

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño de sistema de alcantarillado sanitario condominial para el barrio La Yuca
de Los Ríos**

Sustentantes:

Laura Cristina Reyes Fernández	13-1311
Juan Enrique Arambolo Romero	13-1330

**Para la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL**

Asesor:

Ing. Roselyn Rodríguez Roperto

Fecha:

15 de Enero del 2018

Santo Domingo, D.N.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos llegar a este punto de nuestras vidas, por poner a maravillosas personas en mi camino y por sus constantes bendiciones.

A mis padres, Alvis y Rosalía, por ser su entrega, dedicación, fe y confianza en mí, su apoyo incondicional y su amor inagotable hacia mí.

A mi hija, Ashley, por ser sencillamente maravillosa, un ser lleno de amor y sonrisas. Y ser una inspiración para mí.

A mi abuela, por ser mi segunda madre, apoyarme y dedicarse de una manera incondicional.

A mi prima, Brenda, por su paciencia y apoyo cuando lo necesité.

A mis amigos, Eudis Lora, Josat Infante y Aurelis Mota, quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme o ayudarme, durante todo este trayecto y espero durante el resto de nuestras vidas. Gracias por su maravillosa amistad.

A mi compañero de tesis, Juan Arambolo, por su confianza y paciencia durante la elaboración de este proyecto.

A la Ing. Roselyn Rodríguez, por acompañarnos en este proceso, por poner a disposición nuestra sus conocimientos y ayudarnos a hacer de este un buen proyecto.

A Carlos Jr. Reynoso, por brindarme su apoyo y comprensión, estar ahí para cuando todo se pone difícil.

A mis compañeros de la universidad y a todo aquel que de una manera u otra han aportado para la elaboración de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, gracias a mi sublime **Dios** por permitirme vivir tan grata experiencia, por llenarme de conocimiento en estos cuatro fantásticos años.

En segundo lugar, agradezco enormemente a mi familia quienes siempre me apoyaron con todas sus fuerzas y siempre me animaban en los tiempos difíciles, gracias a mis padres Elizabeth y Juan por demostrarme que si luchas por lo que quieres al final lo puedes alcanzar, gracias a mi hermana Lisbeth por casi siempre acompañarme en mis días de traspasado y por sus consejos, gracias a mi hermano Arturo por ser un excepcional pilar que nunca permitió que me rindiera y siempre estuvo para mí durante toda mi carrera.

En tercer lugar, agradezco a mi compañera de tesis Laura Reyes por toda su comprensión y paciencia durante éste proceso.

En cuarto lugar, agradezco a mi director Ramón Emilio Tavárez por todo su conocimiento compartido, a mi asesora Roselyn Rodríguez por toda su comprensión y sus conocimientos, también quiero agradecer a todos mis maestros por ser los proveedores del conocimiento.

Por último, agradezco a mis compañeros, por ellos descubrí que puedes encontrar una segunda familia donde menos te lo esperas. Gracias Yuwen por ser una gran compañera y amiga que siempre me brindó apoyo sin pensarlo, Liliana gracias por tu paciencia, mi compañero Saúl te agradezco todo el apoyo que me brindaste durante mi carrera, y a todos mis amigos; Laura Graciano, Patricia Beltré, Federick De la Cruz, a todos.

Juan E. Arambolo Romero

DEDICATORIA

A mi hija, Ashley, quien sin imaginarlo, fue fuente de inspiración para convertirme en una profesional, te adoro.

A mis padres, quienes me dieron la vida y me encaminaron para hoy poder cumplir esta meta, los amo.

A mis familiares y amigos que, con su apoyo, hicieron posible este momento.

A mis maestros, quienes, con dedicación, nos enseñaron y sirvieron de ejemplo, durante este camino.

A todo aquel, que ha aportado de manera positiva en mi vida.

Laura Cristina Reyes Fdez.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial este trabajo de grado a todos mis familiares que con su ayuda hicieron posible que lograra uno de mis más esperados sueños, gracias por ser comprensibles, pacientes y siempre brindar aliento en los tiempos de desánimo, les agradeceré por siempre.

Juan E. Arambolo Romero

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Alcances y límites	4
1.3 Sistematización del problema	5
1.4 Propósitos de la investigación.....	6
1.5 Justificación del problema.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Agua Residual.....	9
2.2. Alcantarilla	9
2.3. Sistema Alcantarillado Condominial.....	9
2.3.1. Ventajas del sistema condominial.....	10
2.3.2. Limitaciones del sistema condominial.....	11
2.3.3. Lugares donde se ha aplicado el sistema.....	11
2.3.4. Parámetros de diseño.....	16
2.3.4.1. Periodo de diseño.....	16
2.3.4.2. Población de proyecto	16
2.3.4.3. Dotación	17

2.3.4.4. Caudales de aguas residuales	17
2.3.5. Diseño del sistema	20
2.3.5.1. Fórmulas para el diseño	20
2.3.5.2. Coeficiente de rugosidad.....	21
2.3.5.3. Criterio de velocidad.....	22
2.3.5.5. Pendiente de Alcantarillas	23
2.3.5.6. Diámetro Mínimo	23
2.3.5.7. Tuberías	23
2.3.5.8. Profundidad	23
2.3.5.8. Cámara de inspección.....	24
2.4. Caracterización de las aguas residuales.....	24
2.4.1. Características físicas.....	25
2.4.1.1. Coliformes Totales	25
2.4.1.2. Olores	25
2.4.1.3. Temperatura	25
2.4.1.4. Densidad.....	26
2.4.1.5. Color	26
2.4.2. Características químicas	26
2.4.2.1. Materia orgánica	26
2.4.2.2. Materia inorgánica.....	27

2.5. Rangos típicos de las fuentes receptoras	30
2.6. Estado de la cañada de Los Ríos	33
2.7. Contaminación del Agua	36
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	37
3.1 Enfoque de la investigación	37
3.2 Tipo de investigación	37
3.3 Procedimiento de la investigación.....	38
3.4 Método de investigación	38
3.5 Técnicas de investigación	39
Encuestas.....	39
Pruebas	39
Observación directa.....	39
3.6 Investigaciones previas.....	40
3.7. Especificaciones de diseño.....	41
Proyección geométrica	41
CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	44
4.1 Análisis e Interpretación de los Resultados de las Encuestas	44
4.2. Análisis e Interpretación de los Resultados del ensayo de laboratorio	51
CONCLUSIÓN	57
RECOMENDACIONES	59

BIBLIOGRAFÍA	61
PÁGINAS WEB	64
Anexos	66

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Pregunta No. 1; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	45
Gráfico 2. Pregunta No. 2; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	45
Gráfico 3. Pregunta No. 3; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	46
Gráfico 4. Pregunta No. 4; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	47
Gráfico 5. Pregunta No. 5; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	47
Gráfico 6. Pregunta No. 6; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	48
Gráfico 7. Pregunta No. 7; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	48
Gráfico 8. Pregunta No. 8; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	49
Gráfico 9. Pregunta No. 9; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	50
Gráfico 10. Pregunta No. 10; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	51

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cañada de Arroyo Hondo FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017).....	3
Ilustración 2. Área de estudio FUENTE: Google Earth.....	5
Ilustración 3. Planta de tratamiento en Los Ríos FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017)	40
Ilustración 4. Muestra de agua para ensayo en laboratorio FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018).....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dotaciones; FUENTE: (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 2010)	17
Tabla 2. Valores de N a usar; FUENTE: (CAASD).....	22
Tabla 3. Profundidades para la tubería; FUENTE: (CAESB, 2015)	24
Tabla 4. Estados del agua según la concentración de DBO5; FUENTE: (Martínez López & Domínguez Gómez, 2016).....	27
Tabla 5. Valores máximos permisibles; FUENTE: (Medio Ambiente, 2010)	33
Tabla 6. Registros; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017)	43

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo de grado es, proveer una alternativa para la distribución de aguas residuales de una porción de La Yuca, ubicada en el sector Los Ríos, Distrito Nacional. Este proyecto contiene el estudio, diseño, cálculos y planos donde se detalla la obra civil. Esta contribución se realizará mediante un sistema de alcantarillado condominial, que nos permitirá determinar las alternativas para la identificación y solución de los problemas de higiene en las comunidades, promoviendo un manejo adecuado de agua y una disposición correcta de los residuos sólidos y excretas.

Dentro de la zona seleccionada, se encuentra la Cañada de Los Ríos, que debido a las variaciones de profundidad en la cañada y el cumulo de desechos sólidos, tanto vertidos por los habitantes del área objeto, como arrastrados por la corriente, se encuentra contaminada. A esto se le suma que la solución de los habitantes del área seleccionada, tanto como los de aguas arriba y aguas abajo, descargan sus aguas negras a la misma cañada.

Preocupados por los problemas a los que se enfrentan los habitantes de la zona seleccionada, debido a la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, que sea solución a las condiciones actuales de insalubridad y contaminación evidente, se propone el diseño de un sistema separado de alcantarillado sanitario condominial, que, debido a la caracterización y topografía de la zona, encaja a la perfección. Ya que, la zona elegida, no podría contener un alcantarillado sanitario convencional, debido a la estrechez y a la altimetría de la zona.

CAPÍTULO I: PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Entre las problemáticas principales de las personas que residen en las zonas aledañas a la cañada que atraviesa el sector “La Yuca” es que en su mayoría no poseen un drenaje sanitario para la producción de aguas servidas utilizadas por dichos moradores debido a las deplorables condiciones sanitarias y económicas que éstos poseen, por tanto, éstos se ven obligados a verter sus aguas negras en la cañada que circula a través del sector, estas acciones han sido un factor determinante para la contaminación de la zona ya que la demanda bioquímica de oxígeno y el oxígeno disuelto del agua sobrepasa los niveles balanceados expuestos por la normativa.

Según la investigación de la tesis Solución Ambiental de la cañada de Arroyo Hondo desde la calle Paseo del Arroyo hasta la planta de tratamiento de Altos de Arroyo Hondo II, realizada por Leidy Martínez López, como consecuencia de éstas acciones, la cañada es el promotor principal de enfermedades virales transmitidas por el agua como son el cólera, la fiebre tifoidea, diarreas, salmonella, entre otras, siendo ésta un peligro significativo para la salud de los moradores de “la Yuca” y las regiones cercanas a la cañada.

Como propuesta económica y ambientalmente factible, es favorable realizar un alcantarillado sanitario condominial. La importancia radica en su potencial para la construcción de soluciones económicas y sostenibles.

Anteriormente la población del sector la Yuca era reducida y los moradores no habitaban por completo las orillas de la cañada, pero con el transcurso de los años, la

tasa de crecimiento poblacional fue en aumento y la brecha entre las diferentes clases sociales fue en crecimiento de igual manera, esto obligó a los nuevos moradores a irse acercando cada vez más a la orillas de las cañadas.



Ilustración 1. Cañada de Arroyo Hondo; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017)

Estos alojamientos fueron haciéndose sin ningún tipo de planeamiento urbano por las autoridades competentes, además de esto, los terrenos habitados poseen una topografía considerablemente accidentada bruscamente en algunos tramos de la zona de estudio y la distribución de las viviendas no guardan ningún patrón, por lo que, presentan una distribución sin ninguna orientación y sin ningún criterio.

Dado que el diseño de un alcantarillado sanitario convencional resultaría muy costoso y complicado de ubicar en los desordenados, inclinados y pequeños espacios de la manzana, es conveniente el diseño de un alcantarillado sanitario condominial

como solución a los problemas de drenaje de las aguas negras de los pobladores de ésta zona marginal.

1.2 Alcances y límites

A través de la presente investigación, se diseñará un alcantarillado sanitario condominial en el sector La Yuca, Los Ríos.

Además de esto, se realizarán estudios de contaminación del agua fisicoquímicos y bacteriológicos.

Se realizará una encuesta donde podremos determinar diversos factores tales como las zonas húmedas de cada vivienda, la población actual, el uso de las aguas, entre otros.

No se incluirá la participación social.

El área a analizar para el desarrollo de esta tesis, se encuentra ubicada en la Av. Coronel Fernández a unos 1.5 km del Km 9 de la Autopista Duarte, delimitado de la siguiente manera:

Al Norte: Calle A

Al Sur: Calle G

Al Este: Av. Coronel Fernández

Al Oeste: Calle D

Coordenadas UTM: 398224.61 E, 2045364.46 N

Coordenadas Geográficas: 18°29'46.58" N 69°57'50.71" W



Ilustración 2. Área de estudio FUENTE: Google Earth

1.3 Sistematización del problema

1. ¿Cuál es el nivel de contaminación de la Cañada de Arroyo Hondo, según el Índice de coliformes, DBO, DQO, DO, pH, entre otros estudios?
2. ¿Cuál es el comportamiento altimétrico del terreno a trabajar?
3. ¿Posee el lugar de investigación, alcantarillado sanitario?

4. ¿Cómo se puede erradicar las descargas de agua residual para disminuir la contaminación de la cañada?

1.4 Propósitos de la investigación

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario condominial para La Yuca de Los Ríos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento topográfico en la zona a trabajar
- Estudiar la caracterización físico-químico y bacteriológico de las aguas de la cañada, en el área delimitada
- Diseñar una red de alcantarillado condominial
- Eliminar las tuberías de agua residual que descargan en la cañada

1.5 Justificación del problema

A través del tiempo, la contaminación de las zonas marginales de la provincia de Santo Domingo y Distrito Nacional ha incrementado de una manera directamente proporcional al aumento de la población. Esta problemática sucede en la localidad de La Yuca de Los Ríos.

Dicha localidad no posee un sistema de alcantarillado sanitario y es por esto que los pobladores no tienen más alternativa que arrojar sus desechos a la cañada que les divide del Residencial La Yuca que fue construido por Balaguer según la investigación de la tesis Solución Ambiental de la cañada de Arroyo Hondo desde la calle Paseo del

Arroyo hasta la planta de tratamiento de Altos de Arroyo Hondo II, realizada por Leidy Martínez López. Esta cañada es llamada “cañada Arroyo Hondo”.

La población se encuentra totalmente afectada por la contaminación y al mismo tiempo afecta las localidades vecinas.

Tal es el caso del residencial La Yuca que se encuentra al Oeste de la cañada y que se ve directamente afectada por la pestilencia y la contaminación en la zona. También es el caso del sector Altos de Arroyo Hondo.

El propósito de este trabajo de grado es proporcionar a la localidad un diseño de alcantarillado sanitario condominial que le sea factible y económico, debido a que dicha localidad vive en extrema pobreza, y además que cumpla con la normativa para a su vez contribuir al mejoramiento de la situación en la que se encuentra, respecto a la contaminación y al desagüe de sus aguas residuales.

Esta localidad es de tipo marginal, donde sólo unos pocos metros pueden ser ocupados por tan sólo un vehículo ya que los caminos son relativamente estrechos. Las casas se construyeron sin ninguna regulación y sin respetar los linderos.

El sistema de alcantarillado sanitario condominial, se ajusta a la perfección a la situación crítica que se manifiesta en la zona ya que se puede utilizar en localidades donde no se respeten los linderos y que además de esto, el terreno sea irregular. EL mismo sistema resulta factible debido a que, este nos permite economizar los costos porque la profundidad mínima para colocar la tubería es de 40 cm en los patios y de 70 cm en las aceras. Fuera de que los diámetros que nos permite utilizar la normativa para

el diseño de alcantarillado sanitario condominial, es mucho menor a los que se nos permite según el método convencional.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Agua Residual

“El agua residual es el agua descargada luego de un uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de cualquier otra índole y que por tal motivo ha sufrido degradación de su calidad original y tiene el potencial de contaminar los cuerpos receptores” (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones , 2010).

2.2. Alcantarilla

“Una alcantarilla es una tubería o conducto cerrado, con condiciones de flujo a superficie libre, que transporta aguas residuales o pluviales” (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones , 2010).

2.3. Sistema Alcantarillado Condominial

“El sistema de alcantarillado condominial es un sistema de recolección de Aguas residuales domésticas que se basa en el uso del ramal condominial. El ramal condominial es una tubería que recolecta las aguas residuales domésticas producidas en un condominio, antes de descargarlos en una red pública.” (INAA, 2015)

“El término condominial proviene de la utilización de un conjunto de casas que están físicamente reunidas, como una unidad de atención y participación de forma similar a lo que ocurre en un bloque de apartamentos.” (CAESB, 2015)

“El sistema condominial fue concebido por el ingeniero brasileño José Carlos Melo y desarrollado a partir de 1980 en el Estado de Rio Grande do Norte. Con el tiempo, este modelo viene utilizándose cada vez más en cientos de ciudades de Brasil

y otros países debido a sus ventajas económicas y a su flexibilidad para adaptarse a las condiciones locales y sociales más variadas.” (CAESB, 2015)

Según el libro de sistema condominial, una respuesta al desafío de la universalización del saneamiento, de José Carlos Rodríguez de Melo, el sistema puede ser aplicado en favelas, urbanizaciones irregulares, manzanas regulares y sub-urbanizaciones.

2.3.1. Ventajas del sistema condominial

Entre las ventajas que nos proporciona el sistema condominial de alcantarillado sanitario, se encuentran:

- “Reducción de hasta el 50% de la inversión monetaria en el sistema de recolección, en comparación con el sistema convencional;
- Flexibilidad en la ejecución, lo que facilita la implantación por etapas, en función de la disponibilidad de recursos;
- Adaptación a condiciones de urbanización más complejas y desfavorables;
- Simplicidad de ejecución y operación, debido a menores profundidades, extensiones interferencias” (CAESB, 2015).

“El sistema condominial ofrece una reducción significativa de los costos, debido a las siguientes características:

- Reducción al mínimo la extensión de la red pública
- Red pública somera debido a su menor extensión, de su ubicación en áreas protegidas y del aprovechamiento de la topografía natural del terreno;

- Utilización de elementos simplificados de inspección;
- Ubicación de los ramales, siempre, en áreas protegidas;
- Simplificación en las obras de los ramales, teniendo en cuenta una profundidad de 40 a 90 cm y un ancho de zanja de aproximadamente 50cm;
- Flexibilidad en la trayectoria del ramal condominial, dando preferencia a trayectoria que tengan menos obstáculos, pavimentación, etc.;
- Reducción drástica en los volúmenes de excavación y relleno, que constituyen la parte más costosa de la obra;
- Uso de menores diámetros, teniendo en cuenta que la mayor parte de la red puede ser de 100 mm o 150 mm. Eso se debe a la separación de los caudales que ofrece la adopción de la estrategia de microsistemas, y a respetar estrictamente los aspectos hidráulicos” (CAESB, 2015).

2.3.2. Limitaciones del sistema condominial

- Desconfianza sobre el funcionamiento del sistema
- Carencia de equipos y técnica de mantenimiento
- Oposición de los contratistas, a causa del menor costo de las obras y el uso intensivo de mano de obra, debido a la ejecución manual de los ramales.” (CAESB, 2015).

2.3.3. Lugares donde se ha aplicado el sistema

El sistema de alcantarillado condominial ha sido aplicado en distintas ciudades dentro de las que se encuentran:

“Rio Grande do Norte, Brasil:

En Rocas y Santos Reis, barrios pobres vecinos de la ciudad de Natal, con 3.000 habitantes, las pruebas realizadas hasta disipar todas las dudas, fueron, por excelencia, en la confirmación de la figura del condominio con sus ramales condominiales y, en él, la participación comunitaria y la adecuación a la realidad. Eso porque la característica destacable del local era la elevada densidad de viviendas, su pobreza y desaliño y, principalmente, el hecho de que gran parte de ellas estaban construidas debajo del nivel de las calles.” (Melo, 2009)

“El sistema condominial así construido llegó a representar un presupuesto menor que la cuarta parte de aquel correspondiente a una solución convencional con tratamiento único, red en todas las calles y un extravagante volumen de excavaciones en suelo rocoso.” (Melo, 2009)

Ciudad de Petronila, en Pernambuco, Brasil:

“En Petronila, donde el programa fue enteramente realizado por la municipalidad (otra novedad en esa época), la experiencia-piloto, además de reafirmar la participación comunitaria (inclusive en la integral construcción de los ramales condominiales) y la descentralización del tratamiento, evidenció que el nuevo sistema vendría para la ciudad como un todo, una vez que ya en ese inicio sus dos áreas beneficiadas fueron representativas de los extremos de ingresos y de urbanización de la ciudad. En el barrio rico “se inauguró” la modalidad de ramal condominial en las aceras, con las inversiones bancadas por los usuarios y sujetos a una mayor tarifa que aquellos de los ramales internos, para tener en cuenta el costo de su operación por el prestador de servicio. El éxito de esa experiencia-piloto, sumado al entusiasmo y al poder político de

su municipalidad, operó con gran desenvoltura la captación de sucesivos recursos financieros para nuevas inversiones de la misma naturaleza.” (Melo, 2009)

En Recife, capital del Estado de Pernambuco, Brasil:

En Recife, tuvo lugar la primera planificación de un sistema condominial para una gran ciudad, con 1.500.000 habitantes en ese entonces, y que se denominó Plan de Ordenamiento de los Desagües. El plan acabó dividiendo la ciudad en cerca de cien de esas unidades, cuyo procesamiento final sería definido agregando tantas de esas unidades cuanto mejor fuese la conciliación entre el análisis económico y la efectiva disponibilidad de recursos en cada oportunidad de inversión. La implantación de varias unidades de recolección, alguna con su propio tratamiento, otras aprovechando unidades existentes, bien como la expansión del mismo ordenamiento a toda la región metropolitana, constituyeron indicativos bastante concretos de la validez de esa iniciativa. Todo ocurrió, consecuentemente, como si la nueva concepción hubiese “destrabado” el proceso de dotación de sistemas de desagüe en la ciudad, permitiendo que la solución fluyese, para cualquiera que fuese la disponibilidad ocasional de recursos para inversiones.” (Melo, 2009)

Favelas de Rio de Janeiro, Brasil:

“El programa de saneamiento de las favelas de Río de Janeiro benefició una población de cerca de 500.000 habitantes de 30 de esas comunidades, entre las cuales, las mayores y más famosas: Rocinha, Mangueira y Complexo do Alemão. El programa tuvo inicio en 1992, como un esfuerzo del Gobierno del Estado en el sentido de reparación de la más que precaria situación de atención de esta población marginada. En efecto, situadas en las vecindades de los barrios prósperos de la

ciudad, muy bien servidos de agua y de servicios de desagües, estas favelas disponían de suministro de agua apenas algunas horas por semana. Sus locales, además, son extremadamente desfavorables para los servicios, especialmente el abastecimiento de agua: elevadas densidades, topografía fuertemente accidentada, escasez de espacios de circulación, habitaciones superpuestas y violencia extrema, inclusive con la presencia ostensiva del narcotráfico. La oportunidad que se ofreció al enriquecimiento del modelo condominial, además de la confirmación de factores y aspectos ya vivenciados en otros emprendimientos, abarcó dos importantes cuestiones.” (Melo, 2009)

Brasilia:

“El Distrito Federal de Brasil tiene, hoy, cerca de 2,3 millones de habitantes distribuidos en la ciudad de Brasilia y en más de dos decenas de ciudades, además de algunos conglomerados urbanos menores. A partir de 1991, la CAESB, concesionaria de los servicios de saneamiento en el distrito, pasó a adoptar el modelo condominial para realizar el desagüe sanitario bajo su alzada, como forma de garantizar la universalización de la atención, después de comprobar los menores costos y la elevada calidad de ese modelo 5. Como resultado, esa universalización de la atención está hoy prácticamente alcanzada, con el nuevo sistema atendiendo más de 1 millón de personas. Fue un excelente ejemplo del uso en larga escala del sistema condominial para atención en masa: 200.000 conexiones, 3.000 km de ramales condominiales implantados y operando, 7.000 reuniones condominiales realizadas para la implantación del sistema, abarcando directamente cerca de 70.000 personas” (Melo, 2009).

Salvador, Brasil:

“Salvador, capital de Bahía, tiene cerca de 2,5 millones de personas, siendo que su mitad más pobre vive en áreas bastante críticas. Topografía accidentada, elevadísima densidad, ocupación espontánea de espacios, presencia de un histórico sistema único para sus aguas pluviales y residuales, además de precarias viviendas (muchas de ellas superpuestas en tres o cuatro pisos, conjugadas de ambos lados y con insuficientes instalaciones sanitarias internas)” (Melo, 2009).

“La recolección directamente de las residencias hubiera sido imposible, si no fuera la facilidad ofrecida por los condominios, al subdividir el complejo universo en pequeñas áreas casi individualizadas y solamente así solucionables por los ramales condominiales” (Melo, 2009).

Parauebas, en Pará, Brasil:

“Parauebas está situada al sur del Estado de Pará, Brasil, donde se localizan las formidables yacidas de hierro de la Serra dos Carajás, explotadas intensivamente por la Compañía Vale do Rio Doce” (Melo, 2009).

“Su sistema condominial de distribución de agua, construido en 1994, cuando la ciudad tenía 60.000 habitantes. A pesar de la gran reducción de las inversiones en redes y ramales en ese sistema (ver cuadro al lado y Figura 16), no es este aún el elemento más ventajoso de la metodología, sino su extraordinaria contribución al control de la distribución de agua, con repercusión directa en la reducción de las fugas.” (Melo, 2009).

2.3.4. Parámetros de diseño

2.3.4.1. Periodo de diseño

“Las obras de alcantarillado sanitario se realizan con una proyección con capacidad para funcionar de manera eficiente durante un plazo que se determina de acuerdo al crecimiento apreciado de la población, junto con la vida útil de los elementos usados dentro del proyecto.

El periodo de diseño es el número de años durante los cuales una obra o estructura determinada ha de prestar sus servicios de manera satisfactoria, para el cual fue diseñada, sin necesidad de ampliaciones, ni adecuaciones; es decir, el tiempo para el cual la obra trabaje al 100% de su capacidad y eficiencia.” (Mendez Flores, 2011)

“Se usará para el diseño de cada parte del sistema un período de diseño que deberá concordar con:

- 25-30 años Para colectores principales y redes secundarias
- 15-20 años Para plantas de tratamiento.
- 10-15 años Para líneas de descarga sumergida
- 10 años Equipos de bombeo” (CAASD)

2.3.4.2. Población de proyecto

“La determinación del número de habitantes, para los cuales se debe diseñar el sistema de alcantarillado, es un parámetro básico en el cálculo y diseño del proyecto.

El alcance del proyecto depende de la cantidad de la población la cual será beneficiada y de su distribución dentro del área de interés.

La base para cualquier tipo de proyección de población son los censos, que definen el análisis de crecimiento demográfico.” (Mendez Flores, 2011)

Sin embargo, para el diseño de este sistema, utilizaremos la encuesta para determinar la cantidad de lotes o casas, en el área seleccionada, y luego la multiplicaremos por 6 debido a que, según las Normas de Diseño de la CAASD, es el número de habitantes por viviendas.

2.3.4.3. Dotación

“La dotación es la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades de una persona por día y debe ser proporcionada por un sistema de abastecimiento público.” (Mendez Flores, 2011)

Tabla 1. Dotaciones; FUENTE: (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 2010)

Dotación Total		
Dotación Domestica	150	lt/hab/dia
Dotación Cafetería	1500	lt/dia
Dotación Área Verde	2	lt/dia-m2

2.3.4.4. Caudales de aguas residuales

Para determinar el Caudal de Diseño que se utilizara en el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe considera:

Factor de retorno (Fr)

“La cantidad de agua residual generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua que se le suministra, debido a que existen perdidas a través del riego

de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Es recomendable estimar este factor en base a información y estudios locales, sin embargo, cuando no puedan ser realizados es recomendable asumir valores entre 0.8 a 0.85” (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

Caudal medio diario de agua residual (Qmed/día)

“Verifica la capacidad de auto limpieza de la red de alcantarillado sanitario. Es el caudal con el cual el sistema puede funcionar correctamente a flujo libre.” (Mendez Flores, 2011)

$$Q_{med. dia}(AR) = \frac{Dotacion * Poblacion}{86400} * Fr$$

Coefficiente de Flujo máximo (F)

“Este coeficiente varía de acuerdo a los mismos factores que influye en la variación de los caudales de abastecimiento de agua, pero es afectado en menor intensidad, en función al porcentaje de agua suministrada que retorna a las alcantarillas y al efecto regulador del flujo a lo largo de los conductos de alcantarillado, que tiende a disminuir los caudales máximos y a elevar los mínimos.” (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

Utilizaremos la Formula de Harmon:

$$F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde

P es la Población

Caudal Máximo Horario (Qmax/horario)

“Es la base para establecer el caudal de diseño de cada uno de los tramos que conforman una red de alcantarillado de aguas residuales. El caudal máximo horario del día de máximo consumo se calcula a partir del caudal final medio diario, utilizando un Coeficiente de Flujo Máximo, F.” (EPM, 2009)

$$Q_{max. horario} = Q_{med. dia} * F$$

Caudal por conexiones erradas (Qe)

“Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de las aguas residuales.” (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

Caudal de Infiltración (Qinf)

“El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías,

conexiones y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.” (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

$$Q_{inf} = \frac{[LongitudTotal * (\frac{20m^3}{km} * dia) * 1000]}{86400}$$

Caudal de Diseño (Q_{dis})

$$Q_{dis} = Q_{max. horario} + Q_e + Q_{inf}$$

2.3.5. Diseño del sistema

2.3.5.1. Fórmulas para el diseño

Cálculo de pendiente (S)

Gracias a la fórmula de la pendiente es posible determinar la inclinación de la tubería de un tramo del alcantarillado

$$S = \frac{CR_s - CR_{inf}}{L}$$

Donde:

CR_s Cota del registro superior

CR_{inf} Cota del registro inferior

L longitud del tramo

Caudal de aguas residuales en condiciones a tubo lleno

$$Q = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Donde

n: Coeficiente de Manning

R: Radio hidráulico

S: Pendiente

A: Área de tubería

Velocidad en condiciones a tubo lleno

$$V = \frac{Q}{1000} * \frac{4}{\pi * d^2}$$

Q: Caudal de aguas residuales en condiciones a tubo lleno

d: Diámetro de tubería

2.3.5.2. Coeficiente de rugosidad

“La selección del coeficiente de rugosidad es una determinación crítica en el dimensionamiento de la tubería. El coeficiente de rugosidad en alcantarillado sanitario puede tomar valor entre 0.009 y 0.013 dependiendo del tipo de material de las tuberías.” (Lopez Cualla, 2007)

Tabla 2. Valores de N a usar; FUENTE: (CAASD)

VALORES DE N A USAR	
Asbesto Cemento	0.010
Concreto Liso	0.013
Concreto Áspero	0.016
Acero Galvanizado	0.014
Hierro Fundido	0.013
Acero Soldado sin revest.	0.014
Plástico (P.V.C)	0.009

2.3.5.3. Criterio de velocidad

“La velocidad de diseño no debe superar los límites de velocidad establecidos por la norma de la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD), estas velocidades dependerán directamente de la inclinación que presenten las pendientes del diseño, mientras mayor sea el grado de inclinación de la pendiente, mayor será la velocidad del flujo.

Las pendientes mínimas serán las que produzcan la velocidad mínima permisible a tubo lleno, esto es **0.60 m/seg**. Las pendientes máximas serán las que produzcan la velocidad máxima permitida por el material de la tubería.

La velocidad mínima deberá asegurarse siempre que sea posible, para evitar olores molestos y la sedimentación excesiva en el interior de la tubería. Las velocidades máximas no deberán ser sobrepasadas porque erosionarán la tubería y crearán condiciones de flujo diferentes a las asumidas.” (CAASD)

2.3.5.5. Pendiente de Alcantarillas

Según la Normas de Diseño de la CAASD, las pendientes mínimas serán las que produzcan la velocidad mínima permisible a tubo lleno, esto es 0.60 m/seg. Las pendientes máximas serán las que produzcan la velocidad máxima permitida por el material de la tubería.

2.3.5.6. Diámetro Mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías utilizadas en los alcantarillados sanitarios condominiales es de 100 mm, sin embargo, la normativa de la CAASD establece un mínimo de 8" para alcantarillados sanitarios convencionales.

El diámetro mínimo de los conductos será de 8" excepto los dos primeros tramos donde se considere que nunca recibirán aportes de otras alcantarillas, en los cuales podrá usarse un diámetro de 6" siempre y cuando estos tramos puedan transportar las aguas residuales correspondientes ajustándose a estas normas.

2.3.5.7. Tuberías

"Las tuberías utilizadas en el diseño son las de cloruro de polivinilo PVC ya que son resistentes a la corrosión, posee alta durabilidad, son resistentes a la incidencia química de ácidos y es fácil de manejar al momento de ser colocados." (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

2.3.5.8. Profundidad

La profundidad de las tuberías varía según el lugar en donde se colocará:

Tabla 3. Profundidades para la tubería; FUENTE: (CAESB, 2015)

TIPO DE RED	PROFUNDIDAD MÍNIMA
Red condominial de acera	0.70 m
Red condominial de jardín	0.40
Red condominial de fondo de lote	0.40
Red pública en la acera	0.80
Red pública en la calle	1.10

2.3.5.8. Cámara de inspección

“Dispositivo construido generalmente de bloques con cámaras llenas de hormigón, de fibra de vidrio o acero, que se coloca en las intersecciones y/o en los cambios de dirección o de diámetro de la tubería de drenaje, con el objetivo de facilitar la inspección y limpieza de las líneas colectoras.

La dimensión mínima requerida será de 0.50 x 0.50 metros y la profundidad será la requerida por la pendiente de la tubería.” (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones , 2010)

2.4. Caracterización de las aguas residuales

Caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo tangible.

Sabiendo esto, es posible formular que la caracterización de las aguas residuales no es más que la descripción de las características cualitativas y cuantitativas de las aguas residuales.

2.4.1. Características físicas

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de sólidos totales, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

2.4.1.1. Coliformes Totales

“Los coliformes totales corresponden a la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye todo elemento presente en el agua que no sea (H_2O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión. (Sólidos en suspensión son partículas o sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua)”. (Calderin Almonte, 2016)

2.4.1.2. Olores

“En general los olores son un producto de la liberación de gases tanto presentes originalmente como productos del proceso de descomposición de la materia orgánica.” (Ramos Olmos, 2002)

2.4.1.3. Temperatura

“La temperatura de las aguas residuales suele ser superior a la del agua de consumo, por el aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas. Oscila entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $21\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un valor medio de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, aproximadamente. Esta mayor temperatura ejerce una acción perjudicial sobre las aguas receptoras, pudiendo modificar la flora y fauna de éstas, y dando lugar al crecimiento indeseable de algas, hongos, entre otros” (Espigares García & Pérez López , 2006)

2.4.1.4. Densidad

“Según el diccionario de la Real Academia Española, “Densidad es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. De esta propiedad depende el potencial de formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento”.

2.4.1.5. Color

“Las aguas residuales poseen colores característicos. En general el color gris (entre oscuro y negro) debido a la formación de sulfuros metálicos por la reacción del sulfuro liberado en condiciones anaerobias con metales presentes en el agua residual liberada” (Cruz, 2008).

2.4.2. Características químicas

“Dentro de las características químicas del agua se encuentran: contenido de materia orgánica, materia inorgánica y los gases presentes en el agua.”

2.4.2.1. Materia orgánica

“Proviene generalmente de sólidos y líquidos de los animales y vegetales, así como de actividad de los humanos. Los compuestos orgánicos están formados normalmente por compuestos que se oxidan a temperaturas elevadas” (Barba Ho, 2002).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

“Se define como la medida indirecta del contenido de materia orgánica biodegradable, expresada mediante la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar

biológicamente la materia orgánica en una muestra de agua, a una temperatura estandarizada 20°C” (Medio Ambiente, 2010)

Tabla 4. Estados del agua según la concentración de DBO⁵; FUENTE: (Martínez López & Domínguez Gómez, 2016)

Estados del agua según la concentración de DBO⁵	
Estado	DBO⁵; mg/l
Agua pura	0 – 20
Agua levemente contaminada	20 – 100
Agua medianamente contaminada	100 – 500
Agua muy contaminada	500 – 3000
Agua extremadamente contaminada	3000 - 15000

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

“Es la cantidad de oxígeno que corresponde a la materia orgánica total de una muestra, que es susceptible de oxidarse por un producto químico altamente oxidante en un medio ácido” (Sosa Concepción, Jhonson Metivier, & Montes de Oca de la Rosa, 2007).

2.4.2.2. Materia inorgánica

“Existe una gran variedad de componentes inorgánicos en aguas residuales importantes para establecer la calidad de los efluentes o descargas de este tipo de agua. Uno de los factores que incrementan la materia orgánica es la evaporación natural de los efluentes” (Ramos Olmos, 2002).

Fósforo

Según la real academia española, el fósforo es un elemento químico, muy abundante en la corteza terrestre, de gran importancia biológica como constituyente de huesos, dientes y tejidos vivos.

El fósforo es un parámetro de control esencial en el tratamiento de las aguas residuales ya que es fundamental para el crecimiento de las protistas y plantas. Las concentraciones no deseadas de éste causan crecimientos no deseables de algas y microorganismos.

Nitrógeno

Según la Real Academia Española, el nitrógeno es un Elemento químico gaseoso, inerte, incoloro, inodoro e insípido, abundante en la corteza terrestre, presente en todos los seres vivos, que constituyen las cuatro quintas partes del aire atmosférico en su forma molecular N₂.

El Nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Los datos de éste elemento son necesarios para examinar el tratado de las aguas residuales por su tratamiento biológico. El agua con carencia de nitrógeno promueve el crecimiento biológico.

El nitrógeno está presente en las aguas residuales fundamentalmente en forma reducida, como nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico; urea, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos y algunos compuestos heterocíclicos nitrogenados. (Arnáiz, 2000)

Sulfatos

El ion sulfato es uno de los aniones más comunes en las aguas naturales; se encuentra en concentraciones que varían desde unos pocos hasta miles de mg/l.

En aguas residuales la cantidad de sulfatos es un factor muy importante para la determinación de los problemas que pueden surgir por olor y corrosión de las alcantarillas. (CRUZ, 2008)

Cloruros

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua; cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 p.p.m. de NaCl. (Garrido, 2013)

Gases

La Real Academia Española define “Gas” como un fluido que tiende a expandirse y que se caracteriza por su baja densidad, como el aire. En las aguas residuales frecuentemente se encuentran disueltos gases como el nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco y el metano.

Oxígeno

Gas de baja solubilidad en agua, es necesario para la biodiversidad acuática de régimen aeróbico. En todos los procesos aeróbicos se requiere una concentración de oxígeno disuelto. El suministro de oxígeno y las concentraciones de oxígeno disuelto en tratamientos biológicos aeróbicos son aspectos de gran importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

La determinación de oxígeno en el agua residual se obtiene a través del DBO5. El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. (ROMO, 2001).

2.5. Rangos típicos de las fuentes receptoras

“Los sistemas de alcantarillado municipales, públicos y/o privados, que transporten aguas residuales deberán contar con sistemas de tratamiento que garanticen que sus descargas cumplan con lo establecido en la siguiente norma.” (Medio Ambiente, 2010)

Los mismos se clasifican, según la Norma ambiental de Calidad de aguas superficiales y zonas costeras, en tres clases:

Clase A: aguas destinadas al abastecimiento público de agua potable sin necesidad de tratamiento previo, excepto simple desinfección. Aguas destinadas para el riego de vegetales de consumo crudo, para usos de recreo con contacto directo (ej. Natación). Aguas destinadas a la preservación de la fauna y flora.

Clase B: aguas destinadas al abastecimiento público de agua potabilizable con tratamiento. Aguas aprovechables para regadío de cultivos, deportes acuáticos sin contacto directo, y usos industriales y pecuarios.

Clase C: aguas utilizadas para navegación, enfriamiento y otros usos que no impliquen contacto directo.

A lo que nos muestra la tabla para Valores Maximos aceptables, siguiente:

PARAMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
MICROBIOLOGICOS							
Coliformes totales	NMP/100 ml	1000	1000	10,000	1000	10,000	10,000
Coliformes fecales	NMP/100 ml	400	1000	4,000	400	2,000	2,000
E COLI	NMP/100 ml						
Agentes tensioactivos	mg/L	0.15	0.5	2	-	-	-
Cloruros	mg/L	250	250	1000	-	-	-
Color	U.Pt-co	15	50	200	CN	CN	-
DBO ₅	mg/L	2	5	100	-	-	-
Fluoruros	mg/L	0.7	1	3	1.5	1.5	-
Fósforo PO ₄ -P	mg/L	-	-	-	0.4	0.4	-
Fósforo Total	mg/L	0.025	0.025	0.1	-	-	-
Grasa y aceite	mg/L	ausente	1	20	1	1	1
NH ₃ -N	mg/L	0.5	0.5	-	0.5	0.5	-
NO ₃ N + NO ₂ -N	mg/L	10	10	-	15	20	-
Oxigeno Disuelto (OD)	% Sat	>80	>70	>50	>60	>50	>45
pH	-	6.5-8.5	1,000	5.0-10.0	7.5-8.5	7.5-8.5	-
SÓLIDO DISUELTO	mg/L	1,000	1000	5000	-	-	-
Sólido Plotante	mg/L	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	Ausente
Sulfato	mg/L	400	400	5000	-	-	-
Sulfuro	mg/L	0.002	0.002	-	0.01	0.01	-
ΔT	°C	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3	+/- 3
METALES							
Arsénico	mg/L	0.05	0.05	1	0.15	0.15	-
Aluminio	mg/L	5	5				
Bario	mg/L	1	2	10	1	1	-
Berilio	mg/L	0.1	0.1				
Boro	mg/L	0.5	0.5	5	5	5	-
Cadmio	mg/L	0.005	0.005	0.05	0.005	0.005	0.005
Cianuro	mg/L	0.1	0.1	0.5	0.02	0.02	-
Cobalto	mg/L	0.2	0.2	0.5	-	-	-

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Cobre	mg/L	0.2	0.2	2	0.05	0.05	-
Cromo hexavalente, Cr6	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.05	0.1	0.1
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	1	0.1	0.3	0.3
Hierro	mg/L	0.3	0.3	3	0.3	0.3	-
Litio	mg/L	2.5	2.5				
Manganeso	mg/L	0.5	1	5	0.1	0.1	-
Mercurio	mg/L	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.005
Molibdeno	mg/L	0.01	0.01				
Níquel	mg/L	0.1	0.1	-	0.008	0.008	-
Plata	mg/L	0.01	0.01	0.1	0.01	0.01	-
Plomo	mg/L	0.05	0.05	0.5	0.05	0.05	-
Selenio	mg/L	0.01	0.01	0.5	0.01	0.01	-
Vanadio	mg/L	0.1	0.1				-
Zinc	mg/L	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	-
RADIOACTIVIDAD							
Actividad α	Bq/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-
Actividad β	Bq/L	1	1	1	1	1	-
BIOCIDAS (ÓRGANO-CLORADOS y OTROS PERSISTENTES)							
Aldrin -Dieldrin	µg/L	0.0008	0.0008	-	0.0008	0.0008	-
Clordano	µg/L	0.005	0.004	-	0.005	0.005	-
DDT y metabolitos	µg/L	0.0003	0.0003	-	0.0003	0.0003	-
Endosulfano	µg/L	0.009	0.009	-	0.009	0.009	-
Endrin	µg/L	0.002	0.002	-	0.002	0.002	-
Heptacloro	µg/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Lindano	µg/L	0.075	0.075	-	0.075	0.075	-
Metoxicloro	µg/L	0.02	0.02	-	0.02	0.02	-
Mirex	µg/L	0.001	0.001	-	0.001	0.001	-
Pentaclorofenol	µg/L	7.9	7.9	-	7.9	7.9	-
Peruano	µg/L	0.07	0.07	-	0.07	0.07	-
Toxafeno	µg/L	0.0002	0.0002	-	0.0002	0.0002	-
Biocidas (ORGANO-FOSFORADOS, SULFURUSO Y OTROS NO-PERSISTENTE)							
Azinfos-Metil	µg/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
Clorpirifos	µg/L	0.04	0.04	-	0.006	0.006	-
Coumafos	µg/L	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
Diazinon	µg/L	0.00002	0.00002	-			
2-4 D	µg/L	4	4	-	ausente	ausente	-
Paraquat	µg/L	.00001	0.00001	-	-	-	-
Diquat	µg/L	0.00007	0.00007	-	-	-	-

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUAS SUPERFICIALES			AGUAS COSTERAS		
		Clase A	Clase B	Clase C	Clase E	Clase F	Clase G
Demeton	µg/L	0.1	0.1	.	0.1	0.1	■
Fentión	µg/L	0.4	0.4		0.4	0.4	-
Malation	µg/L	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-
Naled	µg/L	0.4	0.4	-	0.4	0.4	-
Paration	µg/L	0.01	0.01	-	Ausente	Ausente	-
2,4,5 -TP	µg/L	10	10	-	ausente	Ausente	-
SUSTANCIAS ORGÁNICAS							
Benceno	µg/L	5	7	-	400	400	-
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	1	1	5	-	-	-
Cloruro de vinilo	µg/L	2	2	-	5300	5300	-
Diclorobenceno	µg/L	75	75	-	2600	2600	-
1,2 ,Dicloroetano	µg/L	5	10	-	2,500	2,500	•
1.1 Dicloroetileno	µg/L	7	7	-	20	20	-
Diclorometano	µg/L	5	10	-	-	-	-
Etilbenceno	µg/L	50	100	-	-	-	-
Hidrocarburos aromáticos polinudeares (PAH)	µg/L	0.7	1	1	-	-	-
Sustancias Fenólicas	µg/L	1	1	-	10	10	-
Tetracloroetileno	µg/L	5	10	-	90	90	-
Tetracloruro de carbono	µg/L	2	5	-	70	70	-
1,1,1 Tricloetano Tridoroetüeno	µg/L	200	200	-	1,100	1,100	-
Tricloroetileno	µg/L	5	5	-	850	850	-
Triclorobenceno	µg/L	5	10	-	-	-	-
Tolueno	µg/L	50	100	-	-	-	-

Tabla 5. Valores máximos permisibles; FUENTE: (Medio Ambiente, 2010)

2.6. Estado de la cañada de Los Ríos

Luego de las investigaciones realizadas para el trabajo de grado titulado Solución ambiental de la cañada de Arroyo Hondo desde la calle Paseo del Arroyo hasta la planta de tratamiento de Altos de Arrollo Hondo II, concluyeron “luego de realizarle a la cañada los análisis pertinentes que las aguas pueden ser depuradas a

través de d tratamientos biológicos tales como fangos activos o sistemas de lagunaje.”
(Martínez López & Domínguez Gómez, 2016)

De aquí podemos ver que la misma se encuentra contaminada mas no lo suficiente como para ameritar un tratamiento muy complicado o profundo. Se encuentra a la vista, el gran número de desechos sólidos (basura) que los moradores arrojan a la misma.

Parte del problema en dicha zona nace de las enfermedades que puede provocar la contaminación del agua, ya sea por ingesta o por mosquitos e insectos que se encuentran en su periferia. Las enfermedades que, según el mismo trabajo de grado ya mencionado, pueden frecuentar son:

3. Amebiasis o Disentería Amebiana
4. Ascariosis
5. Balantidiasis
6. Cólera
7. Fiebre Tifoidea
8. Diarrea causada por Escherichia coli
9. Gastroenteritis por Rotavirus
10. Hepatitis A y E
11. Leptospirosis
12. Paratifoidea

La misma nos dice:

“Las principales enfermedades con mayor factor de riesgo que pueden ser contraídas por la población que residen próximo a la cañada son la leptospirosis. Dengue. El cólera y la latente gripe H1N1. Los moradores del sector viven con temor ya que son presa fácil para contraer enfermedades porque además proliferan las ratas y todo tipo de plagas de mosquitos, cucarachas, ratones, entre otros. En estudios realizados al agua también se han encontrado bacterias que pueden causar meningitis y amigdalitis como el estreptococo también salmonella schigella que produce diarreas; klebsiella que provoca infecciones en las vías respiratorias.” (Martínez López & Domínguez Gómez, 2016)

En el trabajo de grado, Saneamiento de la cañada de Arroyo Hondo, realizada por Jairo Sosa, Yosauri Metivier y Juan Carlos Montes de Oca, en el 2007, nos demuestra que la situación perciste desde el 2007, año en el que se le realizó a la misma cañada un análisis de DBO5 en el que sale con una Contaminación Leve.

Según el Periódico Listín Diario de fecha de 3 de noviembre del 2010 en su artículo ‘La CAASD retira toneladas de sedimentos cañada de Los Ríos’, nos dice que :

“La limpieza de la cañada de Los Ríos forma parte de los trabajos de efficientización y dinamización de los servicios, iniciados tan pronto tomó posesión de su cargo el director de la CAASD, Freddy Pérez.

Yosira Susana Galán, encargada de Alcantarillado Sanitario del Noreste, explicó que el tubo de desagüe estaba cubierto por más de un metro y medio de sedimento y basura, lo que provocaba que las aguas de la cañada penetraran a la planta de tratamiento.

Dijo que una brigada de la CAASD y una pala mecánica retiraron durante tres días decenas de toneladas de desperdicios de la cañada.

Explicó que una vez terminados los trabajos, el agua de la planta de tratamiento volvió a fluir de manera normal por la tubería que estuvo obstruida.” (Listin Diario , 2010)

2.7. Contaminación del Agua

Según la Normativa R-008, es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas de las aguas, que la hacen no apta para el consumo humano, ya que ocasiona trastornos de la salud a los usuarios. (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones , 2010)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

“El enfoque cuantitativo es aquel que utiliza la recolección de información para probar una hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no es posible “eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, es posible redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto a la hipótesis”. (Sampieri, 2010)

Esta investigación posee un enfoque orientado al método de investigación cuantitativo ya que se apoya sobre la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

3.2 Tipo de investigación

“Esta investigación será de naturaleza descriptiva ya que a través de ella se busca desarrollar una imagen del fenómeno estudiado a partir de sus características.” (Grajales G., 2000).

La investigación es de tipo descriptiva ya que según Roberto Hernández Sampieri éste tipo de investigaciones buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Las técnicas utilizadas para las investigaciones son la descriptiva y de campo, las investigaciones descriptivas deben su apoyo a fuentes bibliográficas y de normativas, entre éstas están; Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo, CAEBS, Norma ambiental sobre la calidad de agua y control de descargas del ministerio de medio ambiente y las investigaciones de campo se realizarán a por medio de visitas al lugar en el que se encuentra ubicada la problemática sanitaria.

3.3 Procedimiento de la investigación

Las informaciones obtenidas para el desarrollo de esta investigación fueron obtenidas a partir de documentos relacionados con los alcantarillados sanitarios condominiales de Brasil, datos de oficinas pertenecientes al Estado Dominicano como la CAASD, entrevistas a los pobladores de La Yuca.

3.4 Método de investigación

El método hipotético-deductivo es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que se plantean. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están de acuerdo con aquellas. *Los métodos de investigación. José Cegarra Sánchez (2012).*

El diseño de alcantarillado sanitario del sector La Yuca de los Ríos sigue el método hipotético deductivo ya que parte de una hipótesis para luego ser comprobada o declinada en el momento en que se tenga disponible la conclusión de la investigación.

3.5 Técnicas de investigación

Encuestas

Se puede definir como una técnica primaria de obtención de información sobre la base de un conjunto objetivo, coherente y articulado de preguntas, que garantiza que la información proporcionada por una muestra pueda ser analizada mediante métodos cuantitativos. *Análisis de encuestas. Ildefonso Grande. Madrid (2005)*

La encuesta utilizada en la investigación es del tipo personal ya que son encuestas individuales para cada persona y son realizadas en cada una de las casas que se encuentran establecidas en la manzana que está siendo investigada en la presente indagación.

Pruebas

Para la investigación son requeridos los análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas residuales, de la cañada del lugar para saber el grado de contaminación que poseen las aguas.

Observación directa

Este tipo de observación es fundamental en esta investigación ya que a través de esta se obtienen los datos del lugar, además de esto es necesario conocer las condiciones del terreno y que tan contaminado está.

3.6 Investigaciones previas



Ilustración 3. Planta de tratamiento en Los Ríos FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017)

Debido a que distintos artículos hacían referencia a una planta de tratamiento, nos dirigimos al lugar donde se presumía estaba. Al llegar allí, vimos que efectivamente, existe una planta de tratamiento, más la misma no trata el agua de la cañada, sino que simplemente trata las aguas recolectadas por la Red de Distribución del sector Altos de Arroyo Hondo.

Procedimos a preguntarle al encargado de la misma, respecto al tratamiento de la cañada, a lo que nos informó: “La cañada se encuentra justamente detrás de esta pared, mas no la tratamos aquí, ella desemboca en el Río Isabela.”

Además, se realizó una encuesta (*Anexo No. 2*), que nos sirvió de Censo y de recolección de datos. De los que obtuvimos los resultados mostrados en el *Anexo No.6*.

3.7. Especificaciones de diseño

Para seleccionar la población del diseño nos valimos de la encuesta realizada, en la que se fue vivienda por vivienda y se censo la población del área a trabajar. De donde obtuvimos que existen 177 viviendas, las que van desde 4 hasta 8 habitantes. Debido a que hubo quienes se encontraron renuentes a ser censados por nosotros, nos valdremos de la Norma de diseño de la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo (CAASD), donde se nos indica que se tomara 6 habitantes por vivienda para el diseño del caudal.

De donde:

$$P = 177 \text{ vivienda} * 6 \frac{\text{habitantes}}{\text{vivienda}} = 1062 \text{ habitantes}$$

Existen varios métodos para calcular la población futura:

Proyección aritmética

“Considera que el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de esta, el crecimiento es lineal.” (Lopez Cualla, 2007)

Proyección geométrica

“La proyección geométrica se aplicará si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto.” (Lopez Cualla, 2007)

Crecimiento Logarítmico

“Se computa la población futura a partir de una fórmula basada en la tasa de crecimiento pasado de la población.” (Galvan Luciano & Camilo, 2016)

Aplicamos el método de proyección geométrica, con su fórmula:

$$P_{fut} = P_{ob_{inic}} * (1 + i)^n = 1062hab * (1 + 0.0132)^{30} = 1573.91 hab = 1574 hab.$$

Aplicamos las fórmulas necesarias, en una hoja de cálculo de Excel para Dotaciones (*Anexo No.3*), para así obtener un caudal de diseño igual a 3.30 litros por segundo.

Para determinar los valores de diseño, utilizamos una hoja de cálculo de Excel (*Anexo No. 4*) donde se controlaban los valores de los tramos correspondiente a la velocidad, pendiente, caudal y las excavaciones cumpliendo con las normas de diseño de la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo (CAASD). Se utilizó un coeficiente de rugosidad de 0.009 debido a que proponemos un diseño con tuberías PVC.

Para determinar las pendientes se realizó un levantamiento en el área del proyecto, con estación total, de la cual resultó un archivo .CSV con el cual se procedió a realizar una curva de nivel, en el AutoCAD Civil 3D 2016. Y partiendo de este se procedió a colocar las cajas de inspección en los lugares correspondientes.

El alcantarillado condominial que proponemos por medio de este diseño va a coleccionar las aguas residuales de las viviendas y luego las conectara a la Red Colectora de la CAASD. Se conectarán a tres registros distintos, debido a que la zona tiene ramales que no se interconectan, más que con las avenidas principales.

Más, de manera independiente, los registros estarán recibiendo los caudales siguientes:

Tabla 6. Registros; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2017)

Registro	Caudal de Aporte
R 1	0.24 lps
R 2	0.19 lps
R 3	2.87 lps

Dichos caudales de aportes son tan bajos que no afectaran de una manera considerable la red colectora.

La profundidad de la red que planteamos es 0.70 metros, debido a que estamos considerando todo el paso peatonal como una acera, y partiendo de los valores determinados en la Tabla No. hablando de un Sistema de alcantarillado condominial, y al tratarse de callejones en los que no existen cargas como las de los vehículos.

Las cajas de inspección a utilizar serán de 0.50 m de largo y ancho y 0.90m de profundidad.

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis e Interpretación de los Resultados de las Encuestas

Una vez aplicado los instrumentos de recolección de la información, se procedió a realizar el método correspondiente para el análisis de los mismos, por cuanto la información que arrojará será la indique las conclusiones a las cuales llega esta investigación.

Pregunta No. 1: ¿Posee conexión de agua potable?

Los habitantes de esta zona en su mayoría, poseen acceso al agua potable, lo que facilita la higiene personal y del inmobiliario. Gracias a ésta ventaja, las personas no tienen que desplazarse largas distancias para poder obtener el preciado líquido, lo cual consume bastante tiempo el cual puede ser utilizado en actividades productivas.

Gracias a que el acceso al agua potable permite la higiene en los hogares como resultado, esta ventaja reduce el porcentaje de enfermedades provocadas por la ausencia de aseo lo que permite que la tasa de mortalidad se reduzca considerablemente.

Además, los que no poseen alguna conexión de agua potable, se ven en la necesidad de almacenar la mayor cantidad de agua que puedan y el mal almacenamiento del agua potable, es el mejor promotor de enfermedades. Tales como el dengue, en el que el mosquito que la contagia, se cría en almacenamientos de agua potable.

¿Posee conexión de agua potable?

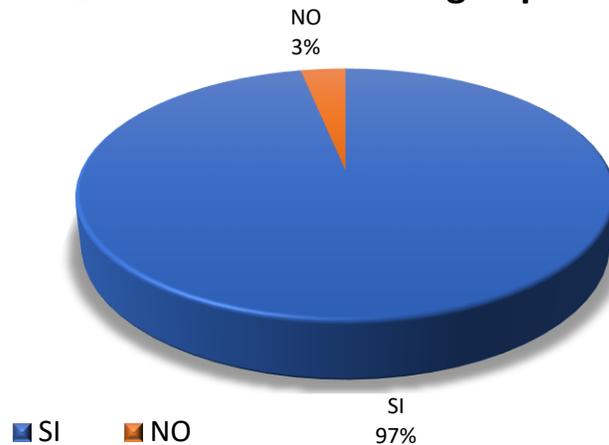


Gráfico 1. Pregunta No. 1; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 2: ¿Posee conexión de aguas negras?

Desafortunadamente es alarmante que, la cantidad de pobladores de la zona analizada no posea conexión para las aguas negras, es en éste factor donde se visualiza la necesidad del diseño de un alcantarillado sanitario adaptado a las condiciones deplorables de la zona para de ésta manera erradicar la descarga de aguas negras sobre la cañada y de esta manera reducir la vulnerabilidad de las personas a enfermedades producidas por éste tipo de contaminación.

¿Posee conexión de aguas negras?

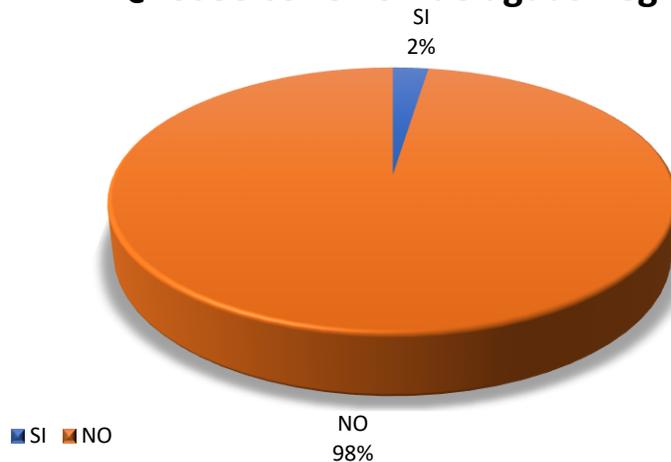


Gráfico 2. Pregunta No. 2; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 3: ¿Posee baño?

La importancia de esta interrogante incide en la cantidad de agua residual que produce cada persona, de ésta manera podemos determinar el caudal de diseño de nuestro alcantarillado y además de esto, nos permite determinar la zona húmeda de cada vivienda, de ésta manera se facilita la conexión de cada zona generadora de aguas residuales con el alcantarillado sanitario condominial.

En los hogares de todas las personas de nuestra muestra existen los baños lo que nos indica que el diseño debe tomar en cuenta todos los domicilios del área de estudio.

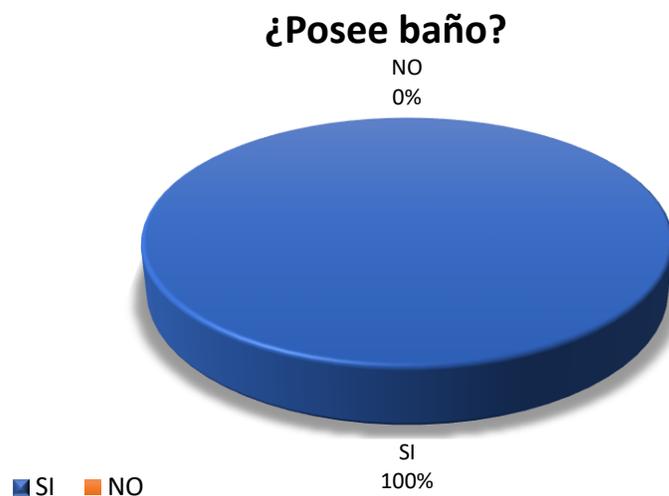


Gráfico 3. Pregunta No. 3; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 4: ¿Posee fregadero?

El 96% de las residencias poseen fregaderos lo que nos provee información para determinar nuestro caudal de diseño ya que las aguas grises también forman parte de las aguas residuales.

¿Posee fregadero?

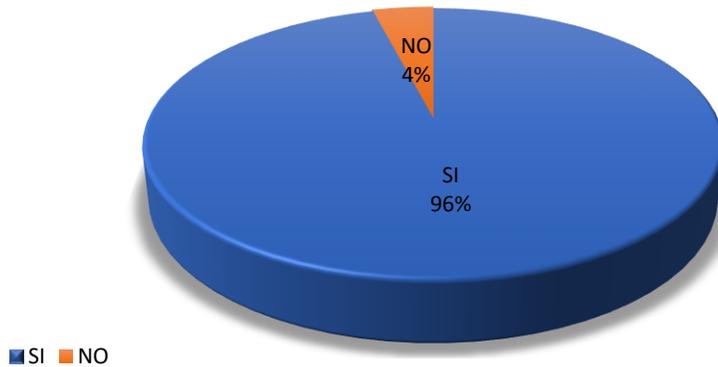


Gráfico 4. Pregunta No. 4; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 5: ¿Posee cámara desgrasadora?

Afortunadamente el 96% de la muestra posee cámara desgrasadora, esto es una gran ventaja ya que las aguas residuales que poseen grasa y detergentes pueden ser semi-tratadas antes de acceder al alcantarillado, de lo contrario podría obstruir las tuberías y representaría una problemática constante. Las personas que no poseen cámara desgrasadora son las que no poseen fregaderos en sus hogares ya que son domicilios de una o dos habitaciones y un baño sin la disponibilidad de cocina.

¿Posee cámara desgrasadora?

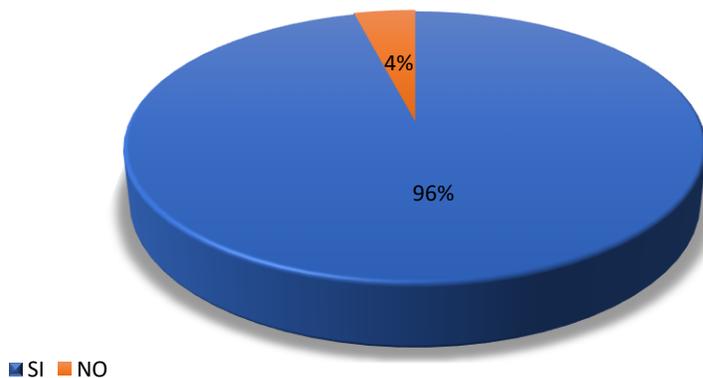


Gráfico 5. Pregunta No. 5; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 6: ¿ Vuelven a utilizar el agua ya usada?

Las personas de nuestra muestra casi en su totalidad utilizan una porción del agua residual para diferentes actividades lo cual es un tanto positivo ya que de esta manera están reciclando el agua residual.

¿Posee cámara desgrasadora?

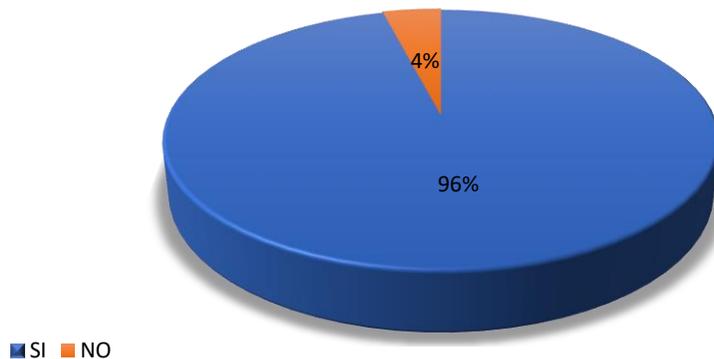


Gráfico 6. Pregunta No. 6; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 7: Si lo hacen, ¿Para qué?

Si lo hacen, ¿Para qué?

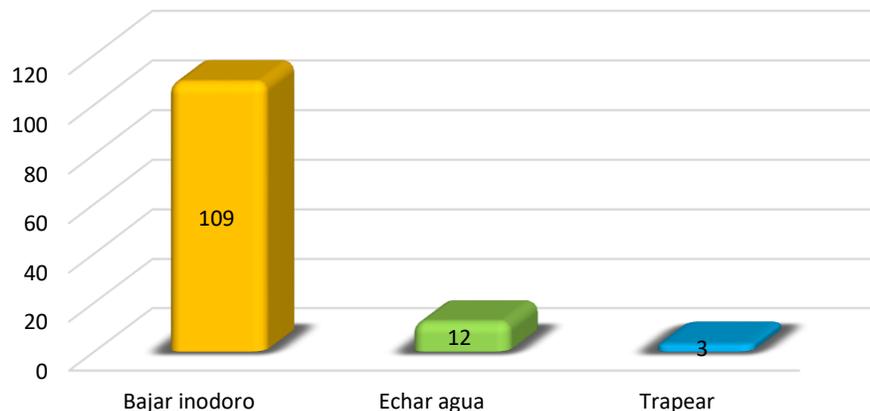


Gráfico 7. Pregunta No. 7; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

El 88% de los habitantes reutiliza el agua para la descarga de los sanitarios, de ésta manera pueden economizar el agua potable almacenada. La muestra correspondiente al 10% reutiliza el agua para “echar agua” lo que hace referencia a

limpiar sus aceras y por último el 2% de la población reutiliza el agua para asear el inmobiliario.

Pregunta No. 8: ¿Dónde descargan sus aguas negras?

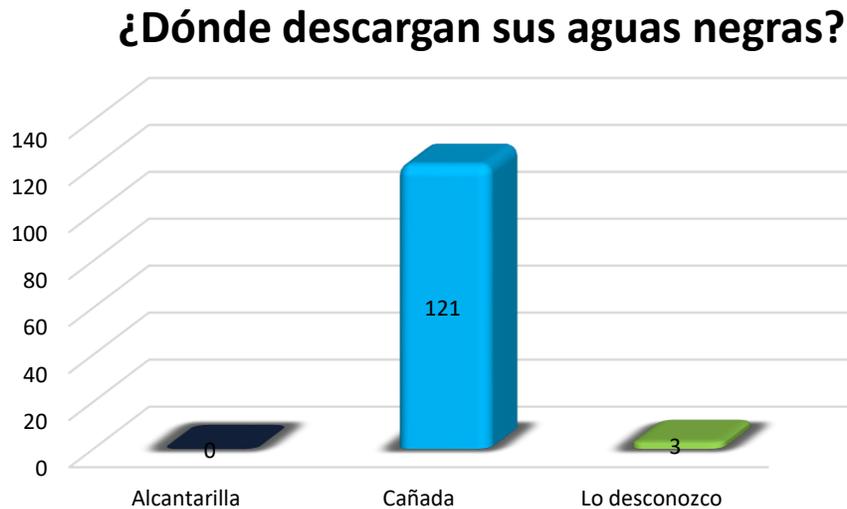


Gráfico 8. Pregunta No. 8; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Con esta interrogante pudimos verificar que el 98% (cercano a la totalidad) de la población descarga sus aguas en la cañada sin ningún tipo de tratamiento lo cual es nocivo y es la explicación del por qué la cañada se encuentra en tal deterioro y el por qué la zona necesita del alcantarillado sanitario condominial con carácter de urgencia. El 2% restante, son personas que aseguran desconocer el lugar de descarga. Cabe destacar, que dichas personas son inquilinos de esas viviendas.

Pregunta No. 9: ¿Con qué frecuencia utilizan el baño?

Con esta pregunta pudimos tener un aproximado del volumen de agua residual producido por día, este factor aportó información necesaria para nuestro caudal de diseño. Siento la opción “tres veces por día” la de mayor porcentaje nos damos cuenta que en la zona estudiada genera un volumen considerable de agua residual diario.

¿Con qué frecuencia usan el baño?

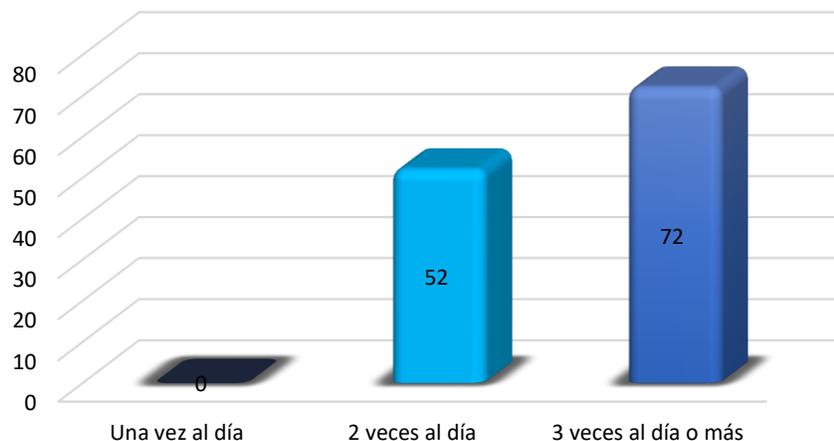


Gráfico 9. Pregunta No. 9; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Pregunta No. 10: ¿Qué hace con la basura habitualmente?

El 55% de las personas colocan sus desechos en la acera o al borde de la cañada para que los camiones de basura puedan recolectarlas diariamente pero un 44% de personas las arroja a la cañada, lo cual es extremadamente preocupante porque con esta acción están violando las características físicas que por naturaleza debe poseer. Además de esto, la basura ha producido ciertas playas de desechos sólidos, dentro de los que se puede observar existen grandes cantidades de desechos de demoliciones, los cuales se pueden visualizar en las fotografías. Esto genera serios problemas debido a que, en ciertas zonas, la profundidad de la cañada disminuye considerablemente, lo que provoca que haya inundaciones. En ciertos lugares, según lo visto en el levantamiento, la profundidad va desde los 3 metros desde el nivel de piso (dígase acera o camino) hasta 1 metro de profundidad.

¿Qué hace con la basura habitualmente?

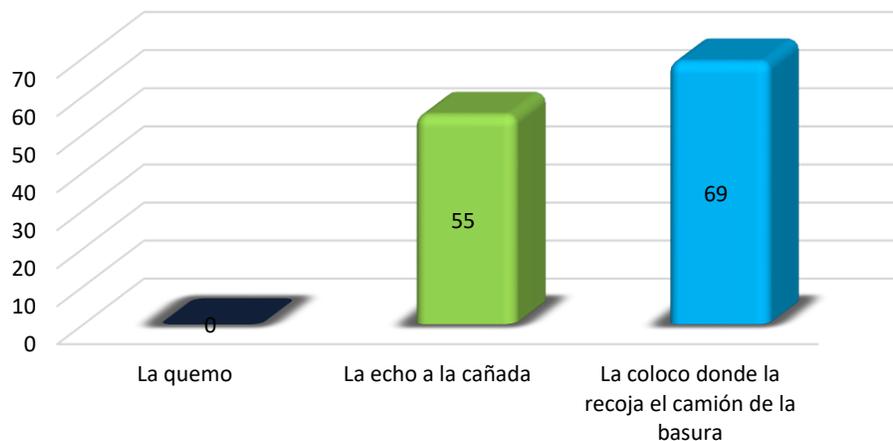


Gráfico 10. Pregunta No. 10; FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

4.2. Análisis e Interpretación de los Resultados del ensayo de laboratorio



Ilustración 4. Muestra de agua para ensayo en laboratorio
FUENTE: (Reyes y Arambolo, 2018)

Coliformes Totales

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de $\leq 24,000,000$ NMP/100ml. Sobre la cual la Norma

ambiental sobre la calidad de aguas superficiales y zonas costeras, nos dice que el valor máximo aceptable es de 1000 NMP/100ml para la clase A y B, para la clase C es de 10,000 NMP/100ml.

La clase que nos compete es la clase B, a lo que estamos 24,000 veces lo máximo según los valores permisibles.

Lo que nos indica que el agua podría ser causantes de grandes enfermedades. Esto también nos confirma que la cañada contiene aguas negras en su estructura las cuales se derivan de los habitantes de sus alrededores.

Demanda Bioquímica de Oxígeno⁵ (DBO⁵)

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 50 mg/L. Sobre la cual la Norma ambiental sobre la calidad de aguas superficiales y costeras nos dice que el valor máximo aceptable es de 2 mg/L para la clase A, de 5 mg/L para la clase B y para la clase C es de 100 mg/L.

La clase B, la cual es en la que encaja la cañada en cuestión, nos muestra que estamos 10 veces por encima del valor máximo establecido lo cual afirma su estado de contaminación.

Una demanda tan elevada como la que presenciamos, nos indica que las bacterias y hongos, consumen el oxígeno utilizado para el desarrollo de la fauna y la flora acuática.

Demanda Química de Oxígeno⁵ (DQO⁵)

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 93 mg/L. Sobre la cual el Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, no nos rige ningún parámetro. “Para un río en malas condiciones el DQO > 7mg/L” (Quiroz Ruiz , 2012), lo que nos indica que la cañada se encuentra en pésimo estado debido a que está muy por encima de las condiciones de un río en mal estado.

En éste tipo de situaciones el agua alcanza su estado de putrefacción ya que el oxígeno presente en el agua no es el ideal para los seres vivos lo que no les permite vivir y se descomponen.

Fósforo total

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 1.63 mg/L. Sobre la cual la Norma ambiental sobre la calidad de aguas superficiales y costeras nos dice que el valor máximo aceptable es de 0.025 mg/L para la clase A y B y para la clase C es de 0.1 mg/L.

Altos niveles de fosforo, en combinación con las temperaturas altas y la luz solar, estimula el crecimiento de algas. Durante el día, las algas contribuyen oxígeno al agua. Durante la noche, las algas utilizan el oxígeno en el agua para la respiración. Cuando grandes cantidades de algas mueren, su descomposición consume mucho oxígeno, Lo que genera un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la biodiversidad. Factor que es mejor conocido como Eutrofización.

Sólidos disueltos totales

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 282 mg/L. Sobre la cual la Norma ambiental sobre la calidad de aguas superficiales y costeras nos dice que el valor máximo aceptable es de 1000 mg/L para la clase A y B y para la clase C es de 5000 mg/L. Resultados altos se traduce en sabor indeseable que podría ser salado, amargo o metálico. También podría indicar la presencia de minerales tóxicos.

Un SDT elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de SDT pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta.

Sólidos suspendidos totales

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 54 mg/L. Sobre la cual el Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, no nos rige ningún parámetro. Sin embargo, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la Republica de Colombia, nos dice que el valor máximo aceptable es de 200 mg/L para aguas superficiales. Por lo que podemos decir que se encuentra dentro del rango.

Altas concentraciones de sólidos en suspensión pueden depositarse en el fondo de un cuerpo de aguas, cubriendo organismos acuáticos, huevos, o larvas de macro invertebrados. Este depósito puede impedir la transferencia de oxígeno y resultar en la muerte de los organismos enterrados bajo esta capa.

También disminuyen la eficacia de agentes desinfectantes del agua potable; por proveer a los microorganismos de un sitio protector frente la presencia de desinfectantes.

pH

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 7.49. Sobre la cual la Norma ambiental sobre la calidad de aguas superficiales y costeras nos dice que el valor máximo aceptable es de 6.5 – 8.5 para la clase A y B y para la clase C es de 5.0 – 10.0. Por lo que podemos decir que se encuentra dentro del rango, aunque ha de ser así porque como se puede visualizar en los resultados de los coliformes totales, lo que más posee esta agua, son desechos residuales, y el pH de las heces fecales es ligeramente ácido.

Sin embargo, valores de pH por debajo de 6.5 podría indicar agua corrosiva la cual puede movilizar metales en tuberías.

Nitrógeno total

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de 14.6 mg/L. Sobre la cual el Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, no nos rige ningún parámetro. Sin embargo, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la Republica de Colombia, nos dice que el valor máximo aceptable es de 20 mg/L. Por lo que podemos decir que el nitrógeno total se encuentra dentro del rango.

Altos niveles del mismo, en conjunto con el fosforo, podrían ser causantes del crecimiento de algas.

Sólidos Sedimentales

El resultado del ensayo de laboratorio sobre las muestras de las aguas superficiales de la cañada fue de ≥ 0.1 mg/L. Sobre la cual el Ministerio de medio ambiente y recursos naturales, no nos rige ningún parámetro. Sin embargo, el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la Republica de Colombia, nos dice que el valor máximo aceptable es de 0.00285 mg/L. A lo que los resultados son más de 35 veces el valor permisible.

Este tipo de sólidos son los que se alojan en el lecho de la cañada por acción de la gravedad, la acumulación de estos solidos afecta el caudal natural del agua por tanto la auto-limpieza de la cañada se ve interrumpida.

CONCLUSIÓN

La contaminación de la cañada de La Yuca de los Ríos es evidente y comprobable; y es una cuestión que amerita nuestro tiempo y análisis ya que está afectando en gran manera la población cercana a ésta en todos los sentidos.

Luego de ser observada y examinada, determinamos que un alcantarillado sanitario condominial es un potencial aporte para la reducción significativa de la contaminación de este elemento de nuestra naturaleza que, por ignorancia del hombre ha sido explotada y modificada negativamente, un hecho causante de esto es la descarga de agua residuales de los habitantes colindantes, un 98% de nuestra muestra arroja sus aguas negras a la cañada, éste es uno de los principales responsables de la infección de la misma.

Pudimos concluir que nuestro diseño es una propuesta favorable para la zona ya que su ejecución sería económica y además de esto sencilla de construir lo cual evitaría la necesidad de contar con especialistas para la terminación del proyecto.

En caso de ser tomado en cuenta nuestro diseño con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, se solucionará las condiciones de insalubridad y contaminación que podrían producirse en un futuro. Contribuirá a elevar el nivel de vida de sus habitantes, ya que está cooperará con la salud y el medio ambiente.

Las aguas manejadas a través de nuestro sistema serán dirigidas a un alcantarillado sanitario principal ubicado en la avenida Coronel Fernández el cual descarga sus aguas residuales en una planta de tratamiento donde las aguas pueden

ser debidamente tratadas. Y otra parte, a la misma red, pero la siguiente ubicada en la calle G.

La topografía de la zona es ligeramente accidentada, además de esto las franjas de circulación para los habitantes son estrechas y no poseen ningún criterio de diseño ni rumbo por lo que nuestro análisis encaja perfectamente.

Gracias a la muestra de agua analizada en laboratorio pudimos fundamentar la necesidad de nuestro análisis ya que a través de este medio verídico fue posible determinar la contaminación de la cañada haciendo comparaciones entre los parámetros establecidos por la normativa del ministerio de medio ambiente y recursos naturales. Un valor sumamente importante que destaca el estado de la cañada es el del DBO₅ el cual resultó ser 50 mg/L sobrepasando los límites establecidos por la norma como son 2 mg/L y 5 mg/L para las clases de agua A y B.

En el transcurso de nuestro estudio pudimos determinar que no sólo es necesario un diseño de alcantarillado sanitario condominial para la región afectada, sino también es necesario concientizar a la población de cómo reducir la contaminación de la cañada modificando sus hábitos de generación y desecho de residuos ya que un 44% de personas arroja basura en la cañada. A esto se le suman, los residentes de las zonas aledañas, a quienes, durante el levantamiento, pudimos ver lanzando las bolsas de basura, hacia la cañada.

RECOMENDACIONES

- Para la zona de estudio sería bastante prudente considerar la ejecución del diseño de alcantarillado sanitario condominial para resolver la problemática sanitaria del lugar.
- Las personas que no poseen cámara desgrasadora deben considerar colocarlas en sus viviendas para poder disfrutar del alcantarillado.
- Una recomendación sumamente importante es la concientización de los pobladores acerca del impacto ambiental negativo que están provocando con sus acciones en su entorno.
- Cada domicilio debe poseer una cámara de inspección para el debido mantenimiento de las tuberías en caso de ser necesario.
- Se sugiere la colocación de colectores de basura de fácil acceso para que los habitantes del área puedan depositar sus desechos en éstos dispositivos y de esta manera reducir la contaminación por desechos sólidos de la cañada.
- Para la construcción de los sistemas de alcantarillado se recomienda utilizar el tipo de tubería que se planteó en el diseño.
- Para estudios posteriores una opción para reducir el impacto ambiental de la cañada es el diseño de una pequeña planta de tratamiento en uno de los bordes de la trayectoria de la cañada que no afecte las propiedades de los habitantes.
- Se recomienda la remoción de desechos sólidos de la cañada para que su caudal natural no se vea afectado y pueda limpiarse naturalmente.

- Sería de mucha utilidad aplicar alcantarillados sanitarios condominiales en áreas cercanas y similares a la zona de estudio que al igual que estas no disponen de una red para descargar sus residuos y lo hacen directamente a la cañada.

BIBLIOGRAFÍA

Arnáiz, C. (2000). *ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES*.

Barba Ho, L. (2002). *CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA*.

CAASD, CORPORACION DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE SANTO DOMINGO. (s.f.). *NORMA DE DISEÑO*. SANTO DOMINGO.

CAESB. (2015). *Sistema Condominial*. Brazil.

Calderin Almonte, O. (2016). *Trabajo de grado, Analisis Fisico-Quimico y Bacteriologico del tramo Seleccionado del Rio Isabela*. Santo Domingo.

Cruz, A. M. (2008). *Caracterización y tratamiento de aguas residuales*.

CRUZ, A. M. (2008). *CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*.

EPM. (2009). *Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*. Medellin.

Espigares García, M., & Pérez López, J. (2006). *Aguas residuales. composición*. Santo Domingo.

Galvan Luciano, E., & Camilo, V. (2016). *Diseño de alcantarillado sanitario de las viviendas que contaminan el rio Yaque del Norte en Jarabacoa-Manabao*. Santo Domingo: UNPHU.

Garrido, C. P. (2013). *TRATAMIENTO DE AGUAS*.

Grajales G., T. (2000). *Tipos de Investigacion*.

INAA, I. N. (2015). *Normativa Alcantarillado Sanitario Condominial - Guia para la Movilización Técnica y Social*. Nicaragua .

Listin Diario , L. (3 de 11 de 2010). *La CAASD retira toneladas de sedimentos cañada de Los Rios* .

Lopez Cualla, R. (2007). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. 2da. Ed. Colombia.

Martínez López, L., & Domínguez Gómez, R. (2016). *Solución ambiental de la cañada de Arroyo Hondo desde la calle Paseo del Arroyo hasta la planta de tratamiento de Altos de Arrollo Hondo II*. Santo Domingo.

Medio Ambiente, M. (2010). *Norma ambiental sobre calidad del agua y control de descargas*. Santo Domingo.

Melo, J. C. (2009). *Sistema Condominial, una respuesta al desafío de la universalización del Saneamiento* . Brasilia .

Mendez Flores, S. (2011). *Diseño del Alcantarillado Sanitario y Pluvial y tratamiento de Aguas Servidas de la Urbanización San Emilio*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones . (2010). *R-008 Reglamento para el Diseño y la Construcción de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones* . Santo Domingo Rep Dom .

Quiroz Ruiz , H. (2012). *DBO y Microflora de Aguas Residuales* . Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo .

Ramos Olmos, R. (2002). *Agua en el medio ambiente, muestreo y análisis*. Santo Domingo.

ROMO, M. A. (2001). *ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO EN AGUAS NATURALES Y RESIDUALES*.

Sampieri, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico.

Sosa Concepción, J., Jhonson Metivier, Y., & Montes de Oca de la Rosa, J. (2007). *Saneamiento de la cañada Arroyo Hondo*. Santo Domingo.

Universidad del Valle , F. (s.f.). *Conceptos basicos de la contaminacion del Agua y parametros de medicion*.

PÁGINAS WEB

- ❖ <http://redatam.one.gob.do/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=ENH2015&MAIN=WebServerMain.inl>
- ❖ <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- ❖ <http://159.90.80.55/tesis/000155546.pdf>
- ❖ <https://books.google.com.do/books?id=b8l-xhcHPEYC&pg=PA122&dq=materia+inorg%C3%A1nica+aguas+residuales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiSqKzVkZPVAhWD7SYKHcRdDoMQ6AEIMDAD#v=onepage&q=materia%20inorg%C3%A1nica%20aguas%20residuales&f=false>
- ❖ <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/solidos-disueltos-totales-tds/>
- ❖ <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/Caracterizacion%20y%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales.pdf;jsessionid=A26813EAF4F68EF877E244E6915837C0?sequence=1>
- ❖ http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
- ❖ https://books.google.com.do/books?id=lsgrGBGIGeMC&pg=PA51&dq=olor+del+agua+residual&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=olor%20del%20agua%20residual&f=false
- ❖ <http://tgrajales.net/investipos.pdf>

- ❖ http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamientodeaguas_manualprac.pdf
- ❖ http://www.bibliotecagbs.com/archivos/ta_199.pdf
- ❖ <http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/NMX-AA-quimiscosorg.pdf>
- ❖ <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8080/Anexo.pdf>
- ❖ <https://www.one.gob.do/demograficas/proyecciones-de-poblacion>
- ❖ <https://www.scribd.com/doc/147294050/METODOS-PARA-CALCULAR-LA-POBLACION-FUTURA>

Anexos

Anexo No. 1 CD

Documentos anexados:

- Archivo .csv
- Planos en PDF
- Resultados del Laboratorio de Aguas

Anexo No. 2: EJEMPLO DE ENCUESTA



Encuesta para el Diseño de Alcantarillado Sanitario Condominial Sector "La Yuca de los Ríos"

No. de Lote

A. Caracterización del Lote

Casa No. _____ Calle / Callejón: _____

Referencias de Ubicación: _____

B. Datos del Encuestado

Nombre: _____

Edad: _____ Ocupación: _____

C. Datos de Vivienda

	Hombres:	Mujeres:	TOTAL
No. Personas que habitan			

¿Dónde descargan sus aguas negras?

Alcantarilla Cañada Lo desconozco

¿Con qué frecuencia usan el baño?

Una vez al día 2 veces al día 3 veces al día o más

¿Qué hace con la Basura Habitualmente?

La quemo La echo a la cañada La coloco donde le recoja el camión de la basura

Si echa la basura a la Cañada es porque: _____

D. Croquis de Ubicación

Casa: _____ Zona Húmeda: _____

E. Opinión Personal

	SI	NO
¿El agua sucia se puede botar en la calle?		
¿Se puede utilizar el agua del río para tomar?		
¿El alcantarillado puede evitar enfermedades?		
¿La basura se puede botar a la calle?		
¿Es bueno quemar la basura?		

Anexo No. 3: HOJA DE CÁLCULO DE DOTACIÓN

Poblacion Futura

Poblacion Actual	1062	hab
Tasa de Crecimiento P.	1.32	%
Periodo de Diseño	30	años
Poblacion Futura	1573.91	hab
Poblacion Futura	1574	hab

Ctd de Cafeterias	1	Ud
-------------------	---	----

Area Verde	75.6	m2
------------	------	----

Dotacion Total

Dotacion Domestica	150	lt/hab/dia
Dotacion Cafeteria	1500	lt/dia
Dotacion Area Verde	2	lt/dia-m2

Calculo Caudal Medio Diario

Qmed/dia(AP)	2.75175	lps
--------------	---------	-----

Fr	0.8	
Qmed/dia(AR)	2.2014	lps

Calculo Caudal Maximo Horario

F	1.32056	
Qmax/horario(AR)	2.90708	lps

Calculo Caudal por Conexiones Erradas

Qe	0.29071	lps
----	---------	-----

Calculo Caudal Infiltracion

Longitud Total	0.45853	km
Tuberias termoplastico	20	m3/km*dia
Qinf	9.1706	m3/dia
Qinf	0.10614	lps

Caudal de Diseño

Qinf	0.10614	lps
Qe	0.29071	lps
Qmax/horario(AR)	2.90708	lps

Qdiseño 3.30393 lps

Anexo No. 5: PLANOS

Anexo No 6: RESULTADOS DE LA ENCUESTA

RESULTADOS DE ENCUESTA		
		Ctd.
1	¿Posee conexión de agua potable?	
	SI	120
	NO	4
2	¿Posee conexión de aguas negras?	
	SI	3
	NO	121
3	¿Posee baño?	
	SI	124
	NO	0
4	¿Posee fregadero?	
	SI	119
	NO	5
5	¿Posee cámara desgrasadora?	
	SI	119
	NO	5
6	¿Vuelven a utilizar el agua ya usada?	
	SI	124
	NO	0
7	¿Para qué?	
	Bajar inodoro	109
	Echar agua	12
	Trapear	3

8	¿Dónde descargan sus aguas negras?	Alcantarilla	0
		Cañada	121
		Lo desconozco	3
9	¿Con qué frecuencia usan el baño?	Una vez al día	0
		2 veces al día	52
		3 veces al día o más	72
10	¿Qué hace con la basura habitualmente?	La quemo	0
		La echo a la cañada	55
		La coloco donde la recoja el camión de la basura	69

PREGUNTA NO. 1

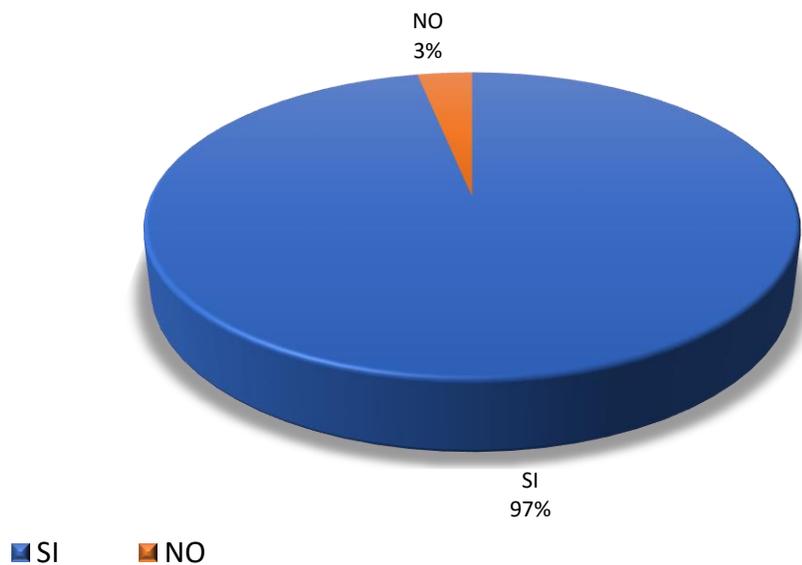
¿Posee conexión de agua potable?

Ctd

SI 120

NO 4

¿Posee conexión de agua potable?



PREGUNTA NO. 2

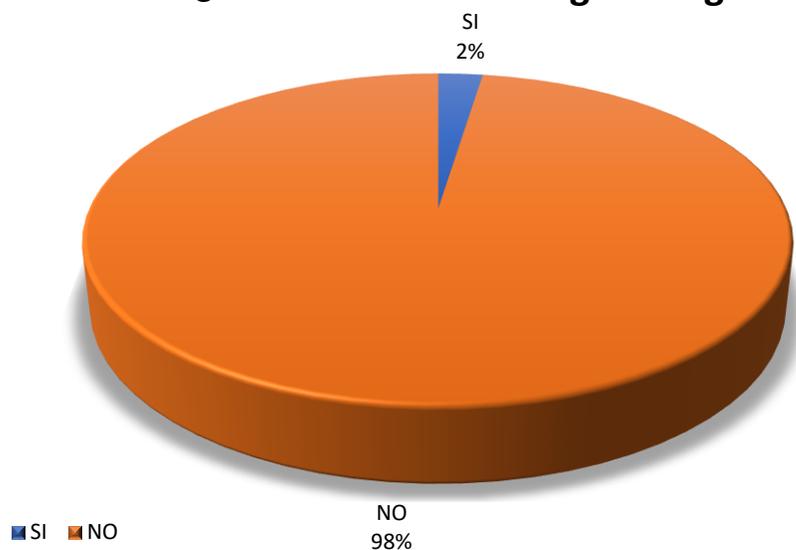
¿Posee conexión de aguas negras?

Ctd.

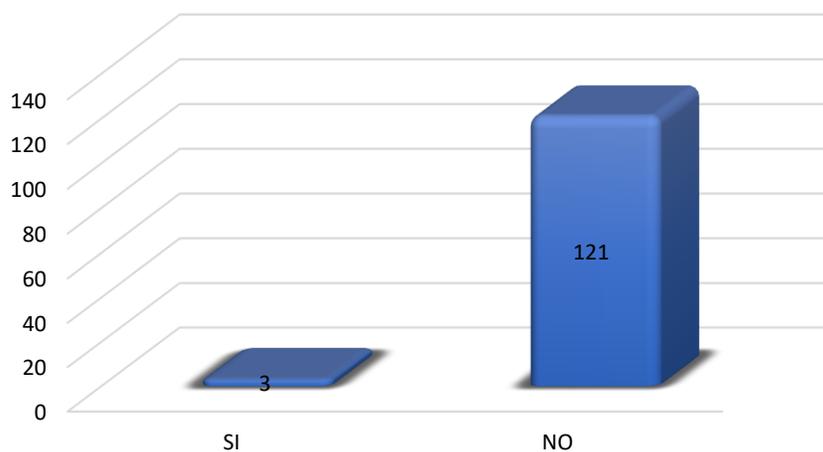
SI 3

NO 121

¿Posee conexión de aguas negras?

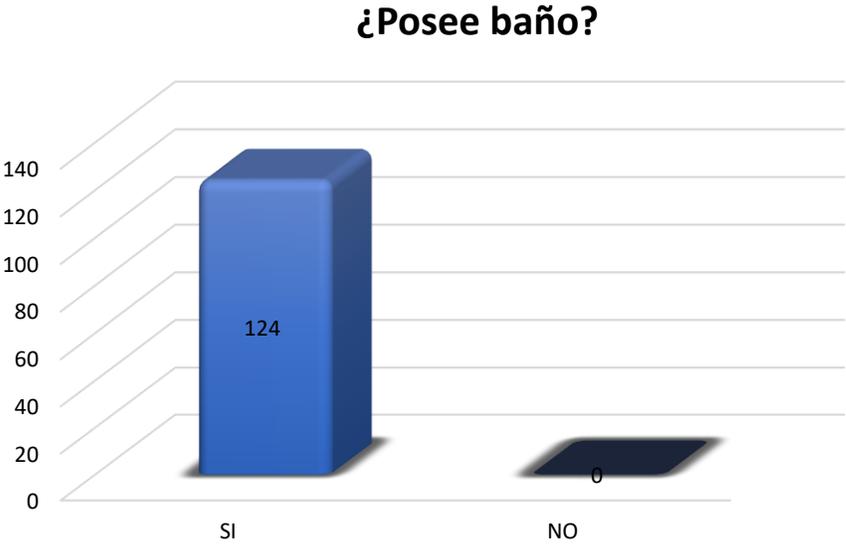
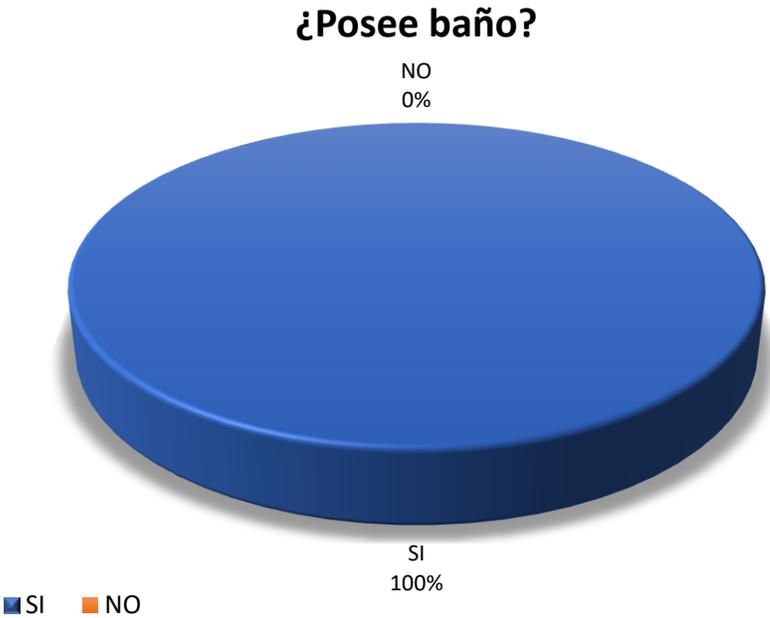


¿Posee conexión de agua negras?



PREGUNTA NO. 3

¿Posee baño?	Ctd.
SI	124
NO	0

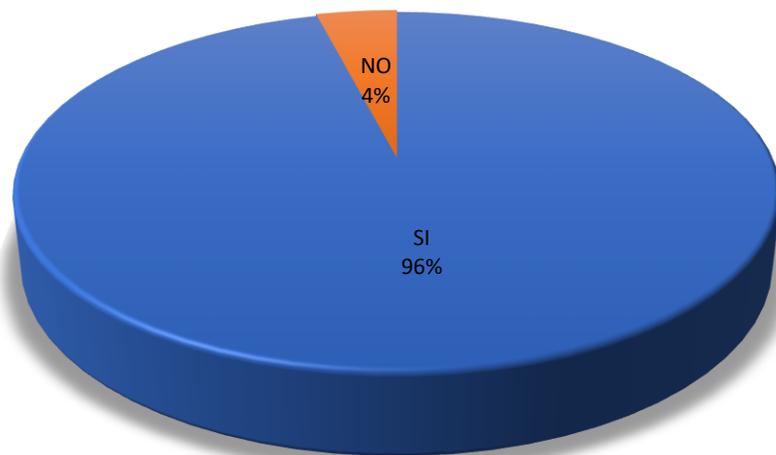


PREGUNTA NO. 4

¿Posee fregadero?

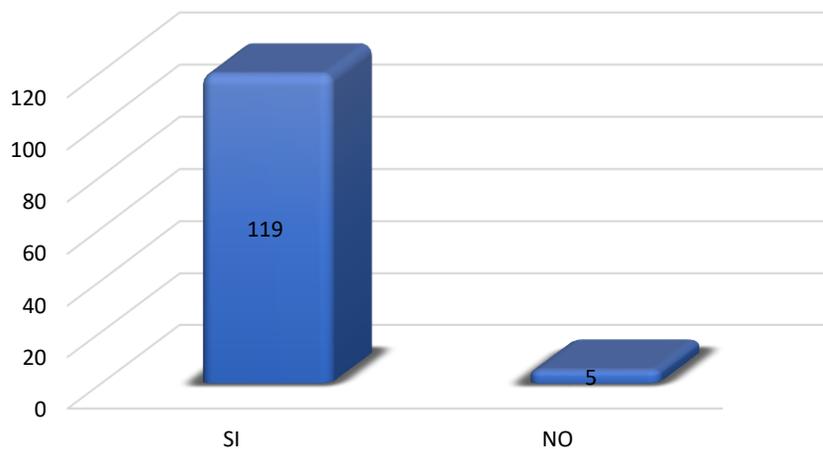
	Ctd.
SI	119
NO	5

¿Posee fregadero?



■ SI ■ NO

¿Posee fregadero?



PREGUNTA NO. 5

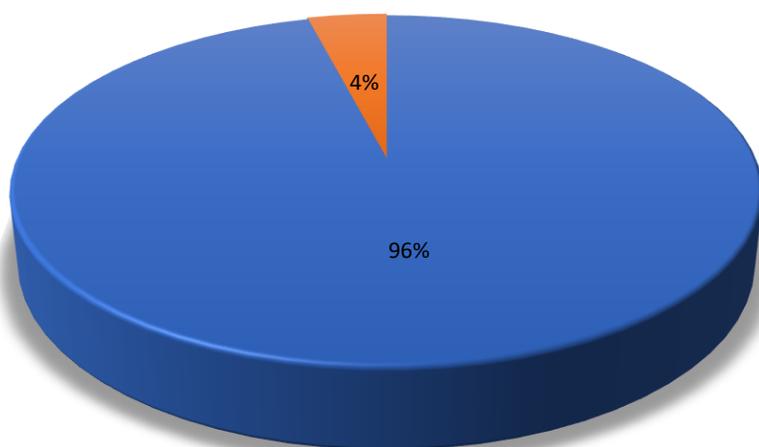
¿Posee cámara desgrasadora?

Ctd.

SI 119

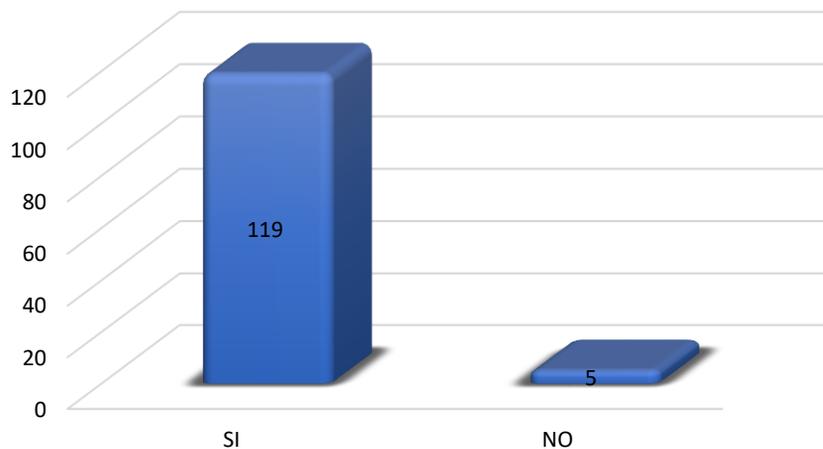
NO 5

¿Posee cámara desgrasadora?



■ SI ■ NO

¿Posee cámara desgrasadora?



PREGUNTA NO. 6

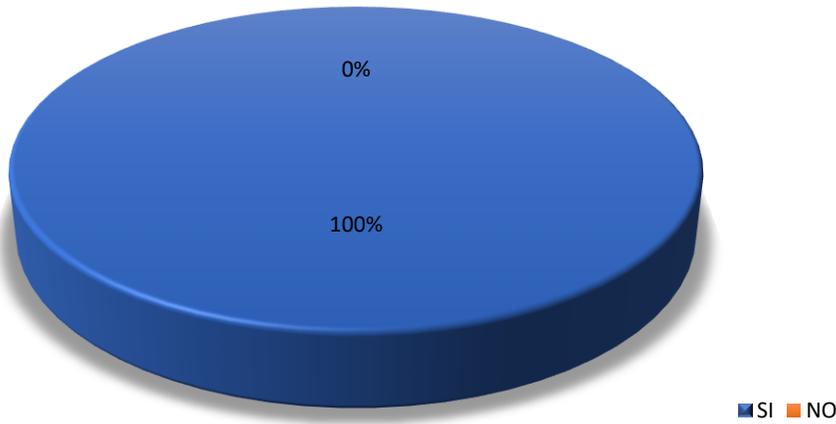
¿Vuelven a utilizar el agua ya usada?

Ctd.

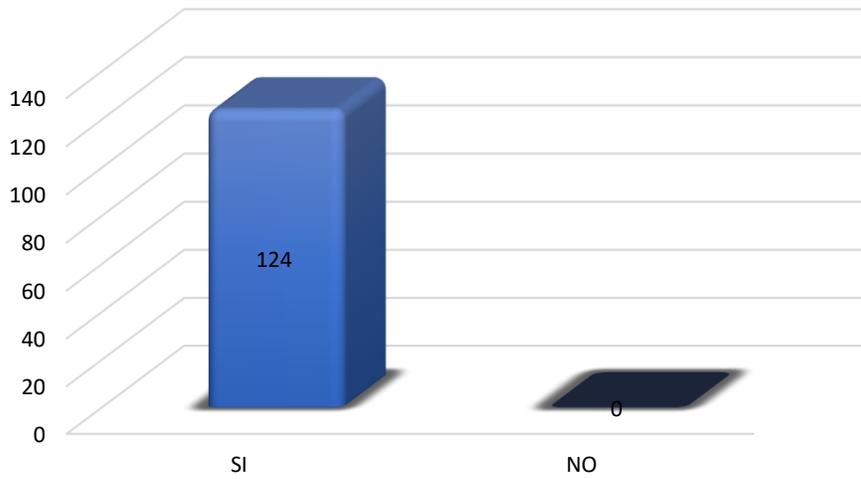
SI 124

NO 0

¿Vuelven a utilizar el agua ya usada?



¿Vuelven a utilizar el agua ya usada?



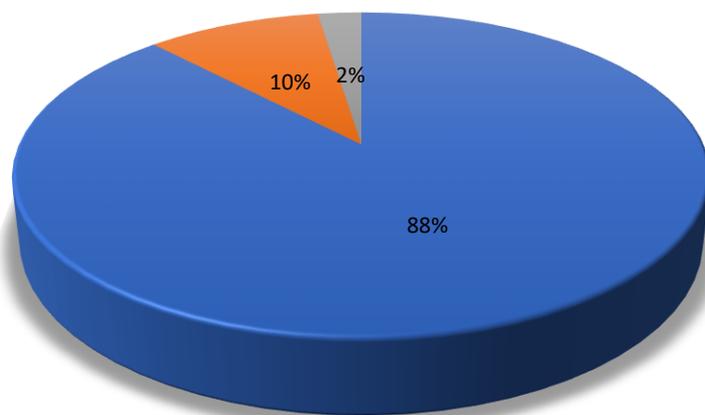
PREGUNTA NO. 7

¿Para qué?

Ctd.

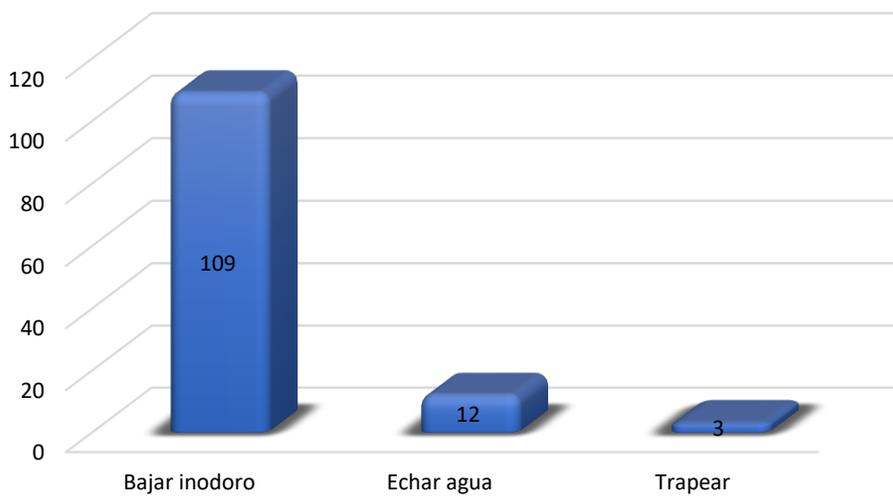
Bajar inodoro	109
Echar agua	12
Trapear	3

¿Para qué?



■ Bajar inodoro ■ Echar agua ■ Trapear

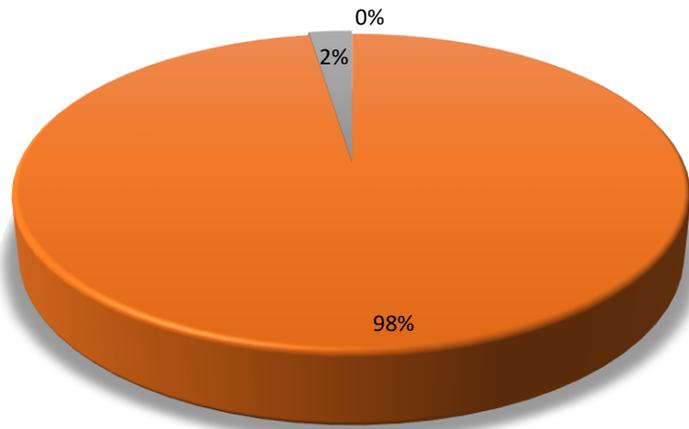
¿Para qué?



PREGUNTA NO. 8

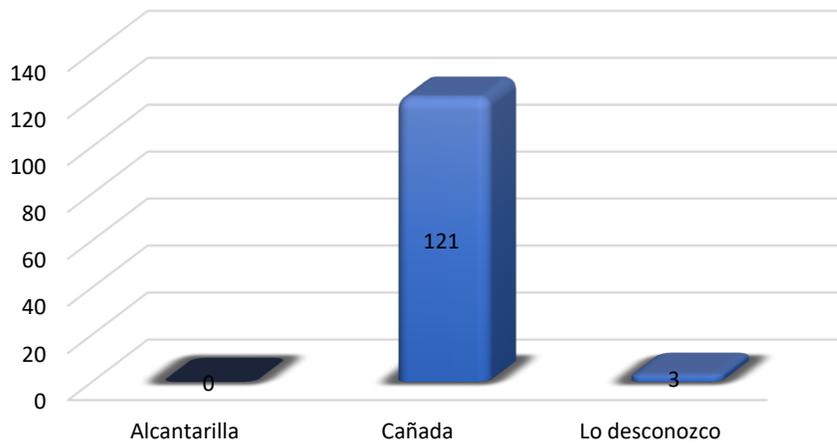
¿Dónde descargan sus aguas negras?	Ctd.
Alcantarilla	0
Cañada	121
Lo desconozco	3

¿Dónde descargan sus aguas negras?



■ Alcantarilla ■ Cañada ■ Lo desconozco

¿Dónde descargan sus aguas negras?



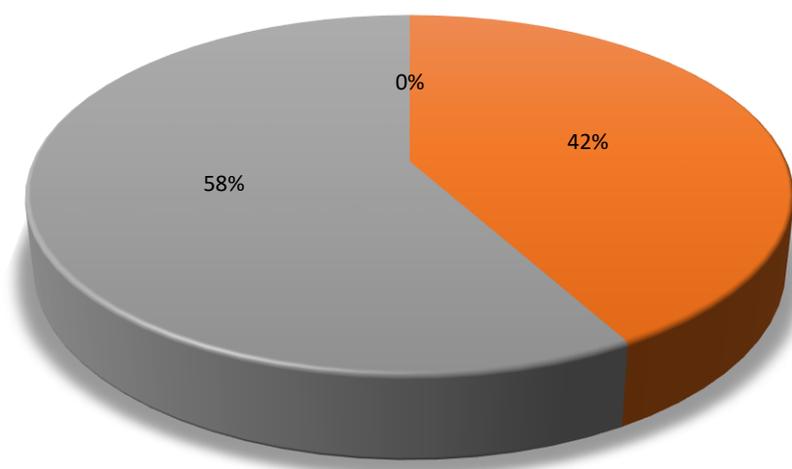
PREGUNTA NO. 9

¿Con qué frecuencia usan el baño?

Ctd.

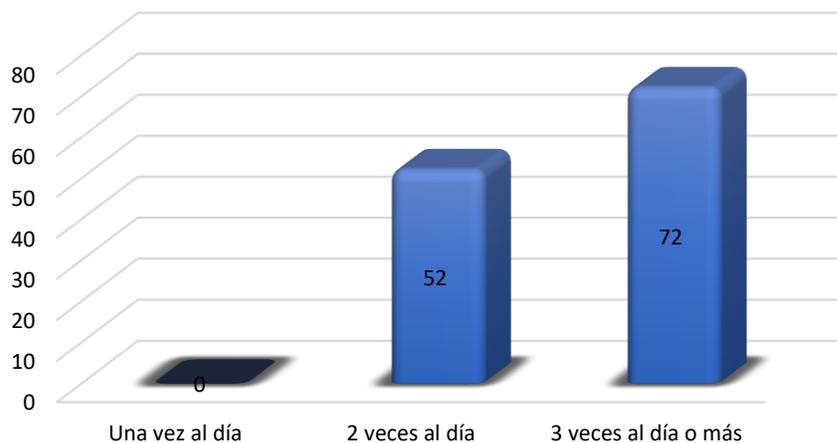
Una vez al día	0
2 veces al día	52
3 veces al día o más	72

¿Con qué frecuencia usan el baño?



■ Una vez al día ■ 2 veces al día ■ 3 veces al día o más

¿Con qué frecuencia usan el baño?

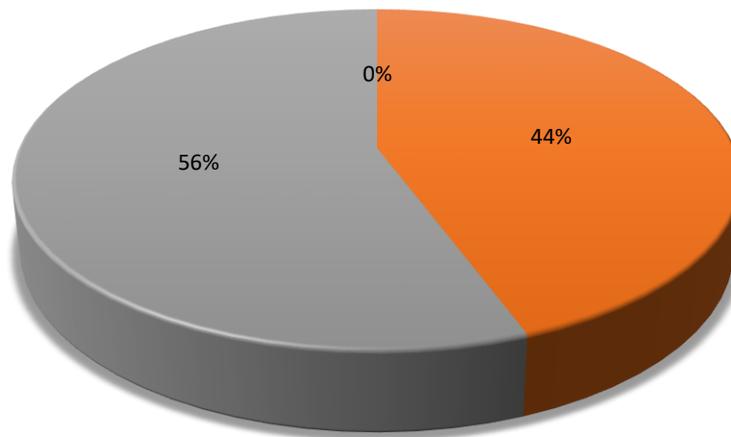


PREGUNTA NO. 10

¿Qué hace con la basura habitualmente?

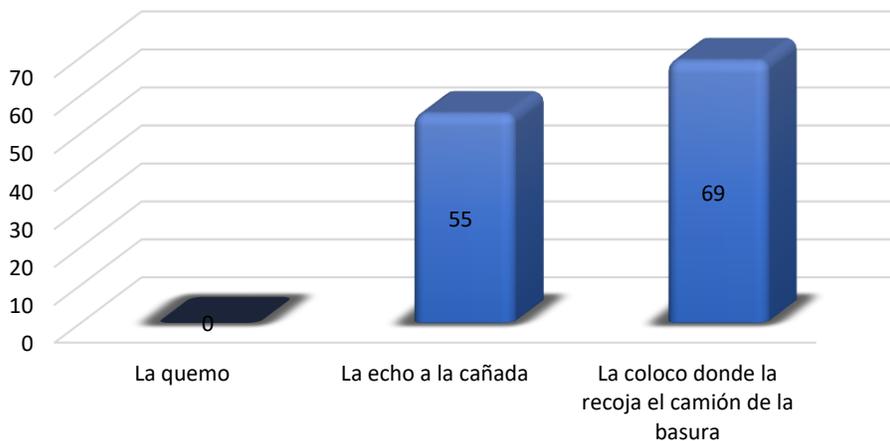
	Ctd.
La quemo	0
La echo a la cañada	55
La coloco donde la recoja el camión de la basura	69

¿Qué hace con la basura habitualmente?



■ La quemo ■ La echo a la cañada ■ La coloco donde la recoja el camión de la basura

¿Qué hace con la basura habitualmente?



Anexo No 7: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LABORATORIO

Anexo No.8. Imágenes referentes al estado ambiental de la cañada del sector La Yuca de los Ríos, zona de análisis para el diseño del sistema e imágenes de la toma de muestra del agua contaminada.









