

**Proyecto Adaptación a los impactos del cambio climático en
recursos hídricos en los Andes (AICCA)**

“Consultoría para la elaboración de un estudio técnico y económico definitivo para el mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable de las poblaciones de Cuyuja y Papallacta, como medida de adaptación al cambio climático”.

Producto No 3

Luis Homero Hidrobo
Ingeniero Civil

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Consejo para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

Contenido

1.	Introducción.....	7
2.	Antecedentes.....	7
3.	Objetivo.....	7
4.	Descripción del proyecto.....	8
4.1.	Localización.....	8
4.2.	Componente físico.....	9
4.2.1.	Paisaje y relieve.....	9
4.2.2.	Clima.....	9
4.2.3.	Uso actual del suelo.....	10
4.2.4.	Área Protegida.....	10
4.2.5.	Hidrología.....	11
4.2.6.	Aire, Ruido.....	12
4.3.	Componente biótico.....	12
4.3.1.	Ecosistemas naturales.....	12
4.4.	Componente socioeconómico.....	14
4.4.1.	Población.....	14
4.4.2.	Educación.....	17
4.4.3.	Salud.....	18
4.4.4.	Trabajo y empleo.....	21
4.4.5.	Principales actividades económicas.....	22
5.	Estimación de la población futura.....	23
5.1.	Métodos de cálculo de la población futura.....	24
5.1.1.	Métodos matemáticos.....	24
5.1.2.	Métodos estadísticos.....	27
5.2.	Análisis poblacional.....	30
6.	Densidad poblacional.....	30
7.	Captaciones.....	30
7.1.	Captación 1.....	30
7.2.	Captación 2.....	31
7.3.	Captación 3.....	32
8.	Conducciones.....	32
9.	Red de distribución.....	39
9.1.	Trazado de la red de distribución y ubicación de nudos.....	39

9.2.	Caudal de diseño	41
9.2.1.	Áreas de aportación y usos del suelo.....	41
9.2.2.	Dotación	43
9.2.3.	Caudal máximo horario	44
9.2.4.	Caudal de incendios	45
9.3.	Simulación numérica (EPANET)	47
9.3.1.	Datos de Ingreso	47
9.3.2.	Resultados	48
9.4.	Válvulas.....	51
10.	Presupuesto de la obra.....	54
11.	Especificaciones técnicas.....	54
12.	Manual de operación.....	54
13.	Evaluación y plan de manejo ambiental.....	54
14.	Calidad del agua	54
15.	Estudio de suelos.....	54
16.	Estudio eléctrico.....	54
17.	Bibliografía.....	55
18.	Anexo.....	57
18.1.	Anexo 1	57
18.2.	Anexo 2	58
18.3.	Anexo 3	61
18.4.	Anexo digital.....	65

Tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM de las obras de mejoramiento (wgs 1984, Zona 17 S)	9
Tabla 2. Información climática del área de influencia del proyecto.....	9
Tabla 3. Caudales de las captaciones del sistema	11
Tabla 4. Flora representativa del Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.....	13
Tabla 5. Fauna representativa del Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.....	14
Tabla 6. Datos históricos Población total de la parroquia Cuyuja.....	15
Tabla 7. Tasas de crecimiento de la parroquia Cuyuja	15
Tabla 8. Cuyuja Población parroquia Cuyuja 2019	16
Tabla 9. Población de la cabecera parroquial de Cuyuja	17
Tabla 10. Información sobre el estado de analfabetismo y escolaridad	18
Tabla 11. Comparativo en la tasa de asistencia neta en el censo 2010.....	18
Tabla 12. Causas de morbilidad ambulatoria en el centro de salud de la parroquia Papallacta. 2016	19
Tabla 13. Población en edad de trabajar (PET) y económicamente activa (PEA).....	21
Tabla 14. Población económicamente Inactiva (PEI).....	21
Tabla 15. Actividades Económicas de la Población	22
Tabla 16. Fuentes de empleo en la población en la parroquia Cuyuja.....	23
Tabla 17. Nivel de ingreso económicos mensual del hogar	23
Tabla 18. Población por años	24
Tabla 19. Método estadístico - resumen de R ²	29
Tabla 20. Resultados de estimación de la población futura por tres métodos.....	30
Tabla 21. Densidad poblacional al horizonte del proyecto.....	30
Tabla 22. Resumen de cálculos hidráulicos – captaciones	35
Tabla 23. Diámetro seleccionado	35
Tabla 24. Consumo doméstico máximo.....	43
Tabla 25. Dotaciones Cuyuja	43
Tabla 26. Resumen datos hidráulico Cuyuja	45
Tabla 27. Coordenadas UTM bocas de fuego.....	46
Tabla 28. Coeficientes de rugosidad para tubería nueva	48
Tabla 29. Presión dinámica Red 1.....	50
Tabla 30. Presión dinámica Red 2.....	50

Tabla 31. Velocidades máximas y mínimas de la red1 y red 2	51
Tabla 32. Caudal máximo horario Red 1 Cuyuja.....	57
Tabla 33. Caudal máximo horario Red 2 Cuyuja.....	58
Tabla 34. Resultados nudos EPANET Red 1.....	61
Tabla 35. Resultados tuberías EPANET Red 1	61
Tabla 36. Resultados Nudos EPANET Red 2	62
Tabla 37. Resultados Tuberías EPANET Red 2.....	63

Figuras

Figura 1. Ubicación de las obras de mejoramiento	8
Figura 2. Distribución promedio de precipitación	10
Figura 3. Intersección con áreas protegidas sistema nacional áreas protegidas (SNP).....	11
Figura 4. Intersección con áreas protegidas ecosistemas.....	13
Figura 5. Estructura etaria de la población en la parroquia Cuyuja	16
Figura 6. Método estadístico - Lineal.....	28
Figura 7. Método estadístico – Exponencial	28
Figura 8. Método estadístico – Logarítmica.....	28
Figura 9. Método estadístico – Potencial.....	29
Figura 10. Esquema de conducciones del diseño definitivo	33
Figura 11. perfil esquemático – conducción 1	36
Figura 12. perfil esquemático – conducción 2	36
Figura 13. perfil esquemático – conducción 3	37
Figura 14. perfil esquemático – conducción 4	37
Figura 15. perfil esquemático – conducción 5	38
Figura 16. perfil esquemático – conducción 6	38
Figura 17. Trazado red 1	39
Figura 18. Trazado red 2	40
Figura 19. Localización de tuberías.....	41
Figura 20. Red1 áreas de aportación y usos del suelo.....	42
Figura 21. Red 2 áreas de aportación y usos del suelo	42
Figura 22. Bocas de fuego Red 1	46
Figura 23. Bocas de fuego Red 2	46
Figura 24. Curva Bomba Red 1	48
Figura 25. Resultados de velocidades y presiones Red 1.....	49

Figura 26. Resultados de velocidades y presiones Red 2.....	49
Figura 27. Plano Red 1	52
Figura 28. Plano Red 2	53

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuarrunjin Andina

1. Introducción

La política ambiental básica del Ecuador es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo sustentable; minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales manteniendo las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sostenible.

Todo habitante en el Ecuador y sus instituciones y organizaciones públicas y privadas deberán realizar cada acción, en cada instante, de manera que propenda en forma simultánea a ser socialmente justa, económicamente rentable y ambientalmente sustentable.

Los sistemas de agua potable, alcantarillado y de tratamiento de las aguas residuales, son sistemas básicos para mantener un ambiente limpio y sano, logrando así mejorar la calidad de vida y economía de la población a servir, por ende, promueve un desarrollo sustentable.

2. Antecedentes

En el Ecuador las grandes ciudades como Quito, Guayaquil, Cuenca, Orellana, etc., han tenido un crecimiento poblacional muy rápido debido a la migración por falta de trabajo en el campo. Esta situación ha generado asentamientos populares que no cuentan con estudio y proyectos de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, lo que causa graves problemas ambientales y de salud pública, volviéndose urgente la contratación de estudios y ejecución de los proyectos de saneamiento ambiental como son principalmente los de agua potable y alcantarillado que ayuden a solucionar estas dificultades.

Frente a esta problemática AICCA CONDESAN, por medio de su representante, suscribe un contrato para que se realicen los Estudios y Diseños del Sistema de Agua Potable de las parroquias Cuyuja y Papallacta.

3. Objetivo

Diseñar, calcular y presupuestar la repotenciación del sistema de Agua Potable de las parroquias Cuyuja y Papallacta, pertenecientes al cantón Quijos de la provincia de Napo mediante la aplicación de la normativa que rige en el país para este tipo de proyecto y con la

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuarrunari Andina

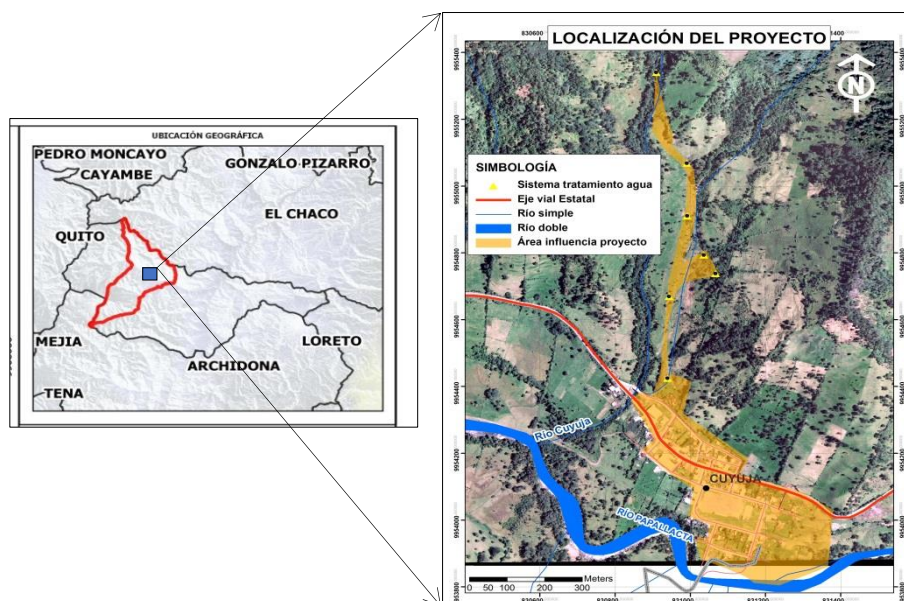
utilización de paquetes computacionales de manera que permitan enfrentar los efectos negativos del cambio climático que se produce en el sector.

4. Descripción del proyecto

4.1. Localización

El proyecto se desarrollará en la parroquia de Cuyuja, perteneciente al cantón Quijos, provincia de Napo. El actual sistema de agua que abastece a la cabecera parroquial, está localizado en su lado norte, y el proyecto de mejoramiento incluye obras en la captación, planta de tratamiento y redes de distribución (Figura 1). Las coordenadas geográficas que localizan las obras a implementarse se presentan en la Tabla 1.

Figura 1. Ubicación de las obras de mejoramiento



El área de influencia directa de las obras definidas en el proyecto comprende 17,35 hectáreas, ubicada en un rango de altitud de 2400-2600 msnm.

La población beneficiaria directa corresponde a 419 habitantes asentados en la cabecera parroquial.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las obras de mejoramiento (wgs 1984, Zona 17 S)

INFRAESTRUCTURA	X	Y	Altitud msnm
Captación 1	830909.24	9955340.63	2543.00
Captación 2	831035.93	9954793.33	2484.00
Captación 3	831066.86	9954737.98	2491.80
Desarenador	830991.72	9954911.22	2491.00
Tanque rompe presiones 2	830943.65	9954669.43	2462.00
Planta de tratamiento	830939.56	9954424.43	2432.00

4.2. Componente físico

4.2.1. Paisaje y relieve

Cuyuja extiende su territorio sobre las vertientes externas de la Cordillera Oriental de los Andes, caracterizando la gran presencia de montañas con fuertes pendientes. En el centro de este paisaje montañoso se localiza un estrecho y alargado valle donde se encuentran la cabecera parroquial y la mayoría de sus asentamientos dispersos.

Las obras de repotenciación del sistema de agua para la cabecera parroquial de Cuyuja se localizan dentro de este paisaje montañoso en un rango de altitud entre 2400-2800 msnm. La mayor parte de obras se ejecutarán dentro de una pendiente tipo “inclinado y ondulado” (12-25%) e intervenciones menores dentro de una pendiente “moderadamente escarpado” (25.50%).

4.2.2. Clima

El área de influencia del proyecto tiene clima “templado húmedo”, un régimen de precipitación uniforme durante todo el año con valores máximos entre mayo y agosto y mínimos en enero y diciembre (Figura 2 y Tabla 2).

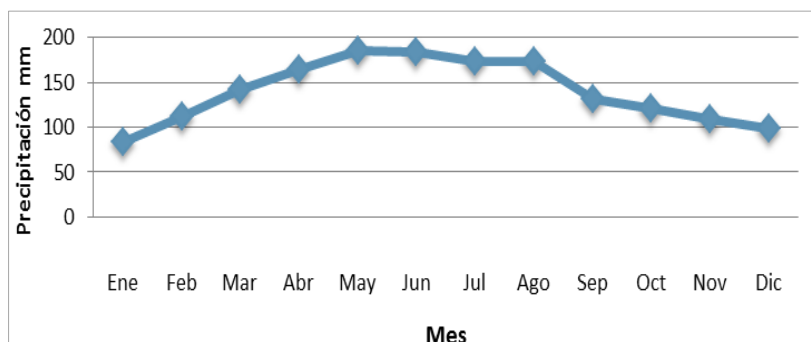
Tabla 2. Información climática del área de influencia del proyecto

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Precipitación	Promedio: 1681.70 mm/año; 140.1 mm/mes Distribución mensual uniforme con incremento entre mayo y agosto con una máxima de 186.2 mm/mes (mayo) y mínima(enero).
Temperatura	11°C a 13 °C,
Humedad	Mayor al 80%
Pisos bioclimáticos	Montano

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Amenaza Climática	Lluvias intensas

Nota: la información fue tomada del Sistema Nacional de información, 2019; citado PDOT Cuyuja 2019-2021, los valores de precipitación son promedio de la información estación Cuyuja hasta el año 2005.

Figura 2. Distribución promedio de precipitación



4.2.3. Uso actual del suelo

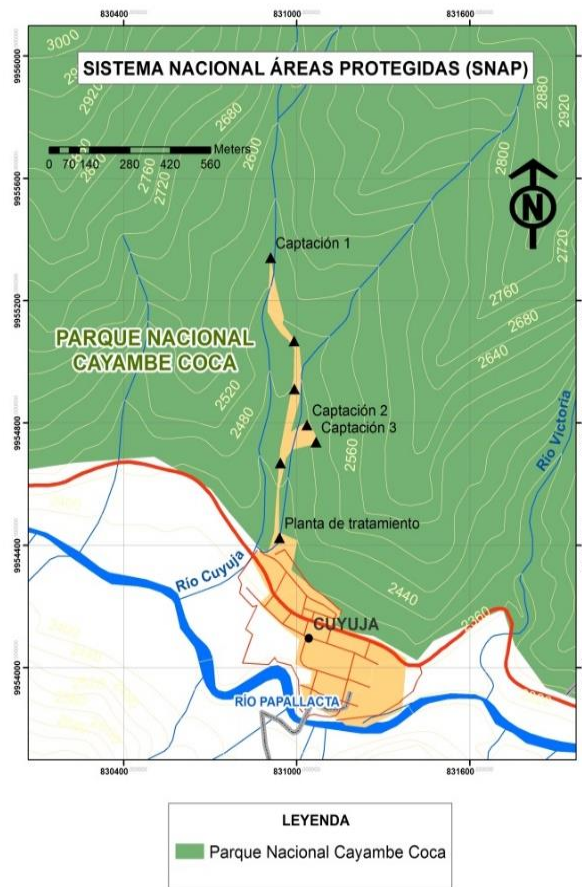
El mejoramiento al Sistema de Agua de la cabecera parroquial Cuyuja se desarrolla en su totalidad dentro de áreas intervenidas. Las captaciones, el filtro y reservorio se localizan dentro de tierra agropecuaria, cubierta principalmente de pastizales y la red de distribución en la zona poblada.

4.2.4. Área Protegida

Gran parte del área de influencia del proyecto se localiza dentro del Parque Nacional Cayambe Coca (PNCC) que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNAP. Esta área protegida fue creada en 1970 y sus límites se oficializaron mediante Acuerdo Interministerial publicado en el Registro Oficial N° 69 del 20 de junio de 1979.

Sin embargo, de esta declaratoria, el área implicada en el proyecto se halla cubierta por pastizales naturalizados, evidenciando una ocupación bastante antigua en este sector (Figura 3).

Figura 3. Intersección con áreas protegidas sistema nacional áreas protegidas (SNP)



4.2.5. Hidrología

El área de influencia del proyecto, de acuerdo a la División Hidrográfica Nacional, forma parte del Sistema Hidrográfico Napo, cuenca del río Napo y subcuenca del Río Coca. El mayor eje hidrográfico, que atraviesa el territorio Cuyuja, que más adelante toma el nombre de río Quijos de este a oeste, es el río Papallacta.

El proyecto de mejoramiento del sistema de agua de la cabecera parroquial de Cuyuja mantendrá las captaciones de tres fuentes de abastecimiento que suman un caudal de 16,25 l/s (Tabla 3).

Tabla 3. Caudales de las captaciones del sistema

Denominación	Caudal (l/s)
Captación 1	9,21
Captación 2	5,46
Captación 3	1,58
Total	16,25

4.2.6. Aire, Ruido

El área de intervención del proyecto, por ser una zona rural con baja densidad poblacional, donde la mayor parte de actividades están relacionadas a la ganadería, no tiene contaminación significativa relacionada al aire o ruido.

4.3. Componente biótico

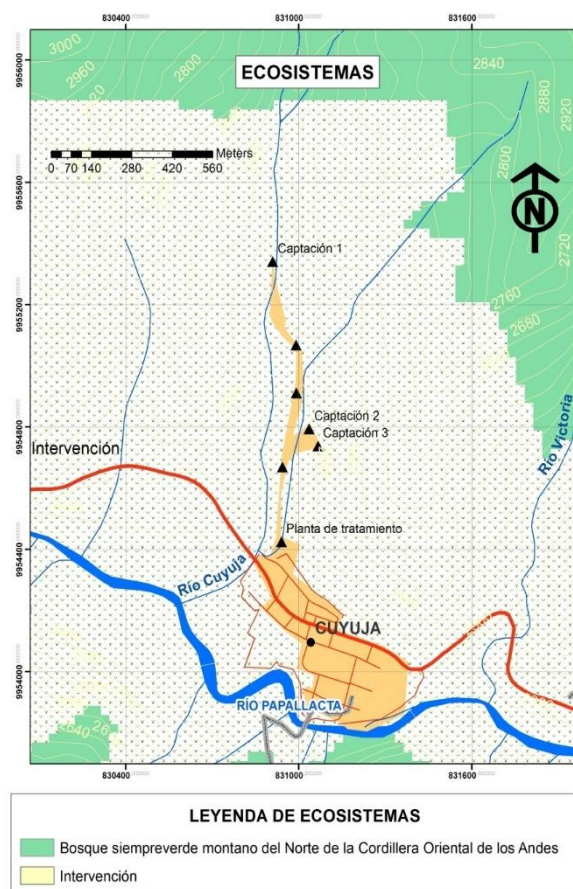
4.3.1. Ecosistemas naturales

En relación con la información de uso de suelo, el área de influencia del proyecto no presenta intervención directa sobre cobertura vegetal natural nativa.

El ecosistema Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes es el más próximo a las intervenciones propuestas, sin embargo, se encuentra una distancia considerable.

Este ecosistema presenta un bosque que alcanza los 15-25 m de alto y los árboles tienden a tener troncos y ramas nudosas, copas densas y compactas. A nivel mundial este ecosistema se incluye en una clasificación amplia de “bosques nublados” pues presentan una cobertura de neblina o nubes constante, o en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde. Esta disponibilidad de agua del ecosistema se conoce como precipitación horizontal o lluvia incidental y corresponde a un rol ecológico en la regulación hídrica (Ministerio de Ambiente del Ecuador 2012).

Figura 4. Intersección con áreas protegidas ecosistemas



En la parroquia de Cuyuja se encuentran bosques monoespecíficos de Aliso (*Alnus acuminata*). Esta especie coloniza áreas que han perdido su vegetación original principalmente debido a derrumbes o inundaciones¹ (Tabla 4 y Tabla 5).

Tabla 4. Flora representativa del Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Anthurium penningtonii</i> , A. <i>Microspadix</i> , A. spp,	Anturio
<i>Geonoma weberbauer</i>	Palma
<i>Barnadesis parviflora</i> , B. <i>spinosa</i>	Espino
<i>Begonia</i> spp.	
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
<i>Weinmannia</i> spp.	
<i>Cyathe acaracasana</i> ,	Helecho arboreo

¹ El Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes tiene correspondencia con otros sistemas

- Acosta-Solis: incluido en selva submesotérmicasubandina de la cordillera oriental, selva submesotérmica andina de la cordillera oriental
- Cañadas: pluvial montano
- Harling: bosque nublado.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Dennstaedtia kalbreyeri, D. producta, D. paucirrhiza	Helecho
Hyeronima macrocarpa	Motilón
Gunnera brephogea	Paraguas
Juglans neotropica	Tocte, Nogal
Erithryna edulis	Porotón
Miconia, spp	
Cedrela Montana	Cedro
Siparuna piloso-lepidota, S. sp.	
Myrcianthe ssp	
Fuchsias cabriuscula, F. spp	Arete de monte
Bocona integrifolia	
Passiflora spp.	
Piper spp.	
Peperomia spp.	
Chusquea spp.	Suro

Nota: la información fue obtenida Ecorae 2001(Zonificación Ecológica Económica RAE)

Tabla 5. Fauna representativa del Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes

Nombre científico	Nombre común
Pyrrhura albipectus	Lora
Penelope barbata,	Pava de monte
Halopsittaca pyrrhops, H. amazónica	Lora
Ara militaris	Guacamayo militar
Harpyhaliaetus solitarius,	Águila solitaria
Aburria aburri	Pava negra
Grallaria gigantea	Torotoí gigante
Iridosornis porphyrocephala	Tangara capiazul, musguerito gargantilla
Chloropipo flavicapilla	Saltarín cabeciamarillo
Hemitriccus cinnameipectus	
Leptopsittaca branickii	Perico paramuno, aratinga de pinceles
Touit stictoptera	Cotorrita alipinta

Nota: la información fue obtenida Ecorae 2001(Zonificación Ecológica Económica RAE), información de campo 2020

4.4. Componente socioeconómico

4.4.1. Población

Según las encuestas de población realizadas para la actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento 2019-2023, existen 654 habitantes en la parroquia, en relación al año 2010 hay un aumento de 40 personas. Existe prevalencia de hombres (52,8%) sobre las mujeres (47,2%). En la Tabla 6 se presentan la población parroquial con datos históricos.

Tabla 6. Datos históricos Población total de la parroquia Cuyuja

Año	Hombre	%	Mujer	%	Total
1990	224	54,90%	184	45,10%	408
2001	299	54,96%	245	45,04%	544
2010	315	51,30%	299	48,70%	614
2019	345	52,75%	309	47,25%	654

Nota: la información fue obtenida INEC, Censos Población y Vivienda, Encuesta Población y Vivienda 2019

De acuerdo, a la Tabla 7, se observa un crecimiento que se reduce drásticamente en cada periodo; y según los cálculos obtenidos con los datos del PDOT 2019-2023 actualmente existe una tasa de crecimiento anual de 0,70% en la parroquia.

Tabla 7. Tasas de crecimiento de la parroquia Cuyuja

Periodo	Tasa de crecimiento anual ²		
	Hombre	Mujer	Total
1990 – 2001	2,63%	2,60%	2,62%
2001-2010	0,58%	2,21%	1,34%
2010-2019	1,01%	0,37%	0,70%

Nota: la información fue obtenida de INEC, Censos Población y Vivienda, Encuesta Población y Vivienda 2019

Desde un enfoque de población por edad y sexo, al analizar la estructura etaria, se evidencia que la mayor cantidad de población se concentra entre los 10 a 30 años. La pirámide de población denota un ajuste en la base mostrando disminución de nacimientos y mayor población envejecida, sobre todo de hombres (Figura 5).

² Según CEPAL, La fórmula de cálculo del tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$(LN(P t / P t-1)/(T))*100$$

donde,

LN: Logaritmo natural

P: población

t: año final

t-1: año inicial

T: período de tiempo en años

Ejemplo

$$(LN (P2000/P1990)/(10))*100$$

Cuando se cuenta con las fechas exactas de los censos, el cálculo puede ser más fino y en T se pone el período exacto de tiempo, por ejemplo: 10,255 años.

Financiado por:



Liderado por:

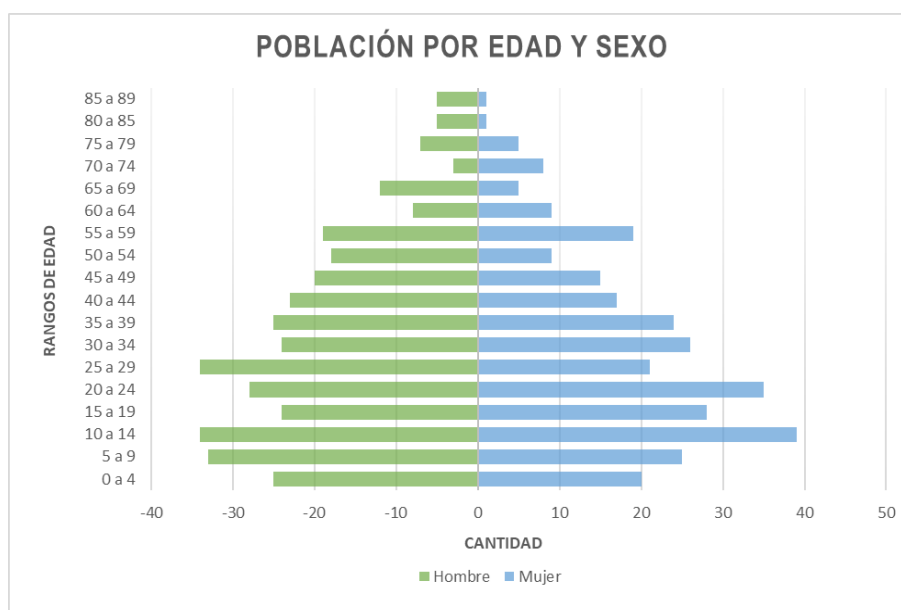


En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuación Andina

Figura 5. Estructura etaria de la población en la parroquia Cuyuja



Nota: la información fue obtenida del PDOT 2019-2023

La población actual de la parroquia, según su distribución en los diferentes asentamientos presentes en la toda parroquia, Tabla 8, muestra que la mayoría de la población, 64,07%, de la parroquia se asienta en la cabecera parroquial, donde se localizan los beneficiarios directos del proyecto.

Tabla 8. Cuyuja Población parroquia Cuyuja 2019

Zona/Barrio/Sector	Hombre	Mujer	Total	Porcentaje
Cabecera Parroquial	222	197	419	64,07%
12 de febrero	107	95	202	30,89%
Central	71	60	131	20,03%
La Bahía	31	26	57	8,72%
La Victoria	13	16	29	4,43%
Zona 1	69	63	132	20,18%
Aleandría	29	17	46	7,03%
Jatuntinahua	8	6	14	2,14%
Laurel	13	19	32	4,89%
Molana	3	6	9	1,38%
Quijos Huaico	5	7	12	1,83%
San Victor	9	7	16	2,45%
Yaguana	2	1	3	0,46%
Zona 2	48	46	94	14,37%
Chuza Longo	1	1	2	0,31%
Flor del Bosque	6	5	11	1,68%
Guango	1	1	2	0,31%
Maspa	31	31	62	9,48%

Zona/Barrio/Sector	Hombre	Mujer	Total	Porcentaje
Maspa 2	8	7	15	2,29%
Quebrada Negra	1	1	2	0,31%
Zona 3	6	3	9	1,38%
Huila	1		1	0,15%
La Esperanza	2	2	4	0,61%
Los Cedros	3	1	4	0,61%
Total general	345	309	654	100,00%

La composición de la población en la cabecera parroquial según los grupos de edad de acuerdo a la Agenda Nacional para la Igualdad Intergeneracional (Consejo Nacional para la Igualdad Intergeneracional, 2018) , se presenta en el Tabla 9. Esta clasificación permite la identificación de grupos de atención prioritaria de acuerdo a la legislación vigente.

Tabla 9. Población de la cabecera parroquial de Cuyuja

Grupo de edad	Edad	Hombre	%	Mujer	%	Total	Porcentaje (respecto al total)
Primera infancia	0 a 4	13	46,43%	15	53,57%	28	6,68%
Niños/as	5 a 11	34	50,75%	33	49,25%	67	15,99%
Adolescentes	12 a 17	28	54,90%	23	45,10%	51	12,17%
Jóvenes	18 a 29	43	54,43%	36	45,57%	79	18,85%
Adultos	30 a 64	86	52,44%	78	47,56%	164	39,14%
Adultos mayores	65 o más	18	60,00%	12	40,00%	30	7,16%
Total		222	52,98%	197	47,02%	419	100,00%

Nota: Base de datos encuesta local 2019 Actualización PDOT 2019-2023

4.4.2. Educación

La disponibilidad de información local actualizada en el PDOT 2019-2023, permite la comparación con el censo 2010, donde se observa en general mejores condiciones de escolaridad y alfabetismo en la parroquia, respecto a si misma en diferentes periodos. La instrucción a nivel universitario sigue siendo muy restringida para la población de Cuyuja (Tabla 10).

Tabla 10. Información sobre el estado de analfabetismo y escolaridad

INDICADOR	SEGMENTO	MEDIDA	HOMBRE	MUJER	TOTAL
Analfabetismo	(15 años y más)	Porcentaje	3,60%	2,70%	3,10%
Años promedio de Escolaridad *	(24 años y más)	Años de estudio	8	7,9	8
Primaria	(15 años y más)	Porcentaje	68,36%	65,98%	67,24%
EGB	(15 años y más)	Porcentaje	54,55%	53,33%	53,97%
Bachillerato	(18 años y más)	Porcentaje	44,73%	45,93%	45,29%
Instrucción superior	(24 años y más)	Porcentaje	8,74%	9,47%	9,07%

Nota: la información fue obtenida de las encuestas actualización PDOT 2019-2023 *Censo de Población y Vivienda 2010, www.ecuador encifras.com.

Sin embargo, la comparación respecto al cantón, provincia y país, de acuerdo, a la información del censo 2010, demuestra que la parroquia tiene desventaja frente a todos los niveles en relación la asistencia a los sistemas educativos (Tabla 11).

Tabla 11. Comparativo en la tasa de asistencia neta en el censo 2010

TASA DE ASISTENCIA NETA	PARROQUIA CUYUJA	CANTON QUIJOS	PROVINCIA NAPO	PAÍS ECUADOR
Educación básica % (5 a 14 años)	91,9	95,8	94,4	92,6
Bachillerato % (15 a 17 años)	48,6	60,9	55,2	53,9
Educación superior % (18 a 24 años)	18,3	22,3	14,3	22,1

Nota: la información fue obtenida de SIISE 2012, citado por PDOT Cuyuja 2014-2019.

4.4.3. Salud

Según información pública de salud disponible, en la parroquia de Cuyuja los cinco motivos más frecuentes de consulta en el centro de atención local corresponden: a resfriado común, amigdalitis, parasitosis intestinal, diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (Tabla 12).

Tabla 12. Causas de morbilidad ambulatoria en el centro de salud de la parroquia Papallacta. 2016

PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD AMBULATORIA	HOMBRE		MUJER		TOTAL	
	Número	%	Número	%	Número	%
J00X - RINOFARINGITIS AGUDA [RESFRIADO COMUN]	100	17,61%	69	14,94%	169	16,41%
J030 - AMIGDALITIS ESTREPTOCOCICA	46	8,10%	35	7,58%	81	7,86%
B829 - PARASITOSIS INTESTINAL SIN OTRA ESPECIFICACION	31	5,46%	30	6,49%	61	5,92%
A09X - DIARREA Y GASTROENTERITIS DE PRESUNTO ORIGEN INFECCIOSO	38	6,69%	13	2,81%	51	4,95%
K297 - GASTRITIS NO ESPECIFICADA	16	2,82%	15	3,25%	31	3,01%
M545 - LUMBAGO NO ESPECIFICADO	18	3,17%	12	2,60%	30	2,91%
R51X - CEFALEA	10	1,76%	13	2,81%	23	2,23%
I10X - HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	13	2,29%	9	1,95%	22	2,14%
G442 - CEFALEA DEBIDA A TENSION	2	0,35%	19	4,11%	21	2,04%
J029 - FARINGITIS AGUDA NO ESPECIFICADA	9	1,58%	11	2,38%	20	1,94%
J039 - AMIGDALITIS AGUDA NO ESPECIFICADA	9	1,58%	8	1,73%	17	1,65%
N390 - INFECCION DE VIAS URINARIAS SITIO NO ESPECIFICADO	6	1,06%	10	2,16%	16	1,55%
M792 - NEURALGIA Y NEURITIS NO ESPECIFICADAS	4	0,70%	10	2,16%	14	1,36%
N760 - VAGINITIS AGUDA			11	2,38%	11	1,07%
L239 - DERMATITIS ALERGICA DE CONTACTO DE CAUSA NO ESPECIFICADA	7	1,23%	3	0,65%	10	0,97%
M255 - DOLOR EN ARTICULACION	4	0,70%	5	1,08%	9	0,87%
L209 - DERMATITIS ATOPICA NO ESPECIFICADA	3	0,53%	5	1,08%	8	0,78%
M544 - LUMBAGO CON CIATICA	5	0,88%	2	0,43%	7	0,68%
E119 - DIABETES MELLITUS NO INSULINODEPENDIENTE SIN MENCION DE COMPLICACION	1	0,18%	5	1,08%	6	0,58%
K590 - CONSTIPACION	6	1,06%			6	0,58%
D509 - ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO SIN OTRA ESPECIFICACION	3	0,53%	1	0,22%	4	0,39%
H110 - PTERIGION	3	0,53%			3	0,29%
N300 - CISTITIS AGUDA			3	0,65%	3	0,29%
R101 - DOLOR ABDOMINAL LOCALIZADO EN PARTE SUPERIOR			3	0,65%	3	0,29%
R509 - FIEBRE NO ESPECIFICADA	2	0,35%	1	0,22%	3	0,29%
E660 - OBESIDAD DEBIDA A EXCESO DE CALORIAS			2	0,43%	2	0,19%
J304 - RINITIS ALERGICA NO ESPECIFICADA	2	0,35%			2	0,19%
M791 - MIALGIA	1	0,18%	1	0,22%	2	0,19%
N771 - VAGINITIS VULVITIS Y VULVOVAGINITIS EN ENFERMEDADES INFECCIOSAS...			2	0,43%	2	0,19%
R102 - DOLOR PELVICO Y PERINEAL	1	0,18%	1	0,22%	2	0,19%
B369 - MICOSIS SUPERFICIAL SIN OTRA ESPECIFICACION	1	0,18%			1	0,10%

PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD AMBULATORIA	HOMBRE		MUJER		TOTAL	
	Número	%	Número	%	Número	%
D508 - OTRAS ANEMIAS POR DEFICIENCIA DE HIERRO			1	0,22%	1	0,10%
E782 - HIPERLIPIDEMIA MIXTA	1	0,18%			1	0,10%
K30X – DISPEPSIA			1	0,22%	1	0,10%
L010 - IMPETIGO [CUALQUIER SITIO ANATOMICO] [CUALQUIER ORGANISMO]			1	0,22%	1	0,10%
T784 - ALERGIA NO ESPECIFICADA	1	0,18%			1	0,10%
Total general	568	100,00%	462	100,00%	1.03	100,00%

Nota: la información fue obtenida de RDACAA, ELABORADO POR: DNEAIS-MSP, disponible en:

<https://public.tableau.com/profile/darwin5248#!/vizhome/Perfildemorbilidadambulatoria2016/Men?publish=yes>

4.4.4. Trabajo y empleo

La población en edad de trabajar (PET³) abarca 478 personas que corresponde al 73% del total de población, de ahí que la población económicamente activa (PEA⁴) comprende 316 personas representando 48% de la población total (Tabla 13).

Tabla 13. Población en edad de trabajar (PET) y económicamente activa (PEA)

Variable	Población				
	Hombre	Porcentaje	Mujer	Porcentaje	Total
PET: Población 15 años y mas	253	52,9%	225	47,1%	478
PEA: Población que trabaja o está disponible para trabajar	205	64, 87%	111	35,13%	316
PEI: Estudiantes, amas casa, jubilados	48	29,63%	114	70,37%	162

Nota: la información fue obtenida de PDOT 2019-2023

Esta información muestra que, a pesar de existir similar cantidad de población masculina y femenina en edad de trabajar, en la actualidad hay mayor población masculina que está económicamente activa, evidenciando el rol no monetario que tiene la mujer en sostener el hogar y en la mayoría de veces en combinarlo con actividades ganaderas y agrícolas. En este sentido, la información de la población económicamente inactiva, PEI, de la parroquia Cuyuja evidencia que 76 mujeres (45,40%) realizan quehaceres en el hogar (Tabla 14).

Tabla 14. Población económicamente Inactiva (PEI)

Población Económicamente Inactiva	Hombre	Mujer	Total
Es jubilado	2	2	4
Es estudiante	29	28	57
Realiza quehaceres en el hogar		74	74
Le impide su discapacidad	8	2	10
Otro	8	8	16
ND	1	1	2
Total	48	115	163
			100,00%

Según el INEC

³ Población en edad de trabajar (PET) son las personas de 15 años y más.

⁴ Población económicamente activa (PEA) son personas de 15 años y más que trabajaron al menos una hora en la semana de referencia o aunque no trabajaron, tuvieron trabajo (empleados); y personas que no tenían empleo pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (desempleados).

4.4.5. Principales actividades económicas

En Cuyuja la ganadería es principal actividad económica, siguiendo en importancia la construcción, actividad no permanente asociada actualmente a los trabajos de mantenimiento y reparación de la vía interoceánica E20 dentro de territorio parroquial. Varias familias aprovechan esta oportunidad de trabajo que genera ingresos adicionales y se combina con la actividad ganadera.

En la Tabla 35 describe las principales actividades económicas de la PEA en Cuyuja.

Tabla 15. Actividades Económicas de la Población

COD CIU	Rama de actividad	Hombres	Mujeres	Total General	
A	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	87	57	144	0.46
F	Construcción	40	1	41	0.13
N	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	12	8	20	0.06
H	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	8	6	14	0.04
O	Transporte y almacenamiento	14		14	0.04
G	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.	6	7	13	0.04
C	Industrias manufactureras	5	6	11	0.03
I	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	1	9	10	0.03
D	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	6	1	7	0.02
T	Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	3	3	6	0.02
M	Actividades profesionales, científicas y técnicas	4	2	6	0.02
P	Enseñanza	1	5	6	0.02
E	Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento.	5		5	0.02
Q	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social		3	3	0.01
B	Explotación de minas y canteras.	2		2	0.01
S	Otras actividades de servicios.	2		2	0.01
K	Actividades financieras y de seguros		1	1	0
	ND (información no disponible)	9	2	11	0.03
	Total general	205	111	316	1

Nota: la información fue obtenida de PDOT 2019-2023

En Cuyuja el autoempleo “cuenta propia” se constituye en la situación laboral más frecuente y representa 42% de la población económicamente activa, seguidamente se

encuentra la condición de empleado u obrero privado con el 34%, son servidores públicos el 9% y en esta misma proporción se encuentra los jornaleros o peones (Tabla 16).

Tabla 16. Fuentes de empleo en la población en la parroquia Cuyuja

Fuente	Hombre	Mujer	Total	%
1.Servidor u obrero público	15	12	27	9%
2.Empleado u obrero privado	86	22	108	34%
3.Jornalero o peón	22	5	27	9%
4.Patrono/socio	4	4	8	3%
5.Cuenta propia	73	59	132	42%
6.Trabajador no remunerado	1	2	3	1%
8.Empleado/a doméstico	4	5	9	3%
ND (información no disponible)	1	1	2	1%
Total	206	110	316	100%

Nota: la información fue obtenida de PDOT 2019-2023

De acuerdo a las encuestas locales en parroquia el 63,39% de los hogares tienen ingreso igual o menor que un salario básico, tan sólo el 24,04% accede a un salario similar a la canasta básica y tan sólo el 12% de hogares de la parroquia tienen un ingreso superior a la canasta básica (Tabla 17).

Tabla 17. Nivel de ingreso económicos mensual del hogar

Nivel de ingreso mensual	Numero Hogares	Porcentaje
Menor a \$ 394 (salario básico)	116	63,39%
Entre \$394 y \$506 (canasta básica)	44	24,04%
Entre \$506 y 1012	11	6,01%
Mayor a \$1012	9	4,92%
Sin Información	3	1,64%

Nota: la información fue obtenida de las encuestas del PDOT 2019-2023

5. Estimación de la población futura

La población es un factor importante para la determinación de usos futuros de agua (INEN, 1997); con la finalidad de predecir la población futura se desarrollan tres métodos en los siguientes apartados.

La población futura se determinará mediante comparaciones entre los tres métodos desarrollados, analizando cuál de los resultados se ajusta más a las condiciones reales de la población.

Los datos empleados (Tabla 18) para el análisis de los métodos son resultados de los censos realizados por el INEC (INEC, 2020) en los años 1990, 2001 y 2010; el valor para el año 2019 fue tomado del estudio de actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del GAD de Cuyuja (GAD Cuyuja, 2020).

Tabla 18. Población por años

Año	Población
1990	408
2001	544
2010	614
2019	654

5.1. Métodos de cálculo de la población futura

Para el cálculo de la población futura se ha considerado el periodo de diseño del presente trabajo como 25 años, y la proyección de la misma se hace desde el último dato confiable, en este caso es el 2019.

5.1.1. Métodos matemáticos

5.1.1.1. Método lineal o aritmético.

Este método considera que la población varía con respecto al tiempo de forma constante, es decir considera una tasa de crecimiento poblacional constante.

Un inconveniente de este método es que para plazos largos da resultados alejados a la realidad puesto que el crecimiento poblacional que proporciona el método es limitado (Castillo & Hidalgo, 2006).

A continuación, se describe el desarrollo de la Ecuación 1:

$$\frac{dP}{dt} = K$$

$$\int_{P_0}^{P_f} \partial P = K * \int_{t_0}^{t_f} \partial t$$

$$P_f - P_0 = K * (t_f - t_0)$$

Ecuación 1. Población futura método aritmético.

$$P_f = P_0 + K * (t_f - t_0)$$

Donde:

P_f = Población futura

P_0 = Población actual (último censo)

t_0 = Tiempo de censo actual (último censo)

t_f = Tiempo de censo próximo

K = Tasa de crecimiento poblacional (Para este método es constante)

Ecuación 2. tasa de crecimiento poblacional método aritmético.

$$K = \frac{p_f - p_0}{t_f - t_0}$$

Donde:

K = Tasa de crecimiento poblacional (Para este método es constante)

p_f = Población actual (último censo)

p_0 = Población inicial

t_0 = Tiempo inicial

t_f = Tiempo actual (último censo)

Seguido, se realiza el cálculo de la población futura para la parroquia Cuyuja utilizando este método.

$$K = \frac{P_f - P_0}{t_f - t_0} = \frac{654 - 614}{2019 - 2010} = 4.44 \frac{hab}{año}$$

$$P_f = P_0 + K * (t_f - t_0)$$

$$P_{2045} = P_{2019} + 4.44 * (2045 - 2019)$$

$$P_{2045} = 654 + 4.44 * (2045 - 2019)$$

$$P_{2045} = 769 \text{ hab}$$

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuarrunación Andina

5.1.1.2. Método geométrico.

Este método considera que la tasa de crecimiento poblacional es proporcional a la población es decir su crecimiento con respecto al tiempo es proporcional a la población.

A continuación, se describe el desarrollo de la Ecuación 4:

$$\frac{dP}{dt} = K * P$$

$$\frac{dP}{P} = K * dt$$

$$\int_{P_0}^{P_f} \frac{dP}{P} = K * \int_{t_0}^{t_f} dt$$

$$\ln P_f - \ln P_0 = K * (t_f - t_0)$$

$$\ln P_f = \ln P_0 + K * (t_f - t_0)$$

Ecuación 3. Crecimiento poblacional exponencial.

$$P_f = P_0 e^{K*(t_f-t_0)}$$

Ecuación 4. Población futura método geométrico.

$$P_f = P_0 (1 + r)^{\Delta t}$$

Donde:

P_f = Población futura

P_0 = Población actual (último censo)

Δt = Variación del tiempo ($t_f - t_0$)

t_0 = Tiempo de censo actual (último censo)

t_f = Tiempo de censo próximo

r = Tasa de crecimiento poblacional

Ecuación 5. Tasa de crecimiento poblacional método geométrico.

$$r = \left(\frac{P_a}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_a - T_{ci}}} - 1$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento poblacional

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuatorial Andina

P_a = Población actual (último censo)

P_{ci} = Población censo inicial

t_a = Tiempo actual (último censo)

t_{ci} = Tiempo censo inicial

Para la parroquia Cuyuja utilizando este método, se presenta el siguiente cálculo:

$$r = \left(\frac{654}{614} \right)^{\frac{1}{2019-2010}} - 1 = 0.007$$

$$P_f = P_o (1 + r)^{\Delta t}$$

$$P_{2045} = P_{2019} (1 + 0.007)^{(2045-2019)}$$

$$P_{2045} = 654 * (1 + 0.007)^{(2045-2019)}$$

$$P_{2045} = 784 \text{ hab}$$

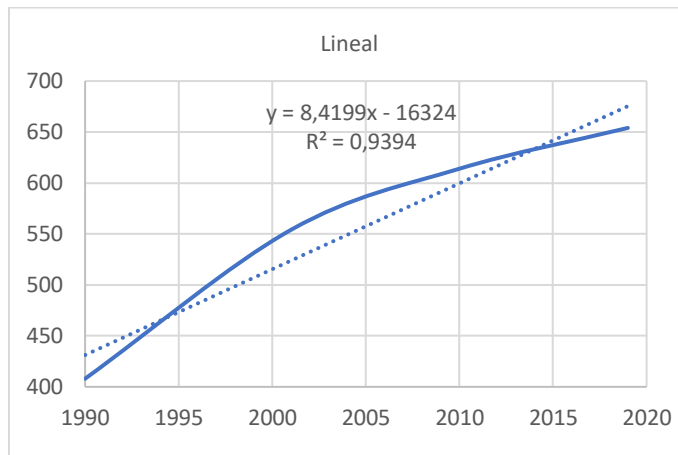
5.1.2. Métodos estadísticos

Este método consiste en presentar ecuaciones determinadas mediante regresiones exponenciales o lineales, mismas que representan el comportamiento del crecimiento poblacional.

Los tipos de regresiones que se analizan son línea recta, exponencial, logarítmica y potencial; a continuación, se muestran las ecuaciones para cada tipo, aplicando los datos de la Tabla 18 correspondiendo a la población de la parroquia Cuyuja.

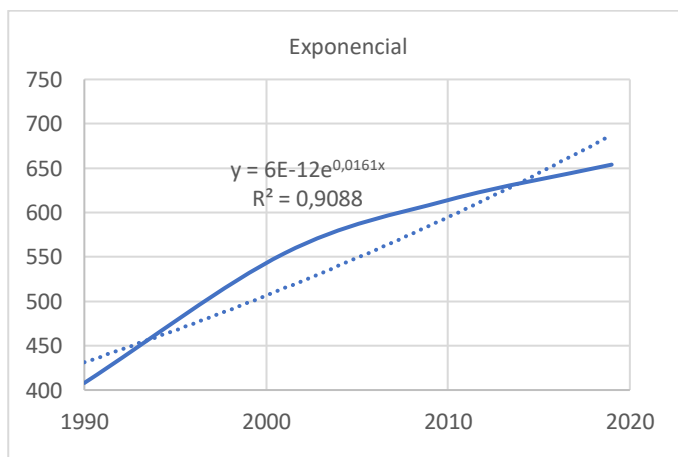
- Línea recta

Figura 6. Método estadístico - Lineal



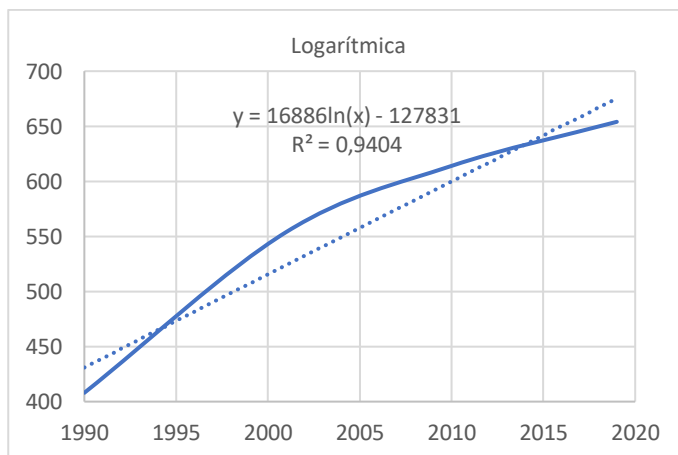
- Exponencial

Figura 7. Método estadístico – Exponencial



- Logarítmica

Figura 8. Método estadístico – Logarítmica



Financiado por:



Liderado por:

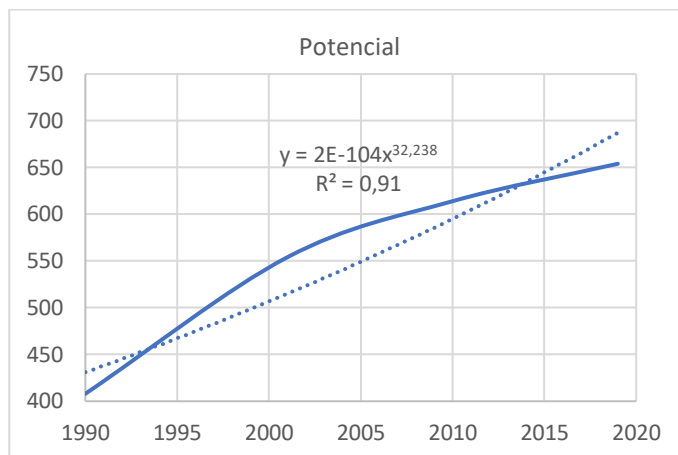


En alianza con:



- Potencial

Figura 9. Método estadístico – Potencial



Conforme a lo obtenido en la Tabla 19 el método que mejor se aproxima a la realidad es el método del logaritmo, ya que el valor de R2 es el más aproximado a uno.

Tabla 19. Método estadístico - resumen de R²

Método	R ²
Lineal	0.9394
Exponencial	0.9088
Logarítmico	0.9404
Potencial	0.91

A continuación, se realiza una comprobación del método:

$$y = 16886 \ln(x) - 127831$$

$$P = 16886 \ln(\text{año}) - 127831$$

$$P_{2019} = 16886 \ln(2019) - 127854$$

$$P_{2019} = 677 \text{ hab}$$

El valor real de la población al año 2019 es 654 hab, mismo que no corresponde al obtenido por el método, es así que se propone la siguiente corrección:

$$P = 16886 \ln(\text{año}) - 127831$$

A continuación, se realiza la determinación de la población por este método:

$$P_{2045} = 16886 \ln(2045) - 127831$$

$$P_{2045} = 894 \text{ hab}$$

5.2. Análisis poblacional

Los valores de población futura al año 2045 determinados con los diferentes métodos se indican en la Tabla 20, donde se aprecia que el valor de mayor población se presenta con el método estadístico (logarítmico), cuyo valor es el mayor en el horizonte del proyecto.

Tabla 20. Resultados de estimación de la población futura por tres métodos

Método	Población al año 2045 (hab)
Aritmético	769
Geométrico	784
Estadístico	894

6. Densidad poblacional

La densidad poblacional está analizada en base a la población futura determinada para el horizonte del proyecto y el área que se va a cubrir con el sistema de agua potable.

El área a cubrir con la red de agua potable es 22.32 Ha y está definida en base a la información disponible que es: límite urbano a escala 1:100 y la información verbal obtenida del actual presidente de la junta y los encargados del desarrollo de PDOT de Cuyuja.

La densidad poblacional esperada al horizonte del proyecto es 40.05 hab/Ha como se ve en la Tabla 21.

Tabla 21. Densidad poblacional al horizonte del proyecto

Población Futura (año 2045) (hab)	Área (Ha)	Densidad (hab/Ha)
894.00	22.32	40.05

7. Captaciones

7.1. Captación 1

Ubicada en la orilla derecha del río Cuyuja y aproximadamente a 400 m del camino que se dirige a las instalaciones de Hidrovictoria por un sendero o trocha, es una estructura realizada de manera artesanal y que ha permitido que la parroquia en épocas de estiaje no se quede completamente sin agua. Los vecinos del río narran con mucha precisión los daños ocasionados

en crecidas del mismo y el “temor” que cualquier obra que se realice en su cauce, fracase con las consecuentes pérdidas económicas y hasta de vidas humanas. Sin embargo, de esto, se ha construido una red de conducción hasta el tanque desarenador en tubería de 90 mm la que transporta el agua en un caudal cercano a los 9.5 l/s, y es la que provee de suficiente recurso a la población entera.

El trabajo de mantener esta conducción se la ha realizado por cerca de 6 años, por lo que es preciso reconocerlo y mantenerlo, al punto de proponer que la manguera actual sea reemplazada por tubería nueva y acorde al uso y empleo en agua potable. No así con la estructura de captación, en mérito al criterio de los pobladores y al temor descrito en el párrafo inicial del acápite presente.

7.2. Captación 2

Ubicada al lado derecho y aproximadamente a 200 m de la vía que asciende hacia las instalaciones de Hidrovictoria. Estructura realizada en hormigón y cuya conservación ha sido observado como “en magníficas condiciones”. Eso sí, azolvada por los continuos deslizamientos propios del sector, en su vaso de recepción, pero que a pesar de esto se mantiene idónea en entregar a la población un caudal cercano a los 6 l/s.

En esta captación se propone realizar la rehabilitación integral de la misma: limpiando el material azolvado el que a su vez servirá para la conformación de los saquillos de yute que constituirán el o los muros de protección de los taludes, buscando que los efectos negativos de los desplazamientos “normales” del suelo circundante, disminuyan.

Asimismo, se propone reemplazar la manguera que conduce el agua en los actuales momentos por tubería apta para el uso de agua potable, conforme los planos y demás documentos preparados.

Es oportuno que para que toda la captación funcione en condiciones adecuadas, también las válvulas existentes sean sujetas a un mantenimiento profundo, no solamente

consistente en la pintura de las mismas, sino en la revisión y corrección de sus elementos internos.

Por último, se plantea la pintura de las tapas metálicas de los cajones de válvulas existentes, para que todos estos elementos en su conjunto desempeñen de manera conveniente y precisa la captación del recurso.

7.3. Captación 3

Una de semejantes y similares características a la captación 2 y ubicada a unos 50 m al oriente de ella, es la que más deteriorada presenta su estructura. Aún se conserva una “toma” antigua la que está en media ladera y su suelo de fundación se ha perdido en un grado considerable, por lo que está “en el aire”.

A pesar de esto los cajones existentes y de los que se capta el recurso, se encuentran en condiciones aceptables, por lo que también se recomienda su rehabilitación con actividades de limpieza, resane y correcciones que le permitan considerarle como operativa. Entrega un caudal cercano a los 3 l/s.

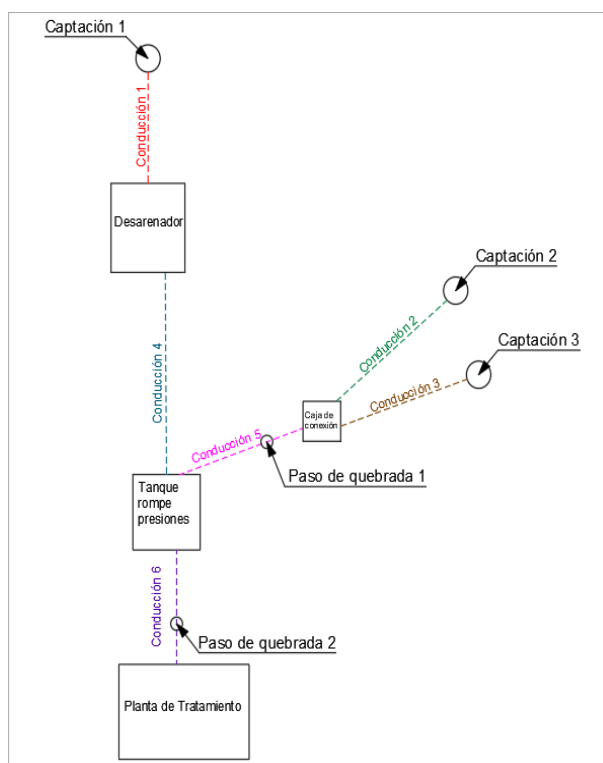
Se reemplaza también la manguera existente por tubería adecuada y de esa manera se completa los trabajos a ejecutarse en este componente del sistema.

8. Conducciones

Existen seis conducciones en el sistema, en la Figura 10 se muestra un esquema donde se identifican cada una.

Conducción 1 va desde la captación 1 hasta el desarenador, la conducción 2 va desde la captación 2 hasta una caja de conexión, la conducción 3 va desde la captación 3 hasta la caja de conexión, la conducción 4 va desde el desarenador hasta TRP, la conducción 5 va desde la caja de conexión hasta el TRP y contiene un paso de quebrada, finalmente la captación 6 va desde el TRP hasta la planta de tratamiento y contiene un paso de quebrada.

Figura 10. Esquema de conducciones del diseño definitivo



El análisis hidráulico de las líneas de conducción se realiza para flujo permanente, donde las pérdidas de carga están determinadas con la ecuación de Darcy Weisbach, y el diámetro de la tubería responde a la ecuación de continuidad.

El caudal para el diseño de la conducción 1 y 4 es el caudal máximo diario al final del periodo de diseño (QMD) que es 1.11 l/s como se puede ver en el Anexo 1 y Anexo 2, este multiplicado por 1.1 que recomienda la bibliografía (Secretaría del Agua, 2000) es 1.22 l/s. Las conducciones 2 y 3 están diseñadas para el caudal aforado en las captaciones 2 y 3 respectivamente (aforo reportado en el diagnostico), esto con la finalidad de garantizar la continuidad del recurso para la población y de esta manera responder a la incertidumbre climatológica del sector.

En la Tabla 22 se muestra un resumen de los cálculos hidráulicos de cada conducción, donde se indica el diámetro, la presión dinámica y estática a la que se encuentra sometida la tubería y la presión de trabajo, donde se verifica que el requerimiento de presión se cumple.

En la Tabla 23 se indica el diámetro seleccionado por el consultor, este diámetro responde a las condiciones climatológicas del sector, ya que en época de lluvias intensas la tubería podría transportar sedimentos, de esta manera se previene posibles obstrucciones.

De la Figura 11 a la Figura 16 se muestran los perfiles esquemáticos de las conducciones, línea piezométrica, y línea de energía estática.

Finalmente, en la conducción cinco y seis se proponen dos pasos de quebrada cuyo detalle se encuentra anexo en planos complementario, al igual que el detalle de la caja de conexión.

Tabla 22. Resumen de cálculos hidráulicos – captaciones

Conducción	Cota inicio (m.s.n.m)	Cota final (m.s.n.m)	Longitud (m)	Caudal (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diámetro interno (mm)	Diámetro nominal (mm)	hf (m)	Cota estática (m.s.n.m)	Cota dinámica (m.s.n.m)	P estática máx (mca)	P dinámica máx (mca)	Presión de trabajo (Mpa)
1	2543.5	2492	467.21	0.00122	0.70	47	50	6.56	2544.00	2537.44	53.50	46.94	0.80
2	2483.5	2470.5	56.45	0.00546	1.93	60	63	3.57	2484.00	2480.43	13.50	9.93	0.63
3	2490.5	2470.5	49.45	0.00158	1.47	37	40	3.41	2491.00	2487.59	20.50	17.09	1.00
4	2488.9	2460.3	235.29	0.00122	0.70	47	50	3.11	2489.40	2486.29	29.10	25.99	0.80
5	2470.5	2460.3	114.00	0.00704	1.20	86.4	90	1.90	2471.00	2469.10	10.70	8.80	0.50
6	2460.3	2433.5	263.01	0.00826	1.41	86.4	90	5.88	2460.80	2454.92	27.30	21.42	0.50

Tabla 23. Diámetro seleccionado

Conducción	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (Mpa)
1	63.00	0.63
2	63.00	0.63
3	40.00	1
4	50.00	0.8
5	90.00	0.5
6	90.00	0.5

Figura 11. perfil esquemático – conducción 1

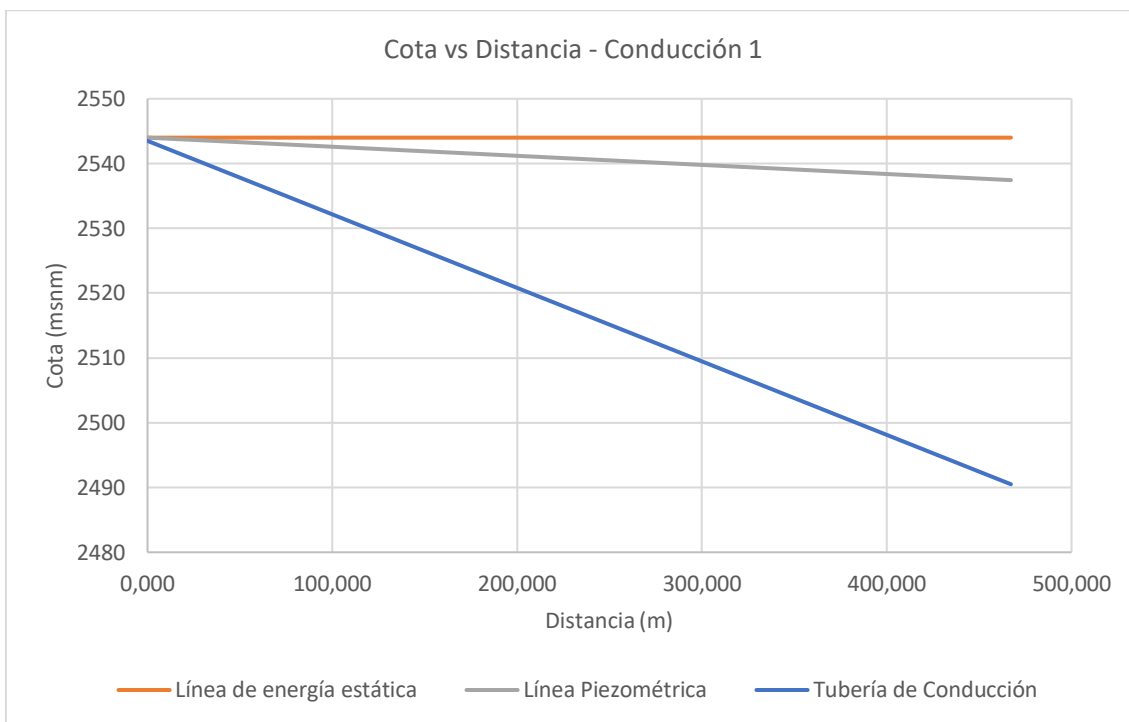


Figura 12. perfil esquemático – conducción 2

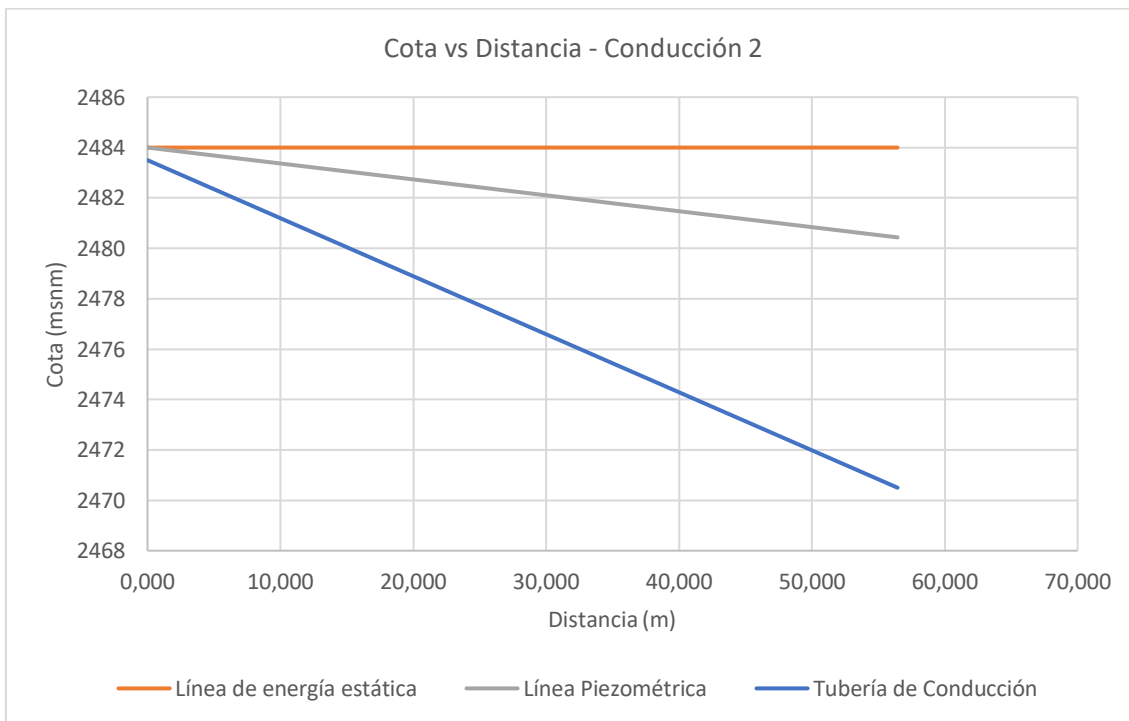


Figura 13. perfil esquemático – conducción 3

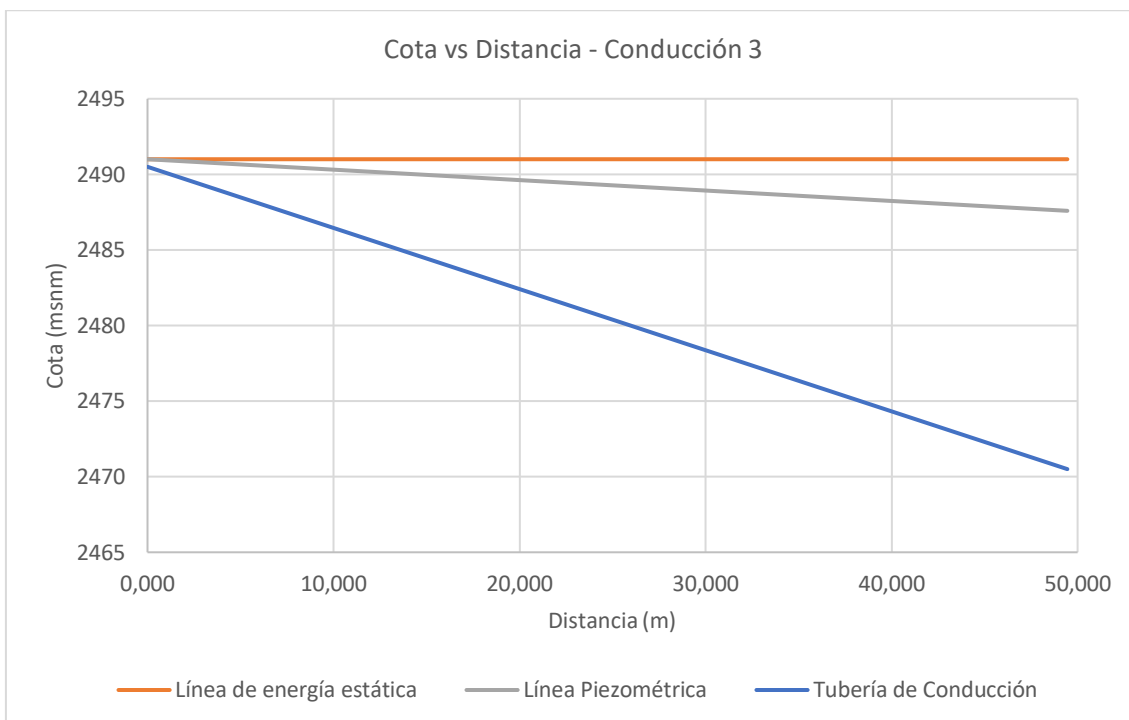


Figura 14. perfil esquemático – conducción 4

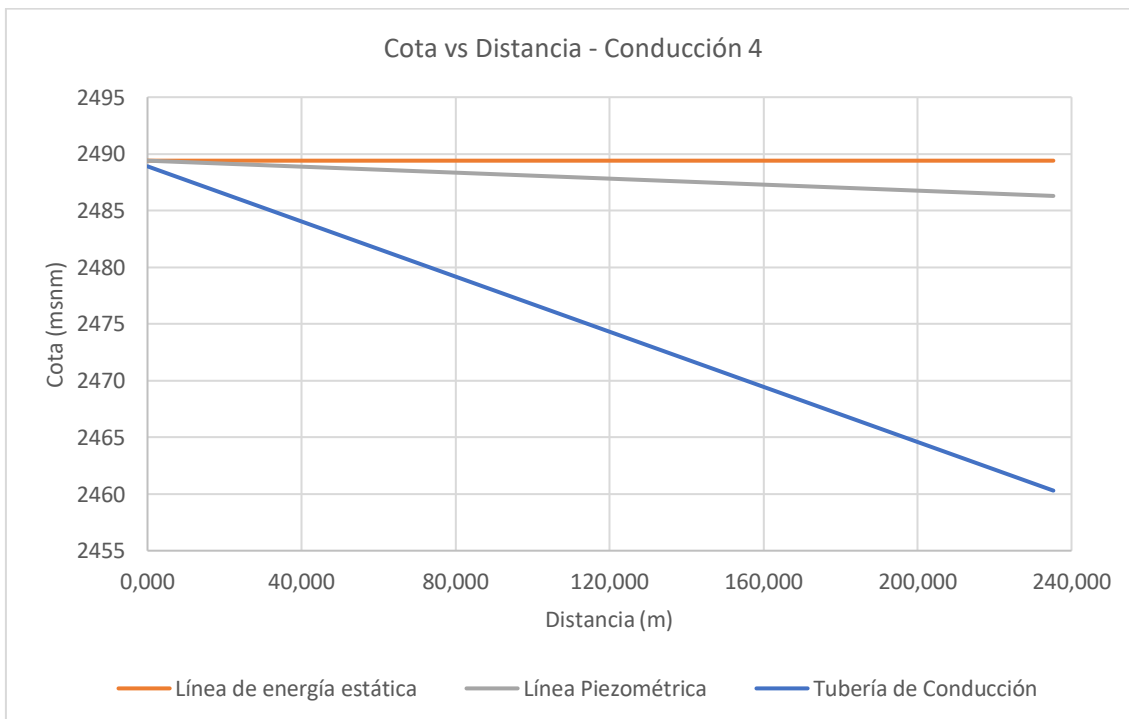


Figura 15. perfil esquemático – conducción 5

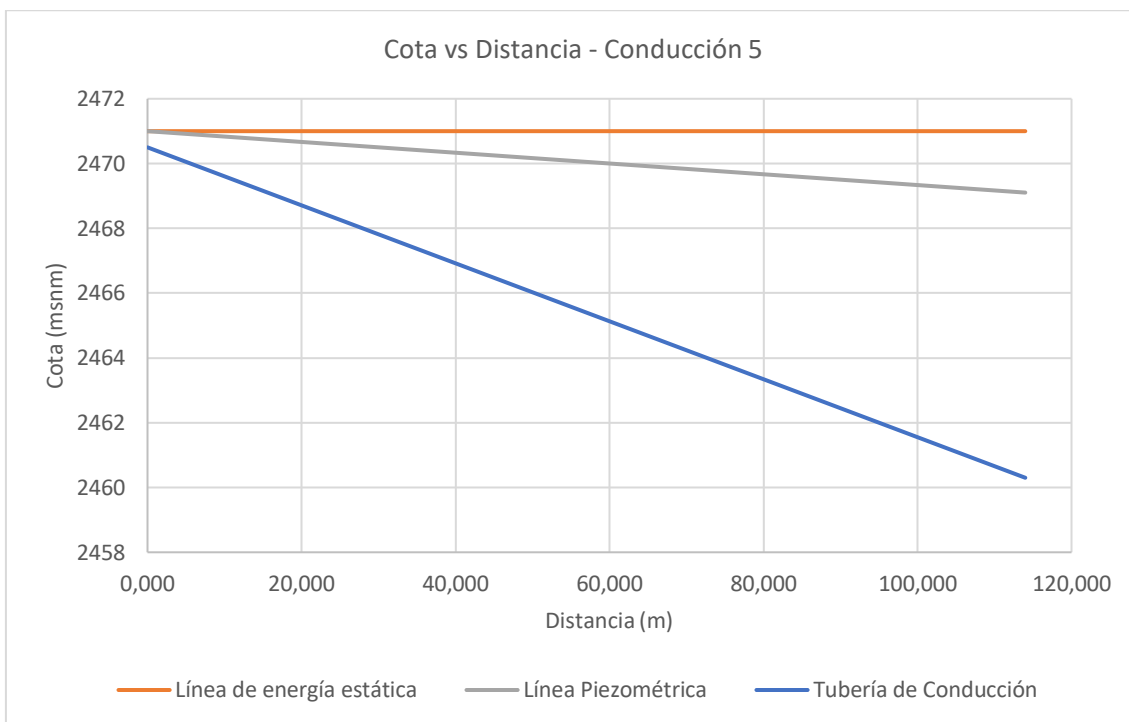
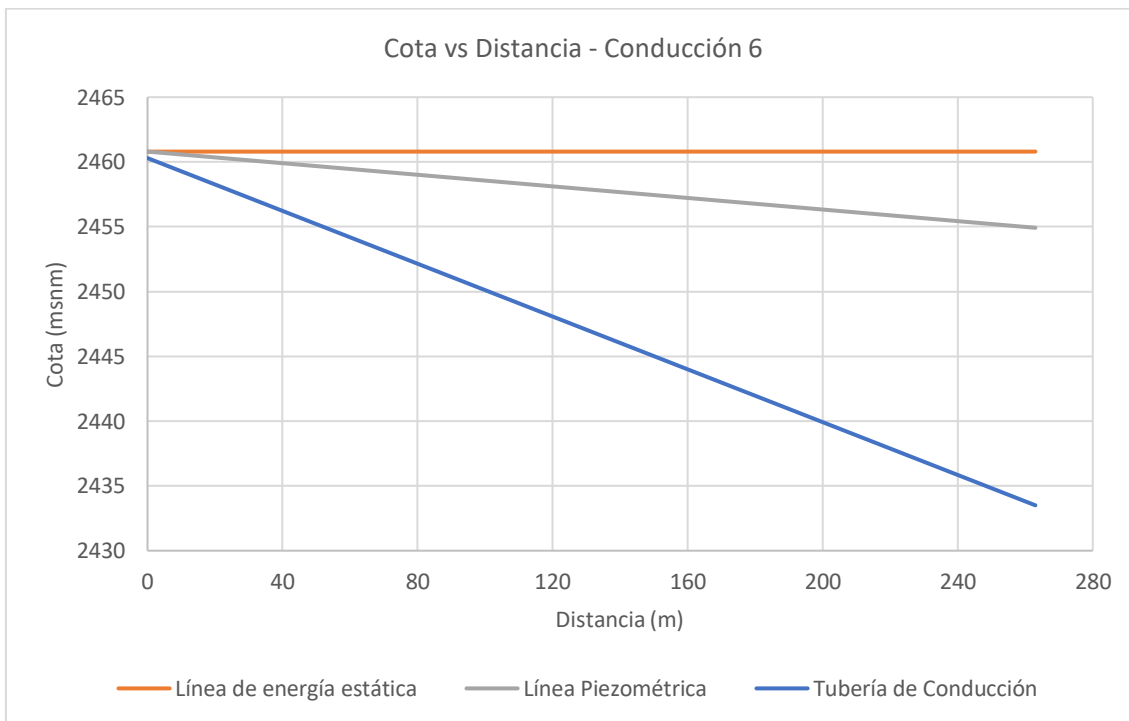


Figura 16. perfil esquemático – conducción 6



9. Red de distribución

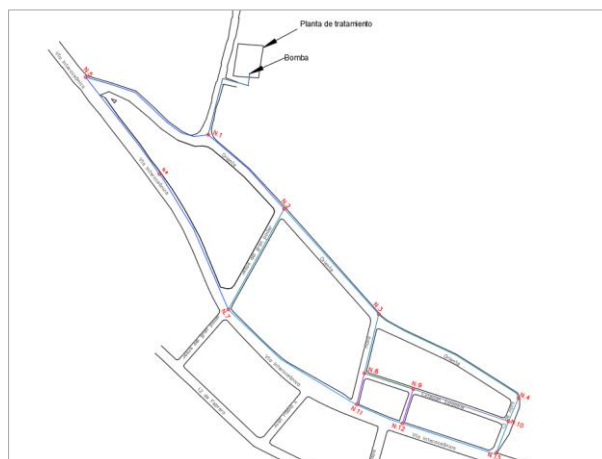
La red de distribución está diseñada conforme a la normativa y recomendaciones para un área rural (Secretaría del Agua, 2000), donde el caudal de diseño de la red de distribución es el caudal máximo horario; con la finalidad de precautelar la seguridad de la población se diseñará con bocas de fuego con capacidad igual a 5 l/s, conforme lo recomendado por el código ecuatoriano de la construcción (INEN, 1992).

9.1. Trazado de la red de distribución y ubicación de nudos

La red de distribución se ha dividido en dos tramos a los que se denominarán Red 1 y Red 2; la causa de la división de la red es la falta de carga de presión estática en los puntos cercanos a la planta de tratamiento, a continuación, se describen los límites de las redes 1 y 2.

La Red 1 inicia en la planta de tratamiento, parte del tanque de reserva circular con cubierta cónica truncada con una bomba sumergible (las características técnicas de la bomba se encuentran descritas en las especificaciones técnicas), continúa por toda la calle Oriente y cubre las calles Huila, Esteban Salagaje y las primeras cuadras de las calles Jesús Del Gran Poder y 13 de abril, finalmente la red se cierra en la vía Interoceánica como se puede ver en la Figura 17. Esta red abastece de agua a toda la población ubicada al norte de la vía interoceánica y en ella se encuentran los nudos del uno al trece.

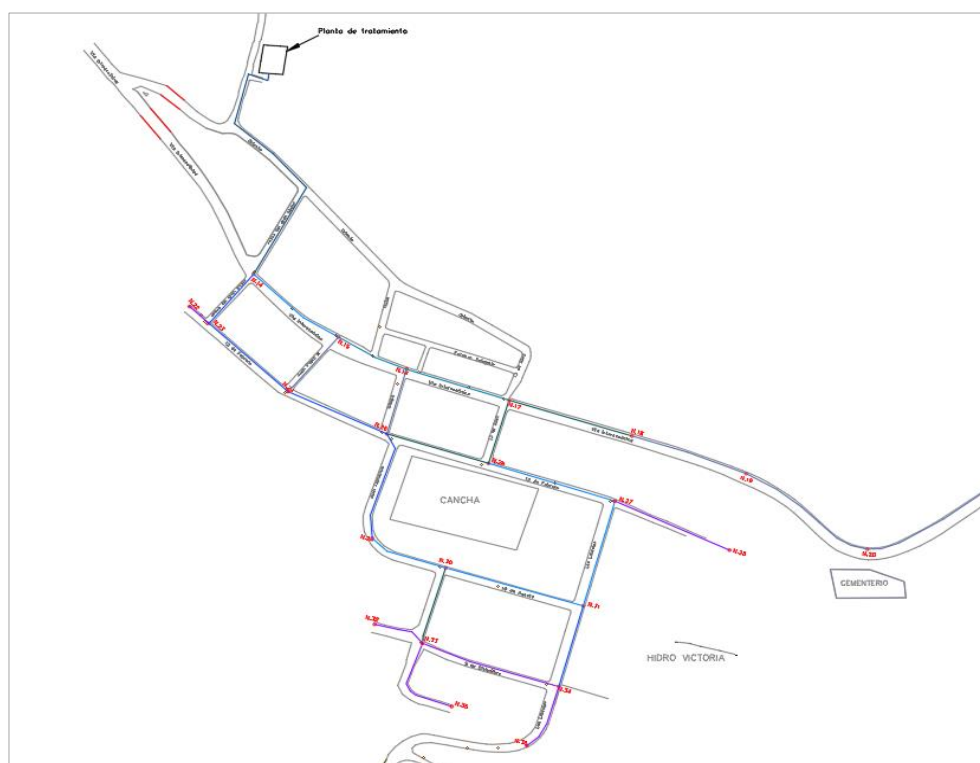
Figura 17. Trazado red 1



Nota: Las líneas de colores ubicadas en las calles representan las tuberías de la red 1 y los números y círculos de color rojo los nudos.

La Red 2 inicia en la planta de tratamiento, esta red se abastece de los dos tanques de almacenamiento restantes uno circular y otro rectangular. La red parte a gravedad de la planta de tratamiento continúa por la calle Oriente, gira por la calle Jesús del gran poder y llega a la vía Interoceánica, donde inicia la distribución de agua a la población. Esta red abastece de agua a la población ubicada al sur de la vía interoceánica y en ella se encuentran los nudos del 14 al 36 como se puede ver en la Figura 18.

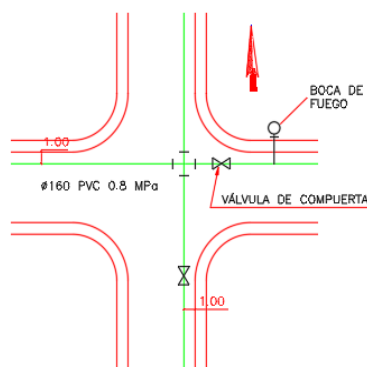
Figura 18. Trazado red 2



Nota: Las líneas de colores ubicadas en las calles representan las tuberías de la red 1 y los números y círculos de color rojo los nudos.

La red está diseñada de tal manera que se la construya a los lados norte este de la calzada, a 1 m de la mismas (EMAAP Quito, 2008) cuyo detalle se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Localización de tuberías.



9.2. Caudal de diseño

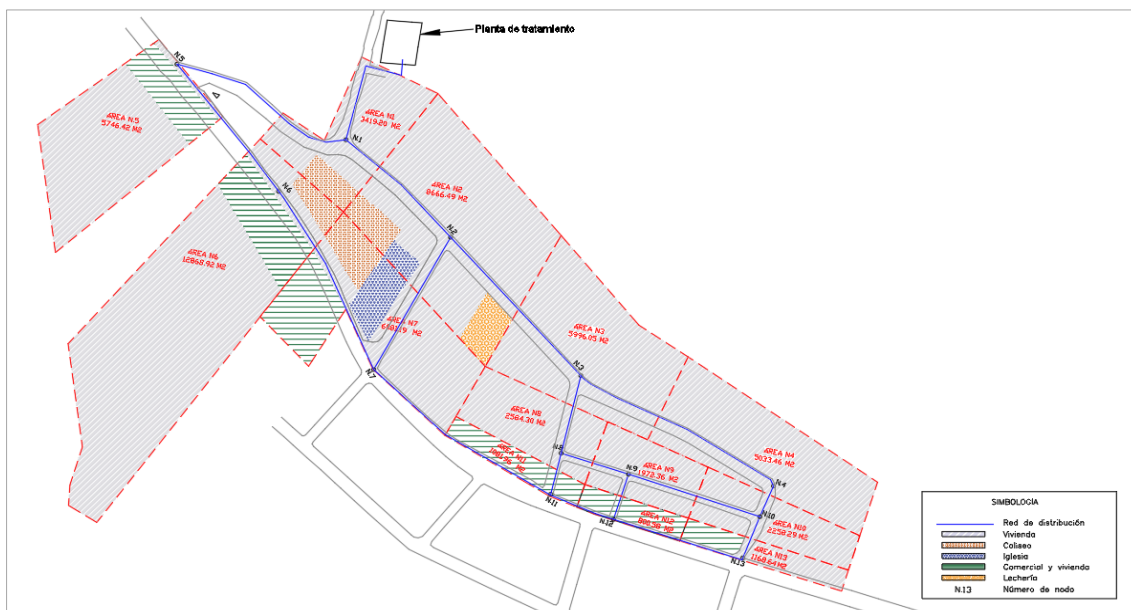
El caudal de diseño de una red de distribución es el caudal máximo horario (QMH) (Secretaría del Agua, 2000), para su determinación se divide el área total en diferentes áreas de aportación para cada nudo de la red, mismas que cubren diferentes usos de suelo que responden a diferentes dotaciones; con estos valores y haciendo uso de las ecuaciones recomendadas por la bibliografía se determina el caudal máximo horario para cada nudo y a su vez el caudal máximo horario total.

9.2.1. Áreas de aportación y usos del suelo.

Las áreas de aportación corresponden a los nudos definidos en el trazado de la red de distribución (Figura 17 y Figura 18) y al límite urbano (escala 1:1000), mismos que se superponen a los usos del suelo; la información empleada fue proporcionados por el GAD Cantonal de Quijos.

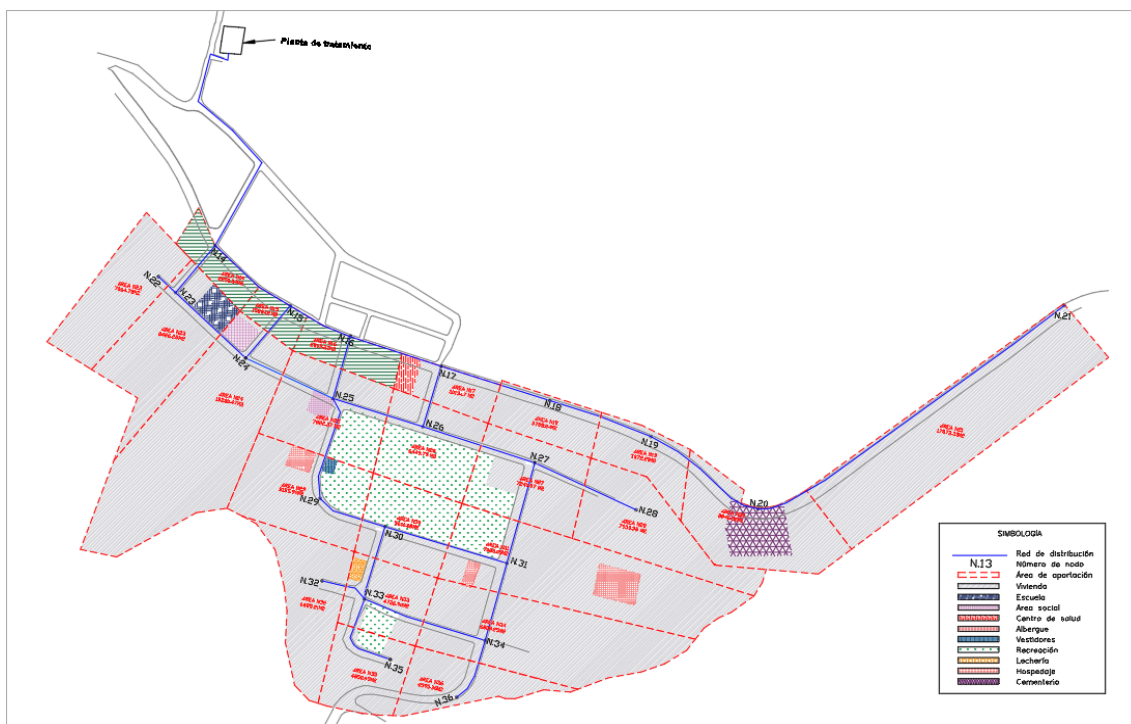
En la Figura 20 y Figura 21 se aprecia la red 1 y red 2 respectivamente con sus nudos, áreas de aportación y usos de suelo.

Figura 20. Red1 áreas de aportación y usos del suelo



Nota: Las áreas por usos de suelo se encuentran desglosadas en el Anexo 1

Figura 21. Red 2 áreas de aportación y usos del suelo



Nota: Las áreas por usos de suelo se encuentran desglosadas en el Anexo 2

9.2.2. Dotación

La dotación es el agua consumida diariamente por cada habitante medido en litros, este depende del clima, nivel de vida entre otros factores (Lárraga, 2016). Tomando en consideración que no se cuenta con un registro de consumo de agua en el poblado y al tratarse de Cuyuja un poblado rural de clima frío (GAD Cuyuja, 2020), se toma como parámetros iniciales los datos de las normas nacionales que se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Consumo doméstico máximo

USO	CONSUMO (lt/hab/día)			
	CLIMA FRIO		CLIMA CALIDO	
	NORMAL	MAXIMO	NORMAL	MAXIMO
Bebida	2	3	2	3
Alimentación y cocina	8	8	10	10
Lavado de utensilios	8	8	8	8
Aseo corporal menor	6	12	10	15
Baño de ducha	21	32	40	60
Lavado de ropa	15	15	15	15
Inodoro	15	15	15	15
Total per-capita	75	93	100	125

Nota: la tabla fue tomada de la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. Proyecto Washed. Quito 1995.

Las dotaciones empleadas para el análisis del caudal máximo horario se muestran en la Tabla 25, mismas que fueron determinadas de tal manera que representen las condiciones reales de la población.

Tabla 25. Dotaciones Cuyuja

Uso	Dotación (l/hab/día)
Cancha	2.00
Casa Comunal	50.00
Cementerio	3.00
Centro de acopio de leche	80.00
Centro de albergue	93.00
Centro de salud	100.00
Coliseo	10.00
Comercial	93.00
Escuela	50.00
Gallera	2.00
Hostal	93.00
Iglesia	75.00
Junta Parroquial	50.00

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuarrunación Andina

Uso	Dotación (l/hab/día)
Vestidores	35.00
Vivienda	75.00

Notas: las dotaciones se pueden ver desglosadas por áreas en el Anexo 1 y Anexo 2.

9.2.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario fue determinado para cada nudo como se puede ver en el Anexo 1 y Anexo 2, a continuación, como manera de ejemplo se realiza el cálculo del caudal máximo horario (QMH) para el nudo 14 correspondiente a la red 2:

$$QMH = KMH * Qm$$

Donde:

QMH = caudal máximo horario (l/s)

KMH = Longitud del tramo (3 recomendadas por la norma de la ex Secretaría del Agua)

Qm = Caudal medio (l/s)

Para la determinación del caudal medio (Qm) se usa las fórmulas recomendadas por la ex Secretaría del Agua que se muestra a continuación:

$$Qm = \left(\frac{P * D}{86400} \right) * f$$

Donde:

Qm = Caudal medio (l/s)

P = Población final del periodo de diseño

f = factor de fugas (20% recomendadas por la norma de la ex Secretaría del Agua)

D = Dotación futura (l/hab/día)

$$Qm_{nudo14} = \left(\frac{9 * 93}{86400} \right) * 1.2$$

$$Qm_{nudo14} = 0.01 \left(\frac{l}{s} \right)$$

$$QMH_{nudo14} = 3 * 0.01 = 0.03 \left(\frac{l}{s} \right)$$

En la Tabla 26 se muestra un resumen de los datos hidráulicos obtenidos de Cuyuja.

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



Tabla 26. Resumen datos hidráulico Cuyuja

Resumen			
Variable	Red 1	Red 2	Total
Dotación promedio (l/hab/día)	69.63	60.00	63.55
Factor de fugas	20%	20%	20%
Qm (l/s)	0.25	0.64	0.89
KMH	3.00	3.00	3.00
QMH (l/s)	0.75	1.91	2.66

9.2.4. Caudal de incendios

Conforme la norma de la ex Secretaría del Agua el diseño de una red de agua potable para una población rural no considera caudal de incendios (Secretaría del Agua, 2000). Con la finalidad de precautelar la seguridad de la población se diseña la red de distribución con bocas de fuego con capacidad igual a 5 l/s, conforme lo recomendado por el código ecuatoriano de la construcción (INEN, 1992).

9.2.4.1. Bocas de fuego

Las bocas de fuego están colocadas de tal manera que tienen un radio de cobertura de 150 m, mismo que corresponde a zonas con bloques multifamiliares (EMAAP Quito, 2008).

En la Figura 22 se ve las dos bocas de fuego que se encuentran ubicadas en la red 1 y en la Figura 23 se ve las cuatro bocas de fuego que se encuentran en la red 2.

En la tabla 8 se puede ver las bocas de fuego con sus coordenadas UTM.

Figura 22. Bocas de fuego Red 1

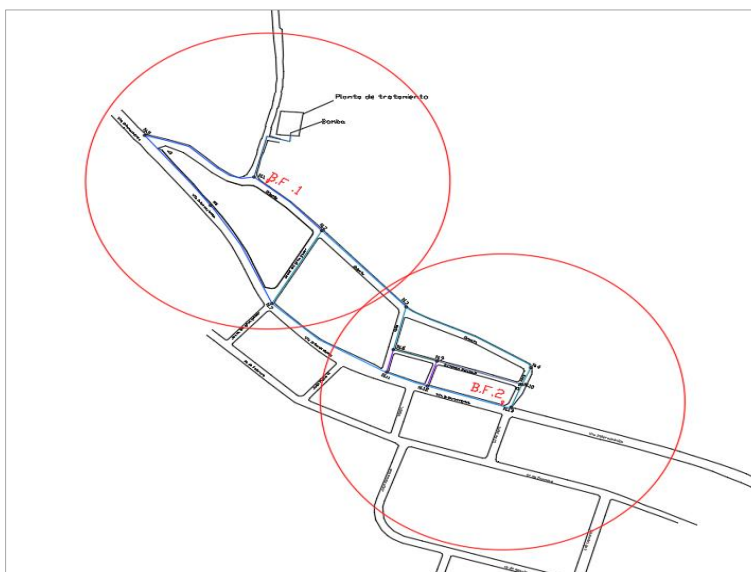


Figura 23. Bocas de fuego Red 2

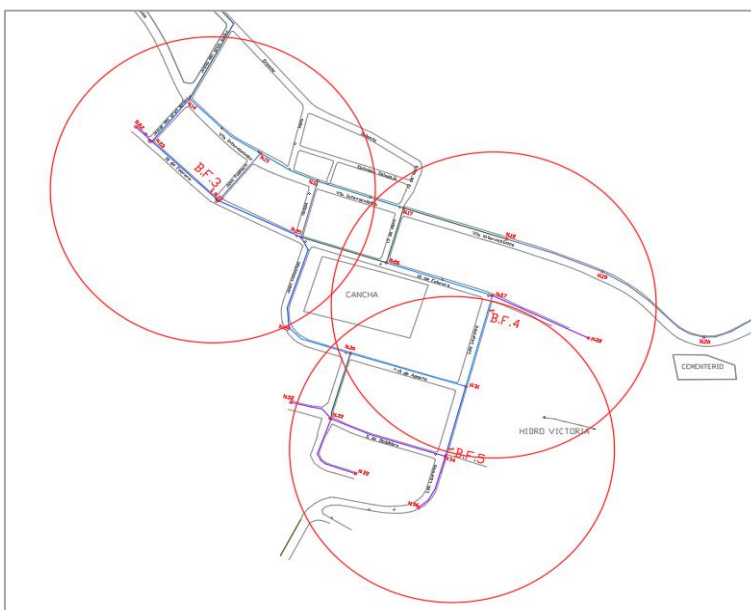


Tabla 27. Coordenadas UTM bocas de fuego

Número	Bocas de fuego	
	Coordenadas UTM	
	Norte	Este
1.000	9954366.00	830921.980
2.000	9954142.17	831115.320
3.000	9954152.80	830946.540
4.000	9954038.66	831206.03
5.000	9953898.19	831167.32

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad para el Desarrollo Sostenible
de la Ecuación Andina

9.3. Simulación numérica (EPANET)

Para la simulación numérica de la red 1 y red 2 se ha empleado el paquete computacional EPANET de la Universidad Politécnica de Valencia, España, mismo que es de libre acceso.

9.3.1. Datos de Ingreso

Los datos de ingreso para la red 1 y red 2 son:

- Caudal máximo horario en cada nudo que fue explicado en el numeral 9.2.3 donde y cuyos valores se encuentran en el Anexo 1 y Anexo 2.
- Cotas en cada Nudo; estos valores se obtuvieron en base al levantamiento topográfico realizado en campo y cuyo respaldo se anexa de forma digital.
- Longitudes de tuberías; al igual que las cotas son valores obtenidos del levantamiento topográfico.
- Caudal de incendio: este caudal como se describe en el numeral 9.2.3 es 5 l/s mismo que se adhiere a uno de los nudos más alejados, de tal manera que se prevé la circulación de este caudal por la red en un incendio.
- Pérdidas de carga: la ecuación seleccionada para el cálculo de las pérdidas de carga es la ecuación de Hazen Williams ya que por criterio del diseñador esta da buenos resultados para el rango de diámetros de tubería que se maneja.
Coeficiente de rugosidad: el coeficiente de rugosidad empleado es $C=130$ que corresponde al que se tendría en el horizonte del proyecto, este valor cumple las recomendaciones dadas en el manual de EPANET, donde a mayor rugosidad menor coeficiente C como se ve en la Tabla 28, mismos que están definidos para las ecuaciones que usa el programa.

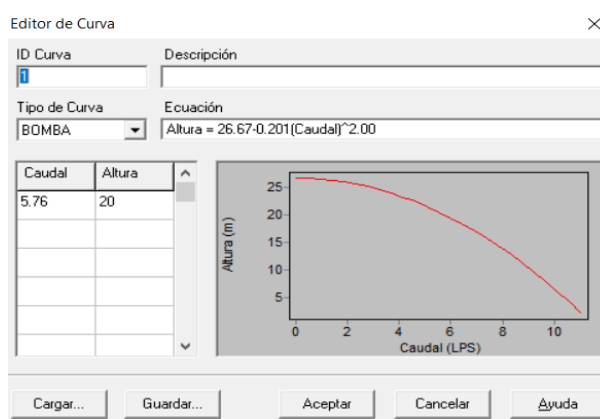
Tabla 28. Coeficientes de rugosidad para tubería nueva

Material	C Hazen-Williams (universal)	ϵ Darcy-Weisbach (mm)	n Manning (universal)
Fundición	130 – 140	0.26	0.012 - 0.015
Hormigón u Hormig. revestido	120 – 140	0.3 – 3.0	0.012 - 0.017
Hierro Galvanizado	120	0.15	0.015 - 0.017
Plástico	140 – 150	0.0015	0.011 - 0.015
Acero	140 – 150	0.045	0.015 - 0.017
Cerámica	110		0.013 - 0.015

Nota: esta tabla fue tomada del Manual de EPANET (Universidad Politécnica de Valencia , 2001)

Debido a que la red 1 se trata de una red a bombeo (bomba sumergible), los datos de la curva de la bomba para la simulación numérica se muestran en la Figura 24 (las características de la bomba se encuentran descritas en las especificaciones técnicas).

Figura 24. Curva Bomba Red 1



9.3.2. Resultados

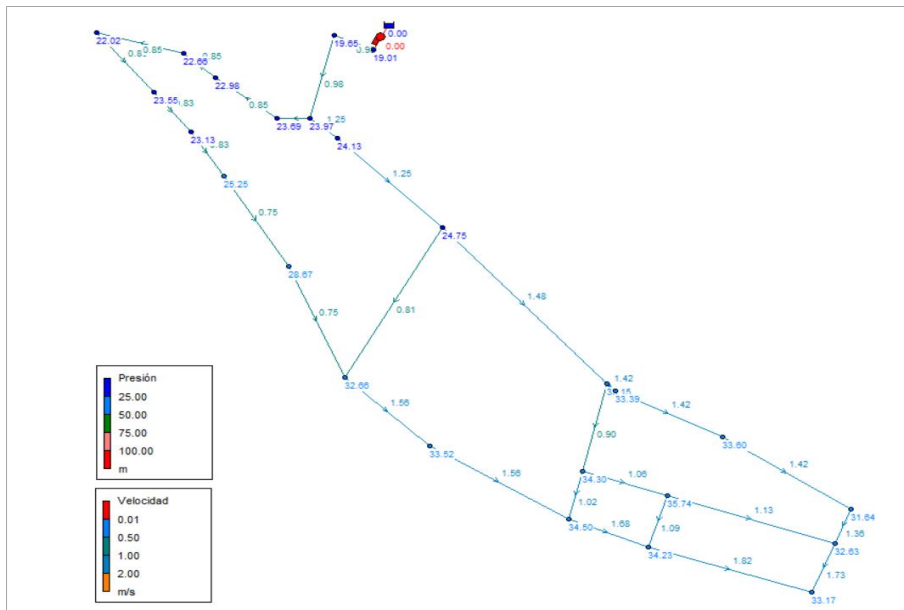
9.3.2.1. Presiones

Las presiones obtenidas en la simulación numérica de la red 1 y red 2 se indican en la Figura 25 y Figura 26 respectivamente.

La presión dinámica resultante en cada nudo se indica en la Tabla 29 y Tabla 30 donde la presión mínima es 19.01 m.c.a y la máxima es 35.74 m.c.a en la red 1 y en la red 2 la presión máxima es 34.13 y la mínima es 14.41 , presentándose la menor en el punto más cercano a la planta de tratamiento y el mayor en el punto más alejado de la misma para los dos casos.

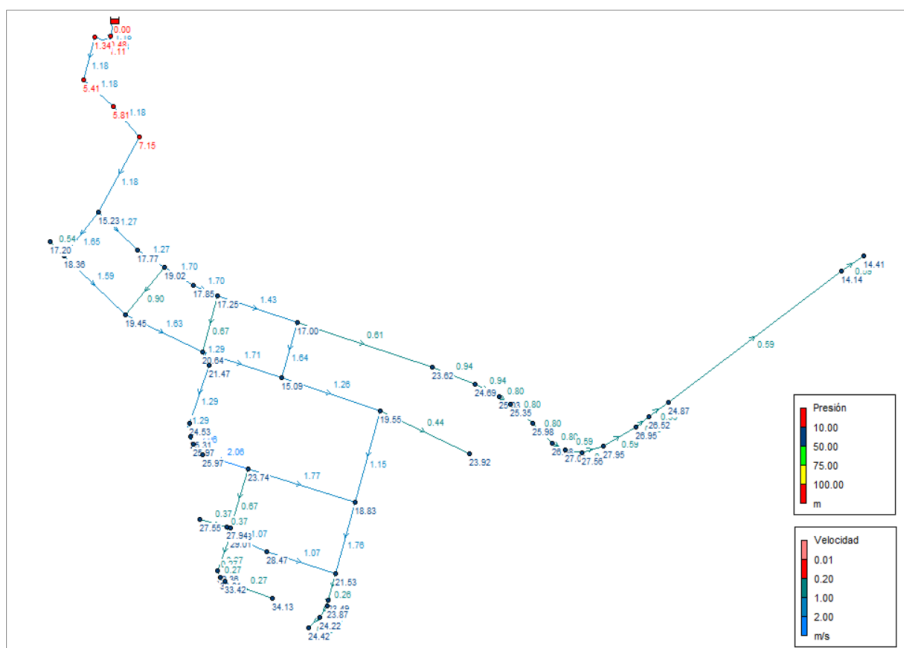
Las presiones resultantes cumplen con los valores establecidos por la norma donde el máximo es 50 m.c.a y el mínimo es 10 m.c.a (EMAAP Quito, 2008). Adicional, para todos los casos la presión de trabajo de las tuberías cubre el requerimiento de la presión dinámica (Tabla 29 y Tabla 30).

Figura 25. Resultados de velocidades y presiones Red 1



Nota: Estos resultados se los puede ver en los planos en formato A1 o en la corrida de EPANET adjuntos.

Figura 26. Resultados de velocidades y presiones Red 2



Nota: Estos resultados se los puede ver en los planos en formato A1 o en la corrida de EPANET adjuntos.

Tabla 29. Presión dinámica Red 1

Red	Nudo	Presión dinámica (m.c.a)	Presión de trabajo (Mpa)
1	1	23.97	0.50
	2	24.75	0.63
	3	33.15	0.80
	4	31.64	1.00
	5	22.02	1.25
	6	25.25	1.25
	7	32.66	1.00
	8	34.30	1.00
	9	35.74	1.25
	10	32.63	1.60
	11	34.50	0.80
	12	34.23	0.80
	13	33.17	0.80

Tabla 30. Presión dinámica Red 2

Red	Nudo	Presión dinámica (m.c.a)	Presión de trabajo (Mpa)
2	14	15.23	0.50
	15	19.02	0.80
	16	17.25	1.00
	17	17.00	1.00
	18	23.62	1.25
	19	25.03	1.60
	20	27.01	1.60
	21	14.41	1.60
	22	17.60	2.00
	23	18.36	0.63
	24	19.45	0.63
	25	20.64	0.63
	26	15.09	1.25
	27	19.55	0.80
	28	23.92	2.00
	29	25.97	0.63
	30	23.74	0.80
	31	18.83	0.80
	32	27.55	2.00
	33	29.01	1.25
34	21.53	2.00	
35	34.13	2.00	
36	24.42	2.00	

9.3.2.2. Velocidades

La velocidad mínima en la red debe ser 0.45 m/s y la máxima para PVC 6 m/s (EMAAP Quito, 2008); las velocidades obtenidas en la simulación numérica de la red 1 y red 2 se muestran en la Figura 25 y Figura 26.

En la Tabla 31 se observan las velocidades máximas y mínimas para las dos redes. En el caso de la red 1 todas las velocidades están dentro del límite recomendado y en el caso de la red 2 existen dos tramos donde la velocidad no cumple el límite, el uno corresponde a una longitud de 78.57 m y está ubicado entre el nudo 33 y 35 y el otro con una longitud de 57.63 se encuentra ubicado entre los nudos 34 y 36, y un pequeño tramo que finaliza en el nudo 32 en los tres casos se recomienda poner válvulas de purga al final de cada tramo de manera que las impurezas que se lleguen a acumular por una baja velocidad se limpien.

Tabla 31. Velocidades máximas y mínimas de la red1 y red 2

Red	Velocidad (l/s)	
	Máxima	mínima
1	1.82	0.75
2	2.06	0.26

La clase de tuberías, velocidad, longitud y diámetro de las redes se las indica en los planos anexos, mismos que corresponden a la Figura 27 y Figura 28.

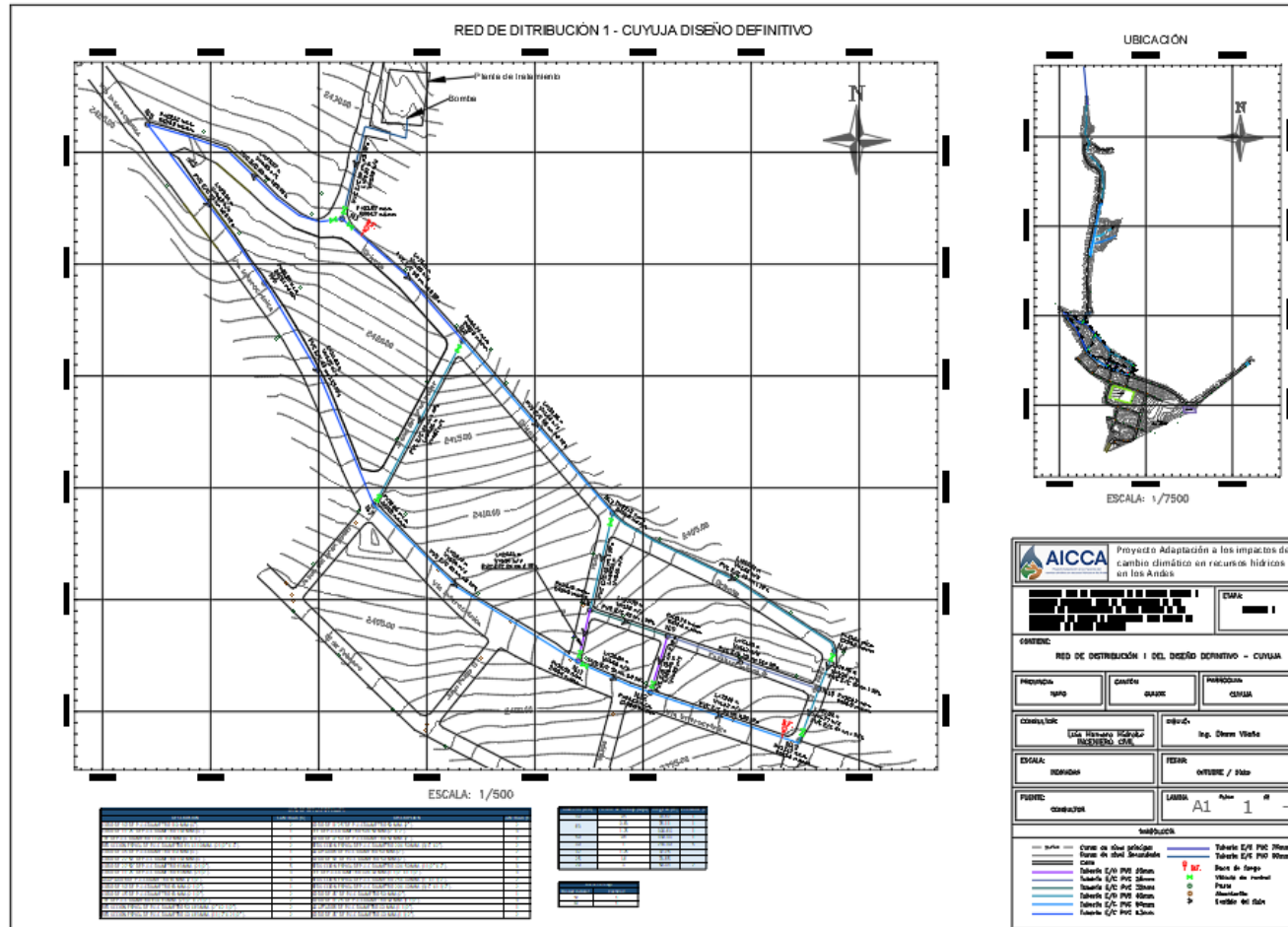
Finalmente, la simulación numérica en EPANET se encuentra anexa en formato digital y los resultados se encuentran en el Anexo 3.

9.4. Válvulas

Las válvulas están colocadas de tal manera que permiten independizar zonas para su mantenimiento sin cortar el agua a toda la población (Secretaría del Agua, 2000).

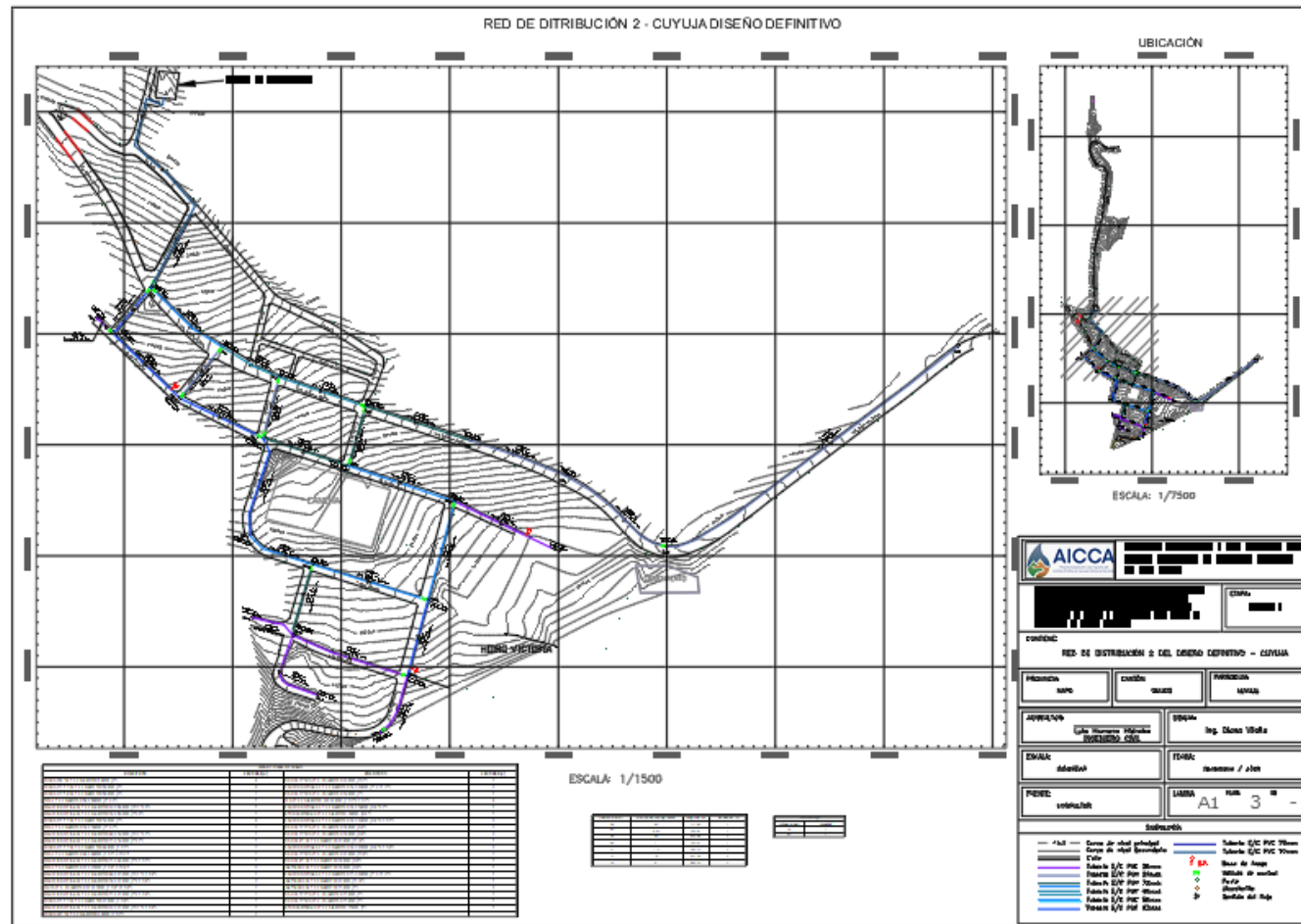
En los planos anexos se pueden ver los diámetros de las válvulas su ubicación para la red 1 y red 2, así como en la Figura 27 y Figura 28.

Figura 27. Plano Red 1



Nota: Este plano se encuentra anexo en formato A1

Figura 28. Plano Red 2



Nota: Este plano se encuentra anexo en formato A1

10. Presupuesto de la obra

Se adjunta el presupuesto preparado de las obras a realizar.

Los precios unitarios han sido realizados en una hoja electrónica bajo la plataforma Excel.

Los precios de los materiales a utilizarse en los proyectos están actualizados a la segunda semana de enero del presente año.

11. Especificaciones técnicas

Se adjuntan las especificaciones técnicas para el presente trabajo, el cual utiliza el manual y normas del MOP y del PRAGUAS, así como las recomendadas por la EPMAPS.

12. Manual de operación

Se adjunta el manual de operación y mantenimiento.

13. Evaluación y plan de manejo ambiental

Se adjunta la evaluación y el plan de manejo ambiental.

14. Calidad del agua

Los resultados de los estudios de la calidad del agua se encuentran adjuntos.

15. Estudio de suelos

Se adjunta el informe del estudio de suelos preparado para el presente proyecto

16. Estudio eléctrico

Se adjunta el informe de estudio eléctrico para el presente proyecto en la parroquia Cuyuja.

17. Bibliografía

- Castillo, D., & Hidalgo, D. (Noviembre de 2006). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para la cebecera cantonal "Malimpia" ubicada en el cantón quinindé, provincia Esmeraldas. 156. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Consejo Nacional para la Igualdad Intergeneracional. (2018). *Agenda Nacional para Igualdad Intergeneracional 2017-2021*. Quito: Consejo Nacional para la Igualdad Intergeneracional.
- EMAAP Quito. (2008). *Normas De Diseño de Sistemas De Agua Potable Para La EMAAP-Q*. Quito: Empresa Metropolitana De Alcantarillado y Agua Potable.
- GAD Cuyuja . (2020). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Cuyuja*. Cuyuja: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Cuyuja.
- INEC. (13 de 10 de 2020). *Buenas cifras, mejores vidas: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Web site: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>
- INEN. (1992). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. C.E.C. *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES, Primera*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- INEN. (1997). CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) *DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS*. Instituto Ecuatoriano De Normalización , 50.
- Lárraga, B. (2016). Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, cantón Vinces, Provincia de Los Ríos . *Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil* . Quito, Pichincha, Ecuador : Pontificia Universidad Católica del Ecuador .

Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado el 18 de agosto de 2020, de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Secretaría del Agua. (2000). *NORMA CO 10.7 - 602 - REVISIÓN Norma para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural*. Quito: Secretaría del Agua.

Universidad Politécnica de Valencia . (Abril de 2001). Manual del usuario EPANET 2 en Español. España.

18. Anexo

18.1. Anexo 1

Tabla 32. Caudal máximo horario Red 1 Cuyuja

Red	Nudo	Área (m2)	Area (Ha)	Densidad poblacional (hab/Ha)	Población (hab.)	Uso de suelo	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Qm (l/s)	KMD	QMD (l/s)	KMH	QMH (l/s)	QMH (l/s)	
1	1	3166.35	0.32	40.05	13	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.017	3	0.04	0.040	
		252.85	0.03	40.05	1	Coliseo	10.00	20%	0.00	1.25	0.000	3	0.00		
	2		4884.14	0.49	40.05	20	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.025	3	0.06	0.100
			783.14	0.08	40.05	3	Coliseo	10.00	20%	0.00	1.25	0.001	3	0.00	
			2421.56	0.24	40.05	10	Iglesia	75.00	20%	0.01	1.25	0.013	3	0.03	
			577.66	0.06	40.05	2	Centro de acopio Leche	80.00	20%	0.00	1.25	0.003	3	0.01	
			5996.05	0.60	40.05	24	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.031	3	0.08	
	4	5033.46	0.50	40.05	20	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.026	3	0.06	0.063	
	5		4634.29	0.46	40.05	19	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.024	3	0.06	0.075
			1112.13	0.11	40.05	4	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.007	3	0.02	
	6		10916.85	1.09	40.05	44	Comercial	93.00	20%	0.06	1.25	0.071	3	0.17	0.195
			1579.91	0.16	40.05	6	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.010	3	0.02	
			372.16	0.04	40.05	1	Coliseo	10.00	20%	0.00	1.25	0.000	3	0.00	
			3257.97	0.33	40.05	13	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.017	3	0.04	
	7		658.79	0.07	40.05	3	Coliseo	10.00	20%	0.00	1.25	0.000	3	0.00	0.073
			690.50	0.07	40.05	3	Iglesia	75.00	20%	0.00	1.25	0.004	3	0.01	
			1473.93	0.15	40.05	6	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.010	3	0.02	
	8	2584.30	0.26	40.05	10	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.013	3	0.03	0.032	
9	1972.36	0.20	40.05	8	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.010	3	0.02	0.025		

Red	Nudo	Área (m ²)	Area (Ha)	Densidad poblacional (hab/Ha)	Población (hab.)	Uso de suelo	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Qm (l/s)	KMD	QMD (l/s)	KMH	QMH (l/s)	QMH (l/s)
	10	2258.29	0.23	40.05	9	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.012	3	0.03	0.028
	11	1081.96	0.11	40.05	4	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.007	3	0.02	0.017
	12	800.58	0.08	40.05	3	Comercial	93.00	20%	0.00	1.25	0.005	3	0.01	0.012
	13	798.67	0.08	40.05	3	Vivienda	75.00	20%	0.00	1.25	0.004	3	0.01	0.016
		369.97	0.04	40.05	1	Comercial	93.00	20%	0.00	1.25	0.002	3	0.01	
														0.75

18.2. Anexo 2

Tabla 33. Caudal máximo horario Red 2 Cuyuja

Red	Nudo	Área (m ²)	Area (Ha)	Densidad poblacional (hab/Ha)	Población (hab.)	Uso de suelo	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Qm (l/s)	KMD	QMD (l/s)	KMH	QMH (l/s)	QMH (l/s)
2	14	2250.34	0.23	40.05	9	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.01	3	0.03	0.035
	15	1588.12	0.16	40.05	6	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.01	3	0.02	0.025
	16	2809.23	0.28	40.05	11	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.02	3	0.04	0.044
	17	2452.87	0.25	40.05	10	Comercial	93.00	20%	0.01	1.25	0.02	3	0.04	0.047
		560.30	0.06	40.05	2	Centro de salud	100.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.01	
	18	3788.64	0.38	40.05	15	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.02	3	0.05	0.047
	19	3872.28	0.39	40.05	16	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.02	3	0.05	0.048
	20	6493.03	0.65	40.05	26	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.03	3	0.08	0.082
		2353.49	0.24	40.05	9	Cementerio	3.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	21	17872.33	1.79	40.05	72	Vivienda	75.00	20%	0.07	1.25	0.09	3	0.22	0.224
	22	7064.78	0.71	40.05	28	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.04	3	0.09	0.088
	23	7533.87	0.75	40.05	30	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.04	3	0.09	0.102

Red	Nudo	Área (m2)	Area (Ha)	Densidad poblacional (hab/Ha)	Población (hab.)	Uso de suelo	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Qm (l/s)	KMD	QMD (l/s)	KMH	QMH (l/s)	QMH (l/s)
		892.41	0.09	40.05	4	Escuela	50.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.01	
	24	17682.77	1.77	40.05	71	Vivienda	75.00	20%	0.07	1.25	0.09	3	0.22	0.226
		597.70	0.06	40.05	2	Casa Comunal	50.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	25	5491.85	0.55	40.05	22	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.03	3	0.07	0.073
		386.81	0.04	40.05	2	Junta Parroquial	50.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
		1943.71	0.19	40.05	8	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	26	2376.22	0.24	40.05	10	Vivienda	75.00	20%	0.01	1.25	0.01	3	0.03	0.031
		4073.57	0.41	40.05	16	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	27	6489.92	0.65	40.05	26	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.03	3	0.08	0.081
		751.05	0.08	40.05	3	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	28	7930.38	0.79	40.05	32	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.04	3	0.10	0.099
	29	6064.19	0.61	40.05	24	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.03	3	0.08	0.083
		405.03	0.04	40.05	2	Centro de albergue	93.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.01	
		127.88	0.01	40.05	1	Vestidores	35.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
		1588.89	0.16	40.05	6	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	30	5600.08	0.56	40.05	22	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.03	3	0.07	0.071
		3211.40	0.32	40.05	13	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	31	5080.10	0.51	40.05	20	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.03	3	0.06	0.085
		639.99	0.06	40.05	3	Cancha	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
		311.55	0.03	40.05	1	Hostal	93.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
		1053.41	0.11	40.05	4	Hostal	93.00	20%	0.01	1.25	0.01	3	0.02	
	32	6685.21	0.67	40.05	27	Vivienda	75.00	20%	0.03	1.25	0.03	3	0.08	0.084
	33	3798.09	0.38	40.05	15	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.02	3	0.05	0.051
		240.14	0.02	40.05	1	Centro de acopi de leche	80.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
		688.67	0.07	40.05	3	Gallera	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	34	12998.97	1.30	40.05	52	Vivienda	75.00	20%	0.05	1.25	0.07	3	0.16	0.163

Red	Nudo	Área (m2)	Area (Ha)	Densidad poblacional (hab/Ha)	Población (hab.)	Uso de suelo	Dotación (l/hab/día)	Factor de fugas	Qm (l/s)	KMD	QMD (l/s)	KMH	QMH (l/s)	QMH (l/s)
	35	4850.65	0.49	40.05	19	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.03	3	0.06	0.061
		369.38	0.04	40.05	1	Gallera	2.00	20%	0.00	1.25	0.00	3	0.00	
	36	4595.36	0.46	40.05	18	Vivienda	75.00	20%	0.02	1.25	0.02	3	0.06	0.058
														1.91

18.3. Anexo 3

Tabla 34. Resultados nudos EPANET Red 1

prueba			
Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión N_3	2406.60278	0.075	33.15
Conexión N_8	2404.03552	0.032	34.3
Conexión N_11	2401.4207	0.017	34.5
Conexión N_9	2400.42566	0.025	35.74
Conexión N_10	2396.91162	0.028	32.63
Conexión N_12	2398.90243	0.012	34.23
Conexión n9	2429.58587	0	19.65
Conexión N_1	2424.67507	0.038	23.97
Conexión n11	2424	0	24.13
Conexión N_2	2421.29867	0.104	24.75
Conexión n13	2406	0	33.39
Conexión n14	2402	0	33.6
Conexión N_4	2399.16355	0.063	31.64
Conexión N_13	2393.55116	5.016	33.17
Conexión n17	2407	0	33.52
Conexión N_7	2411.19121	0.073	32.66
Conexión n19	2416	0	28.67
Conexión N_6	2420.13501	0.196	25.25
Conexión n21	2422.683	0	23.13
Conexión n22	2422.683	0	23.55
Conexión N_5	2424.82862	0.075	22.02
Conexión n24	2424.854	0	22.66
Conexión n25	2424.854	0	22.98
Conexión n26	2424.717	0	23.69
Conexión 2	2430.5	0	19.01
Embalse 1	2429.5	No Disponible	0

Tabla 35. Resultados tuberías EPANET Red 1

prueba				
Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería p1	44.47	37	130	0.9
Tubería p2	24.18	17	130	1.02
Tubería p3	37.59	29	130	1.06
Tubería p4	74.4	22	130	1.13
Tubería p5	26.77	17	130	1.09
Tubería p8	42.37	86.4	130	0.98
Tubería p9	15.37	60	130	1.25
Tubería p10	62.35	60	130	1.25
Tubería p11	103.85	47	130	1.48
Tubería p12	4.85	37	130	1.42

Tubería p13	50.95	37	130	1.42
Tubería p14	64.57	37	130	1.42
Tubería p15	18.39	37	130	1.36
Tubería p16	26.12	37	130	1.73
Tubería p17	72.11	47	130	1.82
Tubería p18	36.24	47	130	1.68
Tubería p19	68.8	47	130	1.56
Tubería p20	49.86	47	130	1.56
Tubería p21	59.93	57	130	0.75
Tubería p22	52.12	57	130	0.75
Tubería p23	26.00	57	130	0.83
Tubería p24	25.15	57	130	0.83
Tubería p25	37.74	57	130	0.83
Tubería p26	37.98	57	130	0.85
Tubería p27	18.17	57	130	0.85
Tubería p28	32.59	57	130	0.85
Tubería p29	13.78	57	130	0.85
Tubería p30	84.41	37	130	0.81
Tubería 1	19.63	86.4	130	0.98
Bomba 3	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0

Tabla 36. Resultados Nudos EPANET Red 2

prueba			
Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión n1	2431	0	0.48
Conexión n2	2430.23963	0	1.11
Conexión n3	2429.69799	0	1.34
Conexión n4	2424.7784	0	5.41
Conexión n5	2423.6	0	5.81
Conexión n6	2421.5001	0	7.15
Conexión N_14	2411.7568	0.035	15.23
Conexión n8	2406.76566	0	17.77
Conexión N_15	2404.0586	0.025	19.02
Conexión n10	2401.72122	0	17.85
Conexión N_16	2399.61081	0.044	17.25
Conexión N_17	2393.56801	0.047	17
Conexión N_18	2384	0.05	23.62
Conexión n14	2380	0	24.69
Conexión N_19	2378	0.05	25.03
Conexión n16	2377	0	25.35
Conexión n17	2375	0	25.98
Conexión n18	2373	0	26.68
Conexión N_20	2372	0.082	27.01
Conexión n20	2371	0	27.56
Conexión n21	2370	0	27.95
Conexión n22	2370	0	26.95
Conexión n23	2370	0	26.52
Conexión n24	2371	0	24.87

Conexión n25	2376	0	14.14
Conexión N_21	2375	0.224	14.41
Conexión N_23	2405.56489	0.102	18.36
Conexión N_22	2406	0.088	17.6
Conexión N_24	2400.06916	0.226	19.45
Conexión N_25	2394.2731	0.073	20.64
Conexión N_26	2388.27113	0.031	15.09
Conexión N_27	2379.18729	0.081	19.55
Conexión N_28	2372.73918	0.1	23.92
Conexión n34	2392.9424	0	21.47
Conexión n35	2387.73838	0	24.53
Conexión n36	2386.50636	0	25.31
Conexión N_29	2385.55755	0.083	25.97
Conexión n38	2383.97114	0	25.97
Conexión N_30	2380.86129	0.071	23.74
Conexión N_31	2376.37897	0.085	18.83
Conexión N_33	2373.95884	0.051	29.01
Conexión n42	2370.30324	0	32.36
Conexión n43	2369.5899	0	33.01
Conexión n44	2369.1379	0	33.42
Conexión N_35	2368	0.061	34.13
Conexión N_34	2369.17471	5.163	21.53
Conexión n47	2367	0	23.49
Conexión n48	2366.5	0	23.87
Conexión n49	2366	0	24.22
Conexión N_36	2365.6865	0.058	24.42
Conexión 4	2374.86257	0	28.28
Conexión n52	2370.125	0	28.47
Conexión N_32	2374.86	0.084	27.55
Conexión 3	2374.9	0	27.94
Embalse 1	2431.5	No Disponible	0

Tabla 37. Resultados Tuberías EPANET Red 2

prueba				
Tabla de Red - Líneas				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería p1	6.763	86.4	130	1.18
Tubería p2	15.96	86.4	130	1.18
Tubería p3	43.27	86.4	130	1.18
Tubería p4	39.438	86.4	130	1.18
Tubería p5	38.916	86.4	130	1.18
Tubería p6	84.89	86.4	130	1.18
Tubería p7	53.7	47	130	1.27
Tubería p8	31.84	47	130	1.27
Tubería p9	33.62	37	130	1.7
Tubería p10	25.94	37	130	1.7
Tubería p11	83.96	37	130	1.43
Tubería p12	140.34	29	130	0.61

Tubería p13	46.42	22	130	0.94
Tubería p14	26.34	22	130	0.94
Tubería p15	14.12	22	130	0.8
Tubería p16	28.8	22	130	0.8
Tubería p17	27.22	22	130	0.8
Tubería p18	14.142	22	130	0.8
Tubería p19	16.66	22	130	0.59
Tubería p20	22.99	22	130	0.59
Tubería p21	37.124	22	130	0.59
Tubería p22	16.26	22	130	0.59
Tubería p23	24.18	22	130	0.59
Tubería p24	213.8	22	130	0.59
Tubería p25	27.26	22	130	0.59
Tubería p26	54.45	60	130	1.65
Tubería p27	19.39	17	130	0.39
Tubería p28	84.57	60	130	1.59
Tubería p29	84.49	60	130	1.63
Tubería p30	82.91	29	130	1.71
Tubería p31	103.3	47	130	1.26
Tubería p32	98.1	17	130	0.44
Tubería p33	14.06	60	130	1.29
Tubería p34	60.02	60	130	1.29
Tubería p35	12.81	60	130	1.29
Tubería p36	8.15	60	130	1.29
Tubería p37	14.09	47	130	2.06
Tubería p38	47.57	47	130	2.06
Tubería p39	111.4	47	130	1.77
Tubería p40	36.65	17	130	0.27
Tubería p41	6.932	17	130	0.27
Tubería p42	5.585	17	130	0.27
Tubería p43	50.38	17	130	0.27
Tubería p44	92.42	47	130	1.15
Tubería p45	71.5	60	130	1.76
Tubería p46	27.79	17	130	0.26
Tubería p47	15.75	17	130	0.26
Tubería p48	19.15	17	130	0.26
Tubería p49	15.33	17	130	0.26
Tubería p50	60.01	29	130	0.67
Tubería p52	39.78	17	130	1.07
Tubería p53	71.7	17	130	1.07
Tubería p54	60.7	22	130	0.9
Tubería p55	57.2	22	130	0.67
Tubería p56	56.06	29	130	1.64
Tubería 1	1	86.4	130	1.18
Tubería 2	28.3	17	130	0.37
Tubería 3	8.59	17	130	0.37
Tubería 4	7.1	29	130	0.67

18.4. Anexo digital

Anexo digital se entrega la siguiente documentación:

- 1) Planos Conducciones (Formato A 1)
 - a. Plano “1 - C”: Contiene una vista en planta y perfil con la línea piezométrica y línea de energía estática de la conducción 1, misma que va desde la captación 1 hasta el desarenador.
 - b. Plano “2 - C”: Contiene una vista en planta y perfil con la línea piezométrica y línea de energía estática de la conducción 2, 3 y 5. La conducción 2 va desde la captación 2 hasta la caja de control, la conducción 3 va desde la conducción 3 hasta la caja de control y la conducción 5 va desde la caja de control hasta el tanque rompe presiones.
 - c. Plano “3 - C”: Contiene una vista en planta y perfil con la línea piezométrica y línea de energía estática de la conducción 4, misma que va desde el desarenador hasta el tanque rompe presiones (TRP).
 - d. Plano “4 - C”: Contiene una vista en planta y perfil con la línea piezométrica y línea de energía estática de la conducción 6, misma que va desde el tanque rompe presiones (TRP) hasta la planta de tratamiento.
- 2) Planos Red de distribución
 - a. Plano “1 - R”: Contiene la red de distribución 1 completa con la lista de piezas y longitud de tuberías por diámetros.
 - b. Plano “2 - R”: Contiene una parte de dos de la red de distribución 1 a una escala mayor que el plano “1 - R”.
 - c. Plano “3 - R”: Contiene la segunda parte de dos de la red de distribución 1 a una escala mayor que el plano “1 - R”.
 - d. Plano “4 - R”: Contiene la red de distribución 2 completa con la lista de piezas y longitud de tuberías por diámetros.

Financiado por:



Liderado por:



En alianza con:



CONDESAN
Comunidad de Operación Administrativa
de la Ecorregión Andina

- e. Plano "5 - R": Contiene una parte de tres de la red de distribución 2 a una escala mayor que el plano "4 - R".
 - f. Plano "6 - R": Contiene la segunda parte de tres de la red de distribución 2 a una escala mayor que el plano "4 - R".
 - g. Plano "7 - R": Contiene la tercera parte de tres de la red de distribución 2 a una escala mayor que el plano "4 - R".
- 3) Planos detalles complementarios: Estos planos contienen detalles de estructuras complementarias al sistema de agua potable.
- 4) Simulación numérica: se entrega una carpeta denominada "simulación numérica" contiene dos documentos .net que son las corridas de las redes de agua potable propuestas los documentos que contienen son:
- a. Red1.net: Contiene la simulación numérica de la red de distribución de Cuyuja de la parte mas cercana a la planta de tratamiento, este sistema es a bombeo.
 - b. Red2.net: Contiene la simulación numérica de la red de distribución de Cuyuja de la parte lejana a la planta de tratamiento, este sistema es a gravedad.
- 5) Documentos complementarios:
- a. Presupuesto de la obra
 - b. Especificaciones técnicas
 - c. Manual de operación
 - d. Evaluación y plan de manejo ambiental
 - e. Resultados de las pruebas de la calidad del agua
 - f. Estudio de suelos
 - g. Estudio eléctrico