

Evaluación Para El Mejoramiento Del Alcantarillado Sanitario De La Comuna Galayacu Del Cantón Pasaje

Evaluation For The Improvement Of The Sanitary Sewerage Of The Galayacu Commune Of The Canton Pasaje

Autores

Paúl André Añazco Campoverde¹, Eliana Paulette Piedra Capelo², Gilbert Adrián Añazco Campoverde³, Juan Carlos Berrú Cabrera⁴

¹Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala, Machala, panazco@utmachala.edu.ec

²Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala, Machala, epiedra1@utmachala.edu.ec

³Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala, Machala, ganazco@utmachala.edu.ec

⁴Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Machala, Machala, jberru@utmachala.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo surge del problema de la falta de cobertura del servicio básico de alcantarillado sanitario en Galayacu, para ello se planteó realizar una evaluación del sistema mediante procesos de observación, recopilación de información y cálculos de la red de alcantarillado sanitario actual que permitieron verificar, a través de criterios de diseño establecidos en la Norma CPE INEN 5. Parte 9.2: 1997, si cumplen o no con esta normativa. Como resultado de esta evaluación, se determinó que la red de alcantarillado sanitario cumple con los criterios de diseño, sin embargo, es necesario realizar una ampliación ya que actualmente la cobertura es del 37% aproximadamente, cambios en las tuberías de asbesto cemento a PVC y una repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales que incluye cambio de las rejas, instalación de material filtrante (piedra bola) en las cámaras de sedimentación, cerramiento de alambre de púas y sembrado de árboles con una altura de hasta 5m lo cual, ayudará a eliminar malos olores.

Palabras claves: Alcantarillado sanitario, evaluación, planta de tratamiento de aguas residuales, tuberías, criterios de diseño.

ABSTRACT

The present work arises from the problem of the lack of coverage of the basic sanitary sewer service in Galayacu, for this purpose it was proposed to carry out an evaluation of the system through observation processes, information collection and calculations of the current sanitary sewer network that allowed verifying, through design criteria established in the CPE INEN Standard 5. Part 9.2: 1997, whether or not it complies with this regulation. As a result of this evaluation, it was determined that the sanitary sewer network meets the design criteria, however, it is necessary to carry out an expansion since currently the coverage is approximately 37%, changes in the pipes from asbestos cement to PVC and a repowering of the wastewater treatment plant that includes changing the bars, installing filter material (ball stone) in the sedimentation chambers, enclosing barbed wire and planting trees with a height of up to 5m, which will help eliminate bad odors.

Keywords: Sanitary sewer, evaluation, wastewater treatment plant, pipes, design criteria.

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador en las ciudades más pobladas como Quito, Guayaquil y Cuenca, se producen grandes cantidades de residuos contaminantes que son vertidas en los ríos y esteros sin ningún tratamiento. No cuentan con sistemas separados de alcantarillado pluvial y sanitario, lo que dificulta e incrementa los costos de construcción de plantas de tratamiento de agua servidas [1].

El alcantarillado sanitario es un elemento fundamental de la infraestructura tanto urbana como rural que sirve como un sistema de drenaje y saneamiento que garantiza la eliminación segura de aguas residuales, evitando la propagación de enfermedades y protegiendo el medio ambiente, lo que contribuye a mantener la salubridad y calidad de vida de la población. Ayuda a mantener nuestras calles limpias y libres de inundaciones, al tiempo que preserva la calidad del agua en ríos y lagos. Sin el alcantarillado adecuado, nuestras comunidades se enfrentarían a graves problemas de salud pública y contaminación ambiental, afectando la calidad de vida de todos. Sin embargo, a medida que las ciudades crecen y se desarrollan, los sistemas de alcantarillado enfrentan nuevos desafíos relacionados con el aumento de la población, el cambio climático y el envejecimiento de la infraestructura existente.

En este contexto, la evaluación de los sistemas de alcantarillado se convierte en una tarea esencial para garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento a largo plazo. La evaluación puede incluir aspectos como el análisis del funcionamiento y estado en el que se encuentran las tuberías, la detección de fugas y obstrucciones, la identificación de puntos críticos de la red y la evaluación de la calidad del agua residual.

La Comuna Galayacu se encuentra en una parroquia rural del cantón Pasaje donde la población ha aumentado en el transcurso de los años, por lo tanto, es importante conocer en qué estado se encuentra el alcantarillado sanitario para poder ampliarlo y mejorar este servicio.

El objetivo de esta investigación es realizar una evaluación del sistema de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la Parroquia El Progreso del Cantón Pasaje con el fin de identificar en qué condiciones se encuentra la red y a qué área abastece, de tal manera que se pueda proponer mejoras y soluciones a los problemas identificados. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado de la red existente, se realizarán mediciones y análisis hidráulicos que permitirán un nuevo y amplio trazado de la red, además, se analizará las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales para proponer una alternativa de repotenciación.

Los resultados obtenidos permitirán mejorar la gestión y el mantenimiento del sistema de alcantarillado de la comunidad, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población y a garantizar la eficiencia del sistema en el largo plazo.

1.1. Alcance y Objetivos

La falta de cobertura de alcantarillado sanitario en una comunidad genera que sus habitantes descarguen sus aguas servidas en pozos sépticos o directamente en quebradas o ríos. En la actualidad, la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso del Cantón Pasaje, no recibe adecuadamente el servicio de alcantarillado sanitario ya que fue construido hace aproximadamente 25 años y no está cubierto en su totalidad por lo cual, varias familias no reciben este servicio. El propósito fundamental de este proyecto de investigación es evaluar el servicio de alcantarillado sanitario de la Comuna Galayacu de la Parroquia Rural El Progreso mediante el análisis de las condiciones actuales y toma de datos para el mejoramiento del servicio y de la calidad de vida de los habitantes, mismo que se conseguirá al identificar las condiciones actuales del servicio público de alcantarillado sanitario mediante la recopilación de información para el estudio técnico del área, evaluar el estudio técnico del área mediante la normativa vigente para la determinación la funcionalidad de la red de alcantarillado y proponer la alternativa de mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario mediante su ampliación para el aumento de la cobertura de acuerdo al crecimiento poblacional.

2. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación De La Zona De Estudio

Los estudios de campo se realizaron en la Comuna Galayacu, tal como se observa en la Figura 1, perteneciente a la Parroquia Rural El Progreso, Cantón Pasaje, provincia de El Oro, la cual fue fundada en el año 1930, limita al norte con el Sitio Muyuyacu, al sur con el sitio Ducos, al este con el Sitio La Unión y al oeste con el Río Jubones. Se encuentra ubicada a 14 km de la Parroquia Rural El Progreso y a 20 km del Cantón Pasaje en la vía a Pasaje - Cuenca, el tiempo para llegar a esta comunidad es de 40 minutos aproximadamente. Tiene una extensión de 2.2 km, la temperatura es de 24°C, humedad 75%, altitud entre 186 y 194 msnm y una precipitación media anual de 943 mm. En la ilustración 9, podemos observar una ortofoto de la Comuna Galayacu.



2.2. Porcentaje De Cobertura De Servicios Básicos

A través de un censo realizado en Galayacu, se pudo obtener un porcentaje de cobertura de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado que reciben los 153 hogares que existen en esta comunidad.

Agua Potable

Se considera agua potable al proceso de higiene y saneamiento de la misma mediante procesos químicos que permitan la potabilidad y consumo sin restricciones [2].

Como se puede observar en la Tabla 1, este servicio básico cubre a 143 hogares con su respectivo medidor, mientras que 3 hogares utilizan agua de un pozo y 7 hogares obtienen agua del río Galayacu.

Tabla 1: Procedencia del agua recibida en la Comuna Galayacu

PROCEDENCIA DEL AGUA RECIBIDA	HOGARES
De red pública	143
De pozo	3
De río, vertiente, acequia o canal	7
TOTAL	153

Fuente: Autores

Alcantarillado Sanitario

Los sistemas de alcantarillados están constituidos principalmente por conjuntos de ductos y estructuras que tiene el principal objetivo de recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas procedentes de domicilios, siendo las aguas negras las que mayor porcentaje ocupan [3].

Como se aprecia en la Tabla 2, de un total de 153 hogares, 58 están conectados a la red pública de alcantarillado mientras que 95 hogares desfogon sus aguas servidas a pozos sépticos y directamente a la quebrada.

Tabla 2: Tipo de servicio higiénico en la Comuna Galayacu

TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO	HOGARES
Conectado a red pública de alcantarillado	58
Conectado a pozo séptico	91
Con descarga directa a la quebrada	4
TOTAL	153

Fuente: Autores

2.3. Evaluación De La Red De Alcantarillado Sanitario Actual

Para esta evaluación es necesario realizar el cálculo de la red de alcantarillado sanitario actual, para el cual, se utilizó una hoja de excel donde se calcula cada uno los parámetros que se observan en la tabla 3.

Tabla 3: Cálculo de la red de alcantarillado sanitario

Tramo			Área de aportación - ha		Longitud - m	Qdis	S	S tubería $\geq S_{min}$	S terreno	Diámetro interno - mm		Q _{LI}	V _{LI}	Qdis/Qllena
No	De	A	Parcial	Σ		l/s	min.			Calculado	Actual	l/s	m/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Fuente: Autores

Continuación de la Tabla 3

Vparc./V-llena	°y/D	V	y	H	Cota rasante (m)		Tramos iniciales	Cota clave (m)		Cota invert (Batea) (m)		Prof. A clave (m)	
		m/s	m	m	DE	A		DE	A	DE	A	DE	A
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Fuente: Autores

En base a los datos obtenidos en el cálculo de la red de alcantarillado sanitario, se procede a realizar la evaluación de este sistema mediante la normativa CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997, la cual indica que:

- La máxima distancia entre pozos con diámetros menores a 350 mm es de 100 m.
- Diámetro mínimo en colectores principales 200 mm.
- Relación de caudal diseño/caudal tubo lleno, en tuberías de 200 mm a 400 mm de diámetro hasta 0.6.
- En el colector principal a sección llena, la velocidad mínima es de 0.45 m/s y la máxima es de 5 m/s.
- Profundidad mínima de caja de revisión domiciliaria 0.5 m.
- El diámetro mínimo de un pozo de revisión debe ser 0.6 m [4].

2.4. Cálculo Del Caudal De Diseño

Los datos necesarios para el cálculo del caudal de diseño para la propuesta de ampliación de la red de alcantarillado son los siguientes:

- Población futura: cantidad estimada de habitantes en determinada área en un futuro, se determina a través de los métodos lineal, geométrico, logarítmico y Wappus. Es importante considerar que, desde una perspectiva biológica, una población no sigue un patrón de comportamiento constante en el tiempo, ya que su tasa de crecimiento no se basa únicamente en las tasas de natalidad y mortalidad, sino que también puede estar restringida por factores como condiciones ambientales adversas, competencia, disponibilidad limitada de recursos o una combinación de estas situaciones [5].

- Cálculo del caudal de diseño: caudal de aguas servidas: cantidad de agua residual generada por los hogares y edificios residenciales en un área determinada.

- Caudal de aguas ilícitas: el aporte de caudal por medio de conexiones ilícitas principalmente surge de las conexiones incorrectas de las aguas pluviales provenientes de hogares, así como de conexiones secretas hacia el sistema de alcantarillado sanitario. *El aporte máximo de las conexiones ilícitas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales en funcionamiento o planificado debe ser de no más de 0,2 litros por segundo por hectárea, en el supuesto de que exista un sistema de alcantarillado para aguas pluviales [6].*

- Coefficiente de mayoración: para poblaciones menores a 1000 habitantes es de 4.

- Caudal de diseño mayorado: se refiere al caudal máximo que se espera que un sistema de drenaje o alcantarillado deba ser capaz de manejar en condiciones excepcionales.

2.5. Análisis De Una Muestra De Agua Tomada De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales

Parámetros a evaluar

- Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO).
- Demanda Química de oxígeno (DQO).
- Nitrógeno Amoniacal
- Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)
- Potencia Hidrógeno (pH)
- Sólidos Totales
- Coliformes Totales
- Coliformes Termotolerantes

3. RESULTADOS

3.1. Trazado De La Red Actual

A través de datos topográficos y con un GPS diferencial, se ha obtenido el trazado actual de la red de alcantarillado sanitario en Galayacu, en el cual se muestra una red principal con 15 tramos de tubería entre 200mm y 300mm, y 16 pozos de revisión. Actualmente, 58 de 153 familias tienen conexión a la red pública de alcantarillado. Ver figura 2.

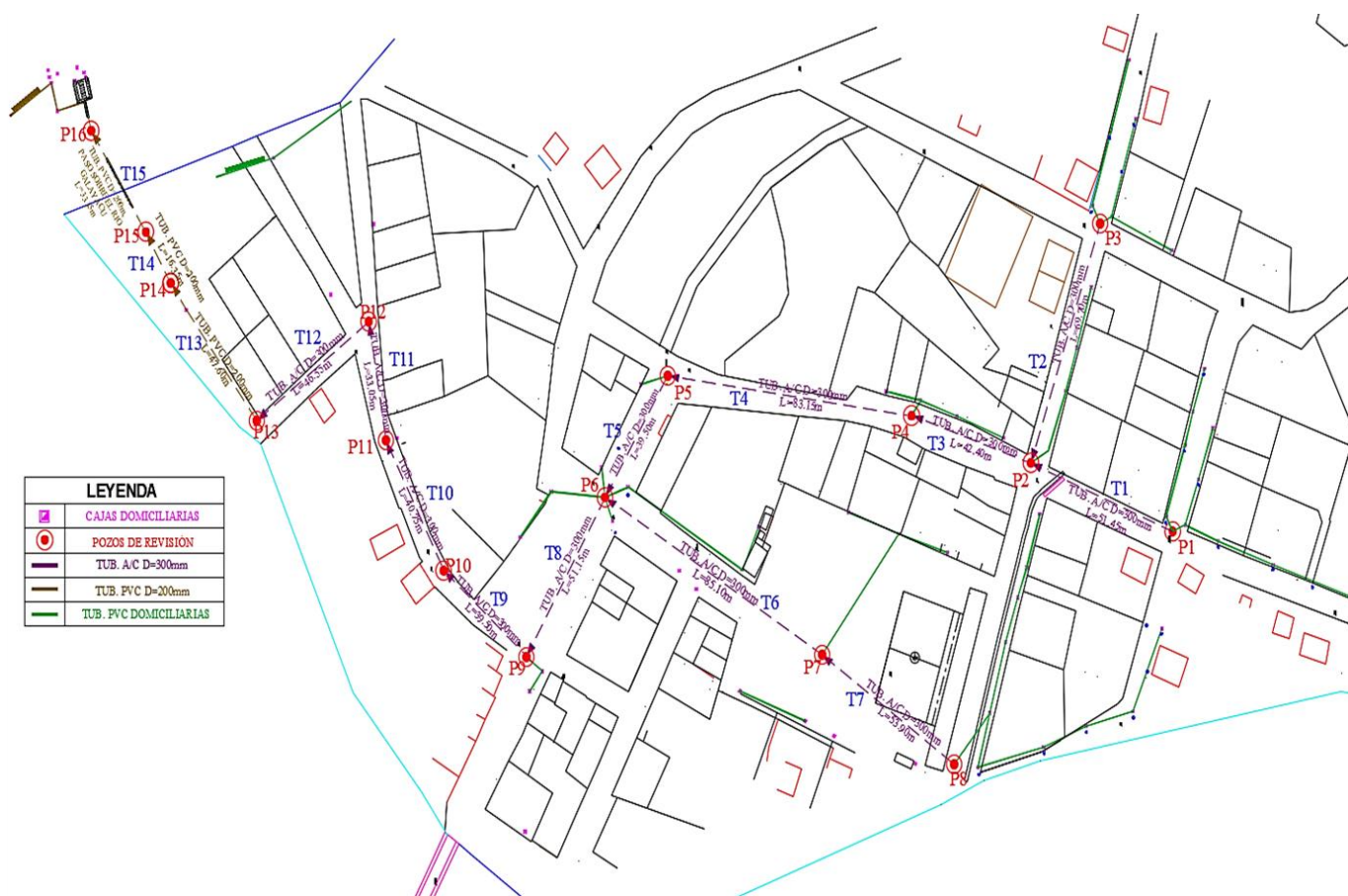


Figura 2: Trazado de la red de alcantarillado sanitario actual

Fuente: Autores

3.2. Evaluación De La Red De Alcantarillado Sanitario Actual En Base A La Normativa CPE INEN 5 Parte 9.2:1997

- La máxima distancia entre pozos con diámetros menores a 350 mm es de 100 m.

Tabla 4: Distancia entre pozos

Tramo No.	Pozos		Longitud – m
	De	A	
1	1	2	51,45
3	2	4	42,40
4	4	5	83,15
5	5	6	39,50
8	6	9	51,15
9	9	10	39,50
10	10	11	40,75
11	11	12	33,05
12	12	13	46,55
13	13	14	47,60
14	14	15	16,35
15	15	16	33,35
2	3	2	69,70
7	8	7	53,90
6	7	6	85,10

Fuente: Autores

Todas las distancias entre pozos están dentro del rango de la norma.

- Diámetro mínimo en colectores principales 200 mm.

Tabla 5: Diámetro mínimo en colectores principales

Tramo No.	Pozos		Diámetro - mm	
	De	A	Calculado	Actual
1	1	2	49,70	300,00
3	2	4	46,01	300,00
4	4	5	49,90	300,00
5	5	6	54,78	300,00
8	6	9	132,85	300,00
9	9	10	132,31	300,00
10	10	11	130,70	300,00
11	11	12	109,87	300,00
12	12	13	137,74	300,00
13	13	14	122,68	200,00
14	14	15	157,97	200,00
15	15	16	157,97	200,00
2	2	2	40,08	300,00
7	8	7	49,25	300,00
8	7	6	65,94	300,00

Fuente: Autores

Los pozos existentes son de 200 y 300 mm, por lo tanto, cumplen con este parámetro.

- Relación de caudal diseño/caudal tubo lleno, en tuberías de 200 mm a 400 mm de diámetro hasta 0.6.

Tabla 6: Relación caudal diseño/caudal tubo lleno

Caudal de diseño	Caudal tubo lleno		Relación caudal de diseño / caudal tubo lleno	
Qdis	Q _{ll}	V _{ll}	Qdis/Qllena	Vparc./Vllena
l/s	l/s	m/s		
1,50	181,14	2,56	0,01	0,292
1,84	273,30	3,87	0,01	0,292
2,90	346,31	4,90	0,01	0,292
3,14	292,93	4,14	0,01	0,292
5,76	50,58	0,72	0,11	0,553
6,15	54,61	0,77	0,11	0,553
7,05	64,61	0,91	0,11	0,553
7,48	108,99	1,54	0,07	0,492
8,41	67,07	0,95	0,13	0,580
11,33	41,71	1,33	0,27	0,706
11,33	21,25	0,68	0,53	0,865
11,33	21,25	0,68	0,53	0,865
1,50	145,91	2,06	0,01	0,292
1,50	185,68	2,63	0,01	0,292
2,26	128,28	1,81	0,02	0,362

Fuente: Autores

Cumple con los valores establecidos en la norma, ya que se encuentra en el rango de 0.6.

- En el colector principal a sección llena, la velocidad mínima es de 0.45 m/s y la máxima es de 5 m/s.

Tabla 7: Velocidades en colectores principales a sección llena

V _{ll}	y/D	V	y	H
m/s		m/s	m	m
2,56	0,092	0,75	0,028	0,012
3,87	0,092	1,13	0,028	0,012
4,90	0,092	1,43	0,028	0,012
4,14	0,092	1,21	0,028	0,012
0,72	0,258	0,40	0,077	0,054
0,77	0,258	0,43	0,077	0,054
0,91	0,258	0,51	0,077	0,054
1,54	0,210	0,76	0,063	0,042
0,95	0,280	0,55	0,084	0,059
1,33	0,400	0,94	0,080	0,060
0,68	0,582	0,59	0,116	0,096
0,68	0,582	0,59	0,116	0,096
2,06	0,000	0,60	0,028	0,012
2,63	0,092	0,77	0,028	0,012
1,81	0,124	0,66	0,037	0,020

Fuente: Autores

Las velocidades en todos los tramos cumplen con este requisito.

- Profundidad mínima de caja de revisión domiciliaria 0.5 m.

Las cajas de revisión domiciliaria se encuentran en buen estado y en cumplimiento con la norma ya que tienen una profundidad mínima de 0.50 m.

- El diámetro mínimo de un pozo de revisión debe ser 0.6 m.

La mayoría de los pozos cumplen con la norma ya que tienen un diámetro de 0.8 m, además, se encuentran en buen estado. Algunos no pudieron ser observadas ya que fue muy difícil remover el material lastrado que lo cubre.

3.3. Propuesta De Ampliación De La Red De Alcantarillado Sanitario

Cálculo de la población futura

El cálculo de la población futura se realizó con el objetivo de obtener datos que permitan calcular el caudal de dotación de agua que requieren los habitantes. Se ha seleccionado el año 2023 para conocer el número de habitantes que existe actualmente en base a la cantidad que existía en los años 2001 y 2010. Además, se realiza el cálculo para el año 2048, año que da como resultado de la suma del año actual más 25 años que es el periodo de diseño.

Para determinar este valor, se realizó a través de cuatro métodos de cálculo de crecimiento poblacional. Ver figura 3.

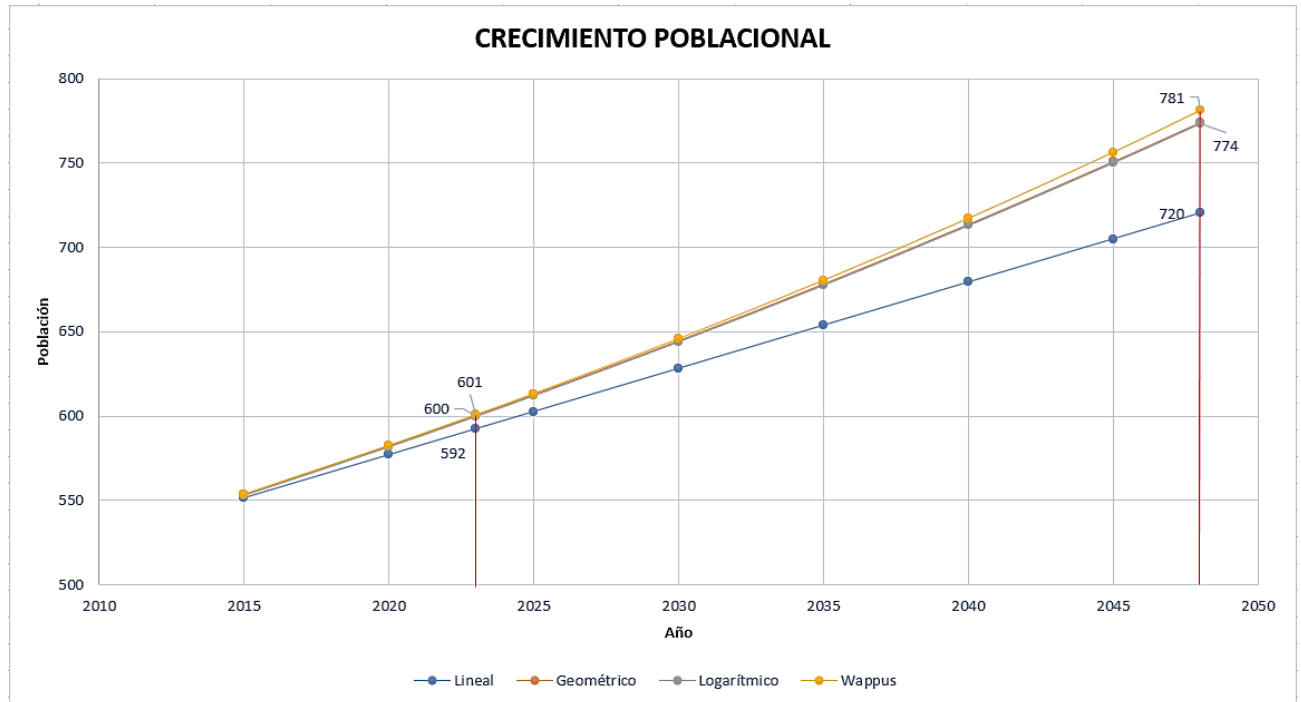


Figura 3: Crecimiento poblacional

Fuente: Autores

Se realizó un promedio que indica que para el año actual existe una población de 598 habitantes y para el año 2048, el número de habitantes ascenderá a 762. Ver figura 4.

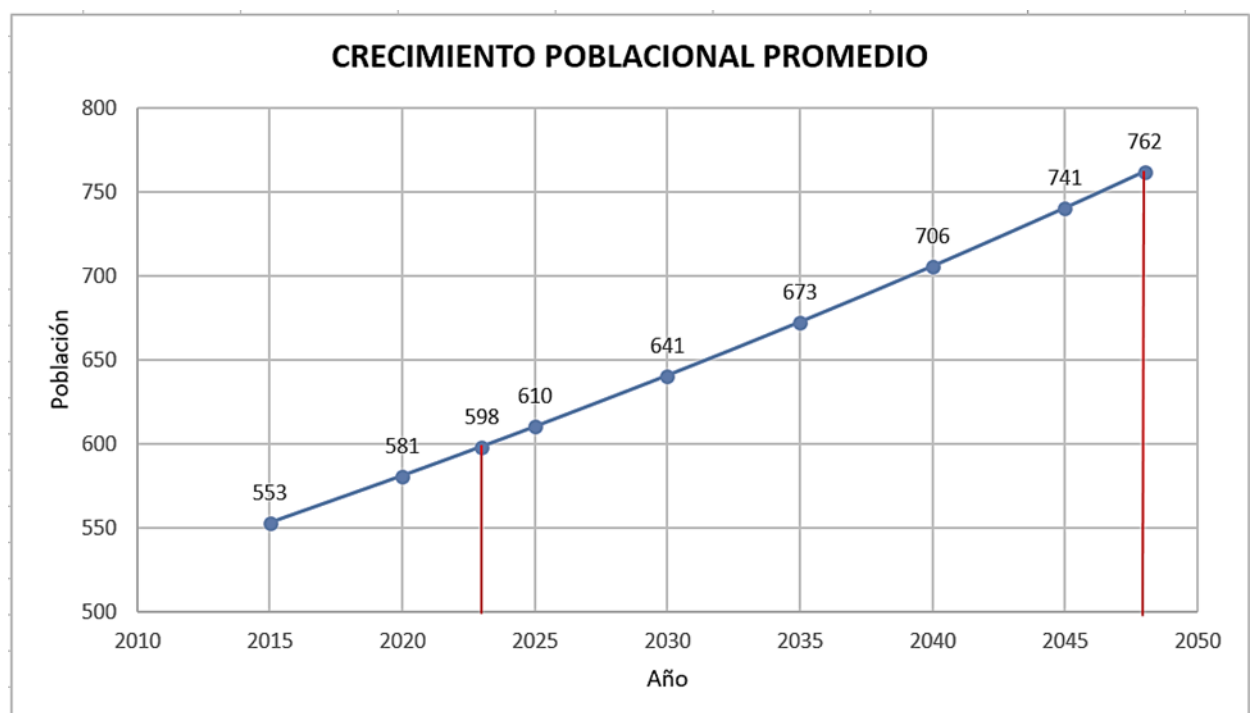


Figura 4: Crecimiento poblacional promedio

Fuente: Autores

Cálculo del caudal de diseño

Una vez obtenido el caudal de aguas servidas diarias y el de conexiones ilícitas, la suma da como resultado a un caudal de diseño mayorado de 4.95 l/s. Ver tabla 8.

Tabla 8: Caudal de diseño para propuesta de ampliación

CAUDAL DE DISEÑO		
PROYECTO:	EVALUACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNA GALAYACU DE LA PARROQUIA EL PROGRESO DEL CANTÓN PASAJE	
UBICACIÓN:	GALAYACU, EL PROGRESO, PASAJE	
POBLACIÓN ACTUAL	598	hab.
ÍNDICE DE CRECIMIENTO =	1,03%	
PERIODO DE DISEÑO =	25	Años
CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA =	762	hab
ÁREA DE PROYECTO =	10,93	ha
DENSIDAD =	69,72	hab/ha
COEFICIENTE DE RETORNO =	0,8	
DOTACIÓN DE A.P. MEDIA ACTUAL=	125,00	l/hab/día
Se incrementa 1 l/hab./día por cada año de servicio=	25,00	l/hab/día
DOTACIÓN DE A.P. MEDIA FUTURA=	150,00	l/hab/día
CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS		
$q_{asd}=0.80 \times Población \times Dotación / 86\ 400$	1,06	l/s
CAUDAL DE AGUAS ILÍCITAS		
$q_i=80 \times población / 86400$	0,71	l/s
COEFICIENTE DE MAYORACIÓN	4,00	
CAUDAL DE DISEÑO MAYORADO:	4,95	l/s

Fuente: Autores

Trazado de la red de alcantarillado sanitario (propuesta de ampliación)

En base al trazado actual, se proponer colocar 34 pozos más; colocar tuberías de 250 y 300 mm en redes principales, lo cual ampliaría la longitud de 733.50 m a 1918.75 m. Ver figura 5.

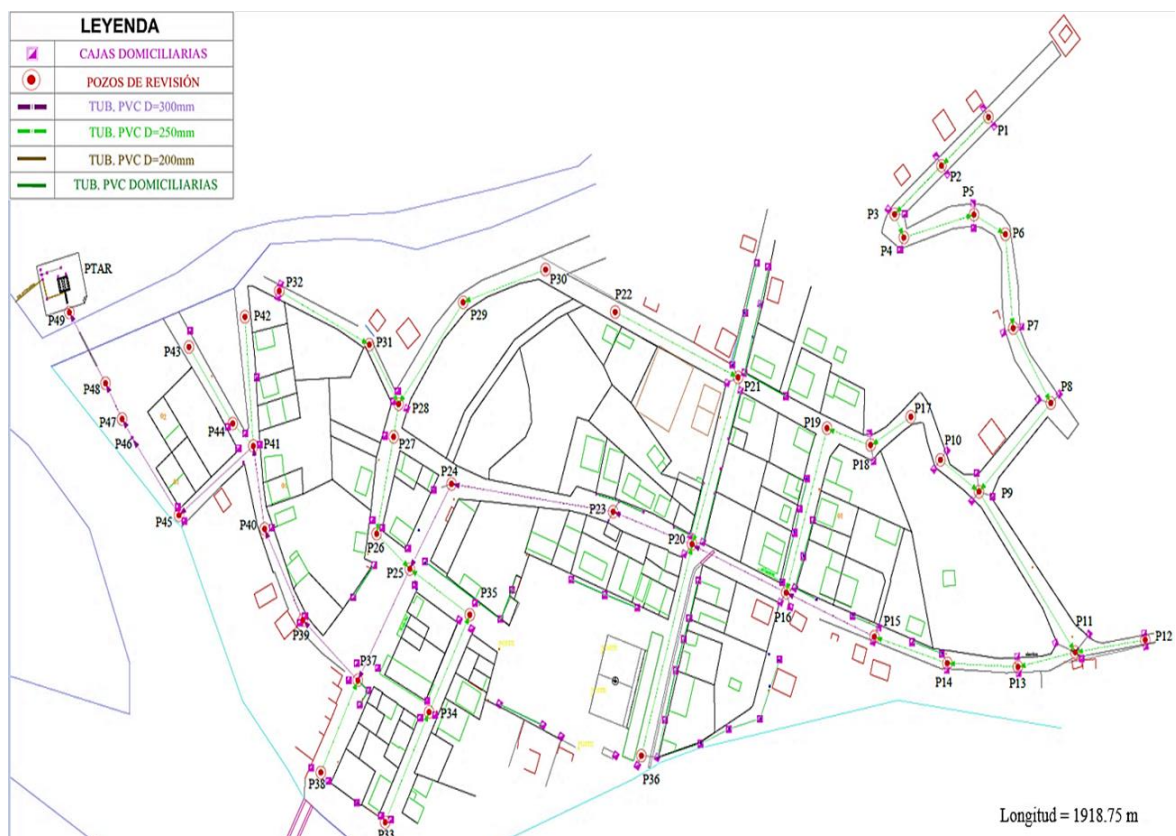


Figura 5: Trazado de la red de alcantarillado sanitario (propuesta de ampliación)

Fuente: Autores

Una vez realizada la ampliación de la red y renumerados los pozos, es necesario cambiar la tubería desde el pozo 45 hasta el pozo 49, debido que, el diámetro de la tubería de la red principal que llega hasta el pozo 45 es de 300 mm y no se puede continuar hasta la planta de tratamiento de aguas residuales con un diámetro inferior a este, ya que provocaría un efecto llamado “cuello de botella”, el cual se refiere a una situación en la que la capacidad de transporte de las aguas residuales se ve restringida o limitada, de tal manera que estas se acumularían, teniendo consecuencias negativas como inundaciones en áreas cercanas al punto de restricción y daños en la infraestructura del sistema de alcantarillado.

3.4 Análisis De Muestra De Agua

Los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua residual en colector de descarga del alcantarillado sanitario son los indicados en la Tabla 8, de acuerdo a la REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce, se ha comparado con los valores establecidos para determinar si cumple o no cumple [7].

Tabla 9: Análisis de la muestra de agua tomada a la entrada de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Galayacu

PARÁMETRO	MÉTODO	Unidad	Resultado	Valor norma	Cumple/no cumple
pH	PEE/LS/FQ/07	-	7	-	No aplica en la norma
Sólidos totales disueltos	PEE/LS/FQ/05	mg/l	2448	1600	No cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	PEE/LS/FQ/06	mg/l	2013	250	No cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	PEE/LS/FQ/01	mg/l	330	100	No cumple
Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)	SM 4500 NORG B	mg/l	174.38	15	No cumple
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500 NH3 C	mg/l	23.78	30	Si cumple
Coliformes Termotolerantes	SM 9221 E	NMP/100m l	1.3E + 07	-	No aplica en la norma
Coliformes Totales	SM 9221 E	NMP/100m l	2.3E+07	Remoción > al 99.9 %	Aplica en la norma

Fuente: ETAPA EP, Cuenca, 2023

3.5. Repotenciación De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales

Rejas: el objetivo de esta etapa es la eliminación de sólidos gruesos, por lo cual se recomienda cambiarla teniendo en cuenta las dimensiones actuales, este diseño está basado en un ejemplo del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Conagua, México. Ver tabla 10 y figura 6.

Tabla 10: Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu

Características	Resultados	Unidad	Simbología
Área del canal	0.18	m ²	A
Tirante hidráulico	0.15	m	h
Bordo libre	0.30	m	hb
Altura total del canal	0.45	m	H
Ancho	0.40	m	W
Longitud de barras	0.40	m	L
Número de barras de 0.02 m de espesor	8	barras	n-1
Número de espacios de 0.03 m	9	espacios	n

Fuente: Autores

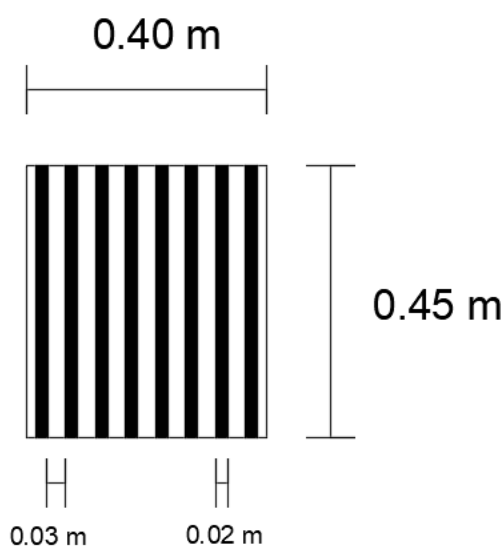


Figura 6: Rejas para repotenciación de la PTAR Galayacu

Fuente: Autores

Cámaras de sedimentación: se tomaron las dimensiones de las cámaras existentes para determinar el volumen y cuál sería el tiempo de retención hidráulica que necesita esta etapa para eliminar los sólidos sedimentables y materias flotantes. Para el mejoramiento de este tratamiento, se debe realizar una limpieza y colocar material filtrante (piedra bola 4").

Cerramiento: este cuenta con estacas de cemento de 2m de altura, mismas que están en buen estado; se debe cambiar el alambre de púas ya que está totalmente dañado, colocando 5 hileras en las estacas de cemento cada 40 cm; además, colocar 15 árboles con alturas menores a 5m, los cuales nos ayudarán a reducir malos olores emitidos por la planta de tratamiento de aguas residuales.

La infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra en buen estado, sin embargo, no está funcionando, al plantear una repotenciación con el debido mantenimiento y limpieza, se pretende que las aguas residuales tengan un adecuado tratamiento; también, se recomienda ampliar el acceso para que el vehículo pueda ingresar a hacer limpieza y mantenimiento; también se recomienda colocar un cabezal de descarga en la tubería de descarga al cuerpo de agua dulce para evitar daños.

En base a lo anterior, se puede tener otra perspectiva de análisis, lo cual, daría lugar a un desarrollo de un nuevo proyecto, ya que, actualmente, la planta de tratamiento de aguas residuales no tiene un correcto funcionamiento y es muy importante que realice un estudio para conocer cómo funciona y en base al análisis de la muestra de agua tomada a la entrada de la planta, se pueda proponer alternativas de tratamientos primarios, secundarios y terciarios o el diseño de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales, y posteriormente, al realizar un análisis de muestra de agua a la salida de la planta, los valores de los parámetros básicos evaluados, se encuentren dentro del rango establecido en la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

4. CONCLUSIONES

Se identificaron las condiciones actuales de este servicio mediante un proceso de observación donde se determinó que las cajas domiciliarias y pozos de revisión se encuentran en buen estado; y un levantamiento topográfico del área de estudio donde se obtuvo como resultado el trazado de la red actual. Además, Es necesario cambiar la tubería de asbesto cemento a tubería PVC ya que es resistente a la corrosión y no se deteriora con el tiempo debido a la exposición al agua, a diferencia del asbesto cemento que con el tiempo puede ser vulnerable al agrietamiento; además, el material PVC es más ligero, lo cual facilita su transporte, manejo e instalación.

Evaluated the study through a calculation of the network and applying the CPE INEN 5. Parte 9.2:1997, it is concluded that the sanitary sewerage system complies with this norm, however, it is necessary to carry out maintenance and expand its coverage since it is currently 2,81 of 10,93 hectares.

When expanding its coverage according to population growth with a design period of 25 years, it is estimated that the sanitary sewerage service will have a coverage of 9,09 hectares which corresponds to 83% of the study area.

1. M. C. Palma Quijje, L. M. Reyes Pin, V. E. Sanchez Rodríguez, and L. F. Lucio Villacreses, "Problemas Percibidos En Jipijapa Debido Al Estado Actual Del Alcantarillado Sanitario," UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, vol. 5, no. 2, pp. 103–114, 2021, doi: 10.47230/unesum-ciencias.v4.n3.2020.274.
2. A. Conrado Peranovich, "Determinantes sociales en la mortalidad de las enfermedades transmitidas por el agua en Argentina, a principios del siglo XXI," Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, vol. 20, no. 3, pp. 80–88, 2022, doi: 10.18004/mem.iics/1812-9528/2022.020.03.80.
3. G. C. Guerra Herrera and S. I. Logroño Naranjo, "Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador," Ciencia Digital, vol. 3, no. 3.2.1, pp. 73–87, 2019, doi: 10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783.
4. CPE INEN 5 Parte 9-2, "Código Ecuatoriano De La Construcción. (C.E.C) Diseño De Instalaciones Sanitarias: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.," 1997.
5. E. Parra, W. Gordillo, and W. Pinzón, "Models of population growth: Teaching-learning from recursive equations," Formación Universitaria, vol. 12, no. 1, pp. 25–34, 2019, doi: 10.4067/S0718-50062019000100025.
6. J. Núñez Rivadeneira, A. Ullauri, and J. Barzola Montes, "Diagnóstico, Modelación y Determinación de la Capacidad Hidráulica de sistemas de Alcantarillado," vol. 3, pp. 88–101, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp108-122p>
7. Ministerio del Ambiente, "Revisión y actualización de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.," 2015. [Online]. Available: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>