2,20	

Nota. Operador técnico de la EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.2.1 Generación de caudales

Para la generación de caudales se aplicó métodos hidrometeorológicos indirectos basados en precipitaciones diarias de estaciones que se encuentran en las cuencas y cercanas a las mismas, para luego realizar un ajuste tomando en cuenta los aforos de la tabla 30.

4.1.3.2.2 Análisis de precipitaciones

La estación meteorológica que se encuentra cercana a las captaciones de las cuencas de aportación es Nanegalito de propiedad del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI, como se observa en la tabla 31, cuya serie de datos de precipitaciones diarias se indica en el anexo 4 información hidrológica.

Tabla 31.

Ubicación de la estación meteorológica

CODIGO	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	COTA
M339	NANEGALITO	0°4'0" N	78°40'35" W	1580 msnm

Nota. msnm= metros sobre el nivel del mar. Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-INAMHI

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

La información de precipitaciones diarias se tomó a partir del año 1990 al 2013 de los anuarios disponibles en la página web del INAMHI.

4.1.3.2.3 Análisis y relleno de datos

Para disponer de información completa, las series de precipitaciones diarias se rellenaron con el método del U.S. Weather Bureau, ya que el dato faltante de una estación X puede ser estimada en base a los datos observados en las estaciones circundantes y la consistencia de la información se homogenizó con el método de doble masas. (Ver anexo 4 información hidrológica).

4.1.3.2.4 Información hidrométrica

Para conocer la variación mensual de los caudales en las fuentes de captación se realizaron aforos volumétricos (ver tabla 30), cuyos datos permitirán comparar con los caudales generados con datos hidrometeorológicos a través de métodos indirectos.

4.1.3.2.5 Generación de la curva de duración general de caudales

“La curva de duración de caudales nos indica el porcentaje del tiempo durante el cual los caudales han sido igualados o excedidos. Además indica el valor del caudal en función de la frecuencia de su ocurrencia” (Gutierrez, 2014, pág. 201)

Para generar caudales medios diarios en el sitio de estudio se utilizó dos métodos:

- Método del Soil Conservation Service (SCS)
- Método de precipitación por escorrentía

Método SCS

El método SCS se basa en las precipitaciones ocurridas y las condiciones de la cuenca de acuerdo al uso de suelos (carta edafológica) y a la cobertura de vegetación.

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Donde:

S: Abstracción inicial, cuyo dato está en función del uso de la superficie, de la pendiente y del tipo de suelo.

CN: Numero de curva

$$P_n = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)}$$

Donde

Pn= Precipitación neta (mm)

P= Precipitación diaria (mm)

S= Abstracción inicial

$$Q = \frac{P_n * A}{t * (1000)^2}$$

Donde

Q= Caudal (l/s)

Pn= Precipitación neta (mm)

A= Área de la cuenca (mm²)

t= tiempo (s)

Según la carta edafológica del proyecto el tipo de suelo es B, cuyas características son: “Suelos pocos profundos, depositados por el viento, marga arenosa” (Chow, 1994, pág. 153)

En cuanto al uso de la superficie, son pastizales en condiciones óptimas y de acuerdo a la figura 39 el número de curva es CN= 61.

Números de curva de escorrentía

Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a=0.2S$)				
Descripción del uso de la tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: Sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
Con tratamientos de conservación	62	71	78	81
Pastizales: Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: Condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
Óptimas condiciones: Cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
Condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50% al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre o menos	38	61	75	83
1/3 acre o menos	30	57	72	81
1/2 acre o menos	25	54	70	80
1 acre o menos	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentos con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Figura 39. Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2S$)

Fuente: Hidrología Aplicada – Ven te Chow

Con éstos datos generamos los caudales medios diarios (Ver anexo 4 información hidrológica), y se procede a dibujar la curva de duración general para las dos cuencas de aportación como se observa en la figura 40 y 41.

Curva de duración general

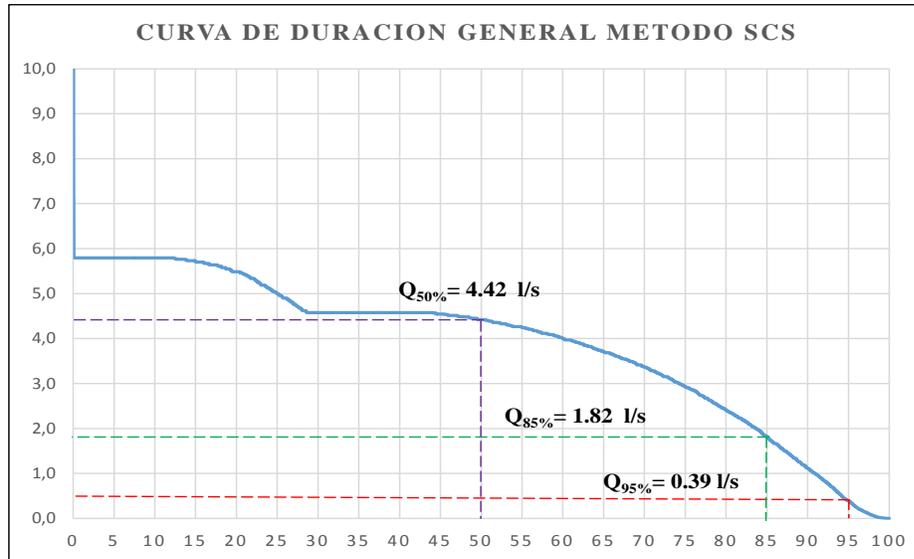


Figura 40. Curva de duración general método SCS (Captaciones 1 a la 9).

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Curva de duración general

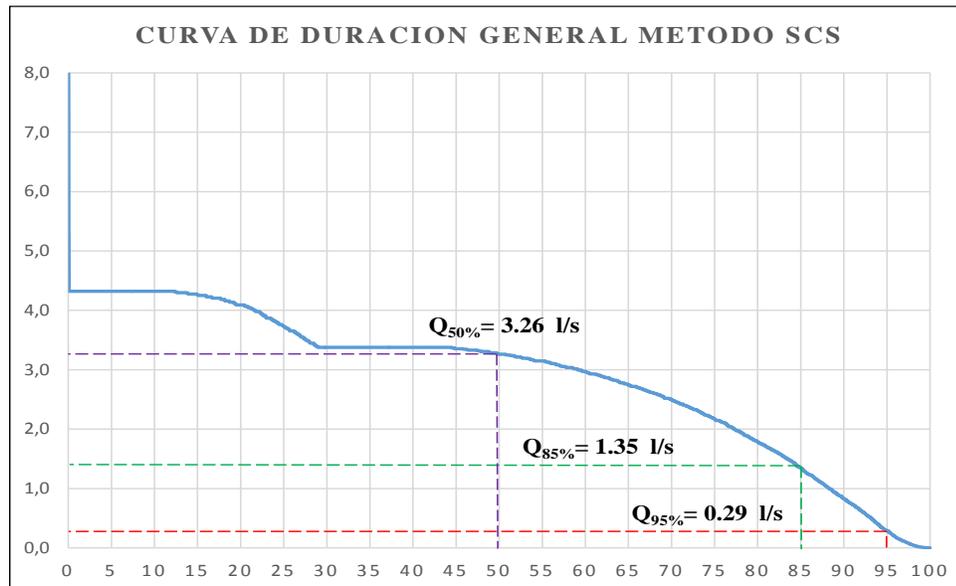


Figura 41. Curva de Duración general Método SCS (Captaciones 10 a la 13).

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Método de precipitación por escorrentía

El método de precipitaciones por escorrentía es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño, ya que considera diferentes características superficiales.

$$Q = \frac{C * P * A * 1000}{86,4} \left(\frac{l}{s} \right)$$

Donde:

Q= Caudal máximo (l/s)

A= Área de la cuenca (Km²)

P= Precipitación de la lluvia (mm)

C= Coeficiente de escorrentía (adimensional)

El coeficiente de escorrentía se obtuvo de la tabla 32 basado en la topografía de la zona.

Tabla 32.

Coeficiente de escurrimiento "c" de acuerdo a la topografía

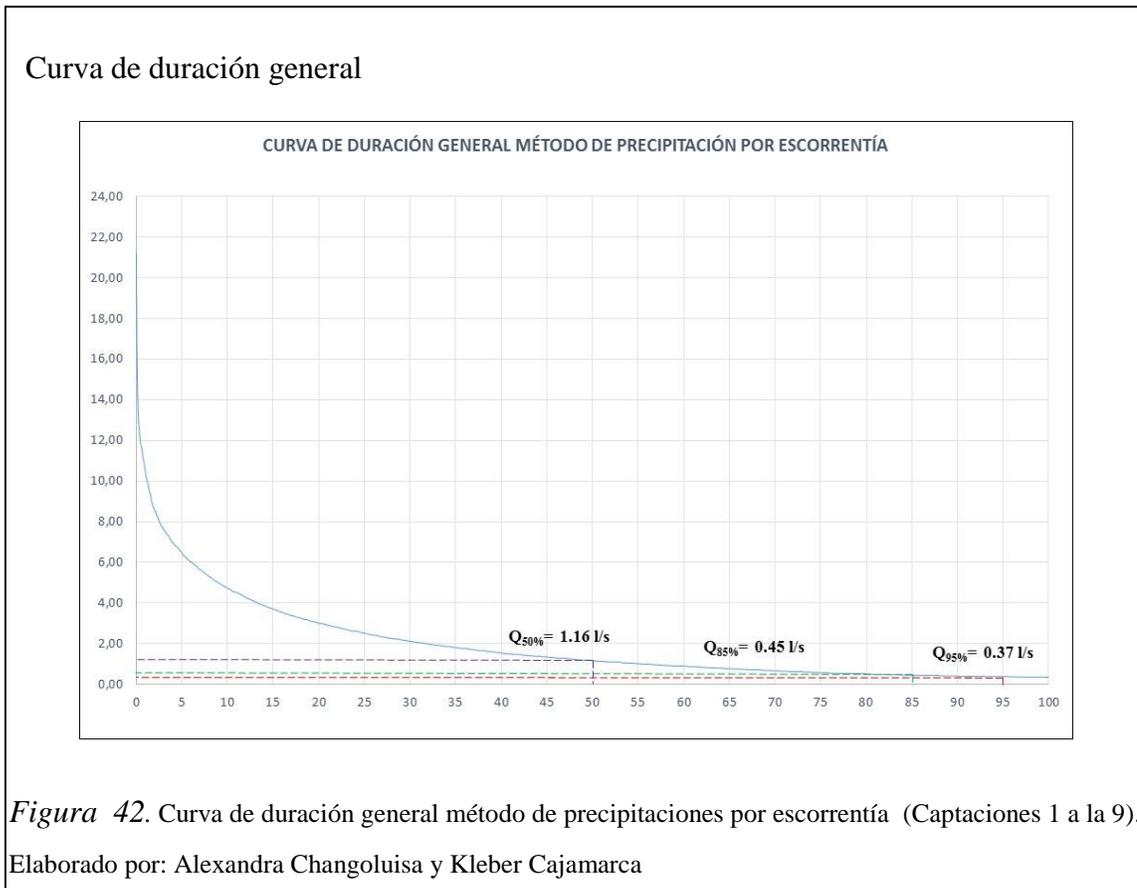
Topografía	Descripción de suelos o tipo de SCS	Cobertura vegetal	Coeficiente de escurrimiento C
Llana	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
	Arcilla- arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.40
		Bosque	0.30
Ondulada	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.60
		Bosque	0.50
	Arcilla- arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
Accidentada	Arcilla- arenoso abierto (A)	Cultivo	0.30
		Bosque	0.20
	Arcilla- arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.70
		Bosque	0.60
Arcilla- arenoso abierto (A)	Cultivo	0.60	
	Bosque	0.50	
Arcilla- arenoso abierto (A)	Cultivo	0.40	
	Bosque	0.30	

Nota: Apuntes de hidrología superficial pg. 16

De acuerdo a la tabla 32 el valor del coeficiente de escorrentía es de C = 0.45 que corresponde al promedio para el tipo de suelo C y B de superficie ondulada.

Con éstos datos se generó los caudales medios diarios (Ver anexo 4 información hidrológica), y las gráficas de la curva de duración general de caudales para las dos cuencas de aportación como se observan en la figura 42 y 43.

Los datos generados se compararon con los valores aforados en los períodos, los mismos que se ajustaron a través de la variación del coeficiente de escurrimiento, el mismo que se tomo un valor de 0.45 que coincide con el valor de “c” de la tabla 32.



Curva de duración general

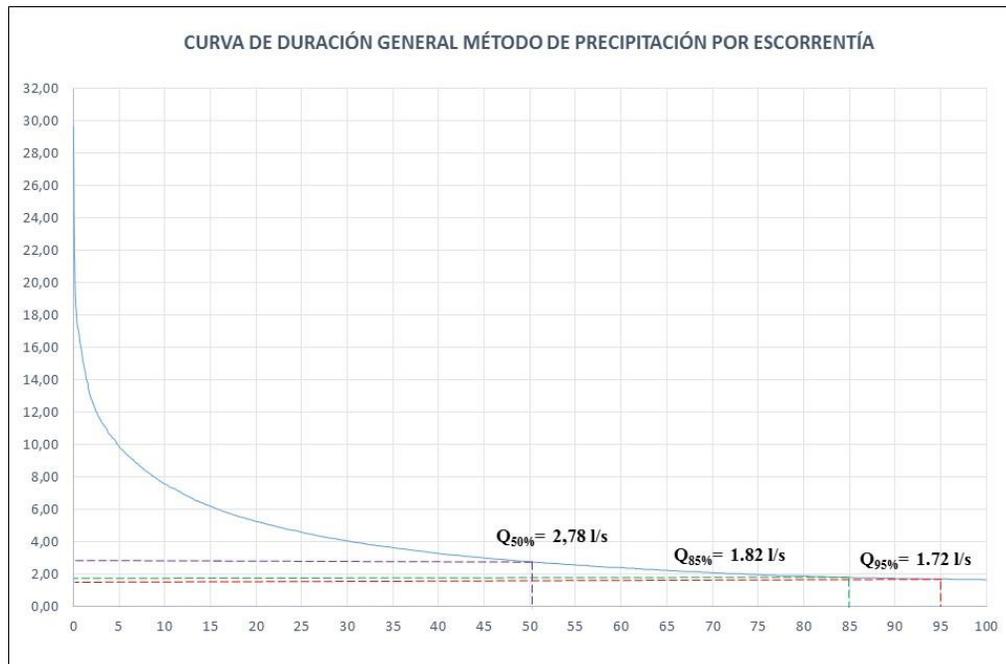


Figura 43. Curva de duración general método de precipitación por escorrentía (Captaciones 10 a 13).

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

De acuerdo a las normas promulgadas en el año 1992 por el desaparecido Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), según el tipo de usuario para este caso corresponde la categoría III como se indica en la tabla 33.

Tabla 33.

Categorías de los sistemas de agua potable

Características de los usuarios	En función de la confiabilidad de abastecimiento
Centros poblados con más de 50000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30% durante máximo tres días en el año. A esta categoría también pertenecen los complejos petroquímicos, metalúrgicos y refinerías de petróleo.	I
Ciudades de hasta 50000 habitantes en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30% durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 5 horas en un día por año. En esta categoría también se encuentran las industrias livianas y las agroindustrias.	II
Pequeños complejos industriales agroindustriales y poblaciones de hasta 5000 habitantes, en donde se permite disminuir el suministro de agua hasta en un 30% durante un mes y la suspensión del servicio en un tiempo máximo de 24 horas en el año.	III

Nota. Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Por lo tanto para la categoría III el caudal medio de garantía para el diseño es del 85% como se indica en la tabla 34.

Tabla 34.

Caudales medios mensuales para fuentes de aguas superficiales

Categoría de usuario	Garantía de abastecimiento de caudales medios mensuales para fuentes de aguas superficiales %
I	95
II	90
III	85

Nota. Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 35.
Resumen de caudales de garantía

Método	Q 50%	Q 85%	Q 95%
Método Soil Conservation Service (SCS)	7,68	3,17	0,68
Método de precipitación por escorrentía.	3,94	2,27	2,09

Nota. Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 35 el caudal de garantía al 85% calculado con el método de precipitación por escorrentía está entre los valores de los aforos realizados por la EPMAPS-Q en los meses más secos, cuyo valor de 2.27 (l/s) se toma para el diseño.

4.1.3.3 Estudio geotécnico

Descripción geológica del área del proyecto

Para el estudio se ha tomado como referencia el mapa geológico del Ecuador, la hoja 64 Pacto CT-ÑII-E a escala 1:100.000, editada por la Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos (ver anexo 5 Estudio geotécnico).

4.1.3.3.1 Geomorfología

El territorio de Nanegal se encuentra sobre la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos y como tal está sometida a los procesos geológicos que caracterizan esta zona. La Cordillera Occidental consta de un basamento oceánico con formaciones volcánicas, vulcano – sedimentarias y sedimentarias de edad Cretácico – Eoceno donde se han sobrepuesto las formaciones esencialmente volcánicas del arco Oligoceno – Actual. Son característicos de las cordilleras la formación de valles que generalmente tienen dirección N-S conocidos como valles intermontañosos y es en uno de estos valles donde se asienta la parroquia. El territorio de Nanegal en su mayor parte lo constituyen rocas ígneas intrusivas del cretácico terciario (graníticas, cuarzo doritas y gabros), otra parte está conformada por rocas vulcano sedimentarias mesozoicas del período cretácico pertenecientes a la

formación Macuchi y por conglomerados volcánicos de la formación Silante. (Gobierno de Pichincha, pág. 39)

4.1.3.3.2 Estratigrafía

Las rocas son predominantemente sedimentarias y en parte volcánicas, su edad varía de cretácica a cuaternaria. La influencia de los volcanes Pichincha y Pululahua se refleja en los rasgos geomorfológicos de la zona. El Batolito Apuela-Nanegal cubre una gran extensión.

Intrusivo

El Batolito Apuela-Nanegal (gt): Aparece como un gran cuerpo que mantiene una dirección N-NE dentro de las demás formaciones. Los afloramientos son buenos y los contactos claros, se encuentra intruyendo fundamentalmente a las rocas de la formación Macuchi y en parte a la Silante, recubierta en la parte sur y sur-oeste por la formación San Tadeo. Superficialmente se encuentra alterado, conteniendo una capa de material suelto, formando áreas bastante deslizables. Litológicamente varía de acuerdo al sector pudiéndose observar mayormente granodiorita (gd) y tonalita (gt), con presencia de granito, cuarzodiorita y diorita. De acuerdo a observaciones en otros sectores, el batolito parece continuar hacia el norte.

Formación Macuchi (Cretáceo) (K_M): Tienen una apariencia masiva en parte y en otras son bastante foliadas con bandas de diferente coloración. En general las rocas están meteorizadas y fracturadas; se observan localmente vetas de serpentina, andesitas y brechas con un leve carácter foliado. La cercanía al Batolito Apuela-Nanegal ha producido su efecto en estas rocas, pudiéndose encontrar cornubianitas en la zona.

Los metasedimentos Chontal (K_{MCh}): Se encuentran ubicados en gran parte del Noroccidente del sitio del proyecto. Las rocas principales son pizarras laminadas negras en alternancia con cuarcitas masivas y esquistos. Hacia el occidente se visualizan argilitas negras y conglomerados poco metamorfizados, presumiendo que el grado de metamorfismo disminuye

de este a oeste. Están considerados como metasedimentos volcánicos y parte de la formación Macuchi.

Formación Silante (Cretáceo Superior) (Ks): Litológicamente contiene una alternancia de grauvacas, areniscas, conglomerados volcánicos y lutitas rojas. Las grauvacas son de coloración variada de acuerdo a los minerales, yendo desde un color verde a gris y violeta. La característica principal de esta formación son las capas rojizas de arcillas y limolitas, presumiendo un contacto concordante en la zona. La potencia es superior a los 4000 m.

Formación San Tadeo (Cuaternario) (Q_{ST}): Cubre una extensa área formando grandes planicies, fáciles de distinguir en las fotografías aéreas. Se ha determinado que esta formación se depositó desde el volcán Pichincha en forma aluvial, laharítica y eólica. La base está compuesta de conglomerado volcánico desordenado que ha sido arrastrado a través de los valles hacia el norte y oeste, donde permitían las pendientes. Erupciones posteriores contribuyeron con tobas, piroclastos, arcillas volcánicas y arenas. La meteorización de las tobas y arcillas ha producido la caolinización, la cual es típica de la formación y a medida que se va profundizando hacia la base aumenta el tamaño de grano de la matriz y de los clastos del material conglomerático. Se ha depositado en forma discordante sobre las formaciones antiguas; morfológicamente forman escarpas verticales mayores a los 150 m. La unidad se presenta compacta, observándose estratificación horizontal y gradada; tiene una potencia de 500 m.

Depósitos coluviales (Holoceno) (C): Se presentan indistintamente en todas las formaciones especialmente en los flancos de las montañas y grandes valles. Litológicamente constituyen elementos de naturaleza volcánica moderna en una matriz areno-conglomerática fina. Se forman por la alteración y desintegración in situ de las rocas ubicadas en las laderas superiores, por la acción de la gravedad como erosión, movimiento de

material suelto y transporte por agua no canalizada.

Depósitos aluviales y terrazas (Holoceno) (∩): Litológicamente están constituidos por una mezcla de grava, arena y arcilla. (Dirección de Geología y Minas, 1998, pág. 45)

Son suelos de origen fluvial, formados de materiales transportados por corrientes de agua poco evolucionados aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos de la parroquia.

4.1.3.3.3 Red hidrográfica

Nanegal es parte de la subcuenca del río Guayllabamba que a su vez es parte de la cuenca del Río Esmeraldas, su territorio se encuentra bañado por 9 microcuencas, además de los drenajes menores. Entre los principales ríos de la parroquia están: El Saguangal, Alambi, Cariyacu, Curunfo afluentes del río Guayllabamba. El Río Alambi es considerado el más representativo, después de descender por los flancos del volcán Pichincha y con el aporte de gran cantidad de riachuelos, cuenta con un caudal importante. (Gobierno de Pichincha, pág. 36)

4.1.3.3.4 Tectónica

De acuerdo al mapa geológico (ver anexo 5 Estudio geotécnico) en las cercanías al área de estudio existen tres fallas. De las cuales dos son fallas inferidas que tienen la dirección nor-oeste (NO), se encuentra a 1 Km y 2.5 Km de distancia del área de estudio, tienen una longitud de aproximadamente 1.5 Km y 7.5 Km respectivamente.

La tercera falla está limitada entre la formación Macuchi y los metasedimentos Chontal se encuentra a 4 Km en dirección nor-oeste (NO) y tiene una longitud de 7 Km.

4.1.3.3.5 Riesgo sísmico

El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor de zona Z (ver figura 44).

El valor de Z de cada zona representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

Para determinar el valor del factor Z (ver figura 45), se debe tomar en cuenta que éste varía de 0.15 (zona I intermedia) a 0.50 (zona VI muy alta). El área de proyecto pertenece a la zona V con amenaza alta que corresponde a un valor de aceleración de 0.40 como se indica en la tabla 36.

Valores del factor Z						
Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización de amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Figura 45. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada
Fuente: NEC-11 (2-11 Tabla 2.1)

Tabla 36.

Valor del factor Z parroquia Nanegal

Valor del factor Z			
Provincia	Cantón	Parroquia	Aceleración (PGA)
Pichincha	Quito	Nanegal	0.4

Nota. NEC-11

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.3.6 Riesgo volcánico

Los principales accidentes geomorfológicos más cercanos al sitio de estudio es el volcán Guagua Pichincha y el volcán Pululahua (ver figura 46).

El Guagua Pichincha se encuentra aproximadamente a 85 Km de distancia de la zona de proyecto; se caracteriza por ser un volcán activo de la cordillera occidental, ha tenido innumerables erupciones con enjambres sísmicos, fumarolas y esporádicas emisiones de gases y cenizas. La última erupción fue en el año 1999.

El Pululahua es un volcán activo de la Era Cuaternaria, la última erupción se presume fue alrededor del año 500 AC, su cráter es uno de los dos únicos cráteres habitados en todo el mundo. Está ubicado aproximadamente a 74 Km del área de estudio.

“Los volcánicos del Pululahua (Holoceno) están constituidos por lavas holocénicas y piroclastos que son esencialmente aglomerados de grano medio a grueso y las lavas son masivas y de constitución intermedia. Actualmente constituyen canteras en explotación principalmente al lado oriental del volcán Pululahua”. (Dirección de Geología y Minas, 1998, pág. 1)

El fenómeno eruptivo incluye:

- ✓ Flujos de escombros y lodo (lahares)
- ✓ Caídas de piroclastos y ceniza
- ✓ Flujos piroclásticos
- ✓ Derrames de lava
- ✓ Gases volcánicos y vapor caliente
- ✓ Sismos volcánicos

De acuerdo a la figura 46 el proyecto se encuentra en una zona de amenaza volcánica que se caracteriza por:

- ✓ Mayor peligro de lahares
- ✓ Mayor peligro de flujos piroclásticos

Amenazas volcánicas

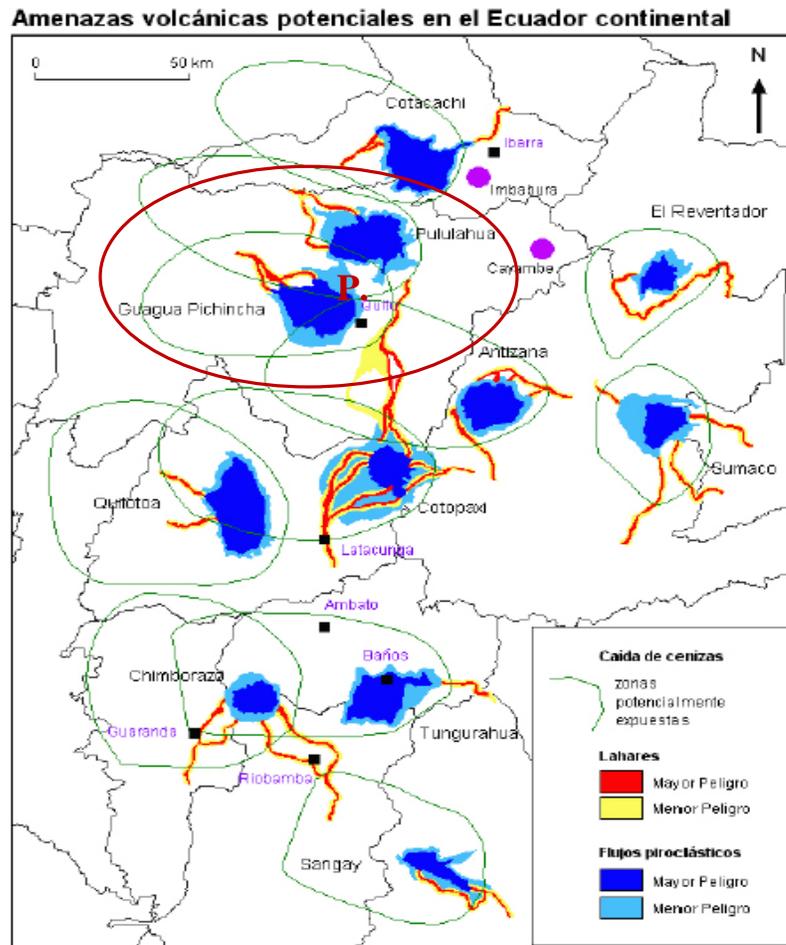


Figura 46. Amenazas volcánicas potenciales en el Ecuador continental

Fuente: INFOPLAN según los mapas del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional

4.1.3.3.7 Procesos geodinámicos

Amenaza por deslizamiento

“En general toda la zona se determina como zona de deslizamientos especialmente en la temporada de lluvias las mismas que afectan los taludes y causan interrupción de las carreteras, debido a las fuertes pendientes que forman parte de la generalidad de la topografía de Nanegal”. (Gobierno de Pichincha, pág. 46)

Según la figura 47 el proyecto se encuentra en una zona de alta susceptibilidad a deslizamientos que corresponde al nivel 4, de acuerdo a la zonificación que realizó el ministerio de ambiente donde el nivel 1 corresponde a una amenaza baja hasta el nivel 5 que representa una amenaza muy alta.

Mapa de riesgo de deslizamientos

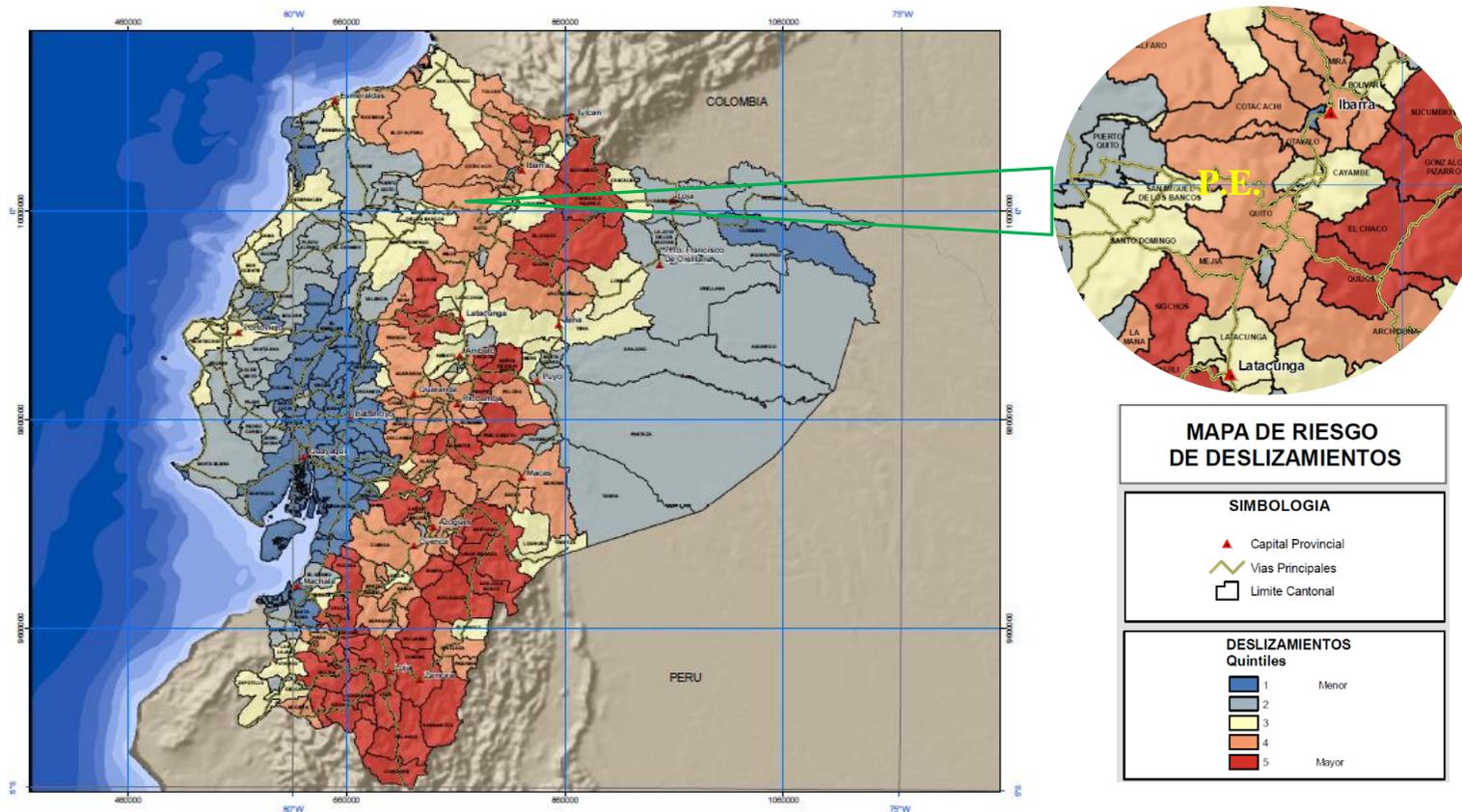


Figura 47. Mapa de riesgo de deslizamientos. Fuente: Ministerio del Ambiente

4.1.3.4 Estudio de mecánica de suelos

El estudio de mecánica de suelos permite determinar la composición real del suelo y evaluar las condiciones en las que se encuentra el terreno antes de construir.

Con la finalidad de garantizar el diseño del tanque de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario contar con la información de las características mecánicas del suelo donde se implementará el mismo, y cuyos datos obtenidos en el laboratorio de suelos de la Universidad Politécnica Salesiana servirá para determinar la capacidad portante.

Por sugerencia del departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q se realizó el ensayo triaxial con el siguiente procedimiento:

- En el trabajo de campo se realizó una calicata de 1.50 m de profundidad en el sitio donde se implantará el tanque de distribución cuyas coordenadas se indica en la tabla 37.

Tabla 37.

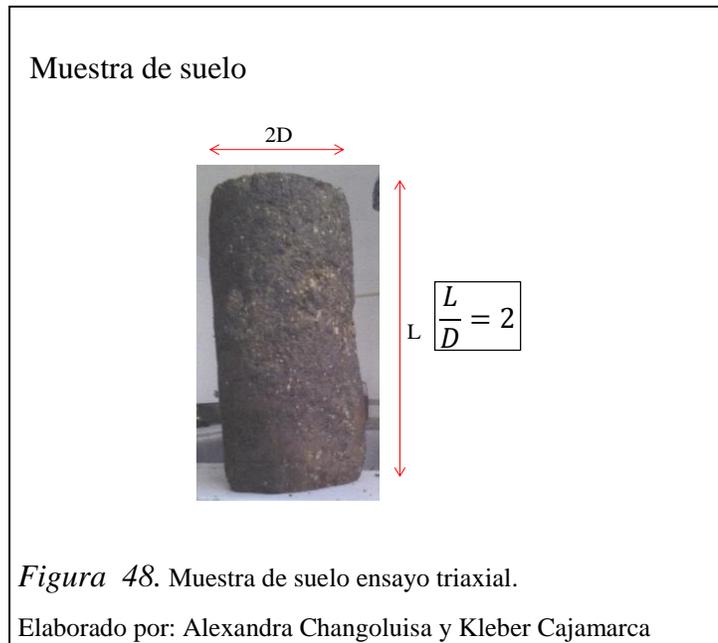
Ubicación del tanque de distribución tipo

Tipo de elemento	N° Calicatas	Ubicación	
		Norte	Este
		(msnm)	(msnm)
Tanque de distribución	1	10015093,54	480278,80

Nota. Encuestas estudiantes UPS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

- De la calicata se obtuvo un bloque de 40x40x40 cm para la obtención de las tres muestras inalteradas (ver figura 48) y someterlas al ensayo triaxial.



Para la determinación de la capacidad portante mediante los datos del ensayo triaxial (ver anexo 6 Estudio mecánica de suelos) se utilizó la ecuación de Terzaghi para falla general y cimentaciones cuadradas como se indica a continuación:

Datos

Cohesión (C) = 28,22 KN/m²
 Ángulo de fricción (Φ) = 31,32 °
 Peso específico suelo (γ) = 15,72 (KN/m³)

Profundidad desplante (Df) = 0,80 m Se cimentará el tanque tipo de 100 m³ a esta profundidad para que alimente a los otros dos tanques a gravedad.

Ancho Cimentación (B) = 6,00 m
 Largo de cimentación (L) = 6,00 m
 Factor de seguridad (Fs) = 4,00

Medidas del tanque tipo de 100 m³ de la EPMAPS-Q

Tipo de suelo = Arena limosa con pómez de color café oscuro

Procedimiento

1. Ajuste del ángulo de fricción interna

Se debe verificar si el ángulo de fricción se encuentra en los siguientes casos para realizar el ajuste

$$\frac{L}{B} \leq 2 \text{ Usar } \phi$$

$$\frac{L}{B} > 2 \quad \text{Usar } \phi_{ps} = 1.5\phi - 17$$

$$\phi \leq 34^\circ \quad \text{Usar } \phi_{ps} = \phi$$

$$\frac{L}{B} = 1,00$$

Debido a que la relación $L/B < 2$, no se realiza el ajuste del ángulo y se utiliza el ángulo de fricción obtenido en el ensayo triaxial

Por lo tanto : $\text{Usar } \phi$
 $\phi = 31,32$

2. Cálculo de la capacidad portante del suelo

$$q_u = 1.3CN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{Ecuación de Terzaghi para falla general – cimentación cuadrada})$$

Donde:

q_u : Carga vertical máxima por unidad de área

C : Cohesión del suelo

B : Ancho de cimentación

γ : Peso específico del suelo

q : Sobrecarga del suelo adyacente a la cimentación

D_f : Profundidad de desplante de la cimentación

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga (Se encuentran en función del ángulo de fricción del suelo, ϕ y son adimensionales)

$$N_c = \cot\phi(N_q - 1)$$

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)\tan\phi}}{2\cos^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2}\left(\frac{k_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1\right)\tan\phi$$

El coeficiente de empuje pasivo ($k_{p\gamma}$) se calculó por la siguiente fórmula:

$$k_{p\gamma} = 3 * \tan^2\left(45 + \frac{\phi + 33}{2}\right)$$

$$k_{p\gamma} = 57,69$$

$$N_q = 26,26$$

$$N_c = 41,51$$

$$N_\gamma = 23,74$$

$$q = \gamma * D_f$$

$$q = 1,28 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_u = 1.3CN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

$$q_u = 280,39 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_{adm} = 69,78 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{adm} = 6,98 \text{ Kg/cm}^2$$

Para la determinación del asentamiento se utilizó la ecuación del asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad, ya que el tipo de suelo según el ensayo triaxial es arena limosa, y el procedimiento se indica a continuación:

Cálculo de asentamiento en el centro de la cimentación

$$S_i = \frac{B * q_o}{E_s} * (1 - \mu^2) * \alpha$$

Debido a que el tipo de suelo es arena limosa se utiliza el criterio de asentamiento elástico.

Donde:

Si : Asentamiento probable (cm)

μ : Coeficiente de Poisson

Es : Módulo de elasticidad del suelo

α : Factor de forma

q_o : Presión que ejerce sobre la zapata (Ton/m²)

B : Ancho de la cimentación (m)

L : Largo de cimentación (m)

Datos

$$L = 6,00 \text{ m}$$

$$B = 6,00 \text{ m}$$

$$q_o = 389,35 \text{ KN/m}^2 \quad \text{Peso total mayorado sobre la cimentación}$$

Para el cálculo de α se tiene la siguiente fórmula:

$$m_1 = \frac{L}{B}$$

$$m_1 = 1$$

$$\alpha = \frac{1}{\pi} * \left[\ln \left(\frac{\sqrt{1+m_1^2} + m_1}{\sqrt{1+m_1^2} - m_1} \right) + m_1 * \ln \left(\frac{\sqrt{1+m_1^2} + 1}{\sqrt{1+m_1^2} - 1} \right) \right]$$

$$\alpha = 1,1$$

El módulo de elasticidad del suelo se obtuvo de la gráfica esfuerzo - deformación (pendiente) del ensayo triaxial (ver anexo 6 Estudio mecánica de suelos)

$$Es_1 = 12750,00$$

$$Es_2 = 17195,83$$

$$Es_3 = 17240,47$$

$$Es_{\text{promedio}} = 15,73 \text{ MPa}$$

$$Es_{\text{promedio}} = 15728,77 \text{ Kpa}$$

El coeficiente de Poisson se obtuvo de la tabla 4.5 (pág 50) del libro Principio de Ingeniería de Cimentaciones

▼ TABLA 4.5 Parámetros elásticos para varios suelos

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s		Relación de Poisson, μ_s
	lb/pulg ²	MN/m ²	
Arena suelta	1,500-3,500	10.35 - 24.15	0.20-0.40
Arena densa media	2,500-4,000	17.25 - 27.60	0.25-0.40
Arena densa	5,000-8,000	34.50 - 55.20	0.30-0.45
Arena limosa	1,500-2,500	10.35 - 17.25	0.20-0.40
Arena y grava	10,000-25,000	69.00 - 172.50	0.15-0.35
Arcilla suave	600-3,000	4.1 - 20.7	
Arcilla media	3,000-6,000	20.7 - 41.4	0.20-0.50
Arcilla firme	6,000-14,000	41.4 - 96.6	

El módulo de elasticidad (15,73 Mpa) está entre el rango de (10.35 - 17.25 Mpa), por lo que se interpola obteniéndose un valor de :

$$\mu = 0,36$$

Por lo tanto :

$$S_i = 0,145 \text{ cm}$$

$$S_i = \mathbf{1,45} \text{ mm}$$

Cálculo de asentamiento en la esquina de la cimentación

$$S_i = \frac{B * q_o}{E_s} * (1 - \mu^2) * \frac{\alpha}{2}$$

$$S_i = 0,073 \text{ cm}$$

$$S_i = \mathbf{0,73} \text{ mm}$$

Los valores de asentamientos se ubican entre 0.73 y 1.45 mm, que se los considera tolerables para el tipo de suelo arena limosa como se indica en la tabla 38.

Tabla 38.

Asentamientos admisibles

Asentamientos admisibles según Skempton y MacDonald, 1956	
Asentamiento máximo	(mm)
Arena	32
Arena limosa	35
Arcilla	45

Nota Asentamientos admisibles Skempton

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.5 Estudio de población, dotación y demanda de agua

4.1.3.5.1 Población

De acuerdo al censo poblacional de la cabecera parroquial de Nanegal (ver anexo 7 ficha censo poblacional) realizado por los autores, el total de habitantes corresponde a 978 como se indica en la figura 49.

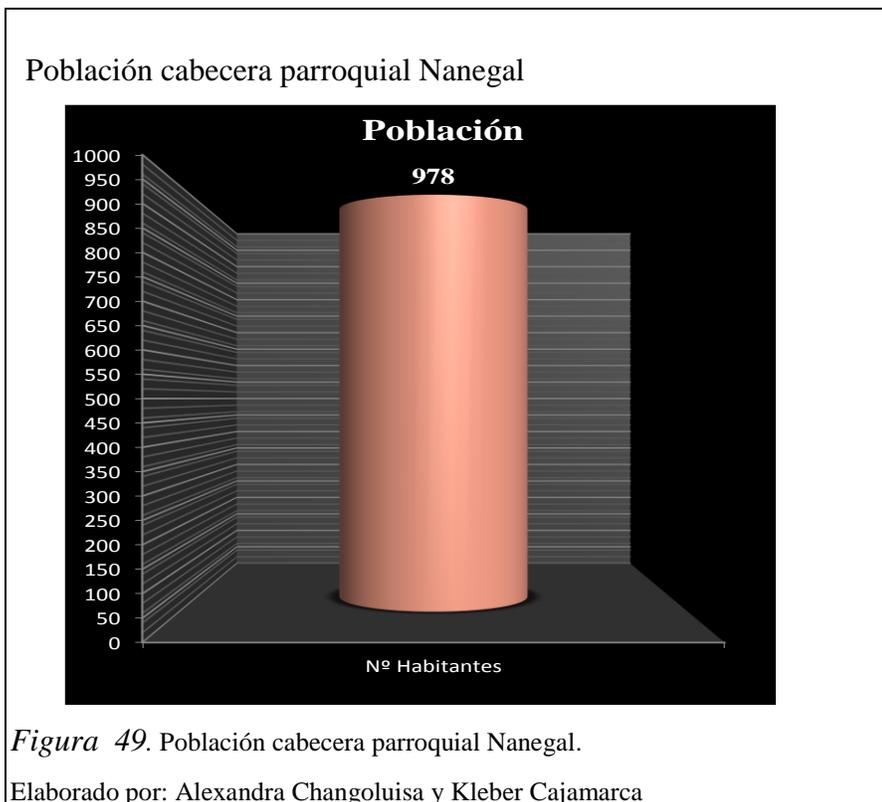


Figura 49. Población cabecera parroquial Nanegal.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.5.2 Dotación

La EPMAPS-Q y de acuerdo al diagnóstico realizado por los autores, indica que actualmente existen 270 conexiones del sistema de agua potable que abastece a los 978 habitantes de la cabecera parroquial y según el departamento comercial de la EPMAPS-Q reportan un consumo promedio mensual de 7163 m³, lo que significa una dotación de 216 l/hab/día.

De acuerdo a las normas EX-IEOS para una población hasta 5000 habitantes con clima templado la cantidad de agua que consume cada habitante en un día es de 160 l/hab/día, como se indica en la tabla 38.

Para el diseño y/o rediseño del sistema se empleará una dotación de 160 l/hab/día, lo cual ha sido revisado por técnicos del departamento de gerencia de proyectos de la EPMAPS-Q.

Tabla 39.
Dotaciones recomendadas

Población (habitantes)	Clima	Dotación media futura (l/hab/día)
hasta 5 000	Frío	120 - 150
	Templado	130 - 160
	Cálido	170 - 200
5 000 a 50 000	Frío	180 - 200
	Templado	190 - 220
	Cálido	200 - 230
más de 50 000	Frío	> 200
	Templado	> 220
	Cálido	> 230

Nota Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.3.5.3 Demanda de agua

Estimación de parámetros de diseño

Caudal medio

Su valor se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} * \text{Población}}{86400} * (1 + \text{Factor}_{\text{fugas}})$$

$$Q_m = \frac{160 * 978}{86400} * (1 + 0.44)$$

$$Q_m = 2.61 \text{ l/s}$$

El factor de fugas en parroquias según la EPMAPS-Q varían entre 40% – 48%, para este caso se tomó un valor promedio de 44%.

Caudal máximo diario

Su valor se estimó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_{MD} = Q_m * k_1$$

$$Q_{MD} = 2.61 * 1.30$$

$$Q_{MD} = 3.39 \text{ l/s}$$

El coeficiente de variación de consumo máximo diario (k_1) recomendado en normas EX - IEOS para parroquias esta entre 1.30 – 1.50, para este proyecto se tomó un valor promedio de 1.30

Caudal máximo horario

Su valor se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_{MH} = Q_m * k_2$$

$$Q_{MH} = 2.61 * 2.0$$

$$Q_{MH} = 5.22 \text{ l/s}$$

El coeficiente de variación de consumo máximo horario (k_2) recomendado en normas EX - IEOS para parroquias esta entre 2.00 – 2.30, para este proyecto se tomó un valor promedio de 2.00

Los caudales que serán utilizados para la modelación del sistema están de acuerdo a la norma EX – IEOS como se observa en la tabla 40.

Tabla 40.

Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

Elemento	Caudal
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10%
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5%
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10%

Nota Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

La dotación de agua contra incendios según la norma EX – IEOS se muestra en la tabla 41, para el caso del proyecto se tomará un valor de 10 l/s.

Tabla 41.

Dotación de agua contra incendios

Número de habitantes (en miles)	Número de incendios simultáneos	Dotación por incendio (l/s)
5	1	10
10	1	10
25	2	10
50	2	20
100	2	25
200	3	25
500	3	25
1000	3	25
2000	3	25

Nota. Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

En la tabla 41 se indica el resumen de caudales de diseño para cada elemento del sistema de agua potable.

Tabla 42.

Caudales de diseño para elementos del sistema

Componentes	Tipo de caudal	Q diseño (l/s)
Captación	QMD + 20%	4,07
Línea de conducción	QMD + 5%	3,56
Sistema de tratamiento	QMD + 10%	3,73
Red de distribución	QMH + Q incendio	15,22

Nota. QMD=Caudal máximo diario, QMH= Caudal máximo horario. Fuente: Normas EX – IEOS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 42 el caudal a utilizar en el programa de watercad para modelar la red de distribución actual es 15.22 l/s.

4.1.4 Evaluación hidráulica de la red de distribución y línea de conducción del sistema de agua potable existente

El sistema actual para el cual se realizará la modelación hidráulica se observa en la figura 50.

Nota: Las pérdidas de carga se calcularán según el método de Hazen-Williams, para efectos académicos se adjunta el cálculo por el método de Darcy-Weisbach (ver anexo 8 cálculos hidráulicos).

Implantación general del sistema de agua potable

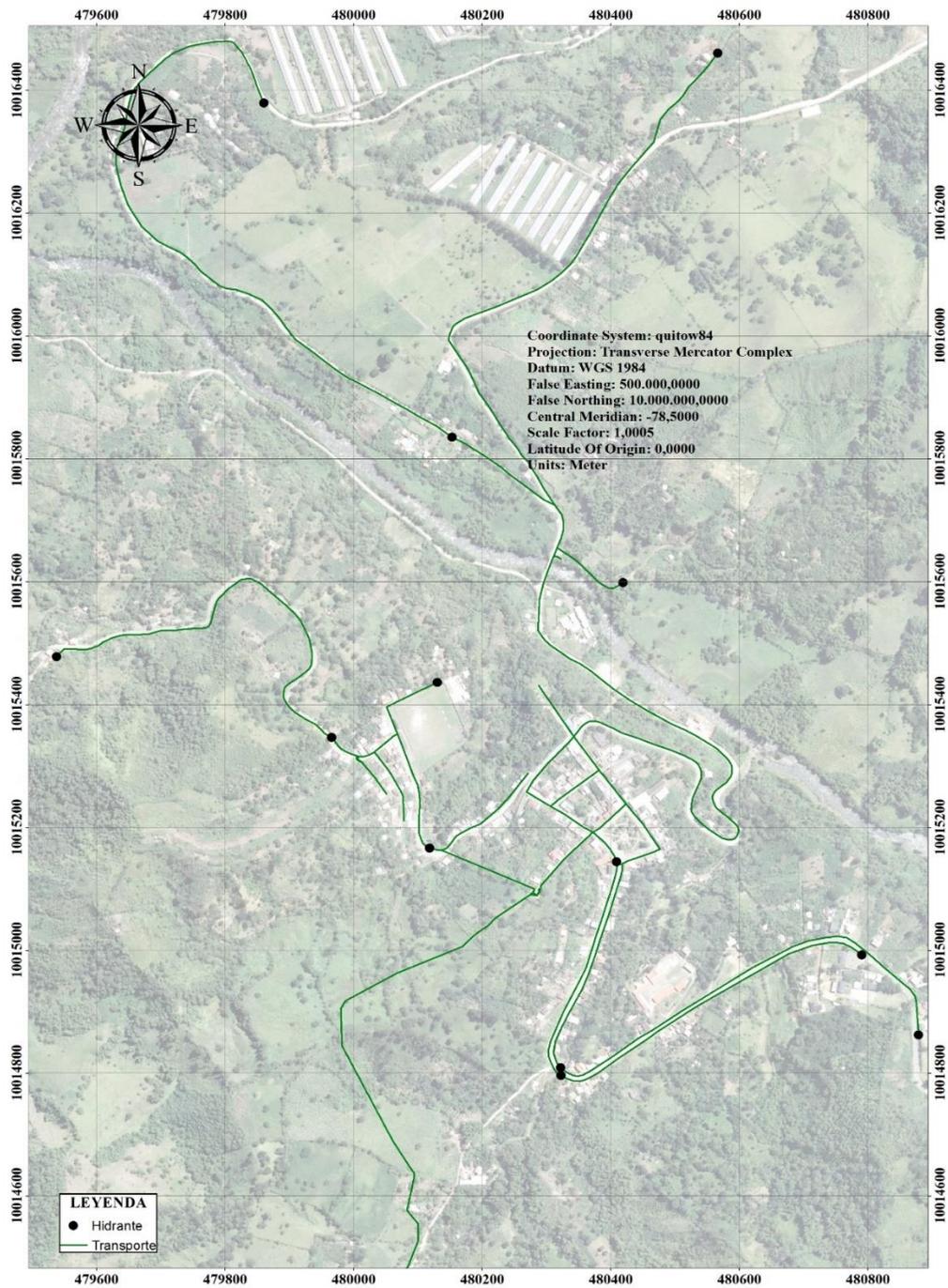


Figura 50. Implantación general del sistema de agua potable.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.4.1 Red de distribución modelación en watercad

Para la modelación hidráulica se tomó la siguiente información:

Tuberías: Se asignó el nudo inicial, nudo final, longitud, coeficiente de Hazen-Williams, material y diámetro según la norma EPMAPS-Q como se indica en la tabla 43.

Tabla 43.

Datos de tuberías para el modelamiento

Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad Hazen-Williams	Material	Diámetro (mm)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Nudos: Se asignó el nombre en cada nudo, la cota de ubicación y la demanda, como se observa en la tabla 44.

Tabla 44.

Datos asignados en nudos para la modelación

N° Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,83
N-13	1.129,64	0,05
N-9	1.126,18	0,11
N-12	1.128,55	0,72
N-23	1.119,91	0,14
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,89
N-28	1.134,92	0,02
N-29	1.136,54	0,04
N-16	1.129,40	0,08
N-17	1.126,16	0,07
N-25	1.129,76	0,15
N-26	1.128,42	0,06
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,99
N-15	1.132,35	0,08
N-10	1.128,27	0,16
N-11	1.125,80	0,14
N-07	1.120,74	0,08
N-05	1.080,33	0,09
N-04	1.089,94	0,03
N-33	1.141,99	0,04
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,92
N-08	1.120,00	0,11
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,85
N-30	1.135,16	0,16
N-22	1.125,58	0,06
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,88
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	1,01
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,30
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,51
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	1,03
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,72
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,96
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,95

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tanques: Se ingresó la cota de ubicación de la base, nivel máximo, nivel mínimo, nivel inicial, volumen de almacenamiento y diámetro equivalente para el tanque rectangular y circular, como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45.
Datos de los tanques para la modelación

Tanque rectangular	
Niveles	Elevación
Máximo	1169,61
Base	1167,84
Mínimo	1168,24
Inicial	1169,72
Volumen	30,00
Diámetro equivalente	4,51

Tanque circular	
Niveles	Elevación
Máximo	1170,40
Base	1167,84
Mínimo	1168,40
Inicial	1170,74
Volumen	100,00
Diámetro equivalente	6,63

Nota. Encuestas estudiantes UPS
 Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Variación de consumo horario: Al no contar con información de la variación horaria en la parroquia Nanegal, se tomó un valor recomendado según el Consejo Nacional del Agua – C.N.A de México, previamente aprobado por el departamento de diseño de la EPMAPS-Q, según la tabla 46.

Tabla 46.

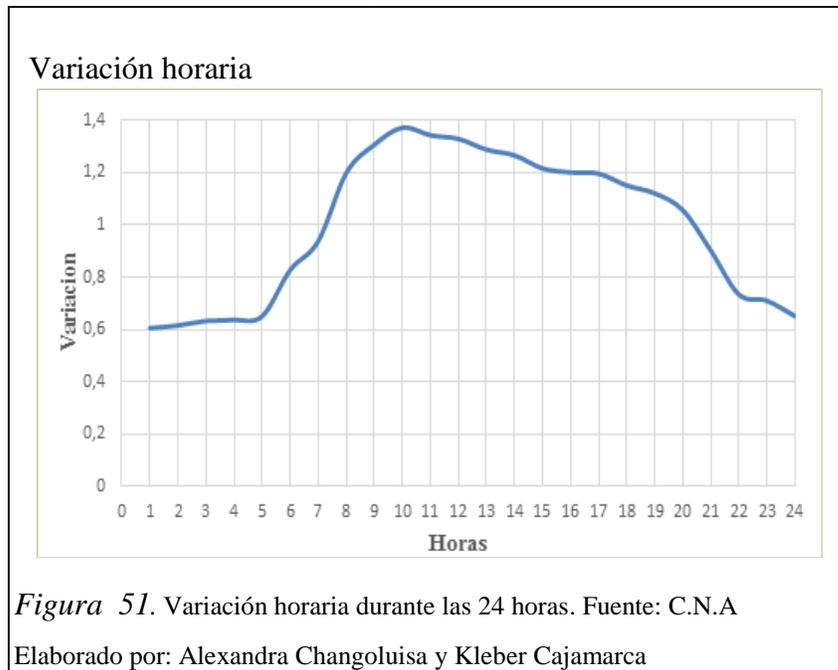
Demanda horaria según C.N.A

Hora		Demanda Horaria (%)
0	1	60,60
1	2	61,60
2	3	63,30
3	4	63,70
4	5	65,10
5	6	82,80
6	7	93,80
7	8	119,90
8	9	130,70
9	10	137,20
10	11	134,30
11	12	132,90
12	13	128,80
13	14	126,60
14	15	121,60
15	16	120,10
16	17	119,60
17	18	115,10
18	19	112,10
19	20	105,60
20	21	90,10
21	22	73,40
22	23	71,00
23	24	65,10

Nota. C.N.A

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

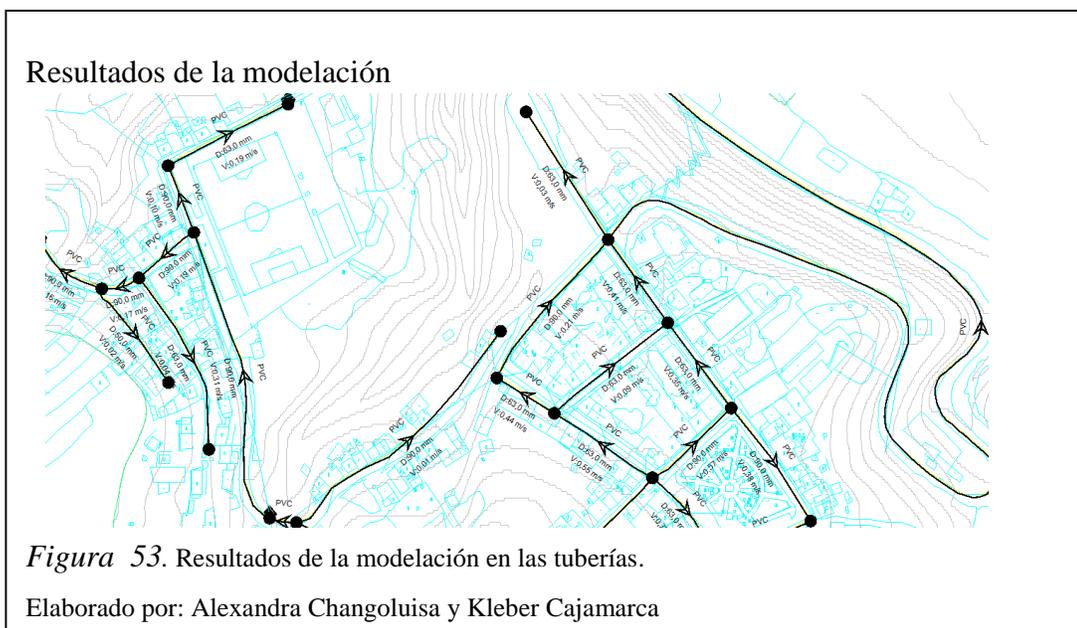
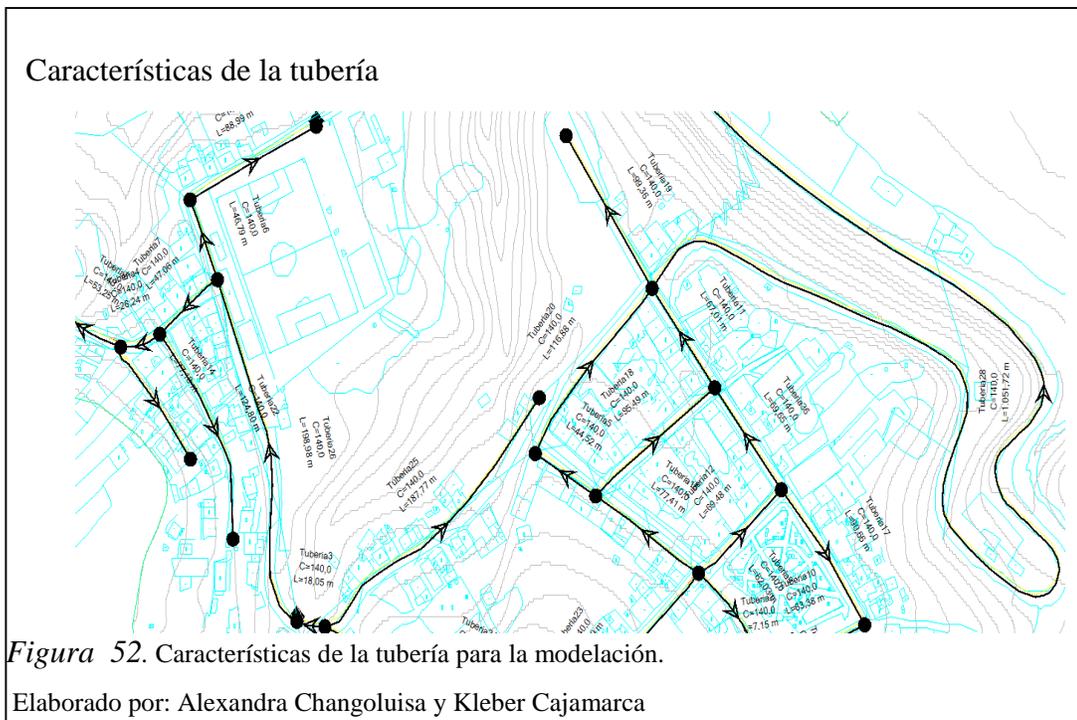
La variación horaria del consumo de agua durante las 24 horas para la modelación dinámica del sistema se visualiza en la figura 51.



Con la información mencionada se procedió a correr el modelo de la red de distribución de agua potable en watercad, obteniéndose los siguientes resultados:

Modelo estático año 2014

Tuberías: Los resultados obtenidos y la dirección de flujo en el programa watercad se visualiza en la figura 52 y 53.



El reporte de datos obtenidos en las tuberías se indica en la tabla 47.

Tabla 47.

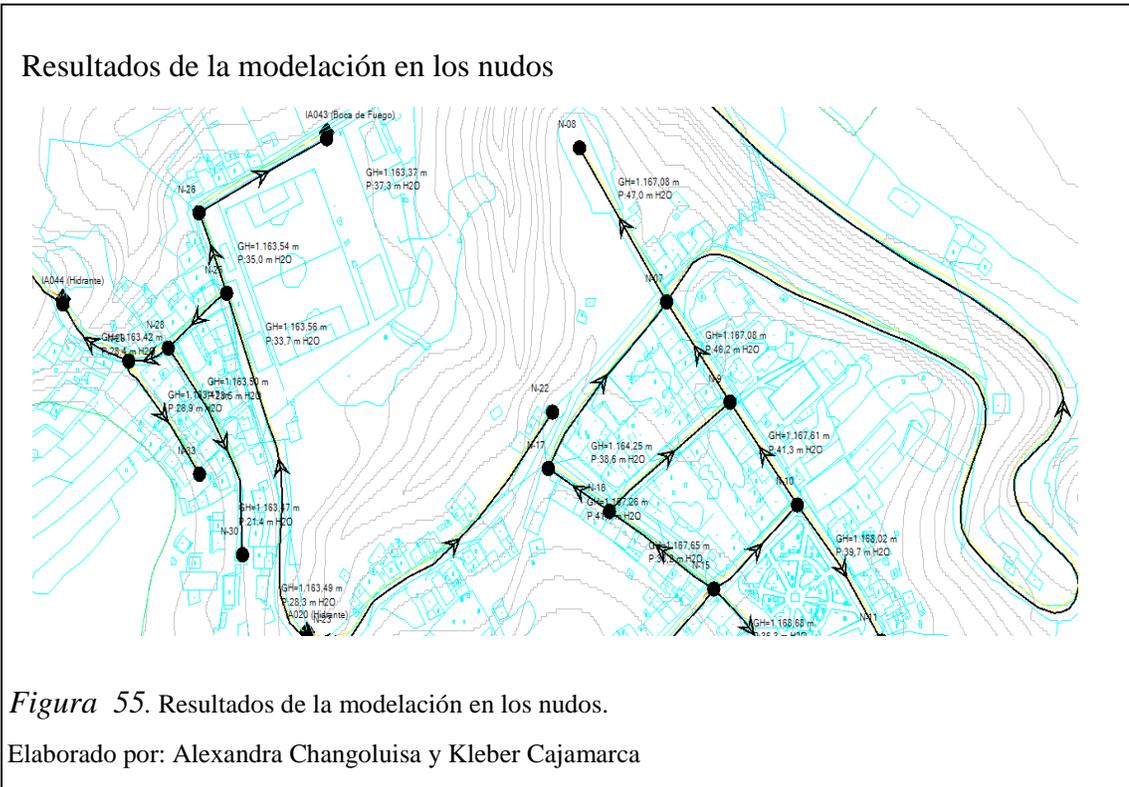
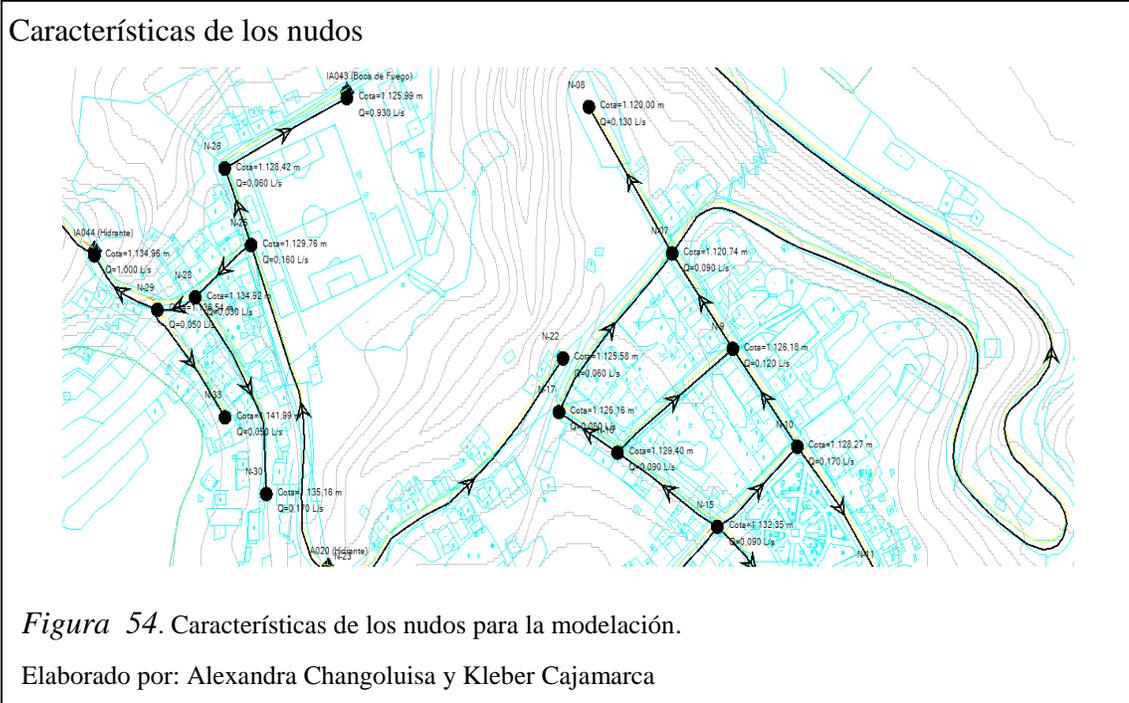
Reporte de datos en tuberías

Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad Hazen-Williams	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	0,76
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,59
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,25
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,67
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,15
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,28
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,24
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	1,03
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,54
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,62
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	0,85
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	0,90
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,02
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	0,82
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,30
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,56
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,13
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,04
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,32
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,27
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,05
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	1,18
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	1,28
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,45
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	0,94
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	1,21
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,43
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,37
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,16
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,33
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,27
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,31
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,30
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,53

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 47 la velocidad mínima es de 0.01 (m/s) en el tramo del nudo 22 al 23 (tubería 25), y la velocidad máxima es de 1.28 m/s en el tramo del nudo 23 al tanque 1 (tubería 24). De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la velocidad mínima es de **0.45** m/s que en este caso no cumple la tubería 25.

Nudos: Los resultados obtenidos en la modelación de watercad se visualizan en la figura 54 y 55.



El reporte de datos obtenidos en los nudos se observa en la tabla 48.

Tabla 48.
Reporte de datos en nudos

N° Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H ₂ O)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,83	1.167,61	37,80
N-13	1.129,64	0,05	1.167,56	37,80
N-9	1.126,18	0,11	1.167,79	41,50
N-12	1.128,55	0,72	1.167,56	38,90
N-23	1.119,91	0,14	1.164,59	44,60
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,89	1.164,50	44,40
N-28	1.134,92	0,02	1.163,90	28,90
N-29	1.136,54	0,04	1.163,87	27,30
N-16	1.129,40	0,08	1.167,83	38,40
N-17	1.126,16	0,07	1.167,45	41,20
N-25	1.129,76	0,15	1.163,95	34,10
N-26	1.128,42	0,06	1.163,93	35,40
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,99	1.163,83	28,80
N-15	1.132,35	0,08	1.168,80	36,40
N-10	1.128,27	0,16	1.168,18	39,80
N-11	1.125,80	0,14	1.167,81	41,90
N-07	1.120,74	0,08	1.167,28	46,40
N-05	1.080,33	0,09	1.140,18	59,70
N-04	1.089,94	0,03	1.139,04	49,00
N-33	1.141,99	0,04	1.163,87	21,80
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,92	1.163,76	37,70
N-08	1.120,00	0,11	1.167,28	47,20
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,85	1.139,97	58,40
N-30	1.135,16	0,16	1.163,89	28,70
N-22	1.125,58	0,06	1.164,59	38,90
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,88	1.134,92	44,70
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	1,01	1.166,67	50,90
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,30	1.166,87	51,80
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,51	1.163,37	63,00
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	1,03	1.165,61	31,10
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,72	1.165,91	22,90
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,96	1.132,59	87,60
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,95	1.137,09	32,00

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 48 la presión mínima es de 21.80 (m H₂O) en el nudo 33, y la presión máxima es de 87.60 (m H₂O) en el boca de fuego IA060. De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la presión estática máxima es de **70.00** (m H₂O) que en este caso no cumple el boca de fuego.

Modelo dinámico año 2014

De acuerdo a los resultados obtenidos en el programa watercad la hora de mayor demanda es la 9 am y la de menor demanda es la 1am.

El reporte de datos en tuberías se indica en la tabla 49 y 51 para la 9am y 1am respectivamente.

Tabla 49.

Reporte de datos en tuberías máxima demanda para las 9am

Valores para 9 H							
N° Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad <i>Hazen-Williams</i>	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	1,00
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,78
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,32
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,87
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,20
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,36
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,31
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	1,35
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,71
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,82
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	1,11
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	1,18
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,03
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	1,07
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,39
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,74
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,17
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,05
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,41
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,36
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,07
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	1,55
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	1,67
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,59
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	1,22
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	1,58
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,56
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,48
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,21
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,43
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,35
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,40
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,40
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,70

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.
Elaborado por: Alexandra Changoluiza y Kleber Cajamarca

Según la tabla 49 la velocidad mínima es de 0.01 (m/s) en el tramo del nudo 22 al 23 (tubería 25), y la velocidad máxima es de 1.67 m/s en el tramo del nudo 23 al tanque 1 (tubería 24). De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la velocidad mínima es de **0.45** m/s que en este caso no cumple la tubería 25.

El reporte de datos en los nudos se observa en la tabla 50 y 52 para la 9am y 1am respectivamente.

Tabla 50.

Reporte de datos en nudos máxima demanda para las 9am

N° Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H ₂ O)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	1,09	1166,36	36,50
N-13	1.129,64	0,07	1166,28	36,60
N-9	1.126,18	0,14	1166,66	40,40
N-12	1.128,55	0,94	1166,28	37,70
N-23	1.119,91	0,18	1161,60	41,60
IA020 (Hidrante)	1.120,00	1,16	1161,46	41,40
N-28	1.134,92	0,03	1160,47	25,50
N-29	1.136,54	0,05	1160,43	23,80
N-16	1.129,40	0,11	1166,72	37,20
N-17	1.126,16	0,09	1166,09	39,90
N-25	1.129,76	0,20	1160,55	30,70
N-26	1.128,42	0,08	1160,53	32,00
IA044 (Hidrante)	1.134,96	1,29	1160,36	25,30
N-15	1.132,35	0,11	1168,32	35,90
N-10	1.128,27	0,21	1167,30	39,00
N-11	1.125,80	0,18	1166,68	40,80
N-07	1.120,74	0,11	1165,82	45,00
N-05	1.080,33	0,12	1121,33	40,90
N-04	1.089,94	0,04	1119,45	29,40
N-33	1.141,99	0,05	1160,43	18,40
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	1,20	1160,25	34,20
N-08	1.120,00	0,14	1165,82	45,70
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	1,11	1120,98	39,50
N-30	1.135,16	0,21	1160,45	25,20
N-22	1.125,58	0,08	1161,60	35,90
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	1,15	1112,68	22,50
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	1,32	1164,82	49,00
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,70	1165,15	50,00
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,67	1159,61	59,30
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	1,35	1163,07	28,60
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	2,25	1163,57	20,60
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	1,26	1108,87	63,90
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	1,24	1116,25	11,20

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 50 la presión mínima es de 18.40 (m H₂O) en el nudo 33 y la presión máxima es de 63.90 (m H₂O) en el boca de fuego IA060. Según la norma EPMAPS-Q la presión estática máxima es de **70.00** (m H₂O) que en este caso cumple el boca de fuego.

Tabla 51.

Reporte de datos en tuberías mínima demanda para la lam

Valores para 1 H							
N° Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad <i>Hazen-Williams</i>	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	0,46
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,36
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,15
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,40
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,09
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,17
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,14
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	0,62
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,33
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,38
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	0,52
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	0,55
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,01
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	0,50
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,18
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,34
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,08
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,02
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,19
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,17
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,03
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	0,72
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	0,77
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,28
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	0,57
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	0,73
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,26
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,22
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,10
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,20
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,16
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,19
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,18
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,32

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 51 la velocidad mínima es de 0.01 (m/s) en el tramo del nudo 22 al 23 (tubería 25), y la velocidad máxima es de 0.77 m/s en el tramo del nudo 23 al tanque 1 (tubería 24). De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la velocidad mínima es de **0.45** m/s que en este caso no cumple la tubería 25.

Tabla 52.

Reporte de datos en nudos mínima demanda para la 1am

N° Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H2O)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,50	1170,26	40,40
N-13	1.129,64	0,03	1170,24	40,50
N-9	1.126,18	0,07	1170,33	44,10
N-12	1.128,55	0,44	1170,24	41,60
N-23	1.119,91	0,09	1168,00	48,00
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,54	1167,97	47,90
N-28	1.134,92	0,01	1167,73	32,70
N-29	1.136,54	0,02	1167,72	31,10
N-16	1.129,40	0,05	1170,35	40,90
N-17	1.126,16	0,04	1170,20	43,90
N-25	1.129,76	0,09	1167,75	37,90
N-26	1.128,42	0,04	1167,74	39,20
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,60	1167,70	32,70
N-15	1.132,35	0,05	1170,73	38,30
N-10	1.128,27	0,10	1170,49	42,10
N-11	1.125,80	0,09	1170,34	44,50
N-07	1.120,74	0,05	1170,13	49,30
N-05	1.080,33	0,06	1159,41	78,90
N-04	1.089,94	0,02	1158,96	68,90
N-33	1.141,99	0,02	1167,72	25,70
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,56	1167,67	41,60
N-08	1.120,00	0,07	1170,13	50,00
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,52	1159,33	77,70
N-30	1.135,16	0,10	1167,72	32,50
N-22	1.125,58	0,04	1168,00	42,30
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,53	1157,33	67,10
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	0,61	1169,89	54,10
IA018 (Hidrante)	1.115,00	0,79	1169,97	54,90
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,31	1167,52	67,20
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	0,62	1169,47	34,90
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,04	1169,59	26,60
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,58	1156,41	111,30
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,58	1158,19	53,10

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 52 la presión mínima es de 25.70 (m H2O) en el nudo 33 y la presión máxima es de 111.30 (m H2O) en el boca de fuego IA060. Según la norma EPMAPS-Q

la presión estática máxima es de **70.00** (m H₂O) que en este caso no cumple el boca de fuego.

4.1.4.2 Línea de conducción

Para el modelamiento de las condiciones actuales se tomó el caudal de 3.56 l/s para los tramos: cámaras rompe presión 1 a la 2, cámaras rompe presión 2 a la 3, cámara rompe presión 3 – tanque de distribución; pero para el tramo de la captación 10-13 - cámara rompe presión 1 se tomó el caudal de 2.96 l/s. Para estimar las pérdidas totales se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach (ver anexo 8 cálculos hidráulicos), ya que la fórmula de Hazen-Williams no es aplicable, debido a que la red de conducción tiene tuberías con diámetro menor a 2 pulgadas, según la norma EPMAPS-Q.

Calculo de pérdida de carga según la fórmula de Darcy-Weisbach

“La fórmula de Darcy-Weisbach es aplicable para cualquier condición de flujo en conductos circulares a presión.

El cálculo de pérdidas de carga debida a la fricción en una tubería o conducto cilíndrico largo, con un diámetro interior continuo utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach, debe hacerse como se indica a continuación:” (Potable, 2009, pág. 57)

$$h_f = \frac{f * (L * V^2)}{D * 2g}$$

“Para la aplicación de esta ecuación debe contemplarse los siguientes aspectos:

El coeficiente de fricción de Darcy (f) para tuberías de sección circular se obtiene utilizando las siguientes ecuaciones:” (Potable, 2009, pág. 57)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

El número de Reynolds (Re) está definido por la ecuación:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

Nota: No se acepta diseños con $Re < 4000$

Donde:

h_f = pérdida de carga (m)

f = coeficiente de fricción de Darcy

L = longitud de tubería (m)

D = diámetro interno de la tubería (m)

V = velocidad media de flujo (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s^2)

k_s = rugosidad absoluta de la tubería

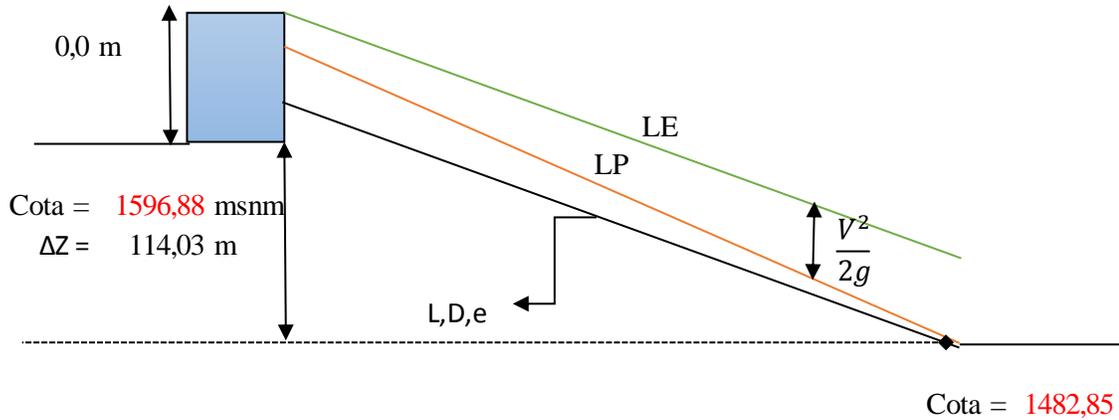
Re = número de Reynolds

ρ = densidad del agua

μ = viscosidad absoluta del agua

La metodología de cálculo para la línea de conducción es la siguiente:

Cálculo de pérdidas en línea de conducción para 2014



Donde:

LE : Línea de Energía

LP : Línea Piezométrica

Datos:

Q =	2,96	l/s	
L =	289,54	m	
Material =	PVC		
Diámetro =	50	mm	
$K_s =$	0,12	mm	Rugosidad de la tubería (mm)
$\nu :$	1,00E-06	m^2/s	Viscosidad cinemática del agua (m^2/s)
g =	9,81	m/s^2	
$K_1 =$	1		Coefficiente de pérdidas locales
P =	1,25	MPa	Presión nominal del tubo
P =	127,42	m.c.a	

Ecuación de la energía

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_f$$

Cálculo de pérdidas por Darcy-Weisbach

$$h_f = \frac{f * (L * V^2)}{D * 2g}$$

Donde:

- hf : Pérdidas de carga distribuida o continua en m
- f : Coeficiente de pérdidas de carga distribuida
- L : Longitud de tubería en m
- V : Velocidad media de flujo en m/s
- D : Diámetro interno de la tubería en m
- g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Ecuación número de Reynolds

$$Re = V * \frac{D}{\gamma}$$

Ecuación coeficiente de Colebrook

$$K = \frac{K_S}{D}$$

Donde:

- Re : Número de Reynolds
- K : Coeficiente de Colebrook
- γ : Viscosidad cinemática del agua (m²/s)
- D : Diámetro interno de la tubería (m)
- V : Velocidad media (m/s)
- K_S : Rugosidad de la tubería (mm)

Datos:

- D = 0,05 m
- L = 289,545 m
- Q = 0,00296 m³/s
- K_S = 0,1235 mm
- γ = 1,00E-06 m²/s
- g = 9,81 m/s²

PROCEDIMIENTO

Paso 1: Determinación de la velocidad media

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

$$V = 1,508 \text{ m/s}$$

Paso 2: Determinación del coeficiente de rozamiento

$$Re = V * \frac{D}{\gamma}$$

$$Re = 7,52E+04$$

$$K = 0,00247$$

Determinación del valor de f del Diagrama de Moody

$$f = 0,2$$

Paso 3: Determinación de la pérdida de carga

$$h_f = \frac{f * (L * V^2)}{D * 2g}$$

$$hf = 113,83 \quad \text{m} \quad \text{Solo pérdidas por fricción}$$

$$h_{f \text{ Total}} = 113,94 \quad \text{m}$$

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_f$$

$$Z_1 = 114,03 \quad \text{m}$$

$$\frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_f = 113,94 \quad \text{m}$$

En la tabla 53 se indica los resultados obtenidos con el procedimiento indicado anteriormente.

Tabla 53.

Pérdidas de carga en la línea de conducción

Recorrido		Longitud	Diámetro	Caudal	Δz	Material	Densidad del agua	Rugosidad de la tubería	Aceleración de la gravedad	Coefficiente de pérdida locales	Presión nominal del tubo	Coefficiente de Darcy	Pérdidas totales
Desde	Hasta	(m)	(mm)	(l/s)	(m)		(m ³ /s)	(mm)	(m/s ²)	(k _i)	(m.c.a)	(f)	(m)
Captación 10 - 13	Cámara rompe presión 1	289,54	50	2,96	114,03	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	1	127,42	0,17	113,94
Cámara rompe presión 1	Cámara rompe presión 2	539,79	50	3,56	122,85	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	0,5	127,42	0,07	122,36
Cámara rompe presión 2	Cámara rompe presión 3	694,41	50	3,56	120,00	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	0,5	127,42	0,05	119,92
Cámara rompe presión 3	Tanque de distribución	1422,81	50	3,56	72,16	PVC	1,00E-06	0,06	9,81	0,5	127,42	0,03	71,86

Nota. Δz = diferencia de cotas.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 53 el coeficiente de Darcy varía notablemente, ya que la rugosidad de la tubería está en función de su vida útil. Por otro lado los desniveles respectivos están dentro del rango de la presión nominal de la tubería instalada en cada tramo.

4.1.5 Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la cabecera parroquial de Nanegal

En la tabla 54 se indica los caudales de diseño y el déficit de oferta a lo largo de la vida útil del sistema.

Tabla 54.
Proyección de demanda en los 30 años de vida útil

DATOS GENERALES		DOTACIONES Y CONSUMOS				CAUDALES DE DISEÑO			CONEX.	OFERTA	DEMANDA	DIFERENCIA
AÑO	POBLACION	DOTACION (l/hab/día)	Qm (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)	CONDUCC. (l/s)	RESERVA (M3)	RED (l/s)				
2014	978	160,00	2,61	3,39	5,22	3,56	67,60	15,22	283	2,27	3,39	1,12
2015	981	160,00	2,62	3,40	5,23	3,57	67,82	15,23	284	2,27	3,40	1,13
2016	984	160,00	2,63	3,41	5,25	3,58	68,05	15,25	285	2,27	3,41	1,14
2017	988	160,00	2,63	3,42	5,27	3,60	68,27	15,27	286	2,27	3,42	1,15
2018	991	160,00	2,64	3,44	5,29	3,61	68,50	15,29	286	2,27	3,44	1,17
2019	994	160,00	2,65	3,45	5,30	3,62	68,72	15,30	287	2,27	3,45	1,18
2020	998	160,00	2,66	3,46	5,32	3,63	68,95	15,32	288	2,27	3,46	1,19
2021	1.001	160,00	2,67	3,47	5,34	3,64	69,18	15,34	289	2,27	3,47	1,20
2022	1.004	160,00	2,68	3,48	5,36	3,65	69,40	15,36	290	2,27	3,48	1,21
2023	1.007	160,00	2,69	3,49	5,37	3,67	69,63	15,37	291	2,27	3,49	1,22
2024	1.011	160,00	2,70	3,50	5,39	3,68	69,86	15,39	292	2,27	3,50	1,23
2025	1.014	160,00	2,70	3,52	5,41	3,69	70,09	15,41	293	2,27	3,52	1,25
2026	1.017	160,00	2,71	3,53	5,43	3,70	70,33	15,43	294	2,27	3,53	1,26
2027	1.021	160,00	2,72	3,54	5,44	3,72	70,56	15,44	295	2,27	3,54	1,27
2028	1.024	160,00	2,73	3,55	5,46	3,73	70,79	15,46	296	2,27	3,55	1,28
2029	1.028	160,00	2,74	3,56	5,48	3,74	71,02	15,48	297	2,27	3,56	1,29
2030	1.031	160,00	2,75	3,57	5,50	3,75	71,26	15,50	298	2,27	3,57	1,30
2031	1.034	160,00	2,76	3,59	5,52	3,76	71,49	15,52	299	2,27	3,59	1,32
2032	1.038	160,00	2,77	3,60	5,53	3,78	71,73	15,53	300	2,27	3,60	1,33
2033	1.041	160,00	2,78	3,61	5,55	3,79	71,97	15,55	301	2,27	3,61	1,34
2034	1.045	160,00	2,79	3,62	5,57	3,80	72,20	15,57	302	2,27	3,62	1,35
2035	1.048	160,00	2,79	3,63	5,59	3,81	72,44	15,59	303	2,27	3,63	1,36
2036	1.052	160,00	2,80	3,65	5,61	3,83	72,68	15,61	304	2,27	3,65	1,38
2037	1.055	160,00	2,81	3,66	5,63	3,84	72,92	15,63	305	2,27	3,66	1,39
2038	1.058	160,00	2,82	3,67	5,65	3,85	73,16	15,65	306	2,27	3,67	1,40
2039	1.062	160,00	2,83	3,68	5,66	3,87	73,40	15,66	307	2,27	3,68	1,41
2040	1.065	160,00	2,84	3,69	5,68	3,88	73,65	15,68	308	2,27	3,69	1,42
2041	1.069	160,00	2,85	3,71	5,70	3,89	73,89	15,70	309	2,27	3,71	1,44
2042	1.073	160,00	2,86	3,72	5,72	3,90	74,13	15,72	310	2,27	3,72	1,45
2043	1.076	160,00	2,87	3,73	5,74	3,92	74,38	15,74	311	2,27	3,73	1,46
2044	1.080	160,00	2,88	3,74	5,76	3,93	74,62	15,76	312	2,27	3,74	1,47
OBSERVACIONES :		NOMENCLATURA :				CAUDALES DE DISEÑO:						
Población actual = 978		Qm = CONSUMO MEDIO DIARIO = f * (P * D) / 86400				CAPTACION = 4,49 l/s						
Índice de crecimiento = 0,33%		QMD = CONSUMO MAXIMO DIARIO = KMD * Qm				CONDUCCIÓN = 3,93 l/s						
No. miembros familiares = 3,46		QMH = CONSUMO MAXIMO HORARIO = KMH * Qm				TRATAMIENTO = 4,13 l/s						
No. usuarios actual = 270		f = FACTOR DE FUGAS 44,0%				DISTRIBUCIÓN = 15,76 l/s						
		P = POBLACION AL FINAL DEL PERIODO 1.080				VOLUMENES DE DISEÑO:						
		D = DOTACION FUTURA 160				RESERVA (30% Qm) = 74,62 m ³						
		KMD = FACTOR MAYORACION MAX. DIARIO 1,30				RESERVA Diferencia = 127,23 m ³						
		KMH = FACTOR MAYORACION MAX. HORARIO 2,00				TANQUE ACTUAL = 130,00 m ³						
						TANQUE AL 2044 = 71,86 m ³						

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 54 el caudal de oferta es de 2,27 l/s el mismo que se obtuvo en el estudio hidrológico (ver tabla 35).

Para el cálculo hidráulico de los elementos del sistema a los 30 años de vida útil se utiliza los caudales que se observa en la tabla 55.

Tabla 55.

Caudales de diseño para elementos del sistema para el año 2044

Componentes	Tipo de caudal	Q diseño (l/s)
Captación	QMD + 20%	4,49
Línea de conducción	QMD + 5%	3,93
Sistema de tratamiento	QMD + 10%	4,12
Red de distribución	QMH + Q incendio	15,76

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.5.1 Sistema de captación

Para el rediseño de las captaciones se utilizó el caudal de 4.49 l/s, según el porcentaje de caudal que requiere cada captación como se indica en la tabla 56.

Tabla 56.

Caudales de rediseño para las 13 captaciones

N° Captación	Coordenadas		Elevación (m)	Caudal aforado (l/s)	Fecha	Porcentaje de caudal por captación (%)	Q Diseño (%) (l/s)
	Este	Norte					
Captación 1	480823.48	10012919.15	1526.43	0,155	01/08/2014	0,033	0,1493
Captación 2	480771.18	10012947.73	1507.12	0,087	11/08/2014	0,019	0,0838
Captación 3	480813.80	10012875.85	1536.71	0,076	11/08/2014	0,016	0,0732
Captación 4	480788.67	10012843.57	1543.59	0,236	01/08/2014	0,051	0,2274
Captación 5	480824.74	10012827.83	1552.20	0,000	01/08/2014	0,000	0,0001
Captación 6	480826.80	10012823.14	1553.89	0,000	01/08/2014	0,000	0,0001
Captación 7	480826.57	10012818.66	1555.17	0,146	29/07/2014	0,031	0,1407
Captación 8	480819.32	10012815.40	1555.21	0,065	29/07/2014	0,014	0,0626
Captación 9	480816.23	10012814.09	1555.32	0,015	29/07/2014	0,003	0,0145
Captación 10	480749.58	10012727.30	1587.81	0,270	29/07/2014	0,058	0,2601
Captación 11	480746.88	10012709.20	1596.88	2,778	29/07/2014	0,596	2,6766
Captación 12	480737.60	10012719.10	1590.81	0,420	29/07/2014	0,090	0,4047
Captación 13	480689.83	10012767.21	1565.98	0,413	28/07/2014	0,089	0,3979
Q₂₀₄₄ =							4,49

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

La metodología de diseño hidráulico para cada captación se indica a continuación:

Diseño del desarenador captación n° 1

$$Q = 0,1493 \text{ l/s}$$

$$Q = 0,00015 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$l = 0,40 \text{ m}$$

Determinación de la velocidad de sedimentación

Según la fórmula de Camp

$$V = a * \sqrt{d}$$

a	d (mm)
51	< 0.1
44	0.1 - 1
36	> 1

Donde:

$$d = 0,20 \text{ Diámetro partículas (mm)}$$

$$a = 44 \text{ Constante en función del diámetro}$$

$$V = 19,68 \text{ Velocidad de sedimentación (cm/s)}$$

$$V = 0,20 \text{ m/s}$$

Según la tabla de Arkhangelski

Velocidades de sedimentación w calculado por Arkhangelski (1935) en función del diámetro de partículas

d (mm)	w (cm/s)
0.05	0.178
0.10	0.692
0.15	1.560
0.20	2.160
0.25	2.700
0.30	3.240
0.35	3.780
0.40	4.320
0.45	4.860
0.50	5.400
0.55	5.940
0.60	6.480
0.70	7.320
0.80	8.070
1.00	9.44
2.00	15.29
3.00	19.25
5.00	24.90

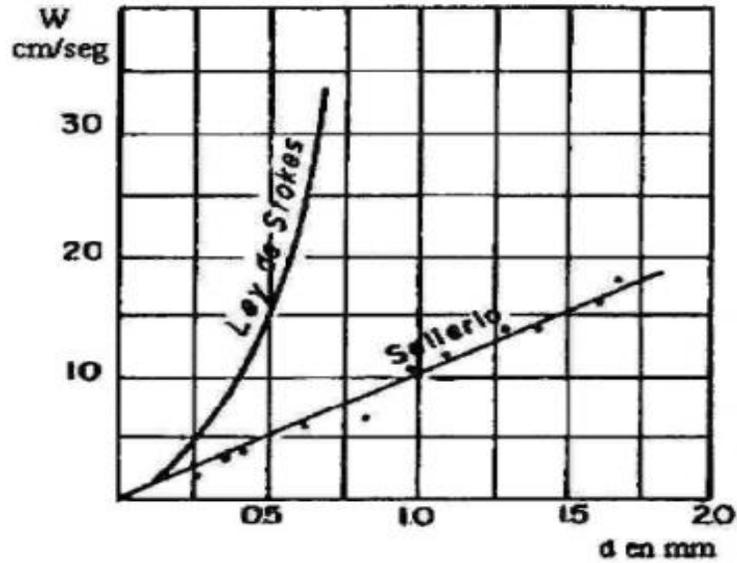
$$d = 0,20 \text{ Diámetro partículas (mm)}$$

$$W = 2,16 \text{ Velocidad de sedimentación (cm/s)}$$

$$W = 0,02 \text{ m/s}$$

Según el nomograma Stokes y Sellerio

Experiencia de Sellerio



Según Stokes: $d = 0,20$ Diámetro partículas (mm)
 $W = 4,00$ Velocidad de sedimentación (cm/s)
 $W = 0,04$ m/s

Según Sellerio: $W = 2,50$ Velocidad de sedimentación (cm/s)
 $W = 0,03$ m/s

Según la formula de Owens

$$W = K * \sqrt{d * (\rho_s - 1)}$$

Donde:

$$\rho_s = 1,65 \text{ g/cm}^3$$

K = Constante que varia de acuerdo a la forma y naturaleza de los granos entre 9.35 y 1.28

Forma y naturaleza	K
Arena esférica	9.35
Granos redondeados	8.25
Granos cuarzo $d > 3$ mm	6.12
Granos cuarzo $d > 0.7$ mm	1.28

$K = 4,80$
 $W = 0,05$ m/s

Según la fórmula de Scotti- Foglieni

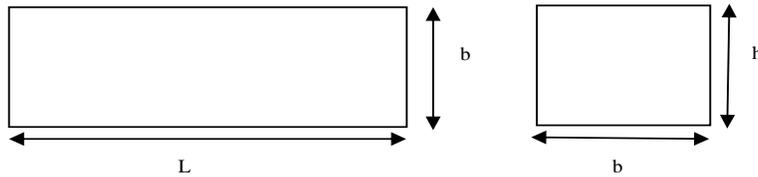
$$W = 3.8 * \sqrt{d} + 8.3 * d$$

$$W = 0,06 \text{ m/s}$$

Promedio de la velocidad (W)

$$W = 0,04 \text{ m/s}$$

Determinación de las dimensiones del tanque



$$h = 0,10 \text{ Alto del desarenador (m)}$$

Calculo del ancho del desarenador

$$Q = (b * h) * V$$

$$b = \frac{Q}{(h * V)}$$

$$b = 0,008 \text{ m}$$

$$b = 0,80 \text{ cm}$$

Calculo de la longitud del desarenador

$$L = \frac{h * V}{W}$$

$$L = 0,48 \text{ m}$$

Determinación del tiempo de sedimentación

$$t = \frac{h}{W}$$

$$t = 2,42 \text{ s}$$

Determinación del volumen de agua conducido en este tiempo

$$\text{Volumen} = Q * t$$

$$\text{Volumen} = 0,00036 \text{ m}^3$$

Verificación de capacidad del tanque

$$Volumen = b * h * l$$

$$Volumen = \mathbf{0,00036} \text{ m}^3$$

Se verifica que el $V_{\text{tanque}} > V_{\text{agua}}$

CUMPLE

Determinación de las dimensiones de la compuerta de salida

La compuerta funciona como un orificio cuya ecuación es:

$$Q = C_d * A_o * \sqrt{2g * h}$$

Donde:

Q =	0,00015	Caudal a descargar por el orificio
Cd =	0,6	Coefficiente de descarga
h =	0,1	Carga sobre el orificio (m)
g =	9,81	Aceleración de la gravedad (m/s ²)

$$A_o = \mathbf{0,0002} \text{ Área del orificio (m}^2\text{)}$$

$$D_{\text{tubo-salida}} = \mathbf{0,015} \text{ m}$$

Calculo de la velocidad de salida

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

$$V = \mathbf{0,84} \text{ m/s}$$

Calculo de la caída del fondo

Para facilidad del lavado se dará una pendiente del 2% en el fondo del tanque

$$\Delta z = L * s$$

Donde:

s =	2%	Pendiente del fondo del desarenador
L =	0,475	Longitud del desarenador (m)
$\Delta z =$	$\mathbf{0,0095}$	Diferencia de cotas del fondo del desarenador (m)

Calculo de la profundidad del desarenador frente a la tubería de lavado

$$H = h + \Delta z$$

$$H = \mathbf{0,10} \text{ m}$$

Determinación de las dimensiones de la compuerta de lavado

La compuerta funciona como un orificio cuya ecuación es:

$$Q = C_d * A_o * \sqrt{2g * h}$$

Donde:

$Q = 0,00015$ caudal a descargar por el orificio
 $C_d = 0,6$ Coeficiente de descarga
 $h = 0,10$ Carga sobre el orificio (m)
 $g = 9,81$ Aceleración de la gravedad (m/s^2)

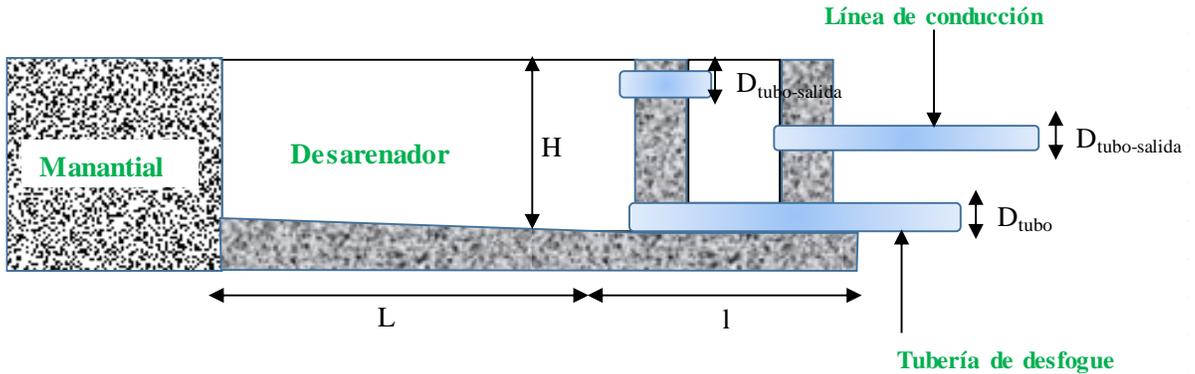
$A_o = 0,0002$ Área del orificio (m^2)

$D_{tubo} = 0,015$ m

Calculo de la velocidad de salida

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

$V = 0,859$ m/s



ELEMENTOS DE LA CAPTACION					
Desarenador			Cajón de paso	Tubería línea de conducción	Tubería de desfogue
b	H	L	l	$D_{tubo-salida}$	D_{tubo}
(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)
0,008	0,10	0,48	0,40	15	15

Nota: Para el cálculo hidráulico de las 12 captaciones se sigue el mismo procedimiento.

El resumen de los resultados obtenidos mediante la metodología anterior (ver anexo 8 cálculos hidráulicos) se observa en la tabla 57.

Tabla 57.

Verificación de las dimensiones de los elementos de las captaciones de acuerdo a parámetros hidráulicos para el 2044

Elemento	Dimensiones tomadas en campo						Dimensiones calculadas con formulas hidráulicas						Situación actual					
	Desarenador			Cajón de paso	Tubería línea de conducción	Tubería de desfogue	Desarenador			Cajón de paso	Tubería línea de conducción	Tubería de desfogue	Desarenador			Cajón de paso	Tubería línea de conducción	Tubería de desfogue
	b	H	L	l	D _{tubo-salida}	D _{tubo}	b	H	L	l	D _{tubo-salida}	D _{tubo}	b	H	L	l	D _{tubo-salida}	D _{tubo}
(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	
Captación 1	0,70	0,10	0,35	0,40	51	51	0,008	0,10	0,48	0,40	15	15	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 2	0,70	0,10	0,35	0,30	51	51	0,004	0,10	0,48	0,30	11	11	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 3	0,70	0,10	0,65	0,30	51	51	0,004	0,10	0,48	0,30	11	10	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 4	0,70	0,10	0,35	0,30	51	51	0,012	0,10	0,48	0,30	19	18	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 5	0,70	0,10	0,33	0,30	51	51	0,00001	0,10	0,48	0,30	0,38	0,38	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 6	0,70	0,10	0,45	0,52	51	51	0,00001	0,10	0,48	0,52	0,38	0,38	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 7	0,70	0,10	0,37	0,40	51	51	0,008	0,10	0,48	0,40	15	14	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 8	0,70	0,10	0,40	0,30	51	51	0,003	0,10	0,48	0,30	10	10	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 9	0,70	0,10	0,40	0,30	51	51	0,001	0,10	0,48	0,30	5	5	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 10	0,70	0,10	0,32	0,30	51	51	0,014	0,10	0,48	0,30	20	20	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 11	0,70	0,40	0,40	0,50	51	51	0,039	0,39	1,75	0,50	41	39	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 12	0,70	0,10	0,35	0,30	51	51	0,022	0,10	0,48	0,30	25	24	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple
Captación 13	0,70	0,10	0,43	0,30	51	51	0,021	0,10	0,48	0,30	25	24	Cumple	Cumple	Rediseño	Cumple	Cumple	Cumple

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 57 la dimensión (L) del desarenador requiere de un rediseño, mientras que los otros elementos cumplen óptimamente el diseño.

En la tabla 58 se indica que para el rediseño se debe incrementar la dimensión (L), que corresponde la longitud del desarenador (ver figura 56).

Tabla 58.

Valores de (L) rediseñado de los desarenadores

Elemento	Desarenador		
	Valor tomado en campo	Valor calculado	Valor de rediseño
	L	L	L
	(m)	(m)	(m)
Captación 1	0,35	0,48	0,50
Captación 2	0,35	0,48	0,50
Captación 3	0,65	0,48	0,65
Captación 4	0,35	0,48	0,50
Captación 5	0,33	0,48	0,50
Captación 6	0,45	0,48	0,50
Captación 7	0,37	0,48	0,50
Captación 8	0,40	0,48	0,50
Captación 9	0,40	0,48	0,50
Captación 10	0,32	0,48	0,50
Captación 11	0,40	1,75	0,50
Captación 12	0,35	0,48	0,50
Captación 13	0,43	0,48	0,50

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Dimensiones del desarenador

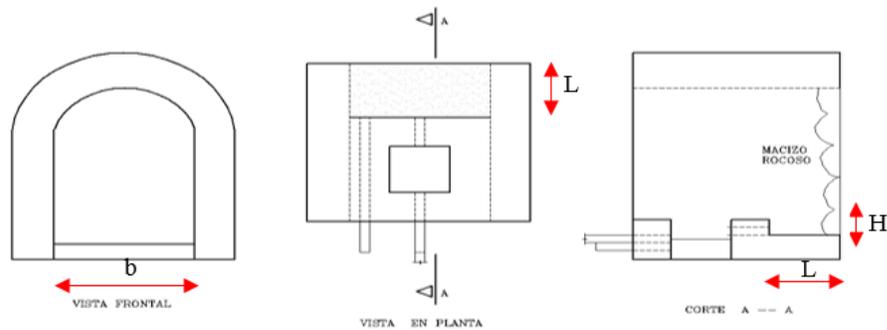


Figura 56. Dimensiones del desarenador.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Por otro lado las paredes exteriores de las captaciones requieren de un mantenimiento con pintura caucho para la protección de la estructura.

En las puertas metálicas se debe colocar pintura anticorrosiva para garantizar una mayor durabilidad. Además se requiere disponer de candados en cada captación para su seguridad.

Según la norma IEOS se debe colocar en cada fuente de captación al inicio de la línea de conducción una válvula mariposa de control y en la tubería de desagüe una válvula compuerta de 2 pulgadas de diámetro. Alrededor de la captación se recomienda construir un sistema de protección para evitar el ingreso de personas y animales pero en este caso no es recomendable colocar una cerca viva debido a la pendiente y fragilidad del terreno (ver figura 57).

Protección natural en captaciones



Figura 57. Protección natural en captaciones.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Con la finalidad de mejorar el funcionamiento hidráulico y estético de las captaciones se proponer realizar ciertas actividades que se indica en la tabla 59.

Por otro lado de acuerdo al estudio hidrológico no es necesario implementar nuevas fuentes de captaciones.

Tabla 59.

Resumen de actividades de mejoramiento en las captaciones

Elemento	Mejoramiento	Durabilidad	Seguridad	Funcionamiento	
	<i>Pared exterior</i>	<i>Puertas</i>	<i>Puertas</i>	<i>Válvula de control (Inicio línea de conducción)</i>	<i>Válvula de desagüe (Salida tubería de desagüe)</i>
Captación 1	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 2	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 3	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 4	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 5	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 6	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 7	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 8	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 9	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 10	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 11	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 12	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"
Captación 13	Pintura caucho	Pintura anticorrosiva	Candado niquelado	Válvula mariposa de 2"	Válvula compuerta de 2"

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.5.2 Cámaras rompe presión

El rediseño de las cámaras rompe presión 2 y 3 se calculó con el caudal de 3.93 l/s que corresponde al total de caudal que aportan las captaciones 1 a la 9, mientras que para el rediseño de la cámara rompe presión 1 se calculó con el caudal de 3.27 l/s que corresponde al caudal que aportan las captaciones 10 a la 13, como se indica en la tabla 60.

Tabla 60.

Caudales de rediseño para las cámaras rompe presión

Elemento	Q Diseño (l/s)
Cámara rompe presión 1	3,27
Cámara rompe presión 2	3,93
Cámara rompe presión 3	3,93

Nota. EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según los parámetros hidráulicos de diseño las 3 cámaras rompe presión (ver anexo 8 cálculos hidráulicos) no requieren de un rediseño, puesto que sus dimensiones satisfacen

la vida útil del sistema de agua potable como se visualiza en la tabla 61. Pero sí requieren de una válvula mariposa que sirva de control y una válvula de compuerta para el desagüe de un diámetro de 2 pulgadas, según a la norma IEOS.

La metodología de diseño hidráulico para cada cámara rompe presión se indica a continuación:

Diseño de la cámara rompe presión 1

Datos

A =	10,00	cm	Altura de sedimentación de arena
B.L =	30,00	cm	Borde libre (10 a 30 cm)
Q =	3,27	l/s	Caudal maximo diario
D =	2,00	in	Diámetro
g =	9,81	m/s ²	Aceleración de la gravedad

Determinación de la altura de la cámara rompe presión

Cálculo de la velocidad

$$V = 1,9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Ecuación Hazen y Williams en función de velocidad
(C=140)(Aguero,2009)

$$V = 1,61 \quad \text{m/s}$$

Cálculo de la carga

$$H = \frac{1.56 * V^2}{2g}$$

$$H = 0,21 \quad \text{m}$$

Se recomienda una altura mínima de:

$$H = 0,30 \quad \text{m}$$

$$H_{\text{calcular}} = \mathbf{0,30} \quad \text{m}$$

$$HT = A + B.L + H$$

$$HT = \mathbf{0,70} \text{ m}$$

Determinación del diametro de la tubería de rebose y limpieza

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Ecuación Hazen y Williams en función de diámetro
(C=140)(Aguero,2009)

Donde:

Q = 3,27 l/s Caudal máximo aforo
hf = 0,062 m/m Perdida de carga unitaria recomendado

$$Dr = \mathbf{2,0} \text{ in}$$

Determinación de la tubería de entrada a la cámara

$$Q = V * A * C_d$$

Donde:

Q = 3,27 l/s Caudal máximo aforo o fuente
Q = 0,003272 m³/s
V = 1,9 m/s Velocidad de paso (asumida)
Cd = 0,8 Coeficiente de descarga del fluido (asumido 0.6 a 0.8)

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{V * \pi * C_d}}$$

$$D = 0,05 \text{ m}$$

$$D = \mathbf{2,0} \text{ in}$$

Determinación de la tubería de salida a la cámara

El diámetro de salida debe presentar como mínimo el diámetro de entrada para evitar los riesgos de colapso

$$D_s = 2,0 \text{ in}$$

$$D_s = 0,05 \text{ m}$$

Determinación de la carga en tubería de salida

$$Q = C_d * A_o * \sqrt{2g * H_s}$$

Donde:

$$Q = 3,27 \text{ l/s} \quad \text{Caudal máximo aforo o fuente}$$

$$Q = 0,003272 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_o = 0,002 \text{ m}^2 \quad \text{Área del tubo}$$

$$C_d = 0,82 \quad \text{Coeficiente de descarga del fluido para orificio (asumido 0.82)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad \text{Aceleración de la gravedad}$$

$$H_s = \frac{Q^2}{C_d^2 * A_o^2 * 2g}$$

$$H_s = 0,19 \text{ m}$$

Determinación de la altura de rebose

$$H_r = H - B.L$$

$$H_r = 0,40 \text{ m}$$

Determinación de espesor del vertedero

$$e \geq \frac{2}{3}H$$

Donde:

$$H = 0,14 \text{ m Carga}$$

$$e = 0,09 \text{ m}$$

Determinación de la altura del vertedero

$$h > 3H$$

Donde:

$$H = 0,14 \text{ m Carga}$$

$$h = 0,42 \text{ m}$$

Elemento	Dimensiones calculadas con fórmulas hidráulicas							
	HT	Hr	Hs	h	e	D	Dr	Ds
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)
Cámara rompe presión 1	0,70	0,40	0,19	0,42	0,09	51	51	51

Nota: Para el cálculo hidráulico de las 2 cámaras rompe presión se sigue el procedimiento indicado anteriormente.

Tabla 61.

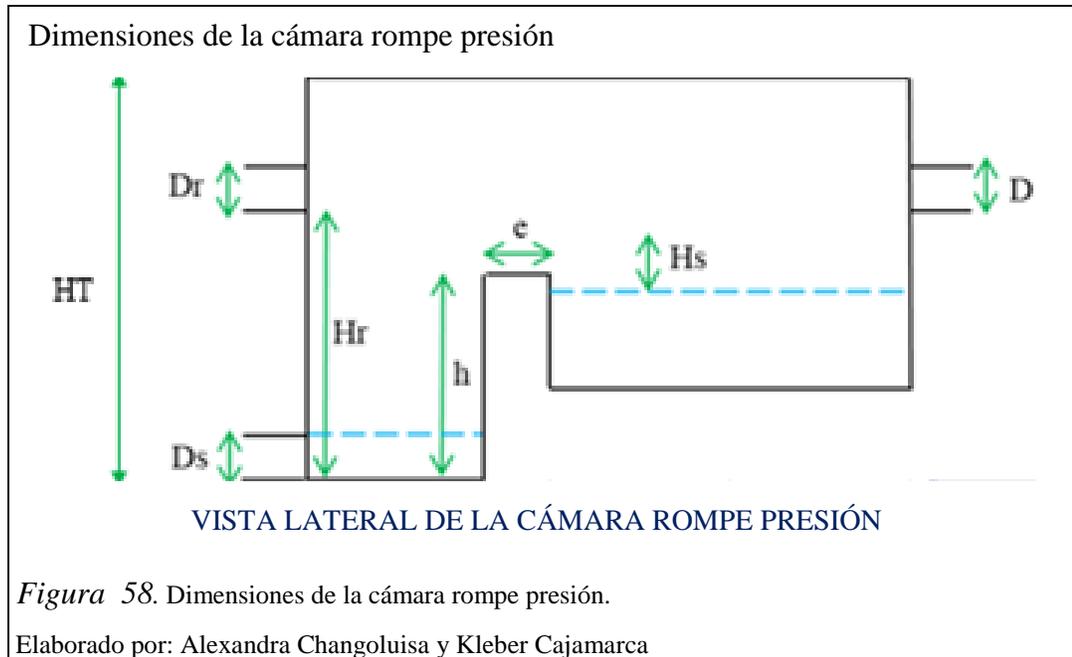
Verificación de las dimensiones de las cámaras rompe presión de acuerdo a parámetros hidráulicos al 2044

Elemento	Dimensiones en campo								Dimensiones calculadas con fórmulas hidráulicas								Situación actual							
	HT (m)	Hr (m)	Hs (m)	h (m)	e (m)	D (mm)	Dr (mm)	Ds (mm)	HT (m)	Hr (m)	Hs (m)	h (m)	e (m)	D (mm)	Dr (mm)	Ds (mm)	HT (m)	Hr (m)	Hs (m)	h (m)	e (m)	D (mm)	Dr (mm)	Ds (mm)
Cámara rompe presión 1	1,03	0,90	0,20	0,60	0,16	51	51	50,80	0,70	0,40	0,19	0,42	0,09	51,226	51	51,23	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Cámara rompe presión 2	0,95	0,65	0,40	---	---	51	51	51	0,65	0,35	0,31	---	---	50	51	50	Cumple	Cumple	Cumple	---	---	Cumple	Cumple	Cumple
Cámara rompe presión 3	0,93	0,50	0,45	---	---	51	51	51	0,60	0,17	0,31	---	---	50	51	50	Cumple	Cumple	Cumple	---	---	Cumple	Cumple	Cumple

Nota. D= diámetro.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 61 las dimensiones de las tres cámaras rompe presión (ver figura 58) cumplen los parámetros de diseños hidráulicos.



La infraestructura física relacionado a paredes interiores deben ser pulidas para garantizar su durabilidad y eficiencia hidráulica. Además se debe realizar un cambio de tapas metálicas ya que se encuentran deterioradas, adicional se debe colocar candados para la seguridad. En las cámaras se debe colocar una malla perimetral que evite el ingreso de animales y personas ajenas al sistema, puesto que su ubicación topográfica las hace accesibles.

Como resumen de las actividades que debe realizarse en las diferentes cámaras para su mejoramiento se indica en la tabla 62.

Tabla 62.

Resumen de actividades de mejoramiento en las cámaras rompe presión

Elemento	Mejoramiento		Seguridad			Funcionamiento	
	Pared interior	Pared exterior	Tapas		Contorno	Válvula de control (Entrada)	Válvula de desague (Salida)
Cámara rompe presión 1	Pulido	Pintura caucho	1 Tapa metálica	1 Candado	Malla perimetral	Válvula mariposa de 2"	Válvula de compuerta de 2"
Cámara rompe presión 2	Pulido	Pintura caucho	2 Tapas metálicas	2 Candados	Malla perimetral	Válvula mariposa de 2"	Válvula de compuerta de 2"
Cámara rompe presión 3	Pulido	Pintura caucho	1 Tapa metálica	1 Candado	Malla perimetral	Válvula mariposa de 2"	Válvula de compuerta de 2"

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.5.3 Tanque de distribución y cloración

4.1.5.3.1 Tanque de distribución

El volumen total sumado entre los 2 tanques de almacenamiento es de 130 m³. Para el final del período de diseño del sistema (vida útil) estos tanques no satisfacen los caudales y volúmenes requeridos a este período como se indica en la tabla 63 y tabla 64.

Tabla 63.

Caudales de oferta y demanda al 2044

Año	Qm	Oferta	Demanda	Diferencia
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
2014	2,61	2,27	3,38	1,11
2015	2,62	2,27	3,39	1,12
2016	2,63	2,27	3,40	1,13
2017	2,63	2,27	3,41	1,14
2018	2,64	2,27	3,42	1,15
2019	2,65	2,27	3,43	1,16
2020	2,66	2,27	3,44	1,17
2021	2,67	2,27	3,46	1,19
2022	2,68	2,27	3,47	1,20
2023	2,69	2,27	3,48	1,21
2024	2,70	2,27	3,49	1,22
2025	2,70	2,27	3,50	1,23
2026	2,71	2,27	3,51	1,24
2027	2,72	2,27	3,53	1,26
2028	2,73	2,27	3,54	1,27
2029	2,74	2,27	3,55	1,28
2030	2,75	2,27	3,56	1,29
2031	2,76	2,27	3,57	1,30
2032	2,77	2,27	3,58	1,31
2033	2,78	2,27	3,60	1,33
2034	2,79	2,27	3,61	1,34
2035	2,79	2,27	3,62	1,35

2036	2,80	2,27	3,63	1,36
2037	2,81	2,27	3,64	1,37
2038	2,82	2,27	3,66	1,39
2039	2,83	2,27	3,67	1,40
2040	2,84	2,27	3,68	1,41
2041	2,85	2,27	3,69	1,42
2042	2,86	2,27	3,70	1,43
2043	2,87	2,27	3,72	1,45
2044	2,88	2,27	3,73	1,46

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 64.
Volúmenes de oferta y demanda al 2044

Año	V Reserva (m³)	V Oferta (m³)	V Demanda (m³)	V Demanda + Reserva (m³)	V Demanda-Oferta (m³)	V Requerido (m³)
2014	67,60	196,13	291,80	359,40	95,68	163,28
2015	67,82	196,13	292,77	360,59	96,64	164,46
2016	68,05	196,13	293,73	361,78	97,60	165,65
2017	68,27	196,13	294,70	362,97	98,57	166,85
2018	68,50	196,13	295,67	364,17	99,55	168,04
2019	68,72	196,13	296,65	365,37	100,52	169,24
2020	68,95	196,13	297,63	366,58	101,50	170,45
2021	69,18	196,13	298,61	367,79	102,48	171,66
2022	69,40	196,13	299,60	369,00	103,47	172,87
2023	69,63	196,13	300,59	370,22	104,46	174,09
2024	69,86	196,13	301,58	371,44	105,45	175,31
2025	70,09	196,13	302,57	372,67	106,44	176,54
2026	70,33	196,13	303,57	373,90	107,44	177,77
2027	70,56	196,13	304,57	375,13	108,45	179,00
2028	70,79	196,13	305,58	376,37	109,45	180,24
2029	71,02	196,13	306,59	377,61	110,46	181,48
2030	71,26	196,13	307,60	378,86	111,47	182,73
2031	71,49	196,13	308,61	380,11	112,49	183,98
2032	71,73	196,13	309,63	381,36	113,50	185,23
2033	71,97	196,13	310,65	382,62	114,53	186,49
2034	72,20	196,13	311,68	383,88	115,55	187,75
2035	72,44	196,13	312,71	385,15	116,58	189,02
2036	72,68	196,13	313,74	386,42	117,61	190,29

2037	72,92	196,13	314,77	387,70	118,65	191,57
2038	73,16	196,13	315,81	388,97	119,69	192,85
2039	73,40	196,13	316,86	390,26	120,73	194,13
2040	73,65	196,13	317,90	391,55	121,77	195,42
2041	73,89	196,13	318,95	392,84	122,82	196,71
2042	74,13	196,13	320,00	394,13	123,87	198,01
2043	74,38	196,13	321,06	395,44	124,93	199,31
2044	74,62	196,13	322,12	396,74	125,99	200,01

Nota. Encuesta estudiantes UPS

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 63 y 64 el déficit se presenta a partir del primer año de diseño lo que concuerda con la problemática descrita en el capítulo 2.2 donde los habitantes han manifestado la necesidad de incrementar la capacidad del tanque de almacenamiento. Por lo que se propone diseñar un nuevo tanque rectangular para almacenar 70.01 m³ que corresponde a la diferencia del volumen requerido (200.01 m³) menos la reserva que se almacena en los 2 tanques existentes (130 m³).

Actualmente existe un tanque rectangular de 30 m³, el mismo que de acuerdo al departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q será eliminado y cuyo volumen se deberá almacenar en un nuevo tanque dando un volumen total requerido de 100.01 m³, que por sugerencia de la EPMAPS-Q se construirá un tanque tipo de 100 m³, teniendo un volumen total de reserva entre el tanque circular existente y el tanque cuadrado de 200 m³.

La tabla 64 indica el volumen de reserva que se requiere disponer a lo largo de la vida útil del sistema que corresponde a 200.01 m³.

En la figura 59 se muestra la simulación de la oferta y la demanda para el año 2014 con un volumen de 130 m³ se evidencia un déficit actual de 33.28 m³.

En la figura 60 se realizará la misma simulación para el horizonte de 2044 (30 años de vida útil) en donde se demuestra que el volumen de 200.00 m³ es suficiente y no existe déficit.

Oferta y demanda para el año 2014

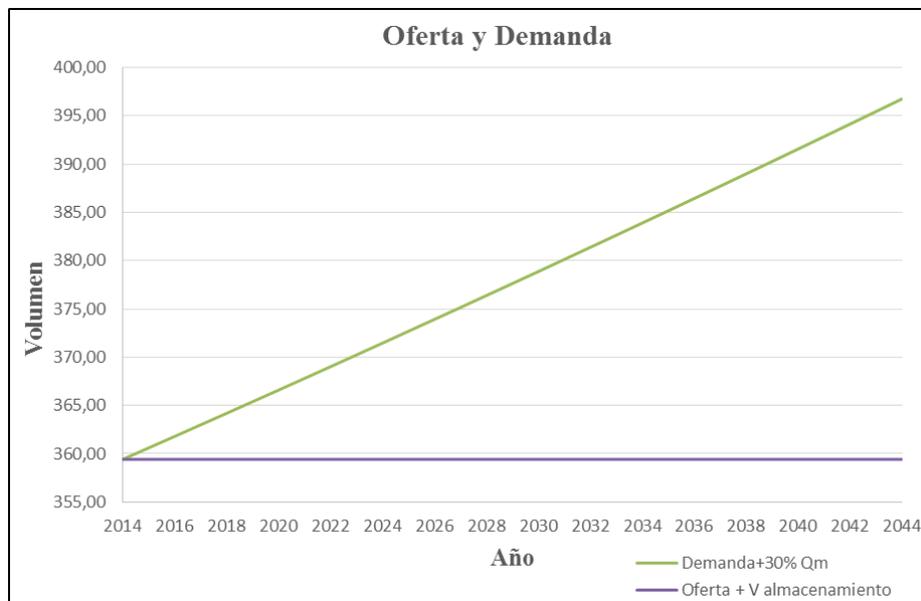


Figura 59. Oferta y demanda para el año 2014.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Oferta y demanda para el año 2044

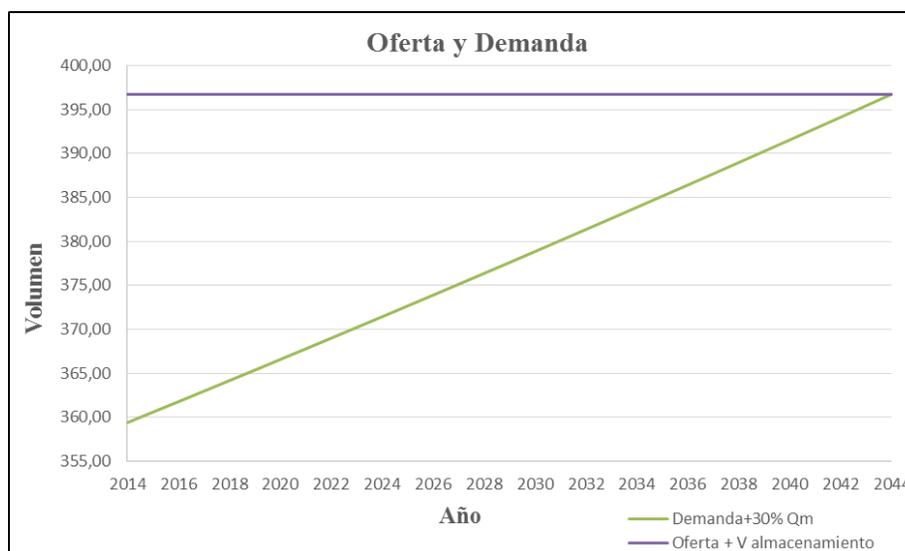


Figura 60. Oferta y demanda para el año 2044.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 65.
Volumen total de reserva del año 2014 y del 2044

Elemento	Volumen (m³)
<i>Año 2014</i>	
Tanque de almacenamiento circular	100
Tanque de almacenamiento rectangular	30
<i>TOTAL</i>	130
<i>Año 2044</i>	
Tanque de almacenamiento circular	100
Tanque de almacenamiento cuadrado (Diseño)	100
<i>TOTAL</i>	200

Nota. Encuesta estudiantes UPS, EPMAPS-Q
 Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 65 el volumen total de reserva al final de la vida útil del sistema es de 200 m³.

4.1.5.3.1.1 Análisis estructural del tanque de distribución tipo 100 m³

Los tanques de almacenamiento se clasifican en función de la posición con respecto al nivel del terreno como se indica a continuación:

- **Tanques elevados:** Son estructuras que se ubican sobre torres a diferente altura, cuando no existe el nivel suficiente para que el recurso de agua llegue con la presión de diseño.
- **Tanques superficiales (asentados en la superficie del terreno):** Son estructuras de diferentes formas y se construirá cuando la topografía del terreno permita cumplir los requerimientos de diseño hidráulico.
- **Tanques subterráneos (cisterna):** Son estructuras que se encuentran apoyadas - semienterradas, su función es almacenar y conservar la temperatura del agua.

De acuerdo al departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q se diseñara un tanque de almacenamiento cuadrangular que corresponde al tipo superficial. Las dimensiones del tanque se indican en la tabla 66.

Tabla 66.

Dimensiones tanque tipo

Elemento	Forma	Ancho (m)	Largo (m)	Profundidad (m)
Tanque	Cuadrado	6,50	6,50	3,50

Nota. EPMAPS-Q.

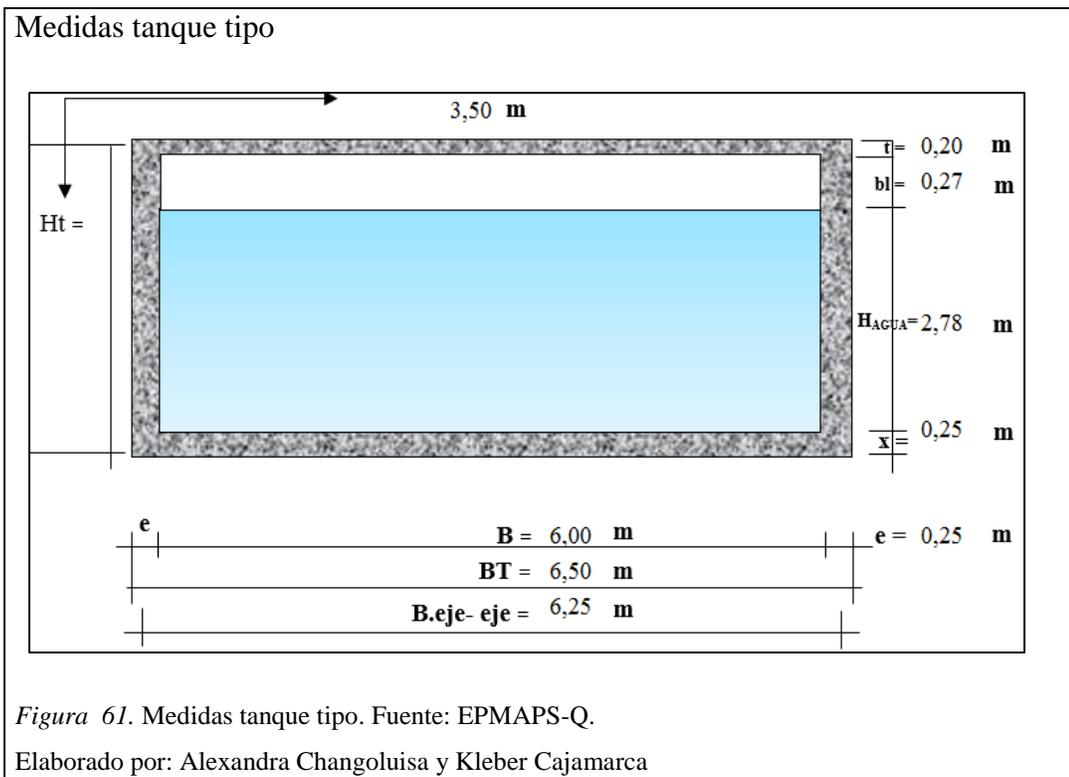
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.5.3.1.1.1 Diseño estructural

Dimensiones del tanque

Las medidas del tanque se resumen a continuación:

Volumen (V)=	1000,00	m ³
Ancho de pared (b)=	6,00	m
Altura de agua (h)=	2,78	m
Borde libre (bl)=	0,27	m
Altura Total (H)=	3,05	m
Peso especifico del agua γ_{h2O} =	9,80	KN/m ³
Altura total (Ht)=	3,50	m
Espesor de losa tapa (t)=	0,20	m
Espesor losa fondo (x)=	0,25	m
Espesor Muro (e)=	0,25	m
Ancho total (Bt)=	6,50	m
Ancho eje =	6,25	m



Especificaciones de los materiales

Acero:

$F_y =$	4200	kg/cm ²	Acero de refuerzo en flexión
$E_s =$	2,00E+06	kg/cm ²	Módulo de elasticidad del acero

Hormigón:

$f'_c =$	210	kg/cm ²	Resistencia del hormigón
$E_c =$	217370,65	kg/cm ²	Módulo de elasticidad del hormigón
$\gamma_{\text{hormigón}} =$	2400	kg/m ³	Peso específico del hormigón

Capacidad portante

Mediante el ensayo triaxial (ver anexo 6 estudio mecánica de suelos) en el sitio de implantación del tanque se obtuvo los parámetros del tipo de suelo como se indica en la tabla 67.

Tabla 67.
Resultados ensayo triaxial

Resultados ensayo triaxial		
Contenido de agua =	25.10	%
Densidad natural =	1602.44	Kg/m ³
Relación de vacíos =	1.07	
Grado de saturación =	62.24	%
Cohesión =	0.288	Kg/cm ²
Angulo de fricción =	31.32	°

Nota. Laboratorio de suelos UPS.
Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

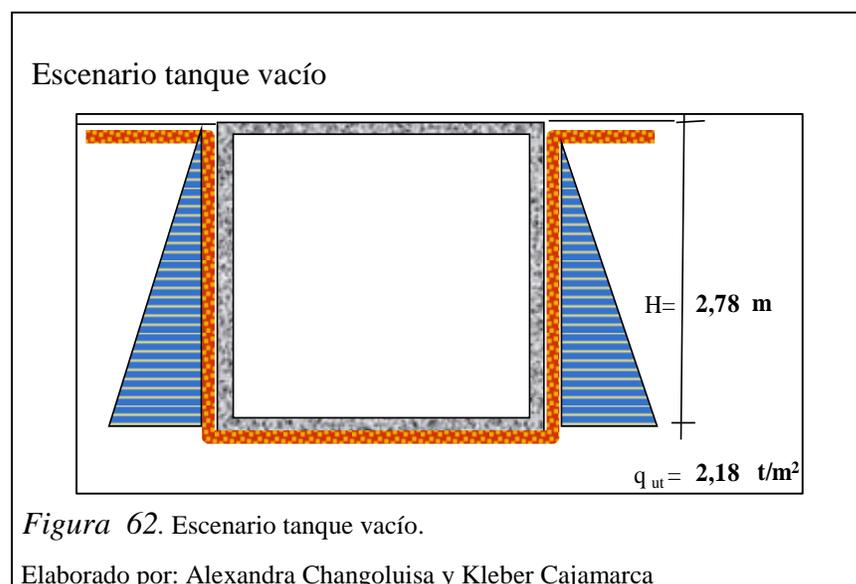
Para el cálculo de la capacidad portante se utilizó la ecuación de Terzaghi para falla general y cimentaciones cuadradas, cuyo valor es de 6.98 Kg/cm² como se indicó en el capítulo estudio de mecánica de suelos.

Momentos flectores

Para el cálculo de momentos flectores se considera dos escenarios: tanque vacío y tanque lleno.

- **Tanque vacío**

En este escenario se analiza únicamente al empuje del suelo hacia las paredes del tanque como se observa en la figura 62.



Para el cálculo del empuje último del suelo se aplicó la ecuación de empuje activo que se indica a continuación, y cuyo valor corresponde a $q_{ut} = 2.18 \text{ T/m}^2$.

$$K_a = \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)^2$$

$$q_t = \gamma_s * \frac{H_{agua}}{K_a}$$

$$q_{ut} = q_t * \theta$$

Donde:

K_a = Empuje activo del suelo

Φ = Ángulo de fricción del suelo

q_t = Presión de tierra

γ_s = Peso específico del agua

H_{agua} = Altura del agua

q_{ut} = Presión última de tierra

θ = Coeficiente de mayoración

Con ayuda del programa estructural SAP 2000 (ver figura 63) se obtuvo los momentos que se indica en tabla 68.

Diagrama de momentos

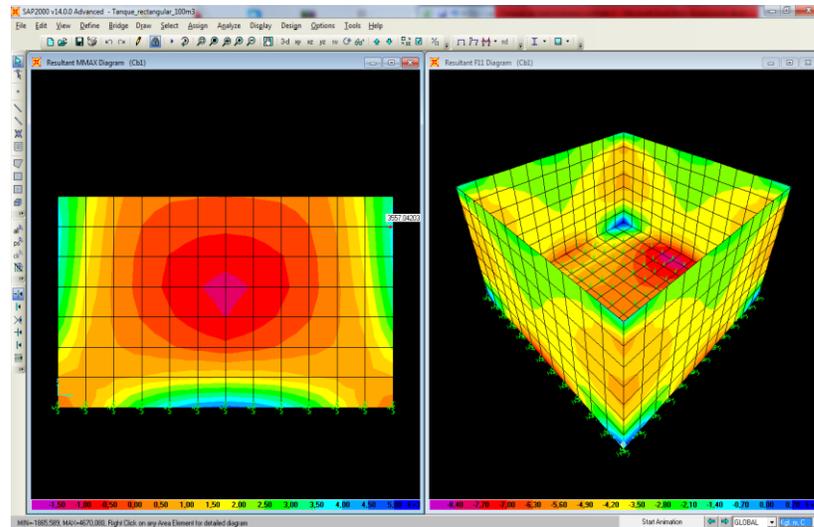


Figura 63. Momentos escenario tanque vacío.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Cálculo del acero de refuerzo

Para la determinación del acero de refuerzo longitudinal (positivo) se realiza el siguiente procedimiento:

Datos

$$M_u (+) = 3557.40 \text{ Kg-cm}$$

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.9$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 23 \text{ cm}$$

Momento positivo

Acero de refuerzo en flexión

Resistencia del hormigón

Factor de reducción de capacidad de carga

Base

Peralte efectivo

Determinación de la cantidad de armadura real:

$$A_s = \frac{0.85 * f'c * b * d}{Fy} * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{0.85 * \phi * f'c * b * d^2}} \right]$$

$$A_s = 4.18 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$\rho = 0.0018$$

Donde:

ρ : Ro real

Verificación de la armadura máxima permisible:

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{Fy} * \frac{0.003}{\frac{Fy}{Es} + 0.003}$$

$$\rho_b = 0.00213$$

Donde:

ρ_b : Ro balanceado

β_1 = Coeficiente

Fy : Acero de refuerzo en flexión

f'c : Resistencia del hormigón

Es : Módulo de elasticidad del acero

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.00159$$

Donde:

$\rho_{\text{máx}}$: Ro máximo

ρ_{b} : Ro balanceado

Verificación de la armadura mínima permisible:

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{F_y}$$

$$\rho_{\text{mín}} = 0.0033$$

Donde:

$\rho_{\text{mín}}$: Ro mínimo

F_y : Acero de refuerzo en flexión

$$A_{s \text{ mín}} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$A_{s \text{ mín}} = 7.67 \text{ cm}^2$$

Donde:

$A_{s \text{ mín}}$: Acero de refuerzo mínimo

$\rho_{\text{mín}}$: Ro mínimo

b : Base

d : Peralte efectivo

Nota: Para la determinación de la cantidad de acero de refuerzo longitudinal (negativo) se realizó el mismo procedimiento.

Una vez obtenido la cantidad de acero real y mínimo (ver tabla 68), se evidencia que el valor real no es suficiente para el diseño estructural, por lo que se debe armar con el valor de acero mínimo de 7.67 cm^2 .

Tabla 68.

Comparación de acero real con el mínimo permisible

Situación	Acero de refuerzo real positivo	Acero de refuerzo real negativo	Acero de refuerzo positivo (mínimo)	Acero de refuerzo negativo (mínimo)
	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)
Tanque vacío	4,18	1,29	7,67	7,67

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Los valores finales de acero de refuerzo para el diseño (ver anexo 10 cálculos estructurales) se indican en la tabla 69.

Tabla 69.

Momentos y acero de refuerzo escenario tanque vacío

Situación	Momento positivo	Momento negativo	Acero de refuerzo positivo	Acero de refuerzo negativo
	(Kg-m)	(Kg-m)	(cm ²)	(cm ²)
Tanque vacío	3557,40	1111,38	7,67	7,67

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

▪ **Tanque lleno**

En este escenario se analiza únicamente el empuje de la presión hidrostática del agua hacia las paredes del tanque como se observa en la figura 64.

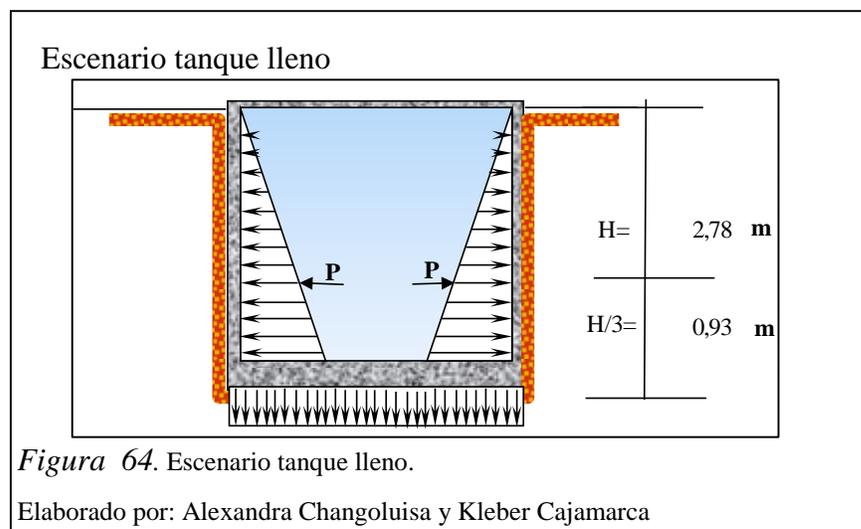


Figura 64. Escenario tanque lleno.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Para el cálculo de la presión hidrostática se aplicó la siguiente ecuación, cuyo valor es de $W_u = 2.78 \text{ T/m}^2$.

$$W_u = \gamma_{agua} * H_{agua}$$

Donde:

γ_{agua} : Peso específico del agua.

H_{agua} : Altura de agua en el tanque.

Con ayuda del programa estructural SAP 2000 (ver figura 65) se obtuvo los momentos y con éste valor se determinó la cantidad de acero de refuerzo longitudinal (ver anexo 10 cálculos estructurales), como se indica en tabla 70.

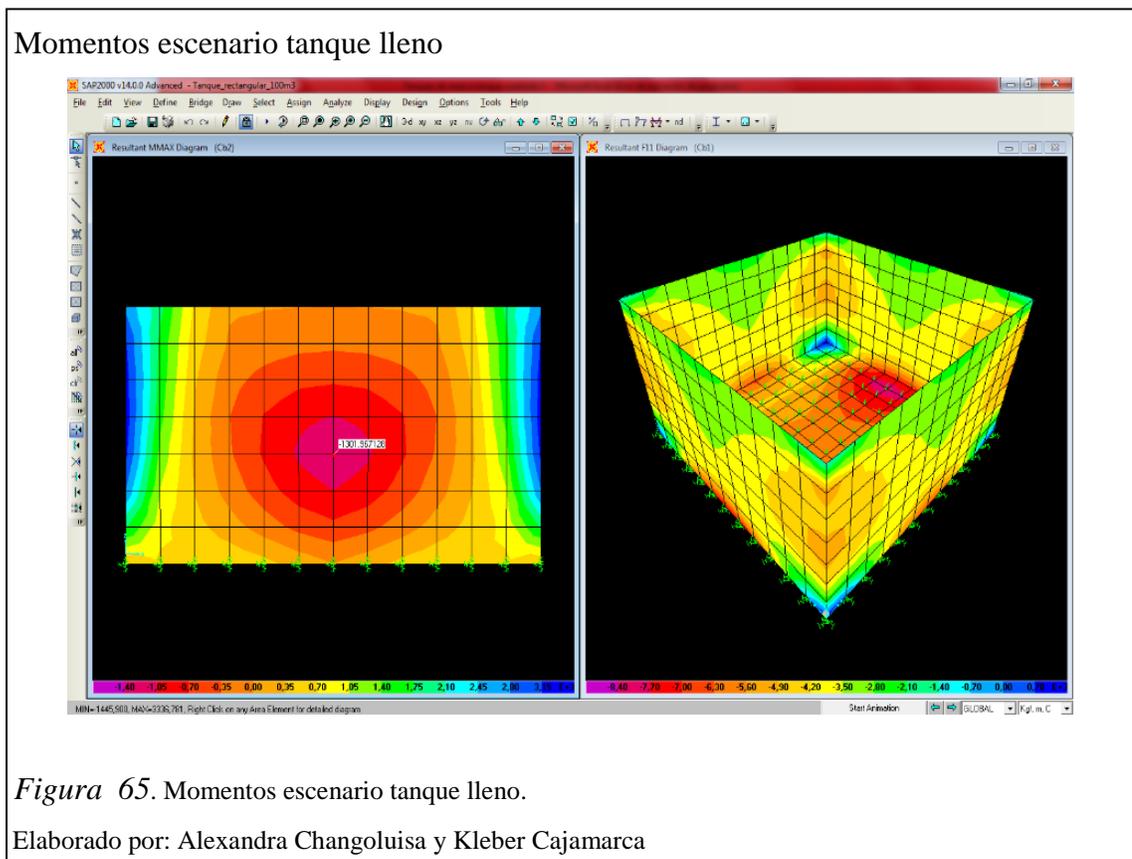


Tabla 70.

Momentos y acero de refuerzo escenario tanque lleno

Situación	Momento positivo (Kg-m)	Momento negativo (Kg-m)	Acero de refuerzo positivo (cm ²)	Acero de refuerzo negativo (cm ²)
Tanque lleno	3118,67	1301,96	7,67	7,67

Nota. Nec-11.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.1.5.3.1.1.2 Análisis sísmico

Los tanques cuyo fondo se encuentra apoyado directamente sobre la superficie del suelo o bajo ella, y los tanques cuyo fondo se encuentra apoyado sobre otros elementos estructurales, se diseñarán para resistir las fuerzas laterales utilizando el procedimiento descrito para estructuras rígidas, incluyendo todo el peso del tanque y el de su contenido. (Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2011, págs. 2-67)

Cortante basal

De acuerdo a la norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) se aplicó la siguiente ecuación:

$$V = \frac{I * S_a * W}{R * \phi_p * \phi_e}$$

Donde:

V = Cortante basal

I = Factor de importancia (ver figura 66)

W = Carga reactiva

S_a = Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño

R = Factor de reducción de respuesta estructural (ver figura 67)

Φ_p y Φ_e = Factores de configuración estructural en planta y elevación (ver figura 68)

Factor de importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 66. Factor de importancia de la estructura, Fuente: NEC-11 (CAP. 2-49)

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Factor de reducción de respuesta estructural

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Sistemas Duales	
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras, sean de hormigón o acero laminado en caliente.	7
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros portantes (que no clasifican como muros estructurales) de hormigón armado.	5
Pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5
Estructuras de mampostería reforzada o confinada.	3.5

Figura 67. Factor de reducción de respuesta estructural. Fuente: NEC-11 (CAP. 2-58)

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Factores de configuración estructural en planta y elevación

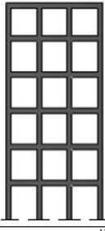
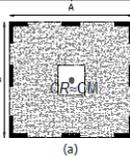
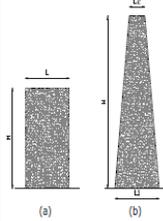
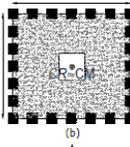
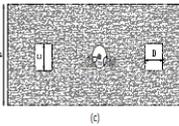
CONFIGURACIÓN RECOMENDADA			
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			
			

Figura 68. Factores de configuración estructural en planta y elevación. Fuente: NEC-11(CAP. 2-51)

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Distribución de fuerzas sísmicas laterales

Para calcular la distribución de las fuerzas sísmicas utilizamos ecuación que recomienda el NEC-11, como se observa en la figura 69.

$$V = \sum_{i=1}^n F_i ; V_x = \sum_{i=x}^n F_i ; F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$$

Donde:

V = Cortante total en la base de la estructura

V_x = Cortante total en el piso x de la estructura

F_i = Fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura

F_x = Fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura

n = Número de pisos de la estructura

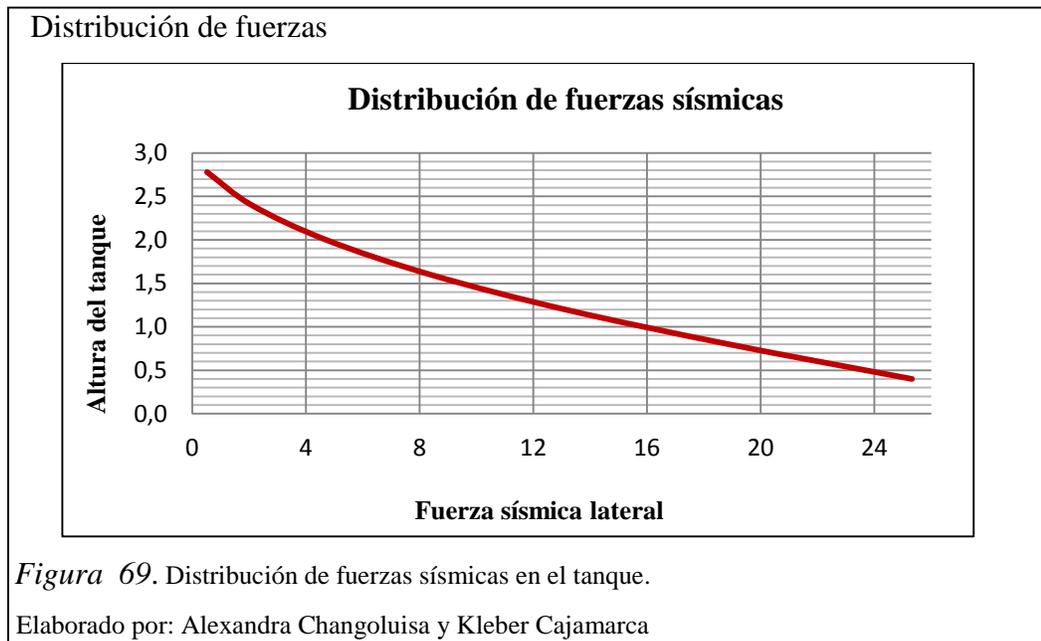
W_x = Peso asignado al piso o nivel x de la estructura siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente).

W_i = Peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W (incluye la fracción de la carga viva correspondiente).

h_x = Altura del piso x de la estructura

h_i = Altura del piso i de la estructura

k = Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T



Con ayuda del programa estructural SAP 2000 (ver figura 70) se obtuvo los momentos y con éste valor se determinó la cantidad de acero de refuerzo longitudinal (ver anexo 10 cálculos estructurales), como se indica en tabla 71.

Momentos escenario tanque lleno (análisis sísmico)

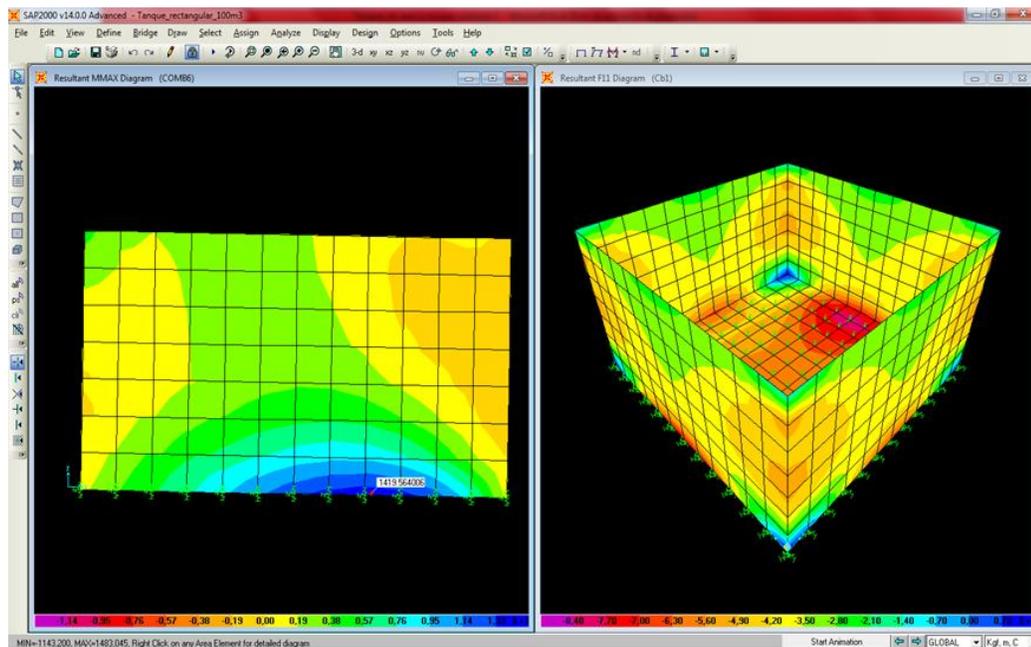


Figura 70. Momentos escenario tanque lleno (análisis sísmico).

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 71.

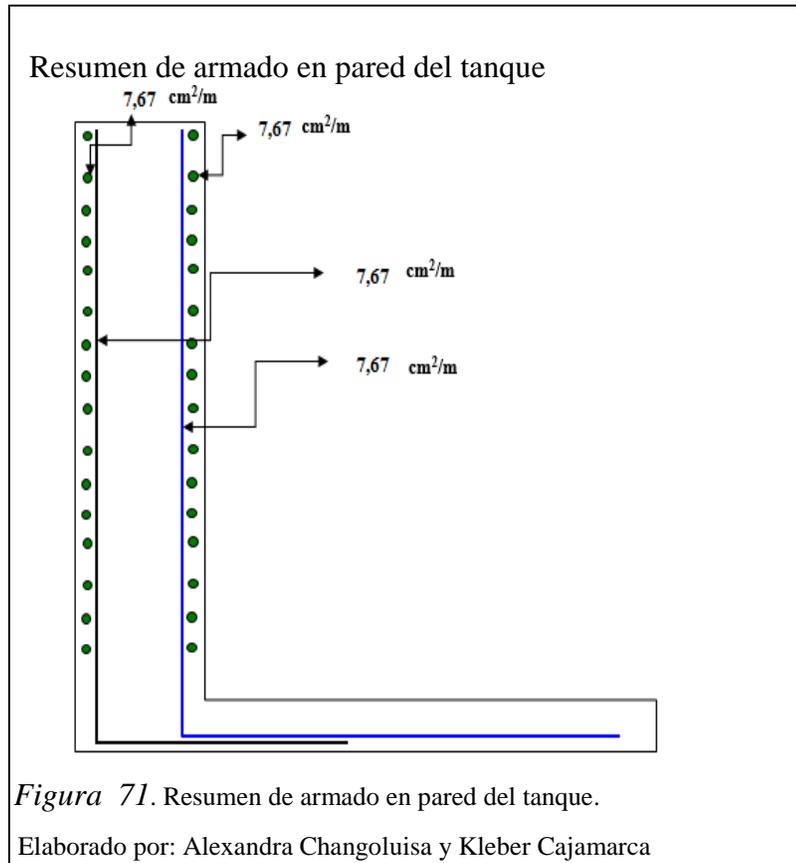
Momentos y acero de refuerzo escenario tanque lleno (análisis sísmico)

Situación	Cortante Basal (Ton)	Momento positivo (Kg-m)	Momento negativo (Kg-m)	Acero de refuerzo positivo (cm ²)	Acero de refuerzo negativo (cm ²)
Tanque lleno (Análisis sísmico)	25,30	1419,56	103,44	7,67	7,67

Nota. Ton= Toneladas.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

En la figura 71 se indica el armado de la pared del tanque de almacenamiento.



Losa superior del tanque

Con ayuda del programa estructural SAP 2000 (ver figura 72) se obtuvo los momentos y con éste valor se determinó la cantidad de acero de refuerzo longitudinal (ver anexo 10 cálculos estructurales), que se indica en tabla 72.

Momentos losa de cubierta del tanque

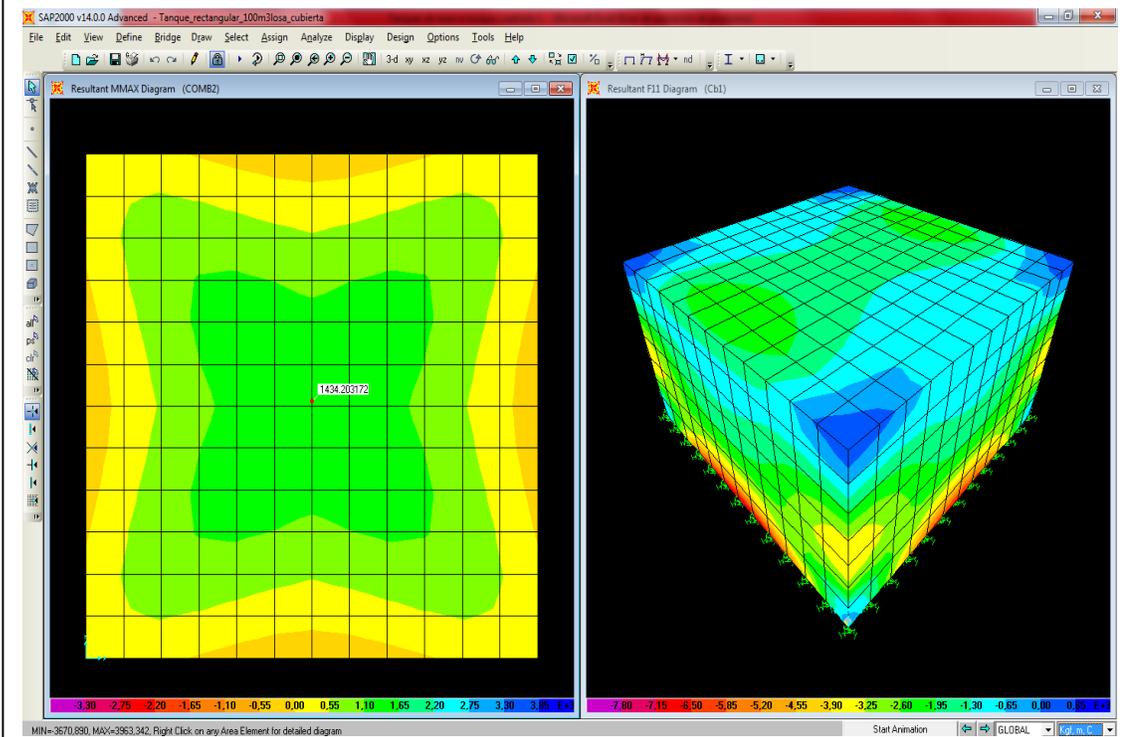


Figura 72. Momentos losa de cubierta del tanque.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

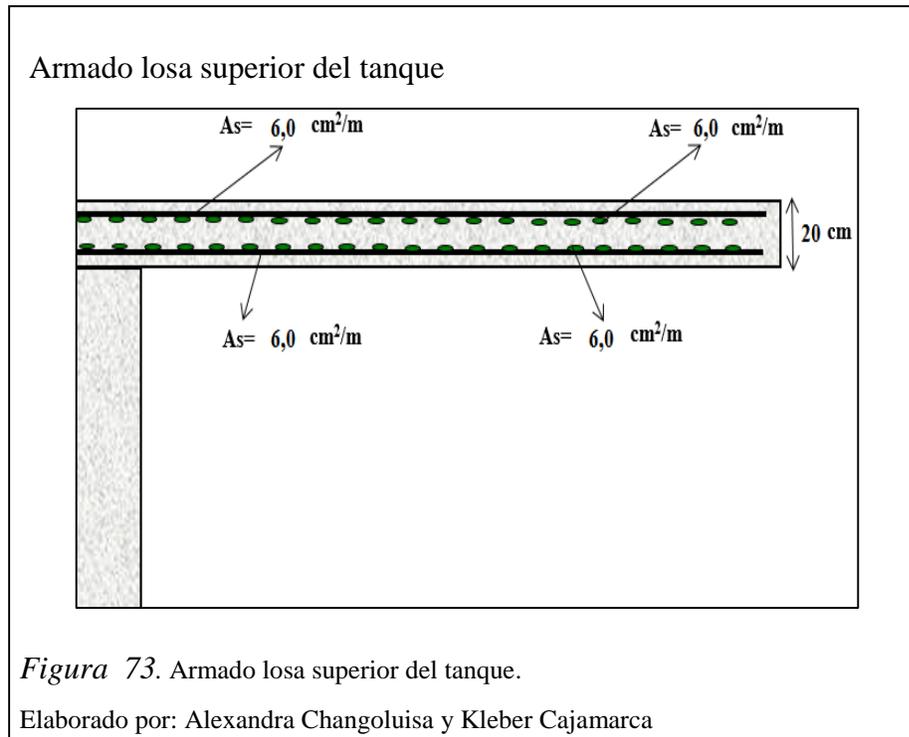
Tabla 72.

Cargas, momentos y acero de refuerzo losa superior del tanque

Elemento	Peso propio Kg/cm ²	Carga viva Kg/cm ²	Carga distribuida Kg/cm ²	Momento positivo (Kg-m)	Momento negativo (Kg-m)	Acero de refuerzo positivo (cm ²)	Acero de refuerzo negativo (cm ²)
Losa superior del tanque	480	250	730	1434,20	309,63	6,00	6,00

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

En la figura 73 se indica el armado de la losa superior del tanque de almacenamiento.



Losa inferior del tanque

Con ayuda del programa estructural SAP 2000 (ver figura 74) se obtuvo los momentos y con éste valor se determinó la cantidad de acero de refuerzo longitudinal (ver anexo 10 cálculos estructurales), que se indica en tabla 73.

Momentos losa inferior del tanque

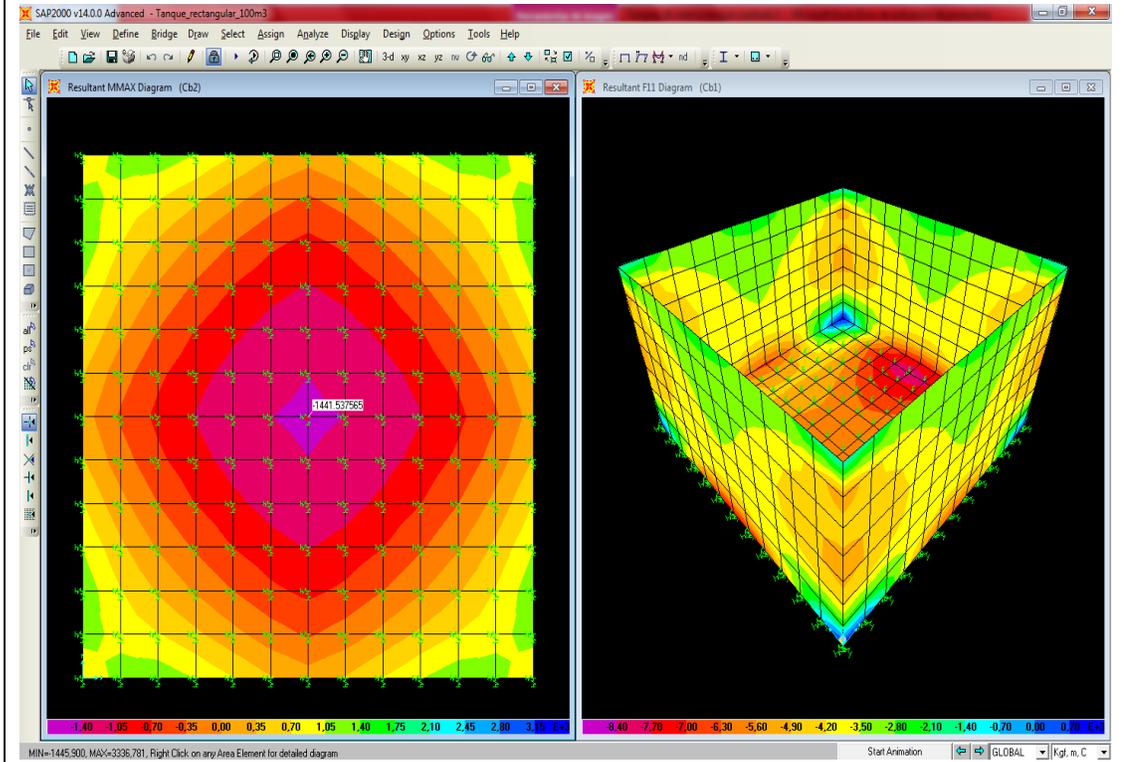


Figura 74. Momentos losa inferior del tanque.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

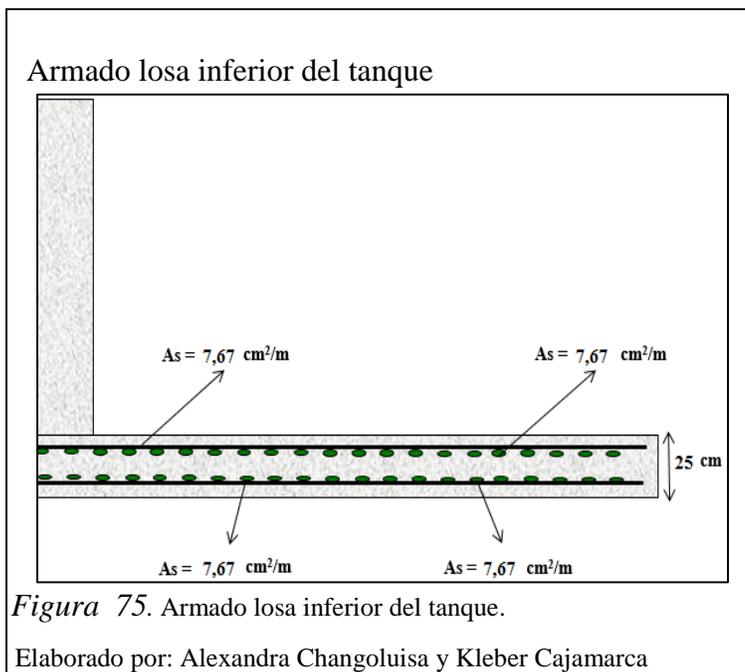
Tabla 73.

Cargas, momentos y acero de refuerzo losa inferior del tanque

Elemento	Peso propio del agua Kg/m ²	Peso propio del hormigón Kg/m ²	Carga distribuida Kg/cm ²	Carga mayorada Kg/cm ²	Momento positivo (Kg-m)	Momento negativo (Kg-m)	Acero de refuerzo positivo (cm ²)	Acero de refuerzo negativo (cm ²)
Losa inferior del tanque	27777,78	600,00	28377,78	3,97	158,36	1441,54	7,67	7,67

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

En la figura 75 se indica el armado de la losa inferior del tanque de reserva.



Columna central (dintel)

Mediante el diseño estructural (ver anexo 10 cálculos estructurales) se determinó la capacidad de la columna y la cantidad de acero refuerzo como se indica en tabla 74.

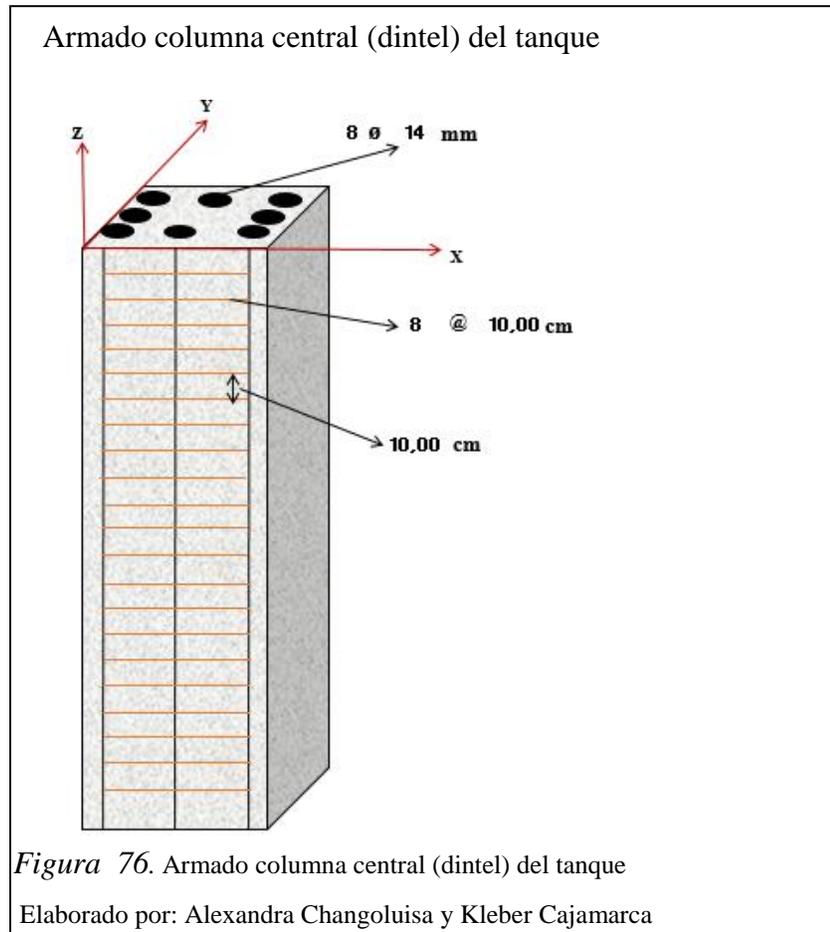
Tabla 74.

Cargas, momentos y acero de refuerzo columna central del tanque

Elemento	Carga muerta (Ton)	Carga viva (Ton)	Carga mayorada última (Ton)	Momento eje x-x (Kg-m)	Momento eje y-y (Kg-m)	Acero de refuerzo (cm ²)
Columna central (dintel)	17,28	9,00	39,49	0,10	0,10	144154

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

En la figura 76 se indica el armado de la columna central (dintel) del tanque de reserva.



En base al procedimiento anteriormente indicado, se realiza los planos estructurales de los elementos del tanque (ver anexo 2 planos).

4.1.5.3.2 Tanque de cloración

4.1.5.3.2.1 Sistema de tratamiento

Calidad del agua

La calidad de agua debe cumplir los parámetros que se indica en la tabla 75, cuyos valores de límites máximos permisibles están de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana y Norma Boliviana.

Tabla 75.

Comparación de parámetros de muestras con normas

Parámetros	Unidad	Norma NTE INEN 1108:2006 Limite máximo permisible	NB 512 Valor máximo aceptable	Quebrada Sosa 2 Muestras tomadas captación 1-9	Quebrada Sosa 1 Muestras tomadas captación 10-13	Estado
Físicos						
pH	----	6,50-8,50	6,50-9,00	7,84	8,06	Cumple
Cloro residual	mg/l	0,30-1,50	0,20-0,10	----	----	----
Conductividad	uS/cm	—	1500	82	52	Cumple
Solidos disueltos totales	mg/l	1000	1000	43	27	Cumple
Color	UTC	15	15	8	8	Cumple
Turbidez	NTU	5	5	1,32	1,19	Cumple
Metales						
Hierro	mg/l	0,3	0,3	0,06	0,082	Cumple
Arsénico	mg/l	0,01	0,05	<0,001	<0,001	Cumple
Manganeso	mg/l	0,1	0,1	<0,013	0,018	Cumple
Aluminio	mg/l	0,25	0,2	----	----	----
Cobre	mg/l	1	1	----	----	----
Inorgánicos						
Dureza total CaCo3	mg/l	300	500	27	43	Cumple
Cloruros	mg/l	250	250	0,231	0,23	Cumple
Sulfatos	mg/l	200	400	24,629	9,28	Cumple
Flúor (Fluoruro)	mg/l	1,5	1,5	0,395	0,415	Cumple
Microbiológicos						
Coliformes fecales	NMP/100ml	<2,00	<5,00	178,2	21,1	No aceptable
Coliformes Totales	NMP/100ml	<2,00	<5,00	>2419,6	424,5	No aceptable

Nota. pH= Potencial de hidrógeno Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006, Norma Boliviana NB 512

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

De acuerdo a la tabla 75 las muestras tomadas de agua cruda en las 13 captaciones (De la 1 a la 9 –Quebrada Sosa 2) y (De la 10 a la 13 – Quebrada Sosa 1), según el informe del laboratorio central de control de calidad de la EPMAPS-Q realizado el 27 de mayo de 2014 (ver anexo 9 informe calidad del agua) cumplen con los parámetros de calidad establecidos en las normas, a excepción de los parámetros microbiológicos que corresponden los coliformes fecales y totales.

Para cumplir este parámetro se realiza únicamente un tratamiento convencional (cloración), que sugiere la norma “Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente” (TULAS) del libro VI anexo 1 (ver tabla 76).

Tabla 76.

Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

Nota: Norma TULAS

A continuación se indica la caseta hipoclorador tipo (ver figura 77), ubicada sobre el tanque de almacenamiento cuadrado, que sugiere el departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q.

Caseta hipoclorador tipo

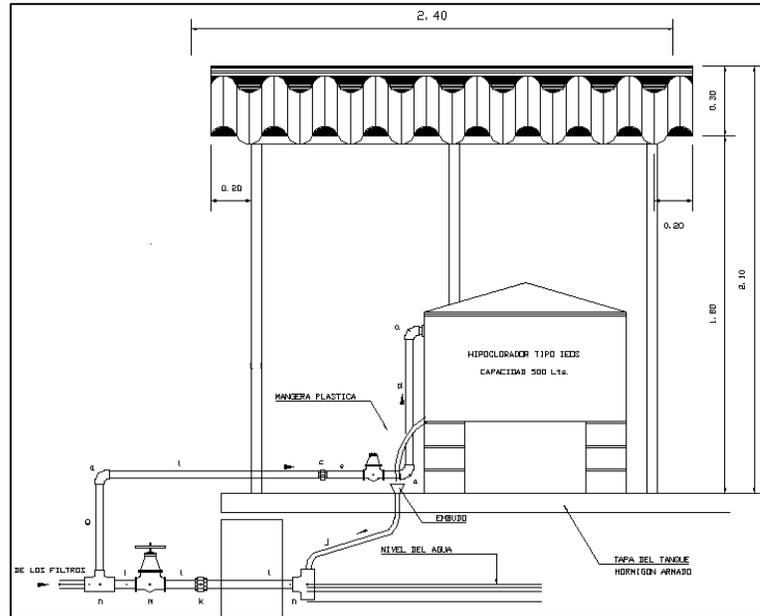


Figura 77. Caseta hipoclorador tipo EPMAPS-Q

Fuente: Departamento de diseño EPMAPS-Q

Para el proceso de cloración se utiliza hipoclorito de calcio y la metodología para el cálculo del tiempo de restitución, volumen del tanque hipoclorador y la velocidad de caída se indica a continuación:

Cálculo de hipoclorito de calcio

$$Q \text{ medio diario} = 4,12 \quad \text{l/s}$$

$$Q = 355,97 \quad \text{m}^3 / \text{d}$$

Cantidad necesaria de hipoclorito al día :

$$\text{Dosificación} = 2,00 \quad \text{ppm}$$

$$2,00 \quad \text{mg/l}$$

$$2,00 \quad \text{gr/m}^3$$

El resumen de los resultados obtenidos mediante la metodología anterior se indica en la tabla 77.

Tabla 77.

Parámetros para colocación del hipoclorito de calcio

Tipo de químico	Tiempo de restitución	Volumen del tanque hipoclorador (lt)	Velocidad de caída (m/s)
Hipoclorito de calcio	Cada 38 días	460,00	1,00

Nota. Departamento de diseño EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

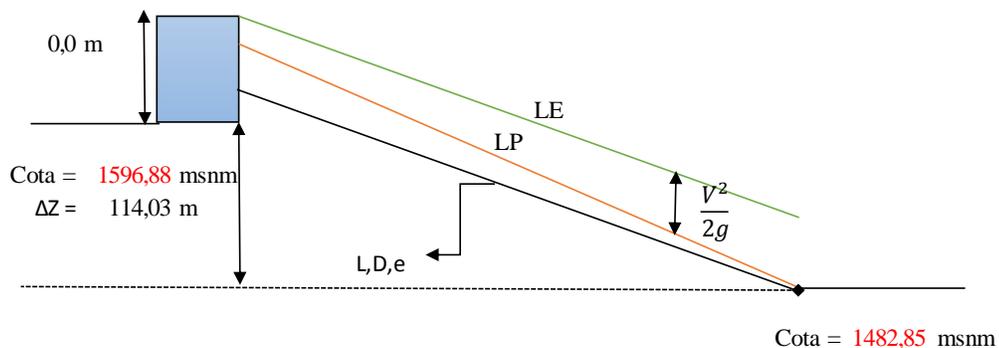
4.1.5.4 Sistema de conducción y distribución de agua potable

4.1.5.4.1 Línea de conducción

Para verificar las condiciones de la línea de conducción al final de la vida útil del sistema de agua potable se estimó con el caudal de 3.93 l/s para el tramo de la cámara rompe presión 2 y 3 mientras que para el tramo de la cámara rompe presión 1 se tomó con el caudal de 3.27 l/s cuyos valores se encuentran indicados en la tabla 59.

Posteriormente se calculó las pérdidas totales con la ecuación de Darcy-Weisbach (ver anexo 8 cálculos hidráulicos), puesto que la ecuación de Hazen-Williams no se aplica a tuberías con diámetro menor a 2 pulgadas, según la norma EPMAPS-Q.

Metodología de cálculo de pérdidas en línea de conducción para 2044



Donde:

LE : Línea de Energía

LP : Línea Piezométrica

Datos:

Q =	3,27	l/s	
L =	289,54	m	
Material =	PVC		
Diámetro =	50	mm	
$K_S =$	0,12	mm	Rugosidad de la tubería (mm)
$\gamma =$	1,00E-06	m ² /s	Viscosidad cinemática del agua
$g =$	9,81	m/s ²	
$K_1 =$	1		Coficiente de pérdidas locales
P =	1,25	MPa	Presión nominal del tubo
P =	127,42	m.c.a	

Ecuación de la energía

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_f$$

Cálculo de pérdidas por Darcy - Weisbach

$$h_f = \frac{f * (L * V^2)}{D * 2g}$$

Donde:

h_f : Pérdidas de carga distribuida o continua en m

f : Coeficiente de pérdidas de carga distribuida

L : Longitud de tubería en m

V : Velocidad media de flujo en m/s

D : Diámetro interno de la tubería en m

g : Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Ecuación número de Reynolds

$$Re = V * \frac{D}{\gamma}$$

Ecuación coeficiente de Colebrook

$$K = \frac{K_S}{D}$$

Donde:

Re : Número de Reynolds

K : Coeficiente de Colebrook

 γ : Viscosidad cinemática del agua (m²/s)

D : Diámetro interno de la tubería (m)

V : Velocidad media (m/s)

K_s : Rugosidad de la tubería (mm)**Datos:**

D = 0,05 m

L = 289,545 m

Q = 0,00327 m³/sK_s = 0,1235 mm γ = 1,00E-06 m²/sg = 9,81 m/s²**Procedimiento****Paso 1:** Determinación de la velocidad media

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

$$V = 1,665 \text{ m/s}$$

Paso 2: Determinación del coeficiente de rozamiento

$$Re = V * \frac{D}{\gamma}$$

$$Re = 8,30E+04$$

$$K = 0,00247$$

Determinación del valor de f del Diagrama de Moody

$$f = 0,1$$

Paso 3: Determinación de la pérdida de carga

$$h_f = \frac{f * (L * V^2)}{D * 2g}$$

$$h_f = 113,87 \text{ m} \quad \text{Solo pérdidas por fricción}$$

$$h_{f \text{ Total}} = 114,01 \text{ m}$$

$$Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_f$$

$$Z_1 = 114,03 \text{ m}$$

$$\frac{V_2^2}{2g} + \Sigma h_f = 114,01 \text{ m}$$

Nota: Para el cálculo hidráulico de los 2 tramos siguientes de la línea de conducción se sigue el mismo procedimiento indicado anteriormente.

En la tabla 78 y 79 se indica el resumen de los resultados obtenidos mediante la metodología de Darcy-Weisbach.

Tabla 78.

Pérdidas de carga en la línea de conducción año 2044

Recorrido		Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Δz (m)	Material	Densidad del agua (m^2/s)	Rugosidad de la tubería (mm)	Aceleración de la gravedad (m/s^2)	Coeficiente de pérdida locales (k_i)	Presión nominal del tubo (m.c.a)	Coeficiente de Darcy (f)	Pérdidas totales (m)	Situación
Desde	Hasta													
Captación 10 - 13	Cámara rompe presión 1	289,54	50	3,27	114,03	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	1	127,42	0,14	114,01	Cumple
Cámara rompe presión 1	Cámara rompe presión 2	539,79	50	3,93	122,85	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	0,5	127,42	0,06	122,58	Cumple
Cámara rompe presión 2	Cámara rompe presión 3	694,41	50	3,93	120,00	PVC	1,00E-06	0,12	9,81	0,5	127,42	0,04	119,91	Cumple
Cámara rompe presión 3	Tanque de distribución	1422,81	50	3,93	72,16	PVC	1,00E-06	0,06	9,81	0,5	127,42	0,02	71,80	Cumple

Nota. Δz = Diferencia de cotas

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 79.

Resumen de diámetros en la línea de conducción de acuerdo a parámetros hidráulicos

Recorrido		Material	Diámetro (mm)	Situación actual	Longitud (m)
Desde	Hasta				
Captaciones 13-12-11 y 10	Cámara rompe presión 1	PVC	50	Cumple	350,64
Captaciones 9-8-7-6-5-4-3-2 y 1	Cámara rompe presión 2	PVC	50	Cumple	1116,28
Cámara rompe presión 2	Cámara rompe presión 3	PVC	50	Cumple	694,41
Cámara rompe presión 3	Tanques de distribución	PVC	50	Cumple	1422,81
TOTAL					3584,13

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 78 y 79 todos los tramos de la línea de conducción cumplen los parámetros de diseño hidráulico.

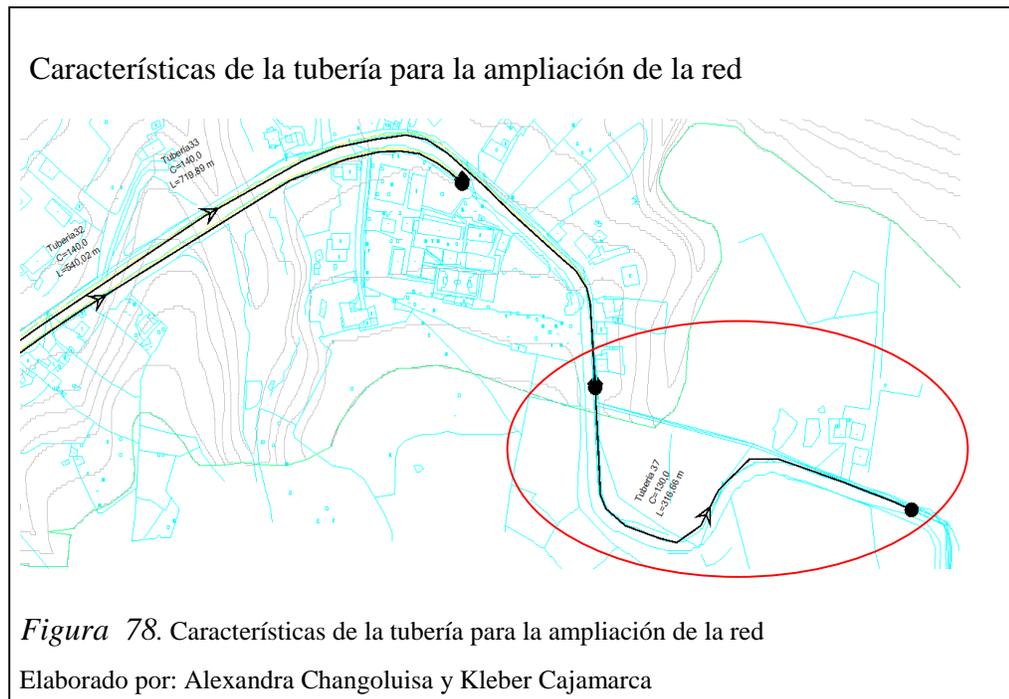
4.1.5.4.2 Red de distribución

La red de distribución cuenta con 8.18 Km de tubería PVC y diferentes diámetros como se indicó en la tabla 26, pero se va a incrementar la red en 316.66 m al barrio La Floresta donde existen 10 acometidas para disponer del servicio de agua potable, haciéndose un total 8.50 Km de red.

4.1.5.4.2.1 Modelo estático año 2044 con ampliación de la red

Para la modelación hidráulica se tomó la siguiente información:

Tuberías: Se asignó el nudo inicial, nudo final, longitud, coeficiente de Hazen-Williams, material y diámetro según la norma EPMAPS-Q (ver figura 78), como se indica en la tabla 80.



Nota: Las pérdidas de carga se calcularán según el método de Hazen-Williams, para efectos académicos se adjunta el cálculo por el método de Darcy-Weisbach (ver anexo 8 cálculos hidráulicos).

Tabla 80.

Datos de tuberías para el modelamiento con ampliación de la red

Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad <i>Hazen-Williams</i>	Material	Diámetro (mm)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63
Tubería2	N-13	N-12	7,15	140	PVC	50
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63
Tubería 37	IA019 (Boca de Fuego)	Nuevo (Boca de fuego)	316,66	130	PVC	50

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Nudos: Se asignó el nombre en cada nudo, la cota de ubicación y demanda, como se observa en la tabla 81.

Tabla 81.

Datos asignados en nudos para la modelación con ampliación de la red

Nº Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,77
N-13	1.129,64	0,06
N-9	1.126,18	0,12
N-12	1.128,55	0,79
N-23	1.119,91	0,15
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,83
N-28	1.134,92	0,03
N-29	1.136,54	0,05
N-16	1.129,40	0,09
N-17	1.126,16	0,08
N-25	1.129,76	0,16
N-26	1.128,42	0,06
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,94
N-15	1.132,35	0,09
N-10	1.128,27	0,17
N-11	1.125,80	0,15
N-07	1.120,74	0,09
N-05	1.080,33	0,10
N-04	1.089,94	0,04
N-33	1.141,99	0,05
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,87
N-08	1.120,00	0,13
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,79
N-30	1.135,16	0,17
N-22	1.125,58	0,06
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,82
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	0,96
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,27
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,57
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	0,98
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,72
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,91
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,90
Nuevo (Boca de fuego)	1.156,00	0,84

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

El reporte de datos obtenidos en las tuberías (ver figura 79 y 80) se indica en la tabla 81.

Reporte de la tubería para la ampliación de la red



Figura 79. Reporte de la tubería para la ampliación de la red

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Caiamarca

Reporte del nudo para la ampliación de la red

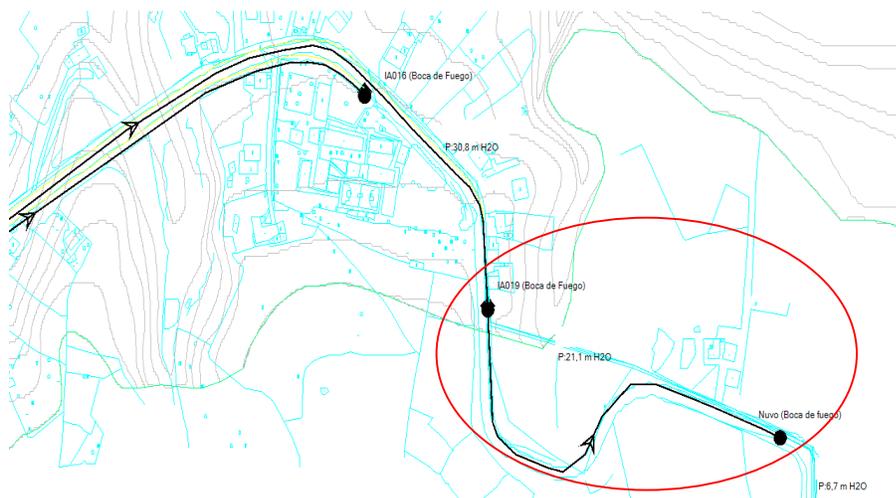


Figura 80. Reporte del nudo para la ampliación de la red

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 82.

Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red

Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad Hazen-Williams	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Situación	Solución (Abrir)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	0,87	Cumple	Cumple
Tubería2	N-13	N-12	7,15	140	PVC	50	0,21	No cumple	IA018 (Hidrante)
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,59	Cumple	Cumple
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,25	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,64	Cumple	Cumple
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,15	No cumple	IA043 (Boca de Fuego)
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,28	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,24	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	1,12	Cumple	Cumple
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,61	Cumple	Cumple
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,59	Cumple	Cumple
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	0,9	Cumple	Cumple
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	0,86	Cumple	Cumple
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,03	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	0,82	Cumple	Cumple
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,28	No cumple	IA043 (Boca de Fuego)
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,64	Cumple	Cumple
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,15	No cumple	IA003 (Boca de Fuego)
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,04	No cumple	IA003 (Boca de Fuego)
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,3	No cumple	IA003 (Boca de Fuego)
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,25	No cumple	IA003 (Boca de Fuego)
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,05	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	1,25	Cumple	Cumple
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	1,26	Cumple	Cumple
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01	No cumple	IA020 (Hidrante)
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,46	Cumple	Cumple
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	0,88	Cumple	Cumple
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	1,14	Cumple	Cumple
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,55	Cumple	Cumple
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,35	No cumple	IA018 (Hidrante)
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,18	No cumple	IA065 (Boca de Fuego)
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,31	No cumple	IA018 (Hidrante)
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,4	No cumple	IA018 (Hidrante)
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,29	No cumple	IA060 (Boca de Fuego)
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,29	No cumple	IB839 (Boca de Fuego)
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,49	Cumple	Cumple
Tubería 37	IA019 (Boca de Fuego)	Nuevo (Boca de fuego)	316,66	130	PVC	50	0,43	Cumple	Cumple

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 82 en ciertos tramos la velocidad mínima no cumple, ya que la velocidad obtenida va desde 0.01m/s hasta 1.25 m/s por lo que es necesario realizar un fogueo ya que velocidades bajas provoca que los sedimentos se acumulen al interior de las tuberías reduciendo su diámetro.

Para foguear la red se debe seguir los siguientes pasos.

- Notificar con anterioridad a los usuarios de la actividad a realizarse.
- El fogueo se iniciara a partir de las 21h con el fin de no ocasionar problemas en las horas de mayor demanda.

- Foguear un tramo a la vez y se debe determinar que hidrante o boca de fuego se va abrir.
- Aislar el tramo que va a hacer fogueado con ayuda de válvulas.
- Verificar que la presión sea lo suficiente para foguear la tubería por eso se debe elegir las bocas de fuego e hidrantes con mayor presión.
- Abrir el hidrante o boca de fuego lentamente para iniciar la descarga.
- Mantener abierto la boca de fuego o hidrante por 2 a 5 minutos.
- Realizar el registro de datos con relación al fogueo (olor y color del agua descargada).
- Tomar muestras de agua en el hidrante o boca de fuego para su posterior análisis de calidad del agua.
- Cuando el agua se torna clara, cierre lentamente la boca de fuego o hidrante.

El reporte de datos obtenidos en los nudos se observa en la tabla 83.

Tabla 83.

Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red

Nº Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H₂O)	Situación
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,77	1.167,21	37,40	Cumple
N-13	1.129,64	0,06	1.167,14	37,40	Cumple
N-9	1.126,18	0,12	1.167,58	41,30	Cumple
N-12	1.128,55	0,79	1.167,13	38,50	Cumple
N-23	1.119,91	0,15	1.164,68	44,70	Cumple
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,83	1.164,60	44,50	Cumple
N-28	1.134,92	0,03	1.163,99	29,00	Cumple
N-29	1.136,54	0,05	1.163,96	27,40	Cumple

N-16	1.129,40	0,09	1.167,63	38,20	Cumple
N-17	1.126,16	0,08	1.167,27	41,00	Cumple
N-25	1.129,76	0,16	1.164,04	34,20	Cumple
N-26	1.128,42	0,06	1.164,03	35,50	Cumple
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,94	1.163,92	28,90	Cumple
N-15	1.132,35	0,09	1.168,60	36,20	Cumple
N-10	1.128,27	0,17	1.167,91	39,60	Cumple
N-11	1.125,80	0,15	1.167,44	41,60	Cumple
N-07	1.120,74	0,09	1.167,11	46,30	Cumple
N-05	1.080,33	0,10	1.142,62	62,20	Cumple
N-04	1.089,94	0,04	1.141,59	51,50	Cumple
N-33	1.141,99	0,05	1.163,96	21,90	Cumple
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,87	1.163,87	37,80	Cumple
N-08	1.120,00	0,13	1.167,11	47,00	Cumple
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,79	1.142,44	60,90	Cumple
N-30	1.135,16	0,17	1.163,98	28,80	Cumple
N-22	1.125,58	0,06	1.164,68	39,00	Cumple
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,82	1.137,91	47,70	Cumple
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	0,96	1.165,71	49,90	Cumple
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,27	1.166,49	51,40	Cumple
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,57	1.163,36	63,00	Cumple
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	0,98	1.165,34	30,80	Cumple
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,72	1.164,11	21,10	Cumple
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,91	1.135,81	90,80	No cumple
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,90	1.139,82	34,80	Cumple
Nuevo (Boca de fuego)	1.156,00	0,84	1.162,73	6,70	Cumple

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 83 la presión mínima es de **6.70** (m H₂O) en el nudo adicional que según el departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q es aceptable. Mientras la presión máxima de **90.80** (m H₂O) en el boca de fuego IA060 que sobrepasa la permisible (**70.00** m H₂O) es aceptable para el diseño según la EPMAPS-Q.

4.1.5.4.2.2 Modelo dinámico año 2044 con ampliación de la red

De acuerdo al programa watercad la hora de mayor demanda es la 9 am y la de menor demanda es la 1am como se indica en la tabla 84 y 85.

Tabla 84.

Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red a máxima demanda 9 am

Valores para 9 H							
Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud (m)	Coefficiente de rugosidad Hazen-Williams	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	1,14
Tubería2	N-13	N-12	7,15	140	PVC	50	0,27
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,77
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,33
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,84
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,19
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,37
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,31
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	1,46
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,80
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,78
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	1,18
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	1,12
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,03
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	1,07
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,36
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,83
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,19
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,05
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,40
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,33
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,07
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	1,63
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	1,65
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,60
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	1,15
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	1,49
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,72
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,46
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,24
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,41
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,53
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,38
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,38
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,64
Tubería37	IA019 (Boca de Fuego)	Nuevo (Boca de fuego)	316,66	130	PVC	50	0,56

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 85.

Reporte de datos en tuberías con ampliación de la red a máxima demanda 1 am

Valores para 1 H							
Nº Tubería	Inicio	Final	Longitud	Coefficiente de rugosidad	Material	Diámetro	Velocidad
			(m)	Hazen-Williams		(mm)	(m/s)
Tubería1	IA017 (Hidrante)	N-13	4,45	140	PVC	63	0,53
Tubería2	N-13	N-12	7,15	140	PVC	50	0,13
Tubería3	N-23	IA020 (Hidrante)	18,05	140	PVC	90	0,36
Tubería4	N-28	N-29	26,24	140	PVC	90	0,15
Tubería5	N-16	N-17	44,52	140	PVC	63	0,39
Tubería6	N-25	N-26	46,79	140	PVC	90	0,09
Tubería7	N-25	N-28	47,06	140	PVC	90	0,17
Tubería8	N-29	IA044 (Hidrante)	53,25	140	PVC	90	0,14
Tubería9	N-15	IA017 (Hidrante)	62,03	140	PVC	63	0,68
Tubería10	N-11	N-12	63,38	140	PVC	90	0,37
Tubería11	N-9	N-07	67,01	140	PVC	63	0,36
Tubería12	N-15	N-10	69,48	140	PVC	90	0,55
Tubería13	N-05	N-04	75,65	140	PVC	63	0,52
Tubería14	N-29	N-33	77,18	140	PVC	50	0,02
Tubería15	N-15	N-16	77,41	140	PVC	63	0,50
Tubería16	N-26	IA043 (Boca de Fuego)	88,99	140	PVC	63	0,17
Tubería17	N-11	N-10	90,66	140	PVC	90	0,39
Tubería18	N-9	N-16	95,49	140	PVC	63	0,09
Tubería19	N-07	N-08	99,36	140	PVC	63	0,03
Tubería20	N-07	N-17	116,88	140	PVC	90	0,18
Tubería21	N-05	IA003 (Boca de Fuego)	128,68	140	PVC	63	0,15
Tubería22	N-28	N-30	124,80	140	PVC	63	0,03
Tubería23	T-2	N-15	149,19	140	PVC	110	0,76
Tubería24	N-23	T-1	179,35	140	PVC	63	0,77
Tubería25	N-22	N-23	187,77	140	PVC	90	0,01
Tubería26	IA020 (Hidrante)	N-25	198,98	140	PVC	90	0,28
Tubería27	N-04	IB838 (Boca de Fuego)	194,96	140	PVC	50	0,53
Tubería28	N-07	N-05	1051,72	140	PVC	63	0,69
Tubería29	N-12	IA042 (Boca de Fuego)	354,04	140	PVC	90	0,34
Tubería30	N-13	IA018 (Hidrante)	369,76	140	PVC	90	0,21
Tubería31	IA065 (Boca de Fuego)	IA044 (Hidrante)	713,12	140	PVC	63	0,11
Tubería32	IA018 (Hidrante)	IA016 (Boca de Fuego)	540,02	140	PVC	63	0,19
Tubería33	IA042 (Boca de Fuego)	IA019 (Boca de Fuego)	719,89	140	PVC	90	0,24
Tubería34	IA060 (Boca de Fuego)	IB838 (Boca de Fuego)	1129,96	140	PVC	63	0,18
Tubería35	N-04	IB839 (Boca de Fuego)	967,66	140	PVC	63	0,17
Tubería36	N-10	N-9	69,65	140	PVC	63	0,29
Tubería 37	IA019 (Boca de Fuego)	Nuevo (Boca de fuego)	316,66	130	PVC	50	0,26

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

El reporte de datos en los nudos se observa en la tabla 86 y 87 para la 9 am y 1 am respectivamente.

Tabla 86.

Reporte de datos en nudos con ampliación de la red a máxima demanda 9 am

Valores para 9 H				
Nº Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H ₂ O)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	1,01	1.165,70	35,90
N-13	1.129,64	0,08	1.165,59	35,90
N-9	1.126,18	0,16	1.166,31	40,00
N-12	1.128,55	1,03	1.165,58	37,00
N-23	1.119,91	0,20	1.161,76	41,80
IA020 (Hidrante)	1.120,00	1,09	1.161,62	41,50
N-28	1.134,92	0,04	1.160,62	25,60
N-29	1.136,54	0,07	1.160,58	24,00
N-16	1.129,40	0,12	1.166,39	36,90
N-17	1.126,16	0,11	1.165,80	39,60
N-25	1.129,76	0,21	1.160,71	30,90
N-26	1.128,42	0,08	1.160,68	32,20
IA044 (Hidrante)	1.134,96	1,23	1.160,50	25,50
N-15	1.132,35	0,12	1.167,99	35,60
N-10	1.128,27	0,22	1.166,86	38,50
N-11	1.125,80	0,20	1.166,08	40,20
N-07	1.120,74	0,12	1.165,54	44,70
N-05	1.080,33	0,13	1.125,33	44,90
N-04	1.089,94	0,05	1.123,64	33,60
N-33	1.141,99	0,07	1.160,57	18,60
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	1,14	1.160,43	34,40
N-08	1.120,00	0,17	1.165,54	45,40
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	1,03	1.125,03	43,50
N-30	1.135,16	0,22	1.160,60	25,40
N-22	1.125,58	0,08	1.161,76	36,10
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	1,07	1.117,60	27,40
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	1,26	1.163,25	47,40
IA018 (Hidrante)	1.115,00	1,66	1.164,53	49,40
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,75	1.159,59	59,30
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	1,28	1.162,64	28,10
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	2,25	1.160,62	17,60
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	1,19	1.114,14	69,20
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	1,18	1.120,74	15,70
Nuevo (Boca de fuego)	1.156,00	1,10	1.157,66	1,70

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Tabla 87.

Reporte de datos en nudos con ampliación de la red a máxima demanda 1 am

Valores para 1 H				
Nº Nudo	Elevación (m)	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (m H2O)
IA017 (Hidrante)	1.129,74	0,47	1.170,10	40,30
N-13	1.129,64	0,04	1.170,08	40,40
N-9	1.126,18	0,07	1.170,25	44,00
N-12	1.128,55	0,48	1.170,07	41,40
N-23	1.119,91	0,09	1.168,04	48,00
IA020 (Hidrante)	1.120,00	0,50	1.168,01	47,90
N-28	1.134,92	0,02	1.167,76	32,80
N-29	1.136,54	0,03	1.167,75	31,10
N-16	1.129,40	0,06	1.170,27	40,80
N-17	1.126,16	0,05	1.170,13	43,90
N-25	1.129,76	0,10	1.167,78	38,00
N-26	1.128,42	0,04	1.167,78	39,30
IA044 (Hidrante)	1.134,96	0,57	1.167,74	32,70
N-15	1.132,35	0,06	1.170,65	38,20
N-10	1.128,27	0,10	1.170,38	42,00
N-11	1.125,80	0,09	1.170,19	44,30
N-07	1.120,74	0,06	1.170,07	49,20
N-05	1.080,33	0,06	1.160,38	79,90
N-04	1.089,94	0,02	1.159,97	69,90
N-33	1.141,99	0,03	1.167,75	25,70
IA043 (Boca de Fuego)	1.125,99	0,53	1.167,72	41,60
N-08	1.120,00	0,08	1.170,06	50,00
IA003 (Boca de Fuego)	1.081,44	0,48	1.160,31	78,70
N-30	1.135,16	0,10	1.167,76	32,50
N-22	1.125,58	0,04	1.168,04	42,40
IB838 (Boca de Fuego)	1.090,11	0,50	1.158,52	68,30
IA042 (Boca de Fuego)	1.115,71	0,58	1.169,51	53,70
IA018 (Hidrante)	1.115,00	0,77	1.169,82	54,70
IA065 (Boca de Fuego)	1.100,21	0,35	1.167,51	67,20
IA016 (Boca de Fuego)	1.134,46	0,59	1.169,36	34,80
IA019 (Boca de Fuego)	1.142,93	1,04	1.168,88	25,90
IA060 (Boca de Fuego)	1.044,84	0,55	1.157,68	112,60
IB839 (Boca de Fuego)	1.105,00	0,55	1.159,27	54,20
Nuevo (Boca de fuego)	1.156,00	0,51	1.168,17	12,10

Nota. N=Nudo, IA o IB=Código hidrante o boca de fuego. Fuente: EPMAPS-Q.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.2 Viabilidad económica y financiera

El proyecto en mención es de tipo social, ya que no genera beneficios económicos y tampoco ganancias o utilidades, por lo que se realiza únicamente el análisis económico que corresponde a este tipo de proyectos.

4.2.1 Supuestos

- Para el análisis económico del proyecto se tomó una tasa de descuento del 12 % que recomienda el Banco Central.
- Para cuantificar los beneficios se tomó los indicadores de la línea base del proyecto.
- Para cuantificar los costos de operación y mantenimiento (mano de obra, herramientas y materiales) a lo largo de la vida útil del proyecto, se tomó un incremento de los gastos en un 4% cada 5 años.

4.2.2 Identificación, cuantificación y valoración de ingresos, beneficios y costos (inversión, operación y mantenimiento)

4.2.2.1 Ingresos por acometidas domiciliarias y servicio de agua potable

- El proyecto contempla 36 conexiones domiciliarias a lo largo de la vida útil del proyecto (30 años), y el costo de implementación de cada acometida corresponde a 186.35 dólares.
- El costo por metro cúbico de agua potable corresponde a 0.31 dólares, que se realiza mensualmente mediante la carta de recaudación de agua potable.

En la tabla 88 se indica el valor total de los ingresos antes mencionados.

Tabla 88.

Ingresos del proyecto

Período	Año	Población (hab)	Consumo de agua (m ³ /hab)	Ingreso agua potable (dólares)	Acometidas domiciliarias (dólares)	Total Ingreso (dólares)
0	2014	978	0,00	0,00	0,00	0,00
1	2015	981	57303,68	17956,87	2200,21	20157,08
2	2016	984	57492,78	18016,13	150,85	18166,98
3	2017	988	57682,51	18075,58	151,35	18226,93
4	2018	991	57872,86	18135,23	151,85	18287,08
5	2019	994	58063,84	18195,08	152,35	18347,43

6	2020	998	58255,45	18255,12	152,85	18407,97
7	2021	1001	58447,69	18315,36	153,36	18468,72
8	2022	1004	58640,57	18375,80	153,86	18529,67
9	2023	1007	58834,09	18436,44	154,37	18590,81
10	2024	1011	59028,24	18497,28	154,88	18652,16
11	2025	1014	59223,03	18558,32	155,39	18713,72
12	2026	1017	59418,47	18619,57	155,91	18775,47
13	2027	1021	59614,55	18681,01	156,42	18837,43
14	2028	1024	59811,28	18742,66	156,94	18899,59
15	2029	1028	60008,65	18804,51	157,45	18961,96
16	2030	1031	60206,68	18866,56	157,97	19024,54
17	2031	1034	60405,36	18928,82	158,49	19087,32
18	2032	1038	60604,70	18991,29	159,02	19150,31
19	2033	1041	60804,70	19053,96	159,54	19213,50
20	2034	1045	61005,35	19116,84	160,07	19276,91
21	2035	1048	61206,67	19179,92	160,60	19340,52
22	2036	1052	61408,65	19243,22	161,13	19404,34
23	2037	1055	61611,30	19306,72	161,66	19468,38
24	2038	1058	61814,62	19370,43	162,19	19532,62
25	2039	1062	62018,61	19434,35	162,73	19597,08
26	2040	1065	62223,27	19498,49	163,26	19661,75
27	2041	1069	62428,61	19562,83	163,80	19726,64
28	2042	1073	62634,62	19627,39	164,34	19791,73
29	2043	1076	62841,31	19692,16	164,89	19857,05
30	2044	1080	63048,69	19757,14	165,43	19922,57
TOTAL				565295,07	6783,18	572078,25

Nota. Hab= habitantes.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.2.2.2 Beneficios valorados

La estimación de los beneficios sociales del proyecto, se cuantifico para el ahorro en salud y el incremento turístico en la parroquia, como se observa en la tabla 89.

Tabla 89.

Beneficios valorados del proyecto

Período	Año	Población efectiva (hab)	Población problemas salud (hab)	Población acude al médico (hab)	Consulta médica (USD)	Receta médica (USD)	Exámenes de laboratorio (USD)	Aceptación Turística (USD)	TOTAL (USD)
1	2015	981	81	82	1230,00	2460,00	820,00	490,61	5000,61
2	2016	984	82	82	1230,00	2460,00	820,00	492,23	5002,23
3	2017	988	82	82	1230,00	2460,00	820,00	493,86	5003,86
4	2018	991	82	83	1245,00	2490,00	830,00	495,49	5060,49
5	2019	994	82	83	1245,00	2490,00	830,00	497,12	5062,12

6	2020	998	83	83	1245,00	2490,00	830,00	498,76	5063,76
7	2021	1001	83	83	1245,00	2490,00	830,00	500,41	5065,41
8	2022	1004	83	84	1260,00	2520,00	840,00	502,06	5122,06
9	2023	1007	83	84	1260,00	2520,00	840,00	503,72	5123,72
10	2024	1011	84	84	1260,00	2520,00	840,00	505,38	5125,38
11	2025	1014	84	84	1260,00	2520,00	840,00	507,05	5127,05
12	2026	1017	84	85	1275,00	2550,00	850,00	508,72	5183,72
13	2027	1021	85	85	1275,00	2550,00	850,00	510,40	5185,40
14	2028	1024	85	85	1275,00	2550,00	850,00	512,08	5187,08
15	2029	1028	85	86	1290,00	2580,00	860,00	513,77	5243,77
16	2030	1031	85	86	1290,00	2580,00	860,00	515,47	5245,47
17	2031	1034	86	86	1290,00	2580,00	860,00	517,17	5247,17
18	2032	1038	86	86	1290,00	2580,00	860,00	518,88	5248,88
19	2033	1041	86	87	1305,00	2610,00	870,00	520,59	5305,59
20	2034	1045	86	87	1305,00	2610,00	870,00	522,31	5307,31
21	2035	1048	87	87	1305,00	2610,00	870,00	524,03	5309,03
22	2036	1052	87	88	1320,00	2640,00	880,00	525,76	5365,76
23	2037	1055	87	88	1320,00	2640,00	880,00	527,49	5367,49
24	2038	1058	88	88	1320,00	2640,00	880,00	529,23	5369,23
25	2039	1062	88	88	1320,00	2640,00	880,00	530,98	5370,98
26	2040	1065	88	89	1335,00	2670,00	890,00	532,73	5427,73
27	2041	1069	89	89	1335,00	2670,00	890,00	534,49	5429,49
28	2042	1073	89	89	1335,00	2670,00	890,00	536,26	5431,26
29	2043	1076	89	90	1350,00	2700,00	900,00	538,02	5488,02
30	2044	1080	89	90	1350,00	2700,00	900,00	539,80	5489,80
TOTAL					38595,00	77190,00	25730,00	15444,87	156959,87

Nota. Hab= habitantes.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.2.2.3 Costos de inversión, operación y mantenimiento

4.2.2.3.1 Costos de inversión inicial

Los costos por mejoramiento y/o diseño de los elementos del sistema de agua potable no incluye el impuesto al valor agregado (IVA), como se indican en la tabla 90.

Tabla 90.

Costo inversión inicial del proyecto

Componentes/Rubros	FUENTES DE FINANCIAMIENTO (dólares)						TOTAL
	Externas		Internas				
	Crédito	Cooperación	Crédito	Fiscales	R. Propios	A. Comunidad	
CA01 MODULO 1: CAPTACIÓN							
1. 1	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (ROCA)					15,18	15,18
1. 2	EXCAVACION A MANO EN FANGO					23,00	23,00
1. 3	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$					130,91	130,91
1. 4	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)					96,16	96,16
1. 5	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					555,68	555,68
1. 6	PINTURA ANTICORROSIVA					68,38	68,38
1. 7	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					1596,79	1596,79
1. 8	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					4992,91	4992,91
1. 9	CANDADO NIQUELADO					234,00	234,00
1. 10	LIMPIEZA DE CAPTACIONES (ARENAS Y LODOS)					5,58	5,58
CA02 MODULO 2: CÁMARAS ROMPE PRESIÓN							
2. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					100,52	100,52
2. 2	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					60,76	60,76
2. 3	ACARREO MANUAL MATERIAL 1000m					405,60	405,60
2. 4	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$					392,73	392,73
2. 5	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)					192,32	192,32
2. 6	PUERTA MALLA 50/10 TUBO 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					337,20	337,20
2. 7	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)					513,33	513,33
2. 8	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)					85,10	85,10
2. 9	PULIDO PAREDES INTERIORES					50,46	50,46
2. 10	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					88,32	88,32
2. 11	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					368,49	368,49
2. 12	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					1152,21	1152,21
2. 13	CANDADO NIQUELADO					72,00	72,00
2. 14	MALLA EN CERRAMIENTO (PROVISION, MONTAJE Y PINTURA) TRIPLE GALVANIZADO					1149,85	1149,85
CA03 MODULO 3: LINEA DE CONDUCCION							
3. 1	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)					340,40	340,40
CA04 MODULO 4: TANQUE DE RESERVA DE 100 M3							
4. 1	REPLANTEO Y NIVELACION					123,67	123,67
4. 2	DESBROCE Y LIMPIEZA					242,06	242,06
4. 3	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					272,84	272,84
4. 4	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)					436,90	436,90
4. 5	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					425,32	425,32
4. 6	RELLENO CON GRAVA					874,31	874,31
4. 7	DESALOJO DE MATERIAL 5KM CARGADO MANUAL					112,32	112,32
4. 8	ACERO REFUERZO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)					11576,14	11576,14
4. 9	MALLA ELECTROSOLDADA 4.15					137,02	137,02
4. 10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GUIAS DE PARED					207,48	207,48
4. 11	ENCOFRADO/DESENCOFRADO PAREDES 2 LADOS (TANQUE)					3761,77	3761,77
4. 12	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA DE FONDO (BORDES)					147,42	147,42
4. 13	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA SUPERIOR (TANQUE)					786,29	786,29
4. 14	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA					135,94	135,94
4. 15	ENCOFRADO/DESENCOFRADO BORDILLOS 2 LADOS					133,64	133,64
4. 16	ENCOFRADO/DESENCOFRADO COLUMNAS					61,68	61,68
4. 17	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GRADAS					116,28	116,28
4. 18	HORMIGON SIMPLE $f_c=180\text{ kg/cm}^2$					507,76	507,76
4. 19	HORMIGON SIMPLE LOSA FONDO TANQUE $f_c=210\text{ KG/CM}^2$					2085,56	2085,56
4. 20	HORMIGON SIMPLE PAREDES TANQUE $f_c=210\text{ KG/CM}^2$					3637,92	3637,92

4. 21	HORMIGON SIMPLE LOSA SUPERIOR TANQUE f _c =210 KG/CM2					1338,00		1338,00
4. 22	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f _c =210 KG/CM2					151,12		151,12
4. 23	HORMIGON SIMPLE ESCALERAS f _c =210 KG/CM2					614,84		614,84
4. 24	HORMIGON SIMPLE BORDILLO 50, 15 (f _c =180KG/CM2)					653,12		653,12
4. 25	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f _c =180KG/CM2					498,08		498,08
4. 26	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 15 CM					163,37		163,37
4. 27	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 18 CM					536,16		536,16
4. 28	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA					317,83		317,83
4. 29	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)					251,04		251,04
4. 30	ADOQUINADO (F _C =300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO					1001,66		1001,66
4. 31	LETRA TOL GALVANIZADA E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)					255,96		255,96
4. 32	LOGOTIPO TOL GALVANIZADO E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)					69,26		69,26
4. 33	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)					65,28		65,28
4. 34	PUERTA TOOL DOBLADO CON MARCO (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					212,97		212,97
4. 35	VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					65,86		65,86
4. 36	PASAMANOS TUBO HG 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					35,38		35,38
4. 37	REGLETA LIMNIMETRICA HF/ACERO INOX. (PROVISION Y MONTAJE)					220,56		220,56
4. 38	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)					171,11		171,11
4. 39	ENCAMADO TUBERIAS MATERIAL FINO					42,94		42,94
4. 40	ESTRIBO DE VARILLA 18MM GALVANIZADO EN CALIENTE (TANQUE) (PROVISION Y MONTAJE)					179,17		179,17
4. 41	ENLUCIDO VERTICAL TARRAJEADO					29,88		29,88
4. 42	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO					381,34		381,34
4. 43	PULIDO PAREDES INTERIORES					128,76		128,76
4. 44	ENLUCIDO HORIZONTAL LISO					137,64		137,64
4. 45	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					566,72		566,72
4. 46	PINTURA CAUCHO INTERIOR					164,68		164,68
4. 47	PINTURA ESMALTE DE TUBOS, PIEZAS, VALVULA, UNIONES					74,29		74,29
Material Hidraulico								
4. 48	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					240,64		240,64
4. 49	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 03" (MAT/TRANS/INST)					188,40		188,40
4. 50	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 04" (MAT/TRANS/INST)					487,71		487,71
4. 51	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 06" (MAT/TRANS/INST)					636,23		636,23
4. 52	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 110mm (MAT/TRANS)					253,75		253,75
4. 53	CODO ACERO 02">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					319,68		319,68
4. 54	CODO ACERO 03">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					70,08		70,08
4. 55	CODO ACERO 04">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					378,25		378,25
4. 56	CODO ACERO 06">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					337,53		337,53
4. 57	TEE ACERO 04X04X04" (MAT/REC/TRANS/INST)					94,28		94,28
4. 58	TAPON ACERO 04" (MAT/REC/TRANS/INST)					53,17		53,17
4. 59	TAPON ACERO 06" (MAT/REC/TRANS/INST)					216,43		216,43
4. 60	VENTOSA ACERO D=2" (MAT/REC/TRANS/INST)					92,30		92,30
4. 61	VALVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)					219,67		219,67
4. 62	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					768,14		768,14
4. 63	VALVULA MARIPOSA 04" (MAT/TRANS/INST)					842,14		842,14
4. 64	VALVULA ALTITUD 02" (MAT/TRANS/INST)					727,40		727,40
4. 65	UNION DRESSER SIMETRICA 04" (MAT/TRANS/INST)					958,80		958,80
4. 66	UNION DRESSER SIMETRICA 06" (MAT/TRANS/INST)					427,80		427,80
4. 67	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)					276,20		276,20
4. 68	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)					234,20		234,20
4. 69	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)					958,80		958,80
4. 70	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)					342,24		342,24
4. 71	PASAMUROS ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)					40,91		40,91
4. 72	PASAMUROS ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)					81,60		81,60
4. 73	PASAMUROS ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)					133,14		133,14
4. 74	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"					27,25		27,25
4. 75	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 04"					114,90		114,90
4. 76	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 06"					47,00		47,00
4. 77	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"					27,25		27,25
4. 78	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 04"					114,90		114,90
4. 79	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 06"					37,60		37,60
4. 80	MEDIDOR ELECTROMAGNETICO 04" INCL. CONTROL, INSTRUMENTACION, PROTECCION Y PUESTA EN MARCHA (MAT/TRANS/INST)					8206,37		8206,37

4. 81	INDICADOR NIVEL CHANUL					79,80		79,80
4. 82	CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A.					93,95		93,95
4. 83	SUMIDERO CALZADA CERCO/REJILLA HF (PROVISION Y MONTAJE)					148,36		148,36
4. 84	SUMIDERO CALZADA (TAZA) SIN REJILLA (PROVISION Y MONTAJE)					28,36		28,36
4. 85	REJILLA 1.50x0.80 CON PATAS Y CERCO					264,59		264,59
4. 86	BAJANTE AGUA LLUVIA PVC 110MM					36,47		36,47
4. 87	SUMIDERO PISO 4", INCLUYE REJILLA Y ACC.					56,86		56,86
4. 88	SUMIDERO DE JARDIN PVC 110					4,21		4,21
4. 89	TOMACORRIENTE DOBLE 2#10 T.CONDUIT EMT. 1/2" (SE PAGARA POR punto)					40,16		40,16
4. 90	TABLERO Y BREAKERS 2-4 PTS-INCLUYE INSTALACION					73,70		73,70
4. 91	ACOMETIDA ELECTRICA (3#10TW)					7,36		7,36
4. 92	ILUMINACION CABLE SOLIDO N#12 CONDUIT EMT 1/2" (SE PAGARA POR punto)					59,36		59,36
4. 93	INDEMNIZACION POR PERDIDA DE SEMBRIO					1089,60		1089,60
CA05 CERRAMIENTO								
5. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					150,78		150,78
5. 2	ACARREO MANUAL MATERIAL 50m - PENDIENTE MAYOR A 45%					89,46		89,46
5. 3	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA					407,82		407,82
5. 4	HORMIGON SIMPLE $f_c=180$ kg/cm ²					380,82		380,82
5. 5	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=180$ KG/CM ²)					1525,75		1525,75
5. 6	MAMPOSTERIA DE PIEDRA					742,14		742,14
5. 7	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA					455,27		455,27
5. 8	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)					31,38		31,38
5. 9	REVOCADO MAMPOSTERIA PIEDRA					148,68		148,68
5. 10	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					139,84		139,84
5. 11	PINTURA ESMALTE CERRAMIENTO					931,20		931,20
5. 12	CASETA METÁLICA PARA CLORACIÓN (PROVISIÓN Y MONTAJE)					720,00		720,00
5. 13	TANQUE 500 LTS POLIETILENO APILABLE (PROVISION E INSTALACION)					118,87		118,87
5. 14	PUNTO DE AGUA POT ABLE 1/2" (PROVISION E INSTALACION)					21,24		21,24
5. 15	REMATE ALAMBRE PUAS TUBO HG 2" UN BRAZO (3 FILAS)					761,56		761,56
5. 16	MALLA TRIPLE GALVAN. Y TUBO HG 1 1/2"					2459,20		2459,20
5. 17	PUNTO DE LUZ					33,28		33,28
5. 18	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% - GRANULADO (CANECA 45kg) PROVISION					301,32		301,32
5. 19	LUMINARIA EXTERIOR TIPO 1 O 2, POSTE METALICO 3" Y PEDESTAL(PROVISIN Y MONTAJE)					500,62		500,62
CA06 MODULO 5: RED DE DISTRIBUCION								
6. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					1364,20		1364,20
6. 2	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					824,60		824,60
6. 3	ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga, transporte, volteo)					8,72		8,72
6. 4	ROTURA ACERA/GRADAS					120,90		120,90
6. 5	ENSAYO DE COMPACTACION CON DENSIMETRO NUCLEAR					81,60		81,60
6. 6	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 063mm (MAT/TRANS/INST)					1661,08		1661,08
6. 7	CODO ACERO 02">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					372,96		372,96
6. 8	TAPON ACERO 02" (MAT/REC/TRANS/INST)					42,86		42,86
6. 9	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					122,83		122,83
6. 10	VALVULA AIRE 02" 250PSI (MAT/TRANS/INST)					477,49		477,49
6. 11	CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)					52,24		52,24
6. 12	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)					276,20		276,20
6. 13	UNION MECANICA 02" (MAT/TRANS/INST)					124,70		124,70
6. 14	CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO COBRE 1/2" COLLAR ACERO INOX/BRONCE 3/4" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)					3180,50		3180,50
6. 15	MEDIDOR DE AGUA DE 1/2" (CALIBRADO) PROVISION Y MONTAJE					341,80		341,80
6. 16	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"					27,25		27,25
6. 17	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"					27,25		27,25

CA07 MODULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL								
7.1	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)						111,64	111,64
7.2	VALLA SEÑALIZACION EN PANAFLEX ILUMINADA (PROVISION Y MONTAJE)						52,68	52,68
7.3	CONO DE SEÑALIZACION VIAL						108,00	108,00
7.4	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)						61,20	61,20
7.5	CHALECO REFLECTIVO POLIESTER						120,00	120,00
7.6	ELABORACION DE PLANO AS BUILT LAMINA, TAMAÑO A0 O A1						280,20	280,20
7.7	CONSTRUCCION TEMPORALES EN MADERA						961,56	961,56
7.8	GABINETE CONTRA INCENDIOS						623,04	623,04
7.9	BASURERO PLASTICO CON TAPA						12,00	12,00
7.10	VOLANTE INFORMATIVO - HOJA A5 (INCLUYE DISTRIBUCION)						12,50	12,50
7.11	CAMPAÑA EDUCATIVA INICIAL						360,00	360,00
7.12	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA						48,00	48,00
7.13	ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 m DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)						268,89	268,89
7.14	PLANTA ORNAMENTAL PEQUEÑA-EN FUNDA 1/4GL (INCL.TRASP. Y PLANTACION)						4,77	4,77
7.15	GUANTES DE CUERO PARA TRABAJO (PAR)						43,20	43,20
7.16	CASCO PLASTICO TRABAJO CON LOGOTIPO						72,00	72,00
7.17	BOTAS DE CAUCHO (PAR)						72,00	72,00
7.18	SAQUILLO YUTE (ARENA - POLVO PIEDRA)						31,40	31,40
TOTAL							89344,25	89344,25

Nota. R= Recursos, A=Aporte

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.2.2.3.2 Costo de operación y mantenimiento

Los costos por operación y mantenimiento se calculan para toda la vida útil del proyecto (30 años), como se indica en la tabla 91 que incluye lo siguiente:

- Personal técnico y administrativo
- Herramientas
- Dotación de equipos
- Materiales
- Depreciación de las estructuras

Tabla 91.

Costos de operación y mantenimiento del proyecto

AÑO	PERSONAL	HERRAMIENTAS	DOTACIÓN DE EQUIPOS	MATERIALES	TOTAL
2015	10.560,00	545,00	150,00	310,40	11.565,40
2016	10.560,00	545,00	150,00	310,40	11.565,40
2017	10.560,00	545,00	150,00	310,40	11.565,40
2018	10.560,00	545,00	150,00	310,40	11.565,40
2019	10.560,00	545,00	150,00	310,40	11.565,40
2020	10.982,40	566,80	156,00	322,82	12.028,02
2021	10.982,40	566,80	156,00	322,82	12.028,02
2022	10.982,40	566,80	156,00	322,82	12.028,02

2023	10.982,40	566,80	156,00	322,82	12.028,02
2024	10.982,40	566,80	156,00	322,82	12.028,02
2025	11.421,70	589,47	162,24	335,73	12.509,14
2026	11.421,70	589,47	162,24	335,73	12.509,14
2027	11.421,70	589,47	162,24	335,73	12.509,14
2028	11.421,70	589,47	162,24	335,73	12.509,14
2029	11.421,70	589,47	162,24	335,73	12.509,14
2030	11.878,56	613,05	168,73	349,16	13.009,50
2031	11.878,56	613,05	168,73	349,16	13.009,50
2032	11.878,56	613,05	168,73	349,16	13.009,50
2033	11.878,56	613,05	168,73	349,16	13.009,50
2034	11.878,56	613,05	168,73	349,16	13.009,50
2035	12.353,71	637,57	175,48	363,12	13.529,88
2036	12.353,71	637,57	175,48	363,12	13.529,88
2037	12.353,71	637,57	175,48	363,12	13.529,88
2038	12.353,71	637,57	175,48	363,12	13.529,88
2039	12.353,71	637,57	175,48	363,12	13.529,88
2040	12.847,85	663,08	182,50	377,65	14.071,08
2041	12.847,85	663,08	182,50	377,65	14.071,08
2042	12.847,85	663,08	182,50	377,65	14.071,08
2043	12.847,85	663,08	182,50	377,65	14.071,08
2044	12.847,85	663,08	182,50	377,65	14.071,08
Total	350.221,10	18.074,86	4.974,73	10.294,38	383.565,07

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.2.3 Flujo económico

El proyecto no generara beneficios económicos, ya que se trata de un proyecto de tipo social y cuya tasa de descuento corresponde a 12%, como se indica en la tabla 92.

Tabla 92.

Flujo económico del proyecto

RUBROS	AÑOS																														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INGRESOS Y BENEFICIOS																															
Por venta del servicio	0,00	20157,08	18166,98	18226,93	18287,08	18347,43	18407,97	18468,72	18529,67	18590,81	18652,16	18713,72	18775,47	18837,43	18899,59	18961,96	19024,54	19087,32	19150,31	19213,50	19276,91	19340,52	19404,34	19468,38	19532,62	19597,08	19661,75	19726,64	19791,73	19857,05	19922,57
Beneficios valorados		5000,61	5002,23	5003,86	5060,49	5062,12	5063,76	5065,41	5122,06	5123,72	5125,38	5127,05	5183,72	5185,40	5187,08	5243,77	5245,47	5247,17	5248,88	5305,59	5307,31	5309,03	5365,76	5367,49	5369,23	5370,98	5427,73	5429,49	5431,26	5488,02	5489,80
Valor residual	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TOTAL INGRESOS	-	25157,69	23169,21	23230,79	23347,57	23409,55	23471,74	23534,13	23651,73	23714,53	23777,54	23840,76	23959,19	24022,83	24086,68	24205,73	24270,00	24334,49	24399,18	24519,09	24584,21	24649,55	24770,10	24835,87	24901,86	24968,06	25089,49	25156,13	25222,99	25345,07	25412,57
EGRESOS O COSTOS																															
Inversión inicial	89.344,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Costos de O/M	0,00	11.565,40	11.565,40	11.565,40	11.565,40	11.565,40	12.028,02	12.028,02	12.028,02	12.028,02	12.028,02	12.509,14	12.509,14	12.509,14	12.509,14	12.509,14	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.529,88	13.529,88	13.529,88	13.529,88	13.529,88	14.071,08	14.071,08	14.071,08	14.071,08	14.071,08
TOTAL EGRESOS	89.344,25	11.565,40	11.565,40	11.565,40	11.565,40	11.565,40	12.028,02	12.028,02	12.028,02	12.028,02	12.509,14	12.509,14	12.509,14	12.509,14	12.509,14	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.009,50	13.529,88	13.529,88	13.529,88	13.529,88	13.529,88	14.071,08	14.071,08	14.071,08	14.071,08	14.071,08	
F.N.C (I - C)	-89.344,25	13.592,29	11.603,81	11.665,39	11.782,17	11.844,15	11.443,72	11.506,11	11.623,71	11.686,51	11.749,53	11.331,63	11.450,05	11.513,69	11.577,54	11.696,60	11.260,50	11.324,98	11.389,68	11.509,59	11.574,71	11.119,67	11.240,22	11.305,99	11.371,98	11.438,18	11.018,41	11.085,05	11.151,91	11.273,99	11.341,30
$V_A = \frac{V_F}{(1+i)^n}$	-89.344,25	12.135,97	9.250,49	8.303,19	7.487,78	6.720,69	5.797,74	5.204,78	4.694,62	4.214,27	3.783,03	3.257,57	2.938,94	2.638,64	2.368,99	2.136,92	1.836,83	1.649,42	1.481,11	1.336,34	1.199,91	1.029,23	928,92	834,25	749,21	672,83	578,70	519,82	466,92	421,46	378,55

Nota. O/M= Operación y mantenimiento.

Elaborado por: Alexandra Changoluiza y Kleber Cajamarca

4.2.4 Indicadores económicos y sociales (VAN, TIR y B/C)

El análisis de indicadores económicos considera el cálculo del valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio – costo (B/C), como se observa en la tabla 93.

Tabla 93.

Indicadores económicos del proyecto

VAN _e =	5.672,90	Dólares
TIR _e =	13%	
B/C _e =	1,03	
VAN _{ingresos} =	192.436,66	Dólares
VAN _{costos} =	186.763,76	Dólares

Nota. TIR= Tasa interna de retorno.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 93 se tiene un VAN_e de 5672.90 dólares que nos indica que los ingresos pueden recuperar los egresos dentro de la vida útil del proyecto.

Adicionalmente el valor del TIR de 13% está por encima de la tasa de descuento del 12% utilizada, indicando que el proyecto es viable.

4.2.5 Análisis de sensibilidad

En el análisis económico a lo largo de la vida útil del proyecto, se presenta variaciones en factores tales como inflación y tasa de interés, los mismos que modificarían los indicadores económicos. Por lo que es necesario estimar estas variaciones como se indica en la tabla 94.

Tabla 94.

Análisis de sensibilidad del proyecto

Rubro	Aumento	Disminución	VAN (USD)	TIR	B/C
Ingresos		1,0%	4.160,16	12,64%	1,02
Ingresos		2,0%	2.647,42	12,41%	1,01
Ingresos		3,0%	1.134,68	12,18%	1,01
Ingresos		3,5%	378,32	12,06%	1,00
Beneficios		5,0%	3.614,75	12,56%	1,02
Beneficios		10,0%	1.556,60	12,24%	1,01

Beneficios		11,0%	1.144,97	12,18%	1,01
Beneficios		13,0%	321,71	12,05%	1,00
Costos O&M	1%		4.698,70	12,72%	1,03
Costos O&M	2%		3.724,51	12,58%	1,02
Costos O&M	3%		2.750,31	12,43%	1,01
Costos O&M	6%		314,82	12,05%	1,00

Nota. O&M= Operación y mantenimiento.

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

Según la tabla 94 si disminuye el 3.0 % de los ingresos el proyecto es rentable, por otro lado si incrementa los costos de operación y mantenimiento al 6.0 % el proyecto sigue siendo viable.

4.3 Análisis de sostenibilidad

4.3.1 Sostenibilidad económica y financiera

A lo largo de la vida útil del proyecto se cobrará una tarifa por la venta del servicio de agua potable (m³), la cual será recaudada por la EPMAPS-Q y a su vez garantizará el buen funcionamiento del sistema ya que la tarifa cobrada cubre el gasto por operación y mantenimiento del sistema.

4.3.2 Análisis de impacto ambiental

Dentro del Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN) con acuerdo ministerial N° 006 el proyecto para una población de 1080 habitantes contempla la rehabilitación y mejoramiento de las captaciones y los tanques rompe presión, la instalación de un tramo de 0.316 Km de red de agua potable (barrio La Floresta) y la construcción de un reservorio con capacidad de almacenamiento de 100 m³, se encuentra en la categoría I como se indica en la tabla 95.

Tabla 95.
Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN)

CÓDIGO CCAN	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	CATEGORÍA (I, II, III, IV)
23.4.2	Construcción de proyectos de ingeniería hidráulica y gestión del agua	
23.4.2.1	Proyectos de agua potable	
23.4.2.1.1	Captación	
23.4.2.1.1.1	Construcción civil y/u operación de captaciones menor o igual a 600 l/s	II
23.4.2.1.1.2	Construcción civil y/u operación de captaciones mayor a 600 l/s	III
23.4.2.1.1.3	Ampliación, rehabilitación y mejoramiento de infraestructura civil de captaciones	I
23.4.2.1.1.4	Construcción civil y/u operación de captaciones subterráneas	II
23.4.2.1.1.5	Captaciones de agua subterránea con fines de consumo humano	I
23.4.2.1.4	Distribución	
23.4.2.1.4.1	Instalación de redes de agua potable mayor a 1 Km	II
23.4.2.1.4.2	Instalación de redes de agua potable menor o igual a 1 Km	I
23.4.2.1.5	Sistemas integrados de agua potable y proyectos multipropósito	
23.4.2.1.5.1	Construcción y/u operación de sistemas integrados de agua potable mayor a 2000 habitantes (incluye captación, conducción, potabilización y distribución)	IV
23.4.2.1.5.2	Sistemas integrados de agua potable para poblaciones menor o igual a 2000 habitantes (incluye captación, conducción, potabilización y distribución)	II
23.4.2.1.5.3	Cambio y reparación de líneas de conducción y distribución de agua potable	I
23.4.2.1.5.4	Construcción y/u operación de proyectos multipropósito	IV
23.4.2.1.5.5	Reservorios con capacidad de almacenamiento de mayor a 1000 m3	II
23.4.2.1.5.6	Reservorios con capacidad de almacenamiento menor a 1000 m3.	I

Nota. Ministerio del Ambiente (acuerdo ministerial N° 006)

Para la categoría I se propone una guía de buenas prácticas ambientales (GBPA), con la cual se tiene la posibilidad de reducir el impacto ambiental negativo generado por las actividades de cada uno de los trabajadores de manera individual, sin la necesidad de sustituir o realizar cambios

profundos en los procesos; aunque el impacto generado pudiera percibirse como no significativo, la suma de cientos de malas actuaciones individuales puede generar resultados adversos, por lo cual se pueden llevar a cabo pequeñas acciones encaminadas a su prevención o su reducción. (Ministerio del Ambiente, Febrero 2014, pág. 105)

En este caso se realiza tres guías (captaciones, tanque de almacenamiento y red de distribución) para el proyecto.

4.3.3 Recomendaciones para la GBPA

4.3.3.1 Fase de diseño

- Las condiciones del entorno para la red de distribución y el tanque de reserva se indica en la tabla 96.

Tabla 96.

Condiciones del entorno red de distribución y tanque de reserva

Elemento	Descripción del entorno	Fotografía
Red de distribución	El tramo de red se colocará al Nor-este de la calzada, la misma que se encuentra sin vereda evitando así la generación de escombros.	
	La ubicación de la red no causará desbroce de la vegetación que se encuentra en cada lote, ya que estará en el ancho de la vereda prevista.	
Tanque de reserva	El tanque se implantará en el terreno de propiedad de la señora María Graciela Benavides Ayala, porque es accesible al tanque existente, puesto que en el otro costado existe un callejón de tránsito peatonal público.	
	El área a desapropiar para la implantación será mínima, ya que su construcción será aledaña a los tanques existentes.	

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

- Plano topográfico del sitio de implantación del tanque y de la ruta seleccionada para la red de distribución (ver anexo 2 planos).
- La disponibilidad de equipos de protección colectiva y personal a los trabajadores y señalización de advertencia se indica en la tabla 97.

Tabla 97.

Disponibilidad de equipo de seguridad red distribución y tanque reserva

Elemento	Equipos de protección	Señalización	
Red de distribución	Casco	Cono de señalización	
	Botas		
	Chaleco reflectivo poliéster		
	Mascarilla	Cinta reflectiva	
	Guantes	Valla señalización	
	Gafas de seguridad		
	Tapones para oído		
Tanque de reserva	Casco	Rótulo con características del	
	Botas		
	Chaleco reflectivo poliéster		
	Mascarilla		Cinta reflectiva
	Guantes		
	Gafas de seguridad		
	Tapones para oído		

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

- Los terrenos privados o comprometidos durante la construcción del tramo de red de distribución y tanque de reserva se indica en la tabla 98.

Tabla 98.

Terrenos privados para red distribución y tanque reserva

Elemento	Terrenos privados	Propietario
Red de distribución	Ninguno	Ninguno
Tanque de reserva	Si	Propiedad de la señora María Graciela Benavides Ayala

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

- El suministro de material pétreo cercano a la zona para el tanque de reserva se observa en la tabla 99.

Tabla 99.

Suministro material pétreo tanque de reserva

Elemento	Localización mina de material pétreo
Tanque de reserva	San Miguel de los Bancos (52.60 Km de Nanegal)

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.3.3.2 Fase de construcción, ampliación y mejoramiento

4.3.3.2.1 Captaciones

Como se indica en la tabla 100 las condiciones de las 13 captaciones son idénticas, por lo que se realiza una sola guía de buenas prácticas ambientales.

Tabla 100.

Condiciones de las 13 captaciones

Elemento	Ubicación Coordenadas		Condiciones	Fotografía
	Este	Norte		
Captación 1	480823.48	10012919.15	Esta captación tipo bóveda tiene un cajón recolector, desarenador y desripador los cuales se encuentran deteriorados. Su acceso es a pie debido a su espesa vegetación	
Captación 2	480771.18	10012947.73	Esta captación tipo bóveda con cajón recolector se encuentra en mal estado y fuera de servicio debido a que se encuentra obstruida por troncos, ramas y rocas que imposibilitan su normal funcionamiento y accesibilidad.	
Captación 3	480813.80	10012875.85	La densa vegetación, troncos y rocas dificultan la accesibilidad para su mantenimiento, por lo que está fuera de funcionamiento.	
Captación 4	480788.67	10012843.57	Su estado es deplorable ya que sus componentes se encuentran destruidos, la accesibilidad es a pie por la espesa vegetación.	
Captación 5	480824.74	10012827.83	Funciona como interceptora de los caudales que provienen de las captaciones 7, 8 y 9. La estructura física presenta desgaste por la falta de mantenimiento lo que impide su normal funcionamiento	
Captación 6	480826.80	10012823.14	La falta de mantenimiento ha provocado la obstrucción del cajón recolector y sus componentes por la presencia de arena y escombros	
Captación 7	480826.57	10012818.66	Esta captación se encuentra parcialmente deteriorada, la accesibilidad es a pie debido a la densa vegetación con presencia de ramas.	

Captación 8	480819.32	10012815.40	Es de tipo bóveda con cajón recolector y está parcialmente deteriorado, debido a la inaccesibilidad para realizar un adecuado mantenimiento	
Captación 9	480816.23	10012814.09	La accesibilidad a esta captación es dificultosa debido a la densa vegetación. Tiene un cajón recolector tipo bóveda, su estado es deprimente y sus componentes se encuentran dañados	
Captación 10	480749.58	10012727.30	Su accesibilidad es complicada debido a que el terreno es arcilloso con presencia de rocas y su estado es parcialmente deteriorado.	
Captación 11	480746.88	10012709.20	La textura limosa del suelo y las permanentes precipitaciones hace que su trayecto hasta la captación sea difícil. Es tipo bóveda con un cajón recolector, la misma que se encuentra dañada.	
Captación 12	480737.60	10012719.10	Se encuentran obstaculizada por la caída de rocas y troncos que impiden el libre acceso.	
Captación 13	480689.83	10012767.21	El acceso es a pie a través de la espesa vegetación típica de la zona, se encuentran en mal estado debido a los obstáculos que impiden su normal funcionamiento.	

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.3.3.2.1.1 Manipulación de materiales:

- Realice la inspección visual de los materiales disponibles en el entorno de las captaciones.
- Verifique que los materiales no contengan material orgánico, a fin de garantizar su buena calidad.
- Proteja del sol, la lluvia y la humedad los materiales extraídos in situ de la zona mediante saquillos de yute.
- Considere correctamente la cantidad de hormigón simple y ciclópeo a emplear, para reducir la cantidad de residuos sólidos generados.
- Aproveche al máximo los materiales (pintura caucho exterior y anticorrosiva) evitando dejar restos en los envases, vaciando dichos envases por completo.
- Utilice siempre los elementos de protección personal en función de los materiales que se manipulan y actividades que se desarrollan.
- Aproveche la luz natural durante toda la jornada laboral, ya que no se cuenta iluminación artificial.

4.3.3.2.1.2 Almacenamiento de materiales:

- Disponga de uno o varios saquillos de yute en la zona de trabajo para almacenar los materiales y minimizar posibles pérdidas y deterioro.
- Apile los materiales obtenidos in situ de manera ordenada y adecuada evitando el deslizamiento de los mismos debido a la presencia de pendientes pronunciadas.

4.3.3.2.1.3 Gestión de residuos:

- Ponga saquillos de yute para el almacenamiento de residuos al alcance de todos. Es necesario que estos saquillos sean transportados al finalizar cada jornada laboral, para posteriormente evacuar en los contenedores de basura de la localidad.
- Almacene en sacos de yute con la debida señalización los residuos peligrosos de botes de pintura, con la finalidad de brindar seguridad de almacenamiento y la facilidad de maniobra para el transporte.
- Realizar la limpieza general de escombros y desechos una vez finalizado cada jornada laboral.
- Desalojo de escombros en escombreras autorizadas por el fiscalizador.
- Para eliminar adecuadamente las excretas es necesario construir una letrina tipo zanja para el tiempo que dure el proyecto.

Para la construcción de la letrina se debe excavar una zanja de 1 metro de largo por 30 centímetros de ancho y 50 centímetros de profundidad dependiendo del número de usuarios. A medida que se va utilizando se va cubriendo con tierra (como el gato), el lugar debe estar cubierto con plástico u otro material, para proteger la intimidad de los usuarios. Al terminar su vida útil se excavará otra zanja paralela con las mismas dimensiones de la anterior.

4.3.3.2.1.4 Ocupación y usos del suelo:

- Correcto acopio de materiales obtenidos in situ.
- No vierta los restos de hormigón simple y ciclópeo en el suelo.
- Instale la señalética preventiva (cinta reflectiva) dirigida a trabajadores para confinar el lugar de maniobras y operaciones de la obra.
- Verificar que las condiciones finales del entorno sean iguales o mejores que las iniciales.

4.3.3.2.1.5 Reducir las emisiones a la atmósfera:

- Evite en gran medida la emisión de partículas de cemento y polvo.
- Mantenga correctamente cerrados todos los botes de pinturas, ya que éstos contienen unas sustancias denominadas compuestos orgánicos volátiles (COV's) que se emiten a la atmósfera si no cerramos adecuadamente sus recipientes.

4.3.3.2.1.6 Uso racional del agua:

- Controle que la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezcla de áridos, sea la adecuada a las necesidades por lo que se debe transportar a través de un recipiente.
- Evite el vertido de agua que contengan cemento.

4.3.3.2.1.7 Uso y consumo:

4.3.3.2.1.7.1 Productos químicos

- Use los productos cuidando de vaciar completamente los recipientes de pintura.

4.3.3.2.1.7.2 Relacionamiento comunitario

- Promueva una comunicación con la población del área de influencia directa, mediante la ejecución de charlas informativas y la difusión de material con la información del proyecto.

4.3.3.2.1.7.3 Fase de operación

- Contar con un stock de accesorios a utilizarse en caso de averías con el propósito de evitar pérdidas de agua.
- Realice inspecciones frecuentes del funcionamiento hidráulico de las captaciones.
- Realice la limpieza y retiro del material sedimentado en las captaciones.

4.3.3.2.2 Tanque de reserva (tipo 100 m³)

Según las condiciones en las que se encuentra el tanque de almacenamiento como se indica en la tabla 101, se realiza la siguiente guía de buenas prácticas ambientales.

Tabla 101.

Condiciones del tanque de almacenamiento

Elemento	Ubicación		Condiciones	Fotografía
	Coordenadas			
	Este	Norte		
Tanque de almacenamiento	480285,21	10015088,88	El estado actual evidencia filtraciones en las paredes y falta de mantenimiento periódico. El acceso a los tanques se realiza a través de unas gradas, ingresando por el parque de la cabecera parroquial.	

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

4.3.3.2.2.1 Manipulación de materiales:

- Realice la inspección visual de los materiales antes de su recepción para garantizar que lleguen al sitio en buenas condiciones.
- Mantenga ordenada la zona de recepción y acopio.
- Proteja del sol, la lluvia y la humedad los materiales y herramientas mediante lonas y elementos separadores del suelo.
- Considere correctamente la cantidad de materiales y accesorios a emplear, para reducir la cantidad de residuos sólidos generados.
- Aproveche al máximo los materiales evitando dejar restos en los envases, vaciando dichos envases por completo y una vez terminado los trabajos de construcción deje completamente limpia el área, sin basura ni escombros.
- Retire y acopie adecuadamente aquellos elementos que puedan tener una reutilización posterior: tuberías, válvulas, accesorios y otros.
- Utilice siempre los elementos de protección personal en función de los materiales que se manipulan y actividades que se desarrollan.
- Aproveche la luz natural durante toda la jornada laboral para evitar la iluminación artificial innecesaria

4.3.3.2.2 Almacenamiento de materiales:

- Disponga de una caseta provisional de madera en la zona de trabajo para almacenar los materiales y minimizar posibles pérdidas y deterioro.
- Apile los materiales de manera ordenada y adecuada evitando roturas en los mismos.
- Evite la emisión de polvo, humedeciendo por aspersion las pilas de materiales o cubriendo los lugares de acopio.
- Se contara con un gabinete contra incendios en la caseta provisional, y a su vez se indicará al personal el manejo del mismo en caso de emergencia.
- Disponga de un espacio adecuado para almacenar combustible en una caneca cerrada, para evitar su vertido accidental.

4.3.3.2.3 Gestión de residuos

- Ponga uno o varios basureros plásticos con tapa para los residuos al alcance de todos. Es necesario que estos basureros estén señalizados y en un lugar acondicionado para el efecto.
- Almacene en condiciones adecuadas y con la debida señalización los residuos peligrosos (botes de pintura, restos de grasa y lubricantes) en un espacio que brinde la seguridad de almacenamiento y la facilidad de maniobra para el transporte.
- Realizar la limpieza general de escombros y desechos una vez finalizado el proyecto.
- Desalojo de escombros en escombreras autorizadas por el Fiscalizador.

4.3.3.2.4 Ocupación y usos del suelo

- Acopie selectivamente los diferentes tipos de materiales en el proceso de construcción, para reducir la ocupación de los mismos.
- Evite derrames de aceites y líquidos de las maquinarias, recolectándolos para su posterior entrega a los gestores ambientales autorizados.
- No vierta los restos de hormigón, madera y áridos en el desagüe, alcantarillado o en el suelo, los mismos que deberán ser recogidos en saquillos de yute para su posterior evacuación.

- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras, escombros o materiales de construcción estarán cubiertos, para evitar el vertido accidental de su contenido y ensuciar las vías públicas.
- Emplee medidas de conservación de plantas y árboles que pudieran verse dañados por los trabajos manuales efectuados durante la construcción.
- Instale la señalética que contenga las características del proyecto, así como señalización preventiva e informativa dirigida a trabajadores y moradores de la parroquia.
- Utilizar cintas de seguridad reflexiva y vallas de seguridad para confinar el lugar de maniobras y operaciones de la obra.
- Verificar que las condiciones finales del entorno sean iguales o mejores que las iniciales.
- Al finalizar la obra retirar la caseta provisional y depósitos temporales.

4.3.3.2.2.5 Reducir las emisiones a la atmósfera

- Tenga en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros (ruido y polvo).
- Solicite a la maquinaria utilizada en el proceso de construcción, apagar el motor en caso de no estar en funcionamiento o en proceso de descarga de materiales de construcción.
- Instruya, capacite y controle que los trabajadores que estén expuestos a ruidos fuertes y en tiempos prolongados cuenten con sus respectivos equipos de protección personal (EPP) para mitigar la contaminación por ruido.
- Evite el uso indebido de mecanismos de comunicación, música y otros.
- Evite en gran medida la emisión de partículas de cemento y polvo.
- Humedezca las superficies a tratar, que prevean la generación de polvo (tome en cuenta que la inhalación de partículas de cemento pueden derivar en enfermedades pulmonares).
- Mantenga correctamente cerrados todos los botes de pinturas, colas y disolventes. Éstos contienen unas sustancias denominadas compuestos orgánicos volátiles

(COV's) que se emiten a la atmósfera si no cerramos adecuadamente sus recipientes.

4.3.3.2.2.6 Uso racional del agua

- Controle que la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezcla de áridos, limpieza y otras actividades, sea la adecuada a las necesidades.
- No vierta en el suelo, ni en cursos de agua, ni en la red de saneamiento ningún producto o residuo peligroso como restos de aceites, combustibles o productos peligrosos que pueda alcanzar algún curso hídrico o que se infiltre en el suelo.
- Evite el vertido de agua que contengan cemento u otros productos procedentes de la limpieza.
- Monitoree las instalaciones y mangueras de uso frecuentemente para controlar fugas.

4.3.3.2.2.7 Ruido

- Atienda y controle el ruido generado por los equipos auxiliares, puede ser causa de mal funcionamiento y puede generar molestias evitables.
- Coloque la señalética respectiva que indique que la exposición prolongada a alto niveles de ruido es perjudicial para la salud.

4.3.3.2.2.8 Consumo de energía

- Ahorre energía durante el desarrollo del trabajo aprovechando al máximo la luz natural, usando aparatos de bajo consumo.
- Solicite al personal para que en el caso de ser el último en abandonar el establecimiento, apaguen las luces cuando finalicen su tarea.

4.3.3.2.2.9 Uso y consumo

4.3.3.2.2.9.1 Maquinaria

- Emplee la maquinaria y las herramientas más adecuadas para cada trabajo.
- Tenga en funcionamiento la maquinaria el tiempo imprescindible.
- Toda maquinaria utilizada, deberá contar con el certificado de vigente de la CORPAIRE y con la respectiva ficha mecánica de mantenimiento.

4.3.3.2.2.9.2 Productos químicos

- Use los productos cuidando de vaciar completamente los recipientes y botes.

4.3.3.2.2.9.3 Relacionamiento comunitario

- Promueva una campaña educativa inicial del proyecto con la población del área de influencia directa, mediante la ejecución de charlas informativas y la difusión de material volante informativo.
- Informe a la comunidad en caso de que se requiera interrumpir el servicio de agua potable.
- Designe a un responsable por parte del contratista para que recepte y a su vez atienda cualquier inquietud formulada por la comunidad.

4.3.3.2.2.9.4 Fase de operación

- Contar con un stock de accesorios a utilizarse en caso de averías con el propósito de evitar pérdidas de agua y cortes del servicio.
- Realice inspecciones frecuentes del funcionamiento hidráulico y mantenimiento del sistema de agua potable.
- Realice el mantenimiento de la cámara de válvulas y accesorios de los elementos del tanque.

4.3.3.2.3 Ampliación del tramo de red de distribución

4.3.3.2.3.1 Manipulación de materiales:

- Realice la inspección visual de los materiales antes de su recepción para garantizar que lleguen al sitio en buenas condiciones.
- Mantenga ordenada la zona de recepción y acopio.
- Considere correctamente la cantidad de tubería y accesorios a emplear, para reducir la cantidad de residuos sólidos generados.
- Retire y acopie adecuadamente aquellos elementos que puedan tener una reutilización posterior: tuberías, válvulas y accesorios.
- Utilice siempre los elementos de protección personal en función de los materiales que se manipulan y actividades que se desarrollan.
- Aproveche la luz natural durante toda la jornada laboral para evitar la iluminación artificial innecesaria

4.3.3.2.3.2 Almacenamiento de materiales:

- Disponga de una caseta provisional de madera en la zona de trabajo para almacenar las tuberías y accesorios con la finalidad de minimizar posibles pérdidas y deterioro.
- Apile la tubería y accesorios de manera ordenada y adecuada evitando roturas en los mismos.
- Evite la emisión de polvo, humedeciendo el material de excavación.
- Disponga de un espacio adecuado para almacenar combustible en una caneca cerrada, para evitar su vertido accidental.

4.3.3.2.3.3 Gestión de residuos

- Ponga uno o varios saquillos de yute para los residuos al alcance de todos.
- Almacene en condiciones adecuadas y con la debida señalización los residuos peligrosos (restos de grasa y lubricantes) en un espacio que brinde la seguridad de almacenamiento y la facilidad de maniobra para el transporte.
- Realizar la limpieza general de escombros y desechos una vez finalizado el proyecto.
- Desalojo de escombros en escombreras autorizadas por el fiscalizador.

4.3.3.2.3.4 Ocupación y usos del suelo

- Acopie selectivamente el material de excavación para reducir la ocupación de los mismos.
- Evite derrames de aceites y líquidos de las maquinarias, recolectándolos para su posterior entrega a los gestores ambientales autorizados.
- No vierta los restos de hormigón, madera y áridos en el desagüe, alcantarillado o en el suelo, los mismos que deberán ser recogidos en saquillos de yute para su posterior evacuación.
- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras, escombros o materiales de construcción estarán cubiertos, para evitar el vertido accidental de su contenido y ensuciar las vías públicas.

- Instale la señalética que contenga las características del proyecto, así como señalización preventiva e informativa dirigida a trabajadores y moradores de la parroquia.
- Utilizar cintas de seguridad reflexiva y vallas de seguridad para confinar el lugar de maniobras y operaciones de la obra.
- Verificar que las condiciones finales del entorno sean iguales o mejores que las iniciales.
- Al finalizar la obra retirar la caseta provisional y depósitos temporales.

4.3.3.2.3.5 Reducir las emisiones a la atmósfera

- Solicite a la maquinaria utilizada en el proceso de construcción, apagar el motor en caso de no estar en funcionamiento o en proceso de descarga de materiales de construcción.
- Instruya, capacite y controle que los trabajadores que estén expuestos a ruidos fuertes y en tiempos prolongados cuenten con sus respectivos equipos de protección personal (EPP) para mitigar la contaminación por ruido.
- Evite en gran medida la emisión de partículas de polvo.

4.3.3.2.3.6 Uso racional del agua

- Controle que la cantidad de agua utilizada para humedecer el material sea el adecuado.
- No vierta en el suelo, ni en cursos de agua, ni en la red de saneamiento ningún producto o residuo peligroso como restos de aceites y combustibles que pueda alcanzar algún curso hídrico o que se infiltre en el suelo.

4.3.3.2.3.7 Ruido

- Atienda y controle el ruido generado por los equipos auxiliares, puede ser causa de mal funcionamiento y puede generar molestias evitables.

4.3.3.2.3.8 Consumo de energía

- Ahorre energía durante el desarrollo del trabajo aprovechando al máximo la luz natural, usando aparatos de bajo consumo.
- Solicite al personal para que en el caso de ser el último en abandonar el establecimiento, apaguen las luces cuando finalicen su tarea.

4.3.3.2.3.9 Uso y consumo

4.3.3.2.3.9.1 Maquinaria

- Emplee la maquinaria y las herramientas más adecuadas para cada trabajo.
- Tenga en funcionamiento la maquinaria el tiempo imprescindible.
- Toda maquinaria utilizada, deberá contar con el certificado de vigente de la CORPAIRE y con la respectiva ficha mecánica de mantenimiento.

4.3.3.2.3.9.2 Relacionamiento comunitario

- Promueva una campaña educativa inicial del proyecto con la población del área de influencia directa, mediante la ejecución de charlas informativas y la difusión de material volante informativo.
- Informe a la comunidad en caso de que se requiera interrumpir el servicio de agua potable.
- Designe a un responsable por parte del contratista para que recepte y a su vez atienda cualquier inquietud formulada por la comunidad.

4.3.3.2.3.9.3 Fase de operación

- Contar con un stock de tuberías y accesorios a utilizarse en caso de averías con el propósito de evitar pérdidas de agua y cortes del servicio.
- Realice inspecciones frecuentes del funcionamiento hidráulico y mantenimiento del sistema de agua potable.
- Purgue las válvulas (eliminar burbujas de aire), hidrantes y bocas de fuego.
- Realice el mantenimiento de válvulas y accesorios de los elementos del sistema.

CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO DETALLADO

Tabla 102.
Presupuesto detallado

Componentes/Rubros		FUENTES DE FINANCIAMIENTO (dólares)						TOTAL
		Externas		Internas				
		Crédito	Cooperación	Crédito	Fiscales	R. Propios	A. Comunidad	
CA01 MODULO 1: CAPTACIÓN								
1. 1	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (ROCA)					15,18		15,18
1. 2	EXCAVACION A MANO EN FANGO					23,00		23,00
1. 3	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$					130,91		130,91
1. 4	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)					96,16		96,16
1. 5	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					555,68		555,68
1. 6	PINTURA ANTICORROSIVA					68,38		68,38
1. 7	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					1596,79		1596,79
1. 8	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					4992,91		4992,91
1. 9	CANDADO NIQUELADO					234,00		234,00
1. 10	LIMPIEZA DE CAPTACIONES (ARENAS Y LODOS)					5,58		5,58
CA02 MODULO 2: CÁMARAS ROMPE PRESIÓN								
2. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					100,52		100,52
2. 2	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					60,76		60,76
2. 3	ACARREO MANUAL MATERIAL 1000m					405,60		405,60
2. 4	HORMIGON SIMPLE $f_c=210\text{kg/cm}^2$					392,73		392,73
2. 5	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=210\text{ KG/CM}^2$)					192,32		192,32
2. 6	PUERTA MALLA 50/10 TUBO 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					337,20		337,20
2. 7	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)					513,33		513,33
2. 8	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)					85,10		85,10
2. 9	PULIDO PAREDES INTERIORES					50,46		50,46
2. 10	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					88,32		88,32
2. 11	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					368,49		368,49
2. 12	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					1152,21		1152,21
2. 13	CANDADO NIQUELADO					72,00		72,00
2. 14	MALLA EN CERRAMIENTO (PROVISION, MONTAJE Y PINTURA) TRIPLE GALVANIZADO					1149,85		1149,85
CA03 MODULO 3: LINEA DE CONDUCCION								
3. 1	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)					340,40		340,40
CA04 MODULO 4: TANQUE DE RESERVA DE 100 M3								
4. 1	REPLANTEO Y NIVELACION					123,67		123,67
4. 2	DESBROCE Y LIMPIEZA					242,06		242,06
4. 3	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					272,84		272,84
4. 4	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)					436,90		436,90
4. 5	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					425,32		425,32
4. 6	RELLENO CON GRAVA					874,31		874,31
4. 7	DESALOJO DE MATERIAL 5KM CARGADO MANUAL					112,32		112,32
4. 8	ACERO REFUERZO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)					11576,14		11576,14
4. 9	MALLA ELECTROSOLDADA 4.15					137,02		137,02
4. 10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GUIAS DE PARED					207,48		207,48
4. 11	ENCOFRADO/DESENCOFRADO PAREDES 2 LADOS (TANQUE)					3761,77		3761,77
4. 12	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA DE FONDO (BORDES)					147,42		147,42
4. 13	ENCOFRADO/DESENCOFRADO LOSA SUPERIOR (TANQUE)					786,29		786,29
4. 14	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA					135,94		135,94
4. 15	ENCOFRADO/DESENCOFRADO BORDILLOS 2 LADOS					133,64		133,64
4. 16	ENCOFRADO/DESENCOFRADO COLUMNAS					61,68		61,68
4. 17	ENCOFRADO/DESENCOFRADO GRADAS					116,28		116,28
4. 18	HORMIGON SIMPLE $f_c=180\text{ kg/cm}^2$					507,76		507,76
4. 19	HORMIGON SIMPLE LOSA FONDO TANQUE $f_c=210\text{ KG/CM}^2$					2085,56		2085,56
4. 20	HORMIGON SIMPLE PAREDES TANQUE $f_c=210\text{ KG/CM}^2$					3637,92		3637,92

4. 21	HORMIGON SIMPLE LOSA SUPERIOR TANQUE f _c =210 KG/CM ²					1338,00		1338,00
4. 22	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f _c =210 KG/CM ²					151,12		151,12
4. 23	HORMIGON SIMPLE ESCALERAS f _c =210 KG/CM ²					614,84		614,84
4. 24	HORMIGON SIMPLE BORDILLO 50, 15 (f _c =180KG/CM ²)					653,12		653,12
4. 25	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f _c =180KG/CM ²					498,08		498,08
4. 26	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 15 CM					163,37		163,37
4. 27	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 18 CM					536,16		536,16
4. 28	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA					317,83		317,83
4. 29	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)					251,04		251,04
4. 30	ADOQUINADO (F _C =300 KG/CM ²) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO					1001,66		1001,66
4. 31	LETRA TOL GALVANIZADA E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)					255,96		255,96
4. 32	LOGOTIPO TOL GALVANIZADO E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)					69,26		69,26
4. 33	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)					65,28		65,28
4. 34	PUERTA TOOL DOBLADO CON MARCO (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					212,97		212,97
4. 35	VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					65,86		65,86
4. 36	PASAMANOS TUBO HG 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)					35,38		35,38
4. 37	REGLETA LIMNIMETRICA HF/ACERO INOX. (PROVISION Y MONTAJE)					220,56		220,56
4. 38	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)					171,11		171,11
4. 39	ENCAMADO TUBERIAS MATERIAL FINO					42,94		42,94
4. 40	ESTRIBO DE VARILLA 18MM GALVANIZADO EN CALIENTE (TANQUE) (PROVISION Y MONTAJE)					179,17		179,17
4. 41	ENLUCIDO VERTICAL TARRAJEADO					29,88		29,88
4. 42	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO					381,34		381,34
4. 43	PULIDO PAREDES INTERIORES					128,76		128,76
4. 44	ENLUCIDO HORIZONTAL LISO					137,64		137,64
4. 45	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					566,72		566,72
4. 46	PINTURA CAUCHO INTERIOR					164,68		164,68
4. 47	PINTURA ESMALTE DE TUBOS, PIEZAS, VALVULA, UNIONES					74,29		74,29
Material Hidraulico								
4. 48	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					240,64		240,64
4. 49	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 03" (MAT/TRANS/INST)					188,40		188,40
4. 50	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 04" (MAT/TRANS/INST)					487,71		487,71
4. 51	TUBERIA ACERO RECUBIERTA 06" (MAT/TRANS/INST)					636,23		636,23
4. 52	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 110mm (MAT/TRANS)					253,75		253,75
4. 53	CODO ACERO 02">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					319,68		319,68
4. 54	CODO ACERO 03">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					70,08		70,08
4. 55	CODO ACERO 04">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					378,25		378,25
4. 56	CODO ACERO 06">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					337,53		337,53
4. 57	TEE ACERO 04X04X04" (MAT/REC/TRANS/INST)					94,28		94,28
4. 58	TAPON ACERO 04" (MAT/REC/TRANS/INST)					53,17		53,17
4. 59	TAPON ACERO 06" (MAT/REC/TRANS/INST)					216,43		216,43
4. 60	VENTOSA ACERO D=2" (MAT/REC/TRANS/INST)					92,30		92,30
4. 61	VALVULA COMPUERTA 04" (MAT/TRANS/INST)					219,67		219,67
4. 62	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)					768,14		768,14
4. 63	VALVULA MARIPOSA 04" (MAT/TRANS/INST)					842,14		842,14
4. 64	VALVULA ALTITUD 02" (MAT/TRANS/INST)					727,40		727,40
4. 65	UNION DRESSER SIMETRICA 04" (MAT/TRANS/INST)					958,80		958,80
4. 66	UNION DRESSER SIMETRICA 06" (MAT/TRANS/INST)					427,80		427,80
4. 67	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)					276,20		276,20
4. 68	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)					234,20		234,20
4. 69	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)					958,80		958,80
4. 70	UNION MECANICA LAMINA DE ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)					342,24		342,24
4. 71	PASAMUROS ACERO 02" (MAT/TRANS/INST)					40,91		40,91
4. 72	PASAMUROS ACERO 04" (MAT/TRANS/INST)					81,60		81,60
4. 73	PASAMUROS ACERO 06" (MAT/TRANS/INST)					133,14		133,14
4. 74	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"					27,25		27,25
4. 75	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 04"					114,90		114,90
4. 76	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 06"					47,00		47,00
4. 77	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"					27,25		27,25
4. 78	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 04"					114,90		114,90
4. 79	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 06"					37,60		37,60
4. 80	MEDIDOR ELECTROMAGNETICO 04" INCL. CONTROL, INSTRUMENTACION, PROTECCION Y PUESTA EN MARCHA (MAT/TRANS/INST)					8206,37		8206,37

4. 81	INDICADOR NIVEL CHANUL					79,80		79,80
4. 82	CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A.					93,95		93,95
4. 83	SUMIDERO CALZADA CERCO/REJILLA HF (PROVISION Y MONTAJE)					148,36		148,36
4. 84	SUMIDERO CALZADA (TAZA) SIN REJILLA (PROVISION Y MONTAJE)					28,36		28,36
4. 85	REJILLA 1.50x0.80 CON PATAS Y CERCO					264,59		264,59
4. 86	BAJANTE AGUA LLUVIA PVC 110MM					36,47		36,47
4. 87	SUMIDERO PISO 4", INCLUYE REJILLA Y ACC.					56,86		56,86
4. 88	SUMIDERO DE JARDIN PVC 110					4,21		4,21
4. 89	TOMACORRIENTE DOBLE 2#10 T.CONDUIT EMT. 1/2" (SE PAGARA POR punto)					40,16		40,16
4. 90	TABLERO Y BREAKERS 2-4 PTS-INCLUYE INSTALACION					73,70		73,70
4. 91	ACOMETIDA ELECTRICA (3#10TW)					7,36		7,36
4. 92	ILUMINACION CABLE SOLIDO N#12 CONDUIT EMT 1/2" (SE PAGARA POR punto)					59,36		59,36
4. 93	INDEMNIZACION POR PERDIDA DE SEMBRIO					1089,60		1089,60
CA05 CERRAMIENTO								
5. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					150,78		150,78
5. 2	ACARREO MANUAL MATERIAL 50m - PENDIENTE MAYOR A 45%					89,46		89,46
5. 3	ENCOFRADO/DESENCOFRADO MADERA MONTE CEPILLADA					407,82		407,82
5. 4	HORMIGON SIMPLE $f_c=180$ kg/cm ²					380,82		380,82
5. 5	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA ($f_c=180$ KG/CM ²)					1525,75		1525,75
5. 6	MAMPOSTERIA DE PIEDRA					742,14		742,14
5. 7	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA					455,27		455,27
5. 8	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)					31,38		31,38
5. 9	REVOCADO MAMPOSTERIA PIEDRA					148,68		148,68
5. 10	PINTURA CAUCHO EXTERIOR					139,84		139,84
5. 11	PINTURA ESMALTE CERRAMIENTO					931,20		931,20
5. 12	CASETA METÁLICA PARA CLORACIÓN (PROVISIÓN Y MONTAJE)					720,00		720,00
5. 13	TANQUE 500 LTS POLIETILENO APILABLE (PROVISION E INSTALACION)					118,87		118,87
5. 14	PUNTO DE AGUA POT ABLE 1/2" (PROVISION E INSTALACION)					21,24		21,24
5. 15	REMATE ALAMBRE PUAS TUBO HG 2" UN BRAZO (3 FILAS)					761,56		761,56
5. 16	MALLA TRIPLE GALVAN. Y TUBO HG 1 1/2"					2459,20		2459,20
5. 17	PUNTO DE LUZ					33,28		33,28
5. 18	HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70% - GRANULADO (CANECA 45kg) PROVISION					301,32		301,32
5. 19	LUMINARIA EXTERIOR TIPO 1 O 2, POSTE METALICO 3" Y PEDESTAL(PROVISIN Y MONTAJE)					500,62		500,62
CA06 MODULO 5: RED DE DISTRIBUCION								
6. 1	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)					1364,20		1364,20
6. 2	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)					824,60		824,60
6. 3	ACARREO MECANICO HASTA 1 km (carga, transporte, volteo)					8,72		8,72
6. 4	ROTURA ACERA/GRADAS					120,90		120,90
6. 5	ENSAYO DE COMPACTACION CON DENSIMETRO NUCLEAR					81,60		81,60
6. 6	TUBERIA PVC U/E 1.25Mpa 063mm (MAT/TRANS/INST)					1661,08		1661,08
6. 7	CODO ACERO 02">45 (MAT/REC/TRANS/INST)					372,96		372,96
6. 8	TAPON ACERO 02" (MAT/REC/TRANS/INST)					42,86		42,86
6. 9	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)					122,83		122,83
6. 10	VALVULA AIRE 02" 250PSI (MAT/TRANS/INST)					477,49		477,49
6. 11	CAJA DE VALVULA 06" (MAT/TRANS/INST)					52,24		52,24
6. 12	UNION DRESSER ASIMETRICA 02" (MAT/TRANS/INST)					276,20		276,20
6. 13	UNION MECANICA 02" (MAT/TRANS/INST)					124,70		124,70
6. 14	CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO COBRE 1/2" COLLAR ACERO INOX/BRONCE 3/4" (MAT/TRANS/INST/EXC/RELL.COMP)					3180,50		3180,50
6. 15	MEDIDOR DE AGUA DE 1/2" (CALIBRADO) PROVISION Y MONTAJE					341,80		341,80
6. 16	RECUBRIMIENTO UNION DRESSER 02"					27,25		27,25
6. 17	RECUBRIMIENTO UNION MECANICA 02"					27,25		27,25

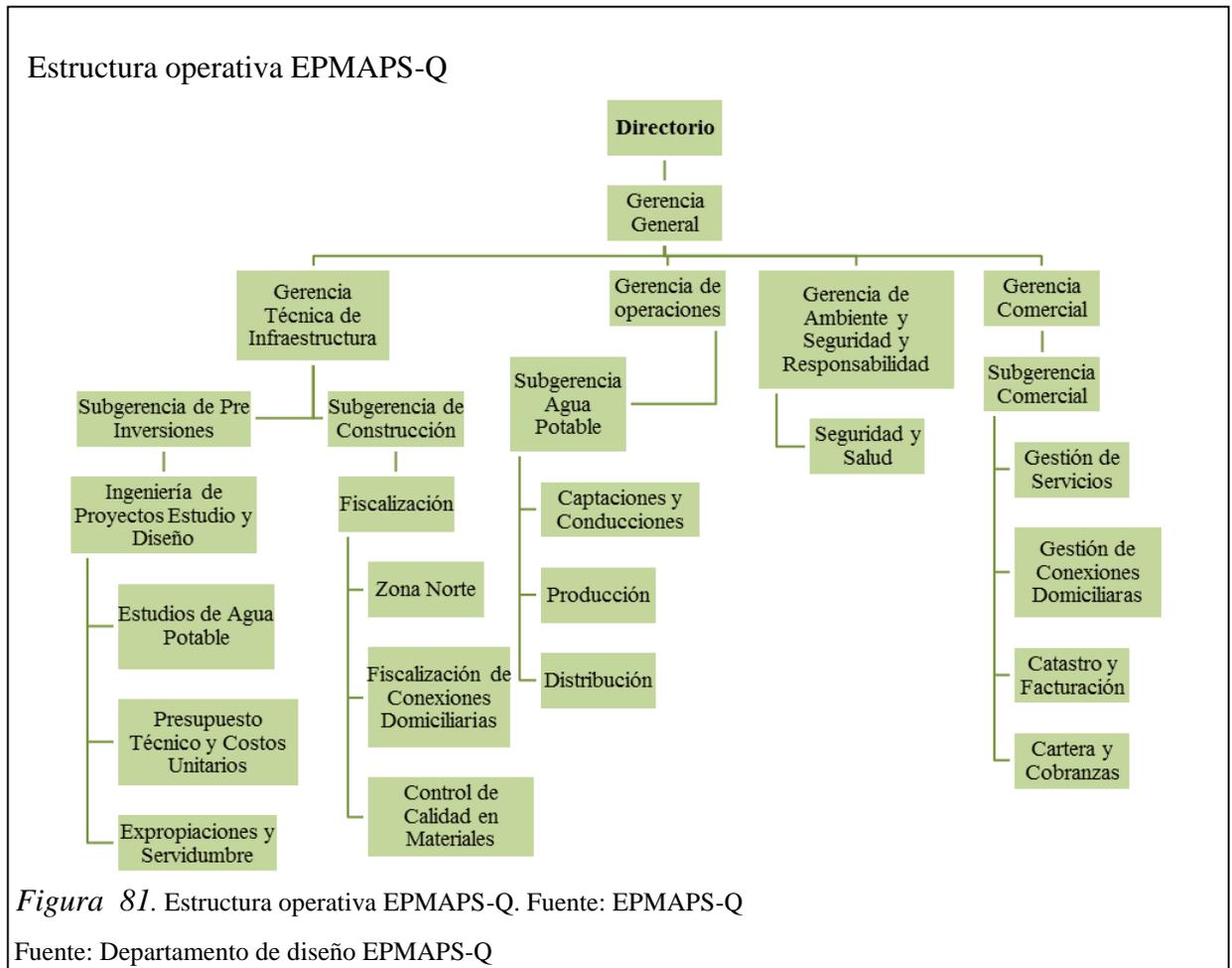
CA07 MODULO 7: SEGURIDAD INDUSTRIAL									
7.1	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)							111,64	111,64
7.2	VALLA SEÑALIZACION EN PANAFLEX ILUMINADA (PROVISION Y MONTAJE)							52,68	52,68
7.3	CONO DE SEÑALIZACION VIAL							108,00	108,00
7.4	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)							61,20	61,20
7.5	CHALECO REFLECTIVO POLIESTER							120,00	120,00
7.6	ELABORACION DE PLANO AS BUILT LAMINA, TAMAÑO A0 O A1							280,20	280,20
7.7	CONSTRUCCION TEMPORALES EN MADERA							961,56	961,56
7.8	GABINETE CONTRA INCENDIOS							623,04	623,04
7.9	BASURERO PLASTICO CON TAPA							12,00	12,00
7.10	VOLANTE INFORMATIVO - HOJA A5 (INCLUYE DISTRIBUCION)							12,50	12,50
7.11	CAMPAÑA EDUCATIVA INICIAL							360,00	360,00
7.12	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA							48,00	48,00
7.13	ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 m DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)							268,89	268,89
7.14	PLANTA ORNAMENTAL PEQUEÑA-EN FUNDA 1/4GL (INCL.TRASP. Y PLANTACION)							4,77	4,77
7.15	GUANTES DE CUERO PARA TRABAJO (PAR)							43,20	43,20
7.16	CASCO PLASTICO TRABAJO CON LOGOTIPO							72,00	72,00
7.17	BOTAS DE CAUCHO (PAR)							72,00	72,00
7.18	SAQUILLO YUTE (ARENA - POLVO PIEDRA)							31,40	31,40
TOTAL								89344,25	89344,25

Elaborado por: Alexandra Changoluisa y Kleber Cajamarca

CAPÍTULO 6

ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN

6.1 Estructura operativa



6.2 Arreglos institucionales

La EPMAPS-Q tendrá que coordinar los trabajos con la Empresa Eléctrica Quito y la junta parroquial de Nanegal, para garantizar el desarrollo normal de las actividades en la parroquia.

6.3 Cronograma valorado por componentes y actividades

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)	Duración (días)	Meses	Semanas															
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CA01 MODULO 1: CAPTACIÓN																							
01.003.4.2	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (ROCA)	m3	1	15,18	15,18	16	4	3,80	3,80	3,80	3,80												
01.003.4.21	EXCAVACION A MANO EN FANGO	m3	1	23,00	23,00	16	4	5,75	5,75	5,75	5,75												
01.011.4.04	HORMIGON SIMPLE f _c =210kg/cm2	m3	1	130,91	130,91	16	4	32,73	32,73	32,73	32,73												
01.011.4.08	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA (f _c =210 KG/CM2)	m3	1	96,16	96,16	16	4	24,04	24,04	24,04	24,04												
01.028.4.03	PINTURA CAUCHO EXTERIOR	m2	151	3,68	555,68	16	4	138,92	138,92	138,92	138,92												
01.028.4.07	PINTURA ANTICORROSIVA	m2	26	2,63	68,38	16	4	17,10	17,10	17,10	17,10												
02.007.4.01	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	13	122,83	1596,79	5	1				1596,79												
02.010.4.01	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	13	384,07	4992,91	5	1				4992,91												
04.010.4.25	CANDADO NIQUELADO	u	13	18,00	234,00	5	1				234,00												
06.006.4.17	LIMPIEZA DE CAPTACIONES (ARENAS Y LODOS)	m3	1	5,58	5,58	16	4	1,40	1,40	1,40	1,40												
CA02 MODULO 2: CÁMARAS ROMPE PRESIÓN																							
01.003.4.01	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3	14	7,18	100,52	20	4				25,13	25,13	25,13	25,13									
01.005.4.01	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	14	4,34	60,76	20	4				15,19	15,19	15,19	15,19									
01.007.4.11	ACARREO MANUAL MATERIAL 1000m	m3	8	50,70	405,60	20	4				101,40	101,40	101,40	101,40									
01.011.4.04	HORMIGON SIMPLE f _c =210kg/cm2	m3	3	130,91	392,73	20	4				98,18	98,18	98,18	98,18									
01.011.4.08	HORMIGON CICLOPEO 40% PIEDRA (f _c =210 KG/CM2)	m3	2	96,16	192,32	20	4				48,08	48,08	48,08	48,08									
01.018.4.13	PUERTA MALLA 50/10 TUBO 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m2	6	56,20	337,20	20	4				84,30	84,30	84,30	84,30									
01.018.4.71	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)	m2	3	171,11	513,33	20	4				128,33	128,33	128,33	128,33									
01.024.4.02	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	1	85,10	85,10	20	4				21,28	21,28	21,28	21,28									
01.027.4.09	PULIDO PAREDES INTERIORES	m2	29	1,74	50,46	20	4				12,62	12,62	12,62	12,62									
01.028.4.03	PINTURA CAUCHO EXTERIOR	m2	24	3,68	88,32	20	4				22,08	22,08	22,08	22,08									
02.007.4.01	VALVULA COMPUERTA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	3	122,83	368,49	5	1							368,49									
02.010.4.01	VALVULA MARIPOSA 02" (MAT/TRANS/INST)	u	3	384,07	1152,21	5	1							1152,21									
04.010.4.25	CANDADO NIQUELADO	u	4	18,00	72,00	5	1							72,00									
04.020.4.38	MALLA EN CERRAMIENTO (PROVISION, MONTAJE Y PINTURA) TRIPLE GALVANIZADO	m2	61	18,85	1149,85	20	4				287,46	287,46	287,46	287,46									
CA03 MODULO 3: LINEA DE CONDUCCION																							
01.024.4.02	ROTULOS DE SEÑALIZACION EN TOOL, POSTES HG 2" - INCL. LOGOS Y LEYENDA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	4	85,1	340,4	10	2							170,20	170,20								

CA04 MODULO 4: TANQUE DE RESERVA DE 100 M3																			
01.001.4.02	REPLANTEO Y NIVELACION	m	83	1,49	123,67	5	1												123,67
01.002.4.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	182	1,33	242,06	5	1												242,06
01.003.4.01	EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA)	m3	38	7,18	272,84	20	4			68,21	68,21	68,21	68,21						
01.003.4.17	EXCAVACION A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	m3	85	5,14	436,9	20	4			109,23	109,23	109,23	109,23						
01.005.4.01	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	98	4,34	425,32	20	4									106,33	106,33	106,33	106,33
01.005.4.06	RELLENO CON GRAVA	m3	37	23,63	874,31	10	2											437,16	437,16
01.007.4.20	DESALOJO DE MATERIAL 5KM CARGADO MANUAL	m3	16	7,02	112,32	5	1												112,32
01.009.4.01	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	Kg	5998	1,93	11576,14	5	1						11576,14						
01.009.4.60	MALLA ELECTROSOLDADA 4.15	m2	62	2,21	137,02	5	1							137,02					
01.010.4.01	ENCOFRADO/DESENCOFADO GUIAS DE PARED	m	42	4,94	207,48	5	1						207,48						
01.010.4.03	ENCOFRADO/DESENCOFADO PAREDES 2 LADOS (TANQUE)	m2	113	33,29	3761,77	5	1						3761,77						
01.010.4.04	ENCOFRADO/DESENCOFADO LOSA DE FONDO (BORDES)	m	39	3,78	147,42	5	1						147,42						
01.010.4.05	ENCOFRADO/DESENCOFADO LOSA SUPERIOR (TANQUE)	m2	61	12,89	786,29	5	1						786,29						
01.010.4.06	ENCOFRADO/DESENCOFADO MADERA MONTE CEPILLADA	m2	14	9,71	135,94	5	1						135,94						
01.010.4.08	ENCOFRADO/DESENCOFADO BORDILLOS 2 LADOS	m	52	2,57	133,64	5	1									133,64			
01.010.4.14	ENCOFRADO/DESENCOFADO COLUMNAS	m2	6	10,28	61,68	5	1						61,68						
01.010.4.22	ENCOFRADO/DESENCOFADO GRADAS	m2	9	12,92	116,28	5	1									116,28			
01.011.4.03	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm2	m3	4	126,94	507,76	10	2						253,88	253,88					
01.011.4.09	HORMIGON SIMPLE LOSA FONDO TANQUE f'c=210 KG/CM2	m3	17	122,68	2085,56	5	1						2085,56						
01.011.4.1	HORMIGON SIMPLE PAREDES TANQUE f'c=210 KG/CM2	m3	26	139,92	3637,92	5	1						3637,92						
01.011.4.11	HORMIGON SIMPLE LOSA SUPERIOR TANQUE f'c=210 KG/CM2	m3	10	133,8	1338	5	1							1338,00					
01.011.4.16	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS f'c=210 KG/CM2	m3	1	151,12	151,12	5	1							151,12					
01.011.4.22	HORMIGON SIMPLE ESCALERAS f'c=210 KG/CM2	m3	4	153,71	614,84	5	1									614,84			
01.011.4.25	HORMIGON SIMPLE BORDILLO 50, 15 (f'c=180KG/CM2)	m	52	12,56	653,12	5	1							653,12					
01.011.4.96	HORMIGON SIMPLE REPLANTILLO f'c=180KG/CM2	m3	4	124,52	498,08	5	1					498,08							
01.012.4.02	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 15 CM	m	17	9,61	163,37	5	1						163,37						
01.012.4.03	JUNTAS IMPERMEABLES PVC 18 CM	m	48	11,17	536,16	5	1						536,16						
01.015.4.03	CANAL DE DRENAJE CON GRAVA	m	37	8,59	317,83	5	1									317,83			
01.015.4.05	DRENES (TUBERIA PVC 110mm)	m	48	5,23	251,04	5	1									251,04			
01.016.4.31	ADOQUINADO (F'c=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO	m2	58	17,27	1001,66	5	1									1001,66			
01.018.4.01	LETRA TOL GALVANIZADA E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)	u	18	14,22	255,96	5	1												255,96
01.018.4.02	LOGOTIPO TOL GALVANIZADO E=4mm (PROVISION Y MONTAJE)	u	1	69,26	69,26	5	1												69,26
01.018.4.07	REJILLA DE POZO DESAGUE CAMARA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	1	65,28	65,28	5	1						65,28						
01.018.4.14	PUERTA TOOL DOBLADO CON MARCO (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m2	3	70,99	212,97	5	1												212,97
01.018.4.16	VENTANA DE HIERRO CON PROTECCION (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m2	2	32,93	65,86	5	1												65,86
01.018.4.2	PASAMANOS TUBO HG 2" (INCLUYE INSTALACION Y PINTURA)	m	1	35,38	35,38	5	1												35,38
01.018.4.41	REGLETA LIMNIMETRICA HF/ACERO INOX. (PROVISION Y MONTAJE)	u	1	220,56	220,56	5	1									220,56			
01.018.4.71	TAPA SANITARIA Y CERCO-ACERO TRIPLE GALVANIZADO E=3MM (PROVISION Y MONTAJE)	m2	1	171,11	171,11	5	1									171,11			
01.021.4.02	ENCAMADO TUBERIAS MATERIAL FINO	m3	2	21,47	42,94	5	1					42,94							
01.025.4.02	ESTRIBO DE VARILLA 18MM GALVANIZADO EN CALIENTE (TANQUE) (PROVISION Y MONTAJE)	u	19	9,43	179,17	5	1												179,17
01.027.4.04	ENLUCIDO VERTICAL TARRAJEADO	m2	3	9,96	29,88	5	1						29,88						
01.027.4.05	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO	m2	46	8,29	381,34	5	1						381,34						
01.027.4.09	PULIDO PAREDES INTERIORES	m2	74	1,74	128,76	5	1						128,76						

CA07 MODULO 6: SEGURIDAD INDUSTRIAL																								
01.024.4.01	ROTULOS CON CARACTERISTICAS DEL PROYECTO (PROVISION Y MONTAJE)	m2	2	55,82	111,64	5	1	111,64																
01.024.4.04	VALLA SEÑALIZACION EN PANAFLEX ILUMINADA (PROVISION Y MONTAJE)	m2	1	52,68	52,68	5	1	52,68																
01.024.4.08	CONO DE SEÑALIZACION VIAL	u	6	18,00	108,00	5	1	108,00																
01.024.4.09	CINTA REFLECTIVA - ROLLO 3" X 200 PIES (CON LEYENDA)	u	3	20,40	61,20	80	16	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	
01.024.4.19	CHALECO REFLECTIVO POLIESTER	u	20	6,00	120,00	5	1	120,00																
01.036.4.54	ELABORACION DE PLANO AS BUILT LAMINA, TAMAÑO A0 O A1	u	5	56,04	280,20	5	1															280,20		
04.020.4.24	CONSTRUCCION TEMPORALES EN MADERA	m2	36	26,71	961,56	5	1					961,56												
04.029.4.13	GABINETE CONTRA INCENDIOS	u	1	623,04	623,04	5	1					623,04												
04.041.4.51	BASURERO PLASTICO CON TAPA	u	2	6,00	12,00	5	1					12,00												
07.005.4.07	VOLANTE INFORMATIVO - HOJA A5 (INCLUYE DISTRIBUCION)	u	250	0,05	12,50	80	16	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	
07.005.4.29	CAMPAÑA EDUCATIVA INICIAL	u	1	360,00	360,00	5	1	360,00																
07.005.4.30	CHARLA EDUCATIVA-PUBLICITARIA	u	2	24,00	48,00	5	1	48,00																
07.021.4.03	ARBOLES VARIAS ESPECIES 3 m DE ALTO (PROV. TRANSP Y TRASPLANTE)	u	3	89,63	268,89	10	2															134,45	134,45	
07.021.4.60	PLANTA ORNAMENTAL PEQUEÑA-EN FUNDA 1/4GL (INCL.TRANSP. Y PLANTACION)	u	9	0,53	4,77	5	1																4,77	
01.024.4.22	GUANTES DE CUERO PARA TRABAJO (PAR)	u	12	3,60	43,20	5	1	43,20																
01.024.4.20	CASCO PLASTICO TRABAJO CON LOGOTIPO	u	12	6,00	72,00	5	1	72,00																
01.024.4.21	BOTAS DE CAUCHO (PAR)	u	12	6,00	72,00	5	1	72,00																
05.007.4.01	SAQUILLO YUTE (ARENA - POLVO PIEDRA)	u	20	1,57	31,40	10	2	15,70	15,70															
TOTALES PARCIALES					89344,25				2321,15	244,03	228,33	9858,41	1026,09	1026,09	2788,99	893,26	22503,07	4854,47	8060,37	4515,53	12340,72	4110,74	8499,38	6073,64
TOTALES ACUMULADOS									2321,15	2565,18	2793,51	12651,91	13678,00	14704,09	17493,08	18386,34	40889,41	45743,87	53804,24	58319,77	70660,49	74771,23	83270,61	89344,25
PORCENTAJES PARCIALES (%)									2,60	0,27	0,26	11,03	1,15	1,15	3,12	1,00	25,19	5,43	9,02	5,05	13,81	4,60	9,51	6,80
PORCENTAJES ACUMULADOS (%)									2,60	2,87	3,13	14,16	15,31	16,46	19,58	20,58	45,77	51,20	60,22	65,28	79,09	83,69	93,20	100,00

6.4 Especificaciones técnicas

Ver anexo N° 12 especificaciones técnicas

CAPÍTULO 7

ESTRATEGIA DE SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN

7.1 Monitoreo de la ejecución

Durante la etapa de ejecución del proyecto, la subgerencia de construcción de la EPMAQS-Q asignará al departamento de fiscalización la dirección técnica del proyecto, el mismo que se encargará de lo siguiente:

- Verificar el cumplimiento de diseños, especificaciones técnicas y ensayos de campo.
- Responsabilizarse por el cumplimiento de las etapas constructivas de acuerdo a los diseños definitivos, especificaciones técnicas, cronogramas de trabajo y normas técnicas.
- Verificar la aplicación de medidas ambientales para mitigar los impactos ambientales de conformidad con el estudio realizado.
- Solicitar la provisión de materiales, equipos y herramientas para el normal avance de la obra.

CONCLUSIONES

- Para el estudio de población se realizó un censo poblacional por parte de los autores, para lo cual se zonificó la cabecera parroquial en 6 partes, dando un total de 978 habitantes.
- Para la caracterización del sistema existente de agua potable se realizó el catastro de cada elemento del sistema.
- La información de precipitaciones se tomó de la estación meteorológica Nanegalito de propiedad de INAMHI.
- En las series de precipitaciones diarias el relleno de datos se realizó con el método del U.S. Weather Bureau.
- Para conocer la variación de los caudales en las fuentes de captación se utilizó aforos volumétricos realizados por la EPMAFS-Q y los autores (29 de julio 2014).
- Para generar caudales medios diarios se utilizó dos métodos, el método SCS y el método racional.
- Los caudales de garantía calculados a través del método racional se ajusta más a los datos de los aforos, los cuales corresponden a $Q_{50\%} = 3.94$ (l/s), $Q_{85\%} = 2.27$ (l/s) y $Q_{95\%} = 2.09$ (l/s).
- El caudal de garantía utilizado para el análisis y diseño de los componentes del sistema es el $Q_{85\%} = 2.27$ (l/s).
- Para realizar el perfil geológico se consideró la estratigrafía del área de estudio, que se encuentra constituida por formaciones volcánicas, sedimentarias y rocas ígneas intrusivas.
- La zona de estudio se encuentra ubicado en la zona V de alto riesgo sísmico según el NEC-11, por lo que se deberá tomar en cuenta para el análisis del cálculo estructural.
- De acuerdo al mapa de riesgo volcánico, el proyecto se encuentra localizado en una zona con alto peligro de lahares y flujos piroclásticos.
- Según el mapa de riesgo a deslizamientos el área de estudio se encuentra en la zona 4 (alta susceptibilidad).
- La capacidad portante del suelo se calculó a través de la ecuación de Terzaghi para falla general de una cimentación cuadrada, mientras que para el cálculo de

asentamientos se utilizó la ecuación del asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad, ya que el tipo de suelo según el ensayo triaxial es arena limosa.

- Mediante los resultados del ensayo triaxial se obtuvo una capacidad portante de 69.78 T/m²; con asentamiento en el centro de la cimentación de 1.45 mm y en la esquina de la cimentación de 0.73 mm que se consideran tolerables según Skempton y MacDonald (1956).
- Para el cálculo de los caudales de diseño se toma una dotación de 160 l/hab/día de acuerdo a las normas EX-IEOS (población hasta 5000 habitantes con clima templado), ya que la parroquia cumple con estas condiciones.
- Para el cálculo del caudal medio se tomó un valor de factor de fugas promedio de 44%, ya que su valor en parroquias varía entre 40% –48%, según la EPMAPS-Q.
- El coeficiente de variación de consumo máximo diario (k1) recomendado en normas EX - IEOS para parroquias esta entre 1.30 – 1.50, para este proyecto se tomó un valor de 1.30.
- El coeficiente de variación de consumo máximo horario (k2) recomendado en normas EX - IEOS para parroquias esta entre 2.00 – 2.30, para este proyecto se tomó un valor de 2.00.
- Los caudales de diseño actuales para la evaluación de cada componente del sistema corresponde a: captación Q= 4.07 (l/s), línea de conducción Q= 3.56 (l/s), sistema de tratamiento Q= 3.73 (l/s) y red de distribución Q= 15.22 (l/s).
- existen tramos en los cuales no cumple la velocidad mínima, pero el más crítico se presenta en la tubería 25 (nudo 22 al 23) con una velocidad 0.01m/s que no cumple de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q la cual establece que la velocidad mínima es 0.45m/s.
- De acuerdo a la modelación hidráulica en watercad de la red de distribución la velocidad mínima es de 0.01 (m/s) en el tramo del nudo 22 al 23 (tubería 25), y la velocidad máxima es de 1.28 m/s en el tramo del nudo 23 al tanque 1 (tubería 24).De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la velocidad mínima es de **0.45** m/s que en este caso no cumple la tubería 25.

- La presión mínima reportada en el modelo de watercad es de 21.80 (m H₂O) en el nudo 33, y la presión máxima es de 87.60 (m H₂O) en el boca de fuego IA060. De acuerdo a la norma EPMAPS-Q la presión estática máxima es de **70.00** (m H₂O) que en este caso no cumple el boca de fuego.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en el programa watercad de la red de distribución la hora de mayor demanda es la 9 am y la de menor demanda es la 1am.
- Para estimar las pérdidas totales en la línea de conducción se utilizó la fórmula de Darcy-Weisbach, ya que la fórmula de Hazen-Williams no es aplicable, debido a que la red de conducción tiene tuberías con diámetro menor a 2 pulgadas, según la norma EPMAPS-Q.
- En el cálculo de las pérdidas de carga en la línea de conducción el coeficiente de Darcy varía notablemente, ya que la rugosidad de la tubería está en función de su vida útil.
- Los caudales de diseño al final de la vida útil de cada componente del sistema corresponde a: captación Q= 4.49 (l/s), línea de conducción Q= 3.93 (l/s), sistema de tratamiento Q= 4.12 (l/s) y red de distribución Q= 15.76 (l/s).
- Los parámetros de diseños de cada componente del sistema de agua potable están de acuerdo a la normativa EPMAPS-Q y EX – IEOS, para una vida útil de 30 años.
- Para mejorar el funcionamiento hidráulico y estético de las captaciones se propone: aplicar pintura de caucho en las paredes exteriores, colocar pintura anticorrosiva en las puertas metálicas, disponer de candados en cada captación para su seguridad, colocar al inicio de la línea de conducción una válvula mariposa de control y en la tubería de desagüe una válvula de compuerta de 2 pulgadas, esto se realiza en las 13 captaciones ya que sus condiciones son similares.
- Para mejorar el funcionamiento hidráulico de las 3 cámaras rompe presión se propone: colocar una válvula mariposa de control y una válvula de compuerta para el desagüe de 2 pulgadas de diámetro, pulir las paredes interiores y aplicar pintura de caucho en la paredes exteriores para garantizar su durabilidad, cambiar las tapas

metálicas, colocar candados para la seguridad y construir una cerramiento perimetral de malla que evite el ingreso de animales y personas ajenas al sistema.

- Para mejorar el abastecimiento del sistema de agua potable se propone construir un tanque de almacenamiento cuadrangular tipo de 100 m³, ya que los dos tanques de reserva existentes no satisfacen los caudales y volúmenes requeridos al final del período de diseño.
- Para el diseño estructural del tanque tipo, los parámetros de diseño se basaron en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11).
- El tipo de tratamiento que se propone realizar para potabilizar el agua es la cloración, porque los parámetros que no cumplen son los coliformes fecales y totales según el informe del laboratorio central de control de calidad de la EPMAPS-Q, y para este caso la norma TULAS recomienda únicamente un tratamiento convencional.
- De acuerdo a los parámetros de diseño hidráulico (Darcy - Weisbach), cada tramo de la línea de conducción cumple correctamente para una tubería de PVC de 50 mm de diámetro.
- Se propone incrementar 316.66 m de red de distribución al barrio La Floresta donde existen 10 acometidas para disponer del servicio de agua potable, haciéndose un total de 8.50 Km de red.
- De acuerdo a la modelación hidráulica en algunos tramos de la red de distribución no cumple la velocidad mínima, por lo que es necesario foguear ya que las velocidades bajas provoca que los sedimentos se acumulen al interior de las tuberías reduciendo su diámetro.
- De acuerdo a la modelación hidráulica la presión mínima en el nudo adicional del nuevo tramo de red es de 6.70 (m H₂O), mientras que la presión máxima es de 90.80 (m H₂O) en el boca de fuego IA060, cuyos valores son aceptables según el departamento de diseño de proyectos de la EPMAPS-Q.
- El costo total del proyecto es de 89344.25 dólares (no incluye IVA), que será financiado con los recursos económicos de la EPMAPS-Q.

- El presupuesto del proyecto puede variar durante el proceso de ejecución, debido al reajuste de los precios unitarios y otros costos (material, equipos y mano de obra).
- El cronograma estimado de ejecución del proyecto es de 4 meses.
- De acuerdo al análisis económico el proyecto es viable ya que sus indicadores económicos son VAN: 5672.90 dólares, TIR: 13% y B/C: 1.03 que son aceptables.
- De acuerdo al análisis del impacto ambiental el proyecto está en categoría I, por lo que el Ministerio del Ambiente (acuerdo ministerial N° 006) recomienda únicamente realizar guías de buenas prácticas ambientales (GBPA).

RECOMENDACIONES

- Realice la inspección visual de los materiales disponibles en el entorno de las captaciones.
- Verifique que los materiales utilizados para la fabricación de hormigón in situ de las captaciones no contengan material orgánico, a fin de garantizar su buena calidad.
- Utilice siempre los elementos de protección personal en función de los materiales que se manipulan y actividades que se desarrollan.
- Aproveche la luz natural durante toda la jornada laboral, ya que no se cuenta iluminación artificial.
- Apile los materiales de manera ordenada y adecuada evitando el deslizamiento de los mismos debido a la presencia de pendientes pronunciadas.
- Ponga saquillos de yute para el almacenamiento de residuos al alcance de todos. Es necesario que estos saquillos sean transportados al finalizar cada jornada laboral, para posteriormente evacuar en los contenedores de basura de la localidad.
- Almacene en sacos de yute con la debida señalización los residuos peligrosos de botes de pintura, con la finalidad de brindar seguridad de almacenamiento y la facilidad de maniobra para el transporte.
- Realizar la limpieza general de escombros y desechos una vez finalizado cada jornada laboral.
- Desalojo de escombros en escombreras autorizadas por el fiscalizador.
- Instale la señalética preventiva (cinta reflectiva) dirigida a trabajadores para confinar el lugar de maniobras y operaciones de la obra.
- Promueva una comunicación con la población del área de influencia directa, mediante la ejecución de charlas informativas y la difusión de material con la información del proyecto.
- Contar con un stock de accesorios a utilizarse en caso de averías con el propósito de evitar pérdidas de agua.
- Para el análisis sísmico en el cálculo estructural se debe tomar el valor de factor sísmico de $Z = 0.4$

- Para la capacidad portante de 69.78 T/m^2 , se debe realizar una cimentación cuadrada de $6.00 \times 6.00 \text{ m}$.
- Para mantener la temperatura del agua del tanque de almacenamiento tipo de 100 m^3 , se colocará el material de excavación alrededor del mismo.
- Durante el proceso de fogueo se debe:
 - Notificar con anterioridad a los usuarios de la actividad a realizarse.
 - El fogueo se iniciara a partir de las 21h con el fin de no ocasionar problemas en las horas de mayor demanda.
 - Foguear un tramo a la vez y se debe determinar que hidrante o boca de fuego se va abrir.
 - Aislar el tramo que va a hacer fogueado con ayuda de válvulas.
 - Verificar que la presión sea lo suficiente para foguear la tubería por eso se debe elegir las bocas de fuego e hidrantes con mayor presión.
 - Abrir el hidrante o boca de fuego lentamente para iniciar la descarga.
 - Mantener abierto la boca de fuego o hidrante de 2 a 5 minutos.
 - Realizar el registro de datos con relación al fogueo (olor y color del agua descargada).
 - Tomar muestras de agua en el hidrante o boca de fuego para su posterior análisis de calidad del agua.
 - Cuando el agua se torna clara, cierre lentamente la boca de fuego o hidrante.
- Para el mejoramiento de las condiciones de la línea de conducción se debe colocar un recubrimiento a fin de evitar que se cristalice la tubería, debido a la exposición a los agentes atmosféricos.
- Colocar la señalética a lo largo de la trayectoria de la línea de conducción, para evitar daños que provoquen el corte del servicio de agua potable.
- Colocar un recubrimiento en la tubería de desagüe de las cámaras rompe presión para evitar el desgaste acelerado de la tubería.
- Para el replanteo del tanque de distribución tipo 100 m^3 , se tomará como puntos de control el GPS1 y GPS2 ubicados en los tanques de reserva existentes.

- Se deberá tramitar la expropiación del área requerida para la construcción del tanque de distribución tipo 100 m³, que corresponde a 227 m² del terreno de propiedad de la señora María Graciela Benavides Ayala.
- Realice el mantenimiento periódico de todos los elementos del sistema a fin de garantizar la calidad del servicio.
- Realizar periódicamente la limpieza y retiro de vegetación del camino a las captaciones y cámaras rompe presión para facilitar la accesibilidad para su mantenimiento.

LISTA DE REFERENCIAS

- Braja, M. D. (2001). *Principios de Ingenieria de cimentaciones*. Mexico: Internacional Thomson Editores.
- Chow, V. (1994). *Hidrologia Aplicada*. Santa fe de Bogota: McGraw - Hill.
- Comite Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construccion. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construccion*. Quito.
- Direccion de Geologia y Minas, M. (1998). *Mapa Geologico del Ecuador hoja 64 Pacto*.
- Foro Nacional Permanente de las Mujeres Ecuatorianas. (2010). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Nanegal*. Quito.
- Franzini, J., & Finnemore, J. (1997). *Mecanica de Fluidos con aplicaciones en Ingenieria*. España: McGraw-Hill.
- Gobierno de Pichincha. (s.f.). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Nanegal 2025*. Quito.
- Gutierrez, C. (2014). *Hidrologia basica y aplicada*. Quito: Abya-Yala.
- Instituto Geografico Militar. (2015).
- Ministerio del Ambiente. (Febrero 2014). *Acuerdo Ministerial N° 006*. Quito.
- Potable, E. M. (2009). *Norma de Diseño de Sistama de Agua Potable para la EMAAP-Q*. QUITO: V&M Graficas.

ANEXOS