



**Diseño, construcción e impacto positivo de unidades sanitarias en la zona rural del
municipio de La Cruz – Nariño**

Nicolás Muñoz Molina

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor

Juan Carlos Obando Fuertes, Doctor (PhD)

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Cita	(Muñoz Molina, 2021)
Referencia	Muñoz Molina. N (2021). <i>Diseño, construcción e impacto positivo de unidades sanitarias en la zona rural del municipio de La Cruz – Nariño</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Julio César Saldarriaga Molina.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

1	Resumen.....	7
2	Abstract.....	8
3	Introducción.....	9
4	Objetivos.....	10
	4.1 Generales.....	10
	4.2 Específicos.....	10
5	Marco Teórico.....	11
6	Metodología.....	13
	6.1 Revisión de la literatura:.....	13
	6.1.1 Trampa de grasa.....	13
	6.1.1.1 Dimensiones.....	13
	6.1.1.2 Caudal de aguas residuales.....	14
	6.1.1.3 Relación Largo-ancho.....	16
	6.1.1.4 Caudal de aguas grises.....	16
	6.1.1.5 Cálculo del tiempo de retención.....	16
	6.1.2 Tanque séptico y filtro anaerobio de flujo Ascendente.....	17
	6.1.2.1 Población Que Atender.....	17
	6.1.2.2 Volumen Útil.....	17
	6.1.2.3 Profundidad útil del pozo séptico.....	19
	6.1.2.4 Relación largo-ancho.....	20
	6.1.2.5 Número de Cámaras.....	21
	6.1.3 Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)......	22
	6.1.3.1 Volumen del lecho filtrante requerido.....	23
	6.1.4 Análisis de infiltración.....	25
	6.1.4.1 Permeabilidad del Suelo.....	25
	6.1.4.2 Ensayo de infiltración.....	25
	6.1.5 Tanque de abastecimiento.....	33
	6.2 Seguimiento del proyecto.....	33

6.3	Apoyo técnico	35
6.4	Visitas técnicas.....	37
6.5	Ejecución del proyecto.....	38
	6.5.1 Proceso constructivo de una unidad sanitaria.	38
7	Análisis de resultados	47
7.1	Clase de terrenos.	47
7.2	Ajuste cantidades de obra	48
7.3	Sugerencias constructivas	50
	7.3.1 Suministro e instalación perfil metálico soporte estructura (incluye pintura y anticorrosivo).....	50
	7.3.2 Concreto de 3000 psi lavadero.....	51
	7.3.3 Suministro e instalación tubería PVC sanitaria 2"	51
7.4	Impacto del proyecto.....	51
7.5	Diseño de la unidad Sanitaria en Revit.....	53
	7.5.1 Diseño Arquitectónico	53
	7.5.2 Diseño Hidrosanitario	56
	7.5.3 Diseño Estructural.....	58
8	Conclusiones.....	59
9	Referencias bibliográficas.....	60

Lista de tablas

Tabla 1	Dimensiones Trampa de grasas	13
Tabla 2	Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar	15
Tabla 3	Tiempos de retención.....	18
Tabla 4	Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.....	19
Tabla 5	Profundidad útil	19
Tabla 6	Dimensiones cámara 1 del pozo séptico	21
Tabla 7	Dimensiones cámara 2 del pozo séptico	22
Tabla 8	Dimensiones FAFA	23

Tabla 9 Determinación de la Permeabilidad del Terreno	25
Tabla 10 Proceso constructivo	41
Tabla 11 Ajustes a cantidades de obra	48

Lista de figuras

Figura 1 Perfil Trampa de grasas	14
Figura 2 Planta Trampa de grasas	14
Figura 3 Perfil Pozo séptico	20
Figura 4 Planta Pozo séptico	20
Figura 5 Perfil Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	24
Figura 6 Planta Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	24
Figura 7 Muestra 1 de ensayo de permeabilidad	26
Figura 8 Muestra 2 de ensayo de permeabilidad	27
Figura 9 Muestra 3 de ensayo de permeabilidad	28
Figura 10 Muestra 4 de ensayo de permeabilidad	29
Figura 11 Muestra 5 de ensayo de permeabilidad	30
Figura 12 Muestra 6 de ensayo de permeabilidad	31
Figura 13 Muestra 7 de ensayo de permeabilidad	32
Figura 14 Bitácora de obra	34
Figura 15 Ubicación vivienda beneficiada	35
Figura 16 Agrietamiento parte posterior de la vivienda	36
Figura 17 Unidad Sanitaria antigua	36
Figura 18 Letrinas familias beneficiadas	38
Figura 19 Tipos de terreno respecto al ensayo de permeabilidad	47
Figura 20 Antes y después del proyecto	52
Figura 21 Unidad sanitaria en 3D en Revit	53

Figura 22 Unidad sanitaria en 3D en Revit.....	54
Figura 23 Vista posterior Unidad sanitaria	54
Figura 24 Vista frontal Unidad sanitaria.....	55
Figura 25 Vista en 3D del interior de la Unidad sanitaria	55
Figura 26 Diseño hidráulico de Unidad sanitaria en 3D en Revit	56
Figura 27 Vista lateral derecha de Diseño hidráulico de Unidad sanitaria en Revit	56
Figura 28 Perfil del Diseño hidráulico del Pozo Séptico y FAFA en Revit	57
Figura 29 Perfil del Diseño hidráulico de la Trampa de grasas en Revit	57
Figura 30 Diseño estructura en Concreto de Unidad sanitaria en 3D Revit	58
Figura 31 Vista frontal Diseño estructura en Concreto de Unidad sanitaria en Revit.....	58

1 Resumen

En el municipio de La Cruz, Departamento de Nariño, las condiciones de saneamiento rural muestran deficiencias en cuanto a las estructuras de las unidades sanitarias de las viviendas y el modo de disposición de las aguas residuales producidas, las cuales no contaban con las suficientes estructuras para recibir un adecuado tratamiento; no existía un sistema de alcantarillado debido a la dispersión de las viviendas rurales del municipio, que, en la actualidad, utilizan el sistema de letrina o vierten directamente sus aguas residuales sobre una fuente hídrica, lo cual conllevaba a riesgos de la salud de los habitantes y a riesgos ambientales del suelo y las fuentes hídricas. De igual manera se han incrementado los reportes de enfermedades asociadas a estos y que afectan principalmente a la población infantil de la zona.

Para dar solución al problema detectado, se presenta a continuación el diseño y construcción de una unidad sanitaria acondicionada con un sistema de tratamiento de las aguas residuales para 105 familias de zona rural, que cumple las condiciones marcadas en la normatividad vigente; en este caso, la RAS 2000 y su última actualización en la Resolución 0330 de 2017 en cuanto a requerimientos técnicos, procura mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona rural del municipio y contribuirá al mejoramiento las condiciones ambientales en la cuenca del río Mayo.

Palabras clave: Unidad sanitaria, diseño, aguas residuales, construcción, pozo séptico.

2 Abstract

In the town of La Cruz, Nariño, the rural sanitation conditions show deficiencies in terms of the structures of the sanitary units of the houses and the way of disposing of the wastewater produced, which did not have sufficient structures to receive adequate treatment; There was no sewage system due to the dispersion of the municipality's rural dwellings, which currently use the latrine system or discharge their wastewater directly into a water source, leading to health risks for the inhabitants and environmental risks for the soil and water sources. Likewise, there have been increased reports of illnesses associated with these, which mainly affect the children in the area.

In order to provide a solution to the detected problem, the design and construction of a sanitary unit equipped with a wastewater treatment system for 105 families in rural areas is presented below, which meets the conditions set out in the current regulations; in this case, the RAS 2000 and its latest update in Resolution 0330 of 2017 regarding technical requirements, seeks to improve the quality of life of the inhabitants of the rural area of the municipality and will contribute to the improvement of environmental conditions in the Mayo River basin.

Key words: sanitary unit, design, wastewater, design, construction.

3 Introducción

Actualmente, en la zona rural del municipio de La Cruz – Nariño existen muchas familias con la necesidad de una unidad sanitaria digna para su diario vivir; por ende, a finales del año 2019 se viabilizaron recursos del municipio para poner en marcha el proyecto denominado “CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS CON TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE LA CRUZ – NARIÑO”, el cual cumple la función de desarrollarse en diferentes zonas del municipio que viven en precarias condiciones. Los beneficiarios del proyecto son las familias vulnerables que no tienen recursos para la realización de una unidad sanitaria; el proyecto busca mejorar las condiciones de estas familias, dotándolas de una unidad sanitaria con un sistema de tratamiento de aguas, el cual evite la contaminación de la tierra o fuentes hídricas cercanas a causa de aguas servidas.

Es importante recalcar que hoy en día, la comunidad opta por usar unidades sanitarias que se conectan a una cámara bajo tierra donde se vierten los desechos; este sistema al no tener un tratamiento genera una contaminación en el terreno, en las aguas subterráneas, causando un impacto negativo a la vegetación que está alrededor de las unidades sanitarias y que con el paso del tiempo se va acumulando. Además, estos sistemas en su mayoría se encuentran en condiciones no aptas para los usuarios, deteriorados o sin elementos de protección necesarios.

El proyecto parte de la iniciativa de la Administración Municipal enmarcada en los objetivos de mejorar las condiciones de saneamiento de la población, como una necesidad fundamental para un vivir digno, así como la necesidad de disminuir la contaminación que se genera actualmente por los sistemas que se emplean; para esto es necesario una unidad sanitaria dotada de un sistema de tratamiento de aguas residuales, que permita una clarificación del agua que se vierte en el suelo.

4 Objetivos

4.1 Generales

- Diseñar el sistema de saneamiento para las unidades sanitarias y contrastarlo con el propuesto del proyecto, a partir del diagnóstico en contexto.
- Describir detalladamente el proceso del proyecto desde sus inicios hasta su culminación detallando errores frecuentes en el proceso y una propuesta para capitalizarlos.
- Detallar el impacto positivo que tendrá el proyecto desde el ámbito sanitario y social.

4.2 Específicos

- Realizar visitas técnicas a los hogares de los beneficiarios para definir la localización más idónea para la construcción de la unidad sanitaria, determinando las principales necesidades durante la ejecución del proyecto.
- Replicar los planos del proyecto en 3D en el software REVIT, verificando cantidades de obra.
- Proponer soluciones ingenieriles en situaciones complejas que se presenten durante la ejecución del proyecto.
- Velar por la adecuada ejecución de la obra en relación con los planos del proyecto, con las normas Técnicas, con el cronograma determinado para la ejecución y, en general, con las condiciones establecidas legalmente con el contratista de la obra.
- Detallar el impacto positivo que tendrá el proyecto desde el ámbito sanitario y social, teniendo en cuenta el antes y el después.

5 Marco Teórico

Los conceptos principales involucrados en esta propuesta académica son los siguientes:

Presupuesto de obra: El presupuesto de obra es la estimación o predicción económica que hace referencia a la suma de las actividades o proyecto a ejecutar. Un proyecto u obra debe contar con un presupuesto, el cual está basado en precios estimados que son analizados para cada actividad y proceso a realizar; es decir, el presupuesto de una obra es la suma total de los costos directos e indirectos del proyecto. (Díaz, 2015)

Análisis de precios unitarios: Un Análisis de Precio Unitario (APU) es un Modelo Matemático muy sencillo que estima el costo por unidad de medida de una partida (\$COP/Und). Para estimar el costo se toman en cuenta los costos de los materiales, de los equipos y de la mano de obra que se requieren para ejecutar una unidad de la partida. (Chumillas, s.f.)

Bitácora: La bitácora es un registro que constituye parte inseparable del contrato de obra; su destino en las obras contratadas a precios unitarios es registrar los cambios que se efectúen o tengan que efectuarse y que modifiquen las previsiones contenidas en el programa, las especificaciones, el presupuesto y el proyecto ejecutivo, que son los anexos técnicos del contrato y también forman parte inseparable del mismo. (Cueto, 2020).

Unidad sanitaria: Una unidad sanitaria individual está conformada por un sanitario, una ducha, un lavamanos y un lavadero. La unidad contará con sus respectivas cajas de inspección, un filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA y un campo de infiltración. (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

Tanque séptico: Sistema individual para el tratamiento de aguas residuales generadas en las actividades cotidianas de las comunidades, en el cual se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación y se estabiliza la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias. (CORANTIOQUIA , 2009)

BIM (Building Information Modeling): BIM es el acrónimo de Building Information Modeling, tiene mucho que ver con la gestión de la información y no sólo con el modelado. Mucha gente piensa aún que el BIM es un software; frecuentemente escuchamos hablar de BIM como si fuera Revit, Archicad, o cualquier otra plataforma de las muchas que hay en el mercado. Es

importante aclarar que BIM no es un software, aunque obviamente el software forma parte del BIM. Este nuevo método de trabajo, integra a todos los agentes que intervienen en el proceso de edificación, arquitectos, ingenieros, constructores, etc., y establece un flujo de comunicación transversal entre ellos, generando un modelo virtual que contiene toda la información relacionada con el edificio durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, durante su construcción y toda su vida útil, hasta su demolición. (KAIZEN , s.f)

REVIT: Es un programa de diseño de alta gama lanzado al mercado en el año 2000 que llegó para revolucionar el modelado BIM (Building Information Modeling) o como indica su nombre en español, modelado de información de construcción, ya que con Revit de AutoDesk no solo estarás dibujando, sino que estarás construyendo en digital.

Con el software Revit de la familia AutoDesk cada forma de la estructura que se diseña se convierte en un parámetro que luego pasa a ser una familia de elementos que forman parte del diseño completo. Con este programa no trabajas cada forma, contorno u objeto de la estructura por separado, sino que creas una familia paramétrica para cada elemento. (Quispe, 2021)

Aguas grises: Son los desechos líquidos generados en el lavamanos, la ducha, el lavaplatos y el lavadero de la vivienda. Son llamadas aguas jabonosas y por principio contienen muy pocos microorganismos patógenos. (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA): Los Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente (FAFA) son filtros que permiten la refinación del tratamiento del agua posterior a un tratamiento en pozo séptico o funcionando como unidad independiente. El medio filtrante por el cual pasa el agua puede estar compuesto de estructuras plásticas o puede ser de una capa filtrante de piedras, como la grava. Sobre este medio se genera una superficie de material biológico que, mediante la degradación biológica, trata el agua. Resulta sumamente efectivo tras un previo tratamiento en pozo séptico. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S, s.f)

Letrina: Lugar destinado en las casas para verter las inmundicias y expeler los excrementos. (Real Academia Española, 2021)

6 Metodología

En esta parte del proyecto, se describen las acciones realizadas en cada uno de los siguientes pasos: revisión de la literatura, seguimiento del proyecto, apoyo técnico, visitas técnicas y ejecución del proyecto.

6.1 Revisión de la literatura:

Es uno de los ítems más importantes de la metodología, ya que se tienen en cuenta muchos factores para el diseño de los elementos para el tratamiento de aguas residuales de la unidad sanitaria; por otra parte, se da a conocer la metodología BIM (Building Information Modeling) la cual fue realizada en el software REVIT. Lo anteriormente mencionado se lo hace para contextualizar el objeto de este trabajo.

Con respecto al diseño de los elementos para el tratamiento de aguas residuales, se deben tomar en cuenta aspectos y datos fundamentales que se encuentran en la resolución 0330 de 2017 del RAS 2000; a continuación, se dan a conocer algunos de estos.

6.1.1 Trampa de grasa

6.1.1.1 Dimensiones

Tabla 1

Dimensiones Trampa de grasas

Dimensión	Longitud (m)
Largo total	1,04
Largo útil	0,8
Ancho total	0,74
Ancho útil	0,5
Altura útil	0,4
Altura borde libre	0,3
Altura total	0,7

Para la trampa de grasa se diseña una estructura de 0.50 m de ancho útil por 0.80 m largo útil y 0.4 m de profundidad de lámina de agua, con tapa de concreto reforzado removible, con capacidad aproximada de 0.16 m³, con entradas y salidas en tubería de diámetro 2", sumergidas y diferente altura, de entrada y salida, lo que hace que el material graso flote, para ser retirado periódicamente.

Los planos se muestran a continuación.

Figura 1

Perfil Trampa de grasas

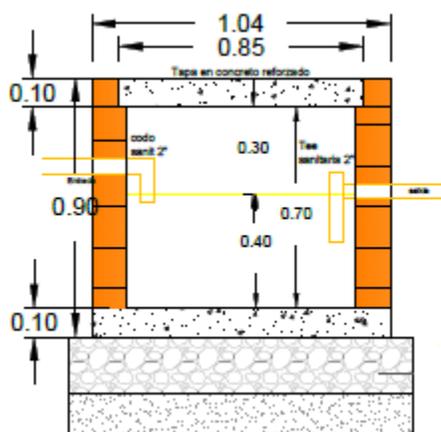
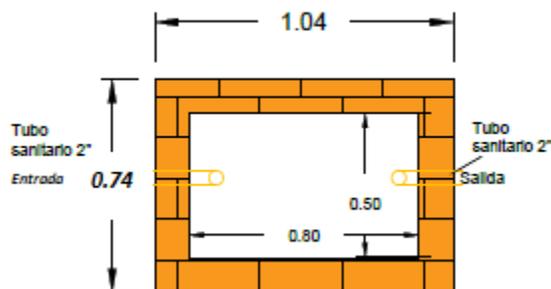


Figura 2

Planta Trampa de grasas



6.1.1.2 Caudal de aguas residuales

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400} \quad (1)$$

Donde:

$$D_{NETA} = \text{Dotación neta de agua potable proyectada por habitante} \left(\frac{L}{\text{hab} * \text{día}} \right)$$

P = Número de habitantes proyectados al periodo de diseño

R = Coeficiente de retorno

Con respecto a la Dotación neta por habitante se toman en cuenta los valores de la tabla 1 del artículo 43 de la Res. 0330 de 2017, donde especifica que para un hogar que se encuentre por encima de los 2000 m.s.n.m, este valor será de 120 L/(hab*día), por otra parte, el número de habitantes por hogar es de 4; por último, el coeficiente de retorno se toma como 0,85 ya que no existen datos tomados en campo, como especifica dicha resolución.

Tabla 2

Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Fuente. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2017)

A continuación, determinamos el Caudal de diseño de aguas residuales en la ecuación (1)

$$Q_D = \frac{0,85 * 4 * 120}{86400} = 0,00472 \text{ l/s}$$

En el diseño hidráulico se adoptó una altura útil de 0,40 m; dicha altura cumple con lo requerido en el artículo 172 de la resolución 0330 de 2017 en donde se estipula como altura útil mínima de 0,35 m.

6.1.1.3 Relación Largo-ancho

En el artículo anteriormente mencionado se estipula que la relación largo-ancho del área superficial de la trampa de grasa deberá estar comprendida entre 1:1 a 3:1

$$\text{Relación Largo} - \text{Ancho} = \frac{L}{A} = \frac{0,8 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 1,6$$

Con respecto a este ítem el diseño hidráulico cumple con lo estipulado.

$$1 : 1 < 1,6 : 1 < 3 : 1$$

Con las dimensiones ya obtenidas procedemos a calcular el volumen útil de la trampa de grasa.

$$V_{uTG} = L_{uTG} * A_{uTG} * H_{uTG} = 0,8 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 0,4 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^3$$

6.1.1.4 Caudal de aguas grises

$$Q_{ag} = 0,65 * Q_D \quad (2)$$

$$Q_{ag} = 0,65 * 0,00472 \text{ L/s}$$

$$Q_{ag} = 0,003 \text{ L/s}$$

6.1.1.5 Cálculo del tiempo de retención

$$TRH = \frac{V_u}{Q_{ag}}$$

Convertimos las variables a unidades coherentes para definir el valor del tiempo de retención.

$$Q_{ag} = 0,003 \frac{\text{L}}{\text{s}} * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) * \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}} \right) = 0,0108 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Procedemos a calcular el tiempo de retención.

$$TRH = \frac{0,16 \text{ m}^3}{0,0108 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}} = 14,81 \text{ hr}$$

Cumple con lo requerido, de igual manera para condiciones de mantenimiento.

De acuerdo con la resolución 0330 de 2017 en su artículo 172, se establece que la trampa de grasas no se conectará al pozo séptico, sino que irá directo al campo de infiltración.

6.1.2 Tanque séptico y filtro anaerobio de flujo Ascendente

Una vez evacuadas las aguas residuales del sanitario de la unidad, se estima un tiempo de retención por un periodo aproximado de 12 a 24 horas, teniendo un proceso de sedimentación en el cual los sólidos se depositan en el fondo del tanque donde se produce una asimilación anaeróbica, de acuerdo con la Resolución 0330 de 2017 artículo 173.

6.1.2.1 Población Que Atender

El pozo séptico se calcula para un diseño y número de habitantes definidos por hogar, razón por la cual los caudales de diseño se calculan partiendo del número de habitantes promedio para el Municipio de La Cruz; de acuerdo con las visitas ya realizadas y los censos municipales, el promedio a atender en la región es de 4 habitantes por unidad sanitaria.

6.1.2.2 Volumen Útil

Según parámetros de diseño, la unidad séptica se diseña bajo el criterio de volumen útil del tanque séptico a partir de la contribución de aguas residuales, por ocupantes permanentes de clase baja para el caso que compete a sector rural.

En el título E, capítulo 7 de la RAS 2000 se estipula la siguiente ecuación para determinar el volumen útil de un pozo séptico

$$V_u = 1000 + N_c * (CT + KL_f) \quad (1)$$

Dónde:

V_u = Volumen útil en litros

N_c = Número de contribuyentes beneficiados

C = Valor de contribución de agua por contribuyente

T = Tiempo de retención de acuerdo a la contribución diaria en litros

L_f = Cantidad de lodos frescos

K = Corresponde a los valores de acumulación de lodos digeridos de acuerdo al rango de temperatura ambiente en °C

En base a la (Res 0330 de 2017) se toman los siguientes valores para las variables anteriormente mencionadas.

$N_c = 4$ Contribuyentes

$C = 120 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}$, como se especifica en la tabla 2, la cual especifica la dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar

$$L_f = 1 \frac{L}{\text{día}}$$

Tabla 3

Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	días	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,000	0.50	12

Fuente. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

$T =$ ya que el promedio es de 4 personas; se diseña para un valor de contribución diaria hasta 1.500 litros, correspondiente a 24 horas o 1 día.

Tabla 4

Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

$K = 65$, se asumió un intervalo de limpieza de 1 año para temperaturas entre los 10 y 20 °C, ya que la temperatura promedio del municipio de La cruz, Nariño oscila entre estos valores

Reemplazando en la ecuación (1), obtenemos

$$V_u = 1000 + 4 * (120 * 1 + 65 * 1)$$

$$V_u = 1740 \text{ litros, } \quad \text{volumen útil de pozo septico total}$$

6.1.2.3 Profundidad útil del pozo séptico

El pozo séptico se diseñó en forma de un paralelepípedo siguiendo las medidas internas mínimas recomendadas por la Resolución 0330 de 2017.

Tabla 5

Profundidad útil

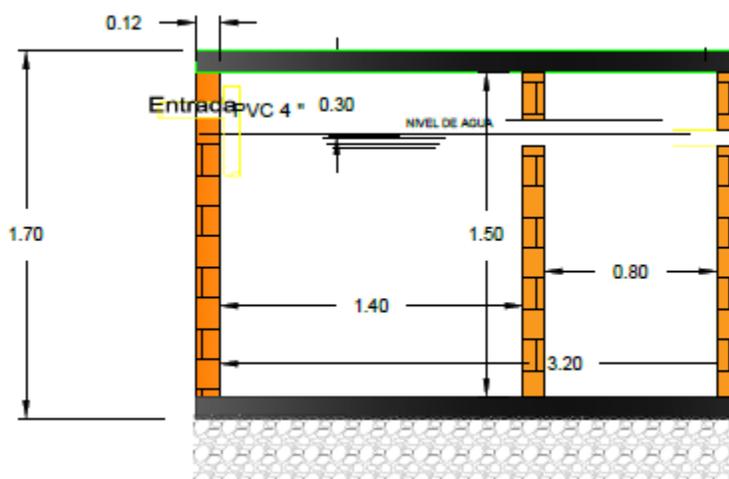
Volumen útil (m ³)	Profundidad útil mínima (m)	Profundidad útil máxima (m)
Hasta 6	1,2	2,2
De 6 a 10	1,5	2,5
Más de 10	1,8	2,8

Fuente. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2017)

A partir de volumen útil determinado anteriormente y según Tabla 5, en el diseño se asumió una profundidad útil de 1,2 m y un borde libre de 0,3 m como se muestra en el siguiente plano; por esta razón se cumple con lo estipulado en la resolución 0330 de 2017.

Figura 3

Perfil Pozo séptico



6.1.2.4 Relación largo-ancho

En el diseño, el ancho neto del pozo séptico es de 0,7 m como se muestra en la siguiente ilustración; en el artículo 173 de la Res. 0330 de 2017 se estipula que la relación largo – ancho del pozo séptico será como mínimo de 2:1 y como máximo de 5:1.

Figura 4

Planta Pozo séptico



A continuación, procedemos a calcular el largo útil del pozo séptico para poder determinar dicha relación.

En base al plano en planta del pozo séptico, tenemos que el largo útil del pozo séptico es la suma del largo útil de la cámara 1 más el largo útil de la cámara 2.

$$L_{u\ TOTAL} = L_{u\ CAMARA\ 1} + L_{u\ CAMARA\ 2}$$

Reemplazando dichos valores, obtenemos.

$$L_{u\ TOTAL} = 1,4\ m + 0,8\ m = 2,2\ m$$

Entonces,

$$Relación\ Largo - Ancho = \frac{L}{A} = \frac{2,2\ m}{0,7\ m} = 3,14$$

Con respecto a este ítem, el diseño hidráulico cumple con lo estipulado.

$$2 : 1 < 3,14 : 1 < 5 : 1$$

6.1.2.5 Número de Cámaras

El diseño cuenta con dos cámaras en serie, criterio mínimo que se especifica en el art, 173 de la Res 0330 de 2017, parámetro 3; de igual manera se debe cumplir que el volumen de la primera cámara debe ser igual a 2/3 de volumen total.

Las dimensiones para la cámara 1, se muestran a continuación.

Tabla 6

Dimensiones cámara 1 del pozo séptico

Dimensión	Longitud (m)
Largo útil	1,4
Ancho útil	0,7
Altura útil	1,2

$$V_{u1} = A_{u1} * L_{u1} * H_{u1} = 0,7\ m * 1,4\ m * 1,2\ m = 1,17\ m^3$$

$$V_{req} = \frac{2}{3} * V_u = \frac{2}{3} * 1,74\ m^3 = 1,16\ m^3$$

$$V_{u1} > V_{req}$$

$$1,17 \text{ m}^3 > 1,16 \text{ m}^3$$

El diseño cumple con lo establecido en el parámetro del artículo 173 de la Res. 0330 de 2017.

Las dimensiones para la cámara 2, se muestran a continuación.

Tabla 7

Dimensiones cámara 2 del pozo séptico

Dimensión	Longitud (m)
Largo útil	0,8
Ancho útil	0,7
Altura útil	1,10

$$V_{u2} = A_{u2} * L_{u2} * H_{u2} = 0,7 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 1,1 \text{ m} = 0,62 \text{ m}^3$$

$$V_{req} = \frac{1}{3} * V_u = \frac{1}{3} * 1,74 \text{ m}^3 = 0,58 \text{ m}^3$$

$$V_{u2} > V_{req}$$

$$0,62 \text{ m}^3 > 0,58 \text{ m}^3$$

El diseño cumple con lo establecido en el parámetro del artículo 173 de la Res. 0330 de 2017.

6.1.3 Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Con respecto a la resolución 0330 de 2017 en los artículos 173 y 175, el tanque séptico debe ir acompañado siempre de un FAFA, el cual se diseña como una cámara anexa al tanque o también una cámara independiente; en este caso, se diseñó anexa al pozo séptico. Por ende, cumple con los requerimientos de la norma.

El Caudal de diseño para las aguas residuales ya se había calculado y se obtuvo un valor de:

$$Q_D = \frac{0,85 * 4 * 120}{86400} = 0,00472 \text{ L/s}$$

$$Q_D = 0,00472 \frac{\text{L}}{\text{s}} * \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) * \left(\frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} \right) = 0,41 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

6.1.3.1 Volumen del lecho filtrante requerido

La norma en el artículo 175 estipula que por cada $0,1 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ de caudal hay entre $0,02 - 0,04 \text{ m}^3$ de lecho filtrante.

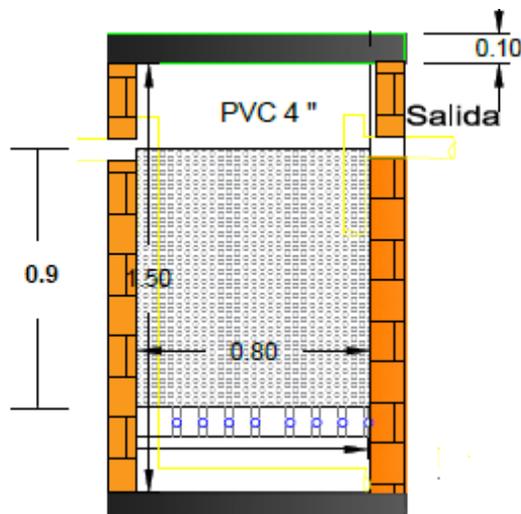
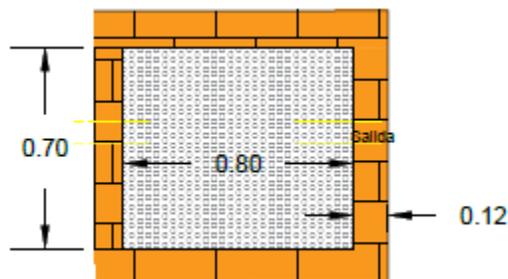
Ya que el rango está entre $0,02 - 0,04 \text{ m}^3$, tomaré el mayor valor ya que es el más crítico. Luego, el volumen del lecho filtrante es el siguiente.

$$V_{LFreq} = 0,164 \text{ m}^3$$

Tabla 8

Dimensiones FAFA

Dimensión	Longitud (m)
Largo útil	0,8
Ancho útil	0,7
Altura útil	0,9

Figura 5*Perfil Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)***Figura 6***Planta Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)*

Con respecto a los planos de diseño el Volumen del lecho de filtración es el siguiente.

$$V_{LF} = 0,7 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 0,9 \text{ m} = 0,504 \text{ m}^3$$

$$V_{LF} > V_{LFreq}$$

$$0,504 \text{ m}^3 > 0,164 \text{ m}^3$$

Ya que el volumen del lecho filtrante es mayor al requerido, se cumple a cabalidad con lo especificado en la norma.

6.1.4 Análisis de infiltración

6.1.4.1 Permeabilidad del Suelo.

Otro parámetro muy importante que se debe tener en cuenta para la ejecución del proyecto es que se debe realizar un ensayo de infiltración del suelo y así poder determinar su permeabilidad, según los criterios de la siguiente tabla:

Tabla 9

Determinación de la Permeabilidad del Terreno

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el Descenso de 1 cm.
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

Fuente. (Ministerio de Desarrollo Económico, 2000)

Se considera que cuando se presenten tiempos mayores a 12 minutos, se determinará que el terreno no es apto para la instalación del sistema de tratamiento con campo de infiltración.

6.1.4.2 Ensayo de infiltración

Para la ejecución del ensayo de infiltración se debe realizar un apique de 30 cm x 30 cm de lado y una profundidad de 60 cm por debajo de la capa vegetal; posteriormente se llena con agua y se proceden a tomar las lecturas del tiempo para un diferencial de altura. (Departamento Nacional de Planeación , 2000)

Se tomaron siete muestras en cuatro diferentes veredas de la zona rural del municipio de la Cruz Nariño.

Muestra 1

Figura 7

Muestra 1 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura= 41 cm

Segunda Lectura= 35 cm

Diferencia de lecturas: 41 cm – 35cm = 6 cm

Tiempo: 15 minutos con 14 segundos= 15,23 minutos

6,0 cm → 15,23 min

1,0 cm → x

x= Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 15,23 \text{ min}}{6,0 \text{ cm}} = 2,54 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 2 minutos con 32 segundos

Muestra 2

Figura 8

Muestra 2 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura: 40,0 cm

Segunda Lectura: 37,5 cm

Diferencia de lecturas: 40,0 cm – 37,5 cm = 2,5 cm

Tiempo: 10 minutos con 32 segundos = 10,53 minutos

2,5 cm → 10,53 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 10,53 \text{ min}}{2,5 \text{ cm}} = 4,21 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 4 minutos con 13 segundos

Muestra 3

Figura 9

Muestra 3 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura: 33,5 cm

Segunda Lectura: 32,0 cm

Diferencia de lecturas: 33,5 cm – 32,0 cm = 1,5 cm

Tiempo: 13 minutos con 40 segundos = 13,67 minutos

1,5 cm → 13,67 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 13,67 \text{ min}}{1,5 \text{ cm}} = 9,11 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 9 minutos con 7 segundos

Muestra 4**Figura 10***Muestra 4 de ensayo de permeabilidad*

Primera Lectura: 33,7 cm

Segunda Lectura: 26,8 cm

Diferencia de lecturas: 33,7 cm – 26,8 cm = 6,9 cm

Tiempo: 10 minutos con 54 segundos = 10,90 minutos

6,9 cm → 10,90 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 10,90 \text{ min}}{6,9 \text{ cm}} = 1,58 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 1 minuto con 35 segundos.

Muestra 5

Figura 11

Muestra 5 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura: 40,0 cm

Segunda Lectura: 29,2 cm

Diferencia de lecturas: 40,0 cm – 29,2 cm = 10,8 cm

Tiempo: 15 minutos con 29 segundos = 15,48 minutos

10,8 cm → 15,48 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 15,48 \text{ min}}{10,8 \text{ cm}} = 1,43 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 1 minuto con 26 segundos.

Muestra 6

Figura 12

Muestra 6 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura: 35,2 cm

Segunda Lectura: 30,0 cm

Diferencia de lecturas: 35,2 cm – 30,0 cm = 5,2 cm

Tiempo: 10 minutos con 50 segundos = 10,83 minutos

5,2 cm → 10,83 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$= \frac{1,0 \text{ cm} * 10,83 \text{ min}}{5,2 \text{ cm}} = 2,08 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 2 minuto con 5 segundos.

Muestra 7

Figura 13

Muestra 7 de ensayo de permeabilidad



Primera Lectura: 31,0 cm

Segunda Lectura: 24,3 cm

Diferencia de lecturas: 31,0 cm – 24,3 cm = 6,7 cm

Tiempo: 7 minutos con 40 segundos = 7,67 minutos

6,7 cm → 7,67 min

1,0 cm → x

x: Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm.

$$x = \frac{1,0 \text{ cm} * 7,67 \text{ min}}{6,7 \text{ cm}} = 1,14 \text{ min}$$

Siendo el tiempo de infiltración para 1 cm de altura de 1 minuto con 8 segundos.

6.1.5 Tanque de abastecimiento

En el titulo J del RAS 2000 en el literal 8.9.7.2. el cual trata sobre el Tanque para consumo diario, estipula que la capacidad mínima para una construcción en mampostería es de 200 litros; por ende, se cumple con la especificación ya que el tanque suministrado es de 250 litros.

6.2 Seguimiento del proyecto

Con respecto a las visitas realizadas diariamente en campo, se llevó a cabo la bitácora de obra para cumplir con lo estipulado en el presupuesto y en el cronograma del proyecto; la toma de evidencias fotográficas es parte fundamental del proyecto, ya que ante cualquier imprevisto es importante tener pruebas feacientes de que se ejecutó la obra de manera idónea.

En la bitácora de obra, se presenta la información importante del proyecto como el número de contrato, objeto del contrato, contratista, contratante, fecha de inicio, fecha de finalización y valor del contrato; además, la información mas relevante que tiene que ver con el beneficiario, la vereda en la que se encuentra ubicado y cada una de las actividades con su descripción .

A continuación, se presenta un ejemplo de una de las tantas bitácoras que se llevaron a cabo durante el seguimiento del proyecto.

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPACTO POSITIVO DE UNIDADES SANITARIAS EN LA ZONA...

Figura 14

Bitácora de obra

BITÁCORA DE OBRA			
	CONTRATO Nro: L.P 003-2019		CONTRATISTA: JAIRO GUILLERMO NARVAEZ BRAVO
	OBJETO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS CON TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA RURAL DISPERSA DEL MUNICIPIO DE LA CRUZ - NARIÑO		CONTRATANTE: MUNICIPIO DE LA CRUZ NARIÑO
			INTERVENTORIA: GUSTAVO ADOLFO CERÓN ORTEGA
			Fecha Inicio: 14 de Abril de 2021
			Fecha Finalización : 13 de Febrero de 2022
VALOR CONTRATO \$ 1.393.696.242			
PLAZO: Diez (10) Meses			
Fecha del día		14/09/2021	
Responsables		NICOLÁS MUÑOZ MOLINA	
BENEFICIARIO	LUGAR	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
MARIA DOLORES VELASCO DE MUÑOZ	SAN ANTONIO	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	SUMINISTRO E INTALACIÓN DE PUNTO AGUA FRÍA PVC REGISTRO DE BOLA, PUNTO SANITARIO PVC 2" Y PUNTO SANITARIO DE 4"
MARIA CONCHA MUÑOZ BRAVO	COFRADIA	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	SUMINISTRO E INTALACIÓN DE PUNTO AGUA FRÍA PVC REGISTRO DE BOLA, PUNTO SANITARIO PVC 2" Y PUNTO SANITARIO DE 4"
ANDREA KATERINE ERAZO ALBAN	COFRADIA	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	SUMINISTRO E INTALACIÓN DE PUNTO AGUA FRÍA PVC REGISTRO DE BOLA, PUNTO SANITARIO PVC 2" Y PUNTO SANITARIO DE 4"
MARIA DOLORES VELASCO DE MUÑOZ	SAN ANTONIO	ENCHAPES	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CERÁMICA PISO - PARED
MARIA CONCHA MUÑOZ BRAVO	COFRADIA	ENCHAPES	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CERÁMICA PISO - PARED
ANDREA KATERINE ERAZO ALBAN	COFRADIA	ENCHAPES	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CERÁMICA PISO - PARED
FOTOS DE AVANCE			
			

6.3 Apoyo técnico

Antes de iniciar la ejecución del proyecto, como parte del diagnóstico se realizaron visitas a cada uno de los hogares beneficiados para determinar la ubicación idónea para que no se presenten percances a futuro. Hubo un caso en particular donde la familia pedía que la construcción de la unidad se realizara en la parte posterior de la vivienda; dicha vivienda se encontraba en el borde de una montaña como se muestra a continuación,

Figura 15

Ubicación vivienda beneficiada



Y en la parte posterior de la vivienda se presentaban agrietamientos considerables, como se muestra en la figura 16,

Figura 16

Agrietamiento parte posterior de la vivienda

**Figura 17**

Unidad Sanitaria antigua



Por la gran pendiente que presentaba el talud posterior a la casa y el agrietamiento de la misma, no era adecuado ejecutar la obra en esta zona ya que el peso de la estructura podría generar un deslizamiento de tierra o se podían presentar asentamientos diferenciales, que a futuro perjudicarían la construcción arquitectónica de la unidad sanitaria; de ahí que, se le notificó a la familia beneficiada que la construcción se debía realizar en la parte frontal de la vivienda o deberían realizar un muro de contención que pudiera soportar el peso de la unidad sanitaria; ésta era un alternativa inviable para la familia desde lo logístico, técnico y económico.

La familia no quedó conforme con la determinación y se realizó el reporte a interventoría y supervisión del municipio para hacer cambio de beneficiario; la familia con el temor de perder la ayuda cedió y se realizó la construcción en la parte frontal de la vivienda.

6.4 Visitas técnicas

En el municipio de La Cruz, Departamento de Nariño, las condiciones de saneamiento rural aún presentan deficiencias en cuanto a las estructuras de las unidades sanitarias de las viviendas y el modo de disposición de las aguas residuales producidas, las cuales no contaban con las suficientes estructuras para recibir un adecuado tratamiento; existen veredas donde se adolece de alcantarillado debido a la dispersión de las viviendas rurales del municipio, que, en la actualidad, utilizan el sistema de letrina o vierten directamente sus aguas residuales sobre una fuente hídrica.

Este es el caso de la población beneficiaria del Corregimiento de Cabuyales, con sus veredas de Cofradía y Las Aradas; Corregimiento de La Estancia; donde algunas de las familias focalizadas en el proyecto, usaban letrinas y sanitarios en paupérrimas condiciones, desde el punto de vista sanitario, ambiental y de infraestructura.

En el uso de estas medidas no se tenía ningún tipo de consideraciones ambientales, lo cual conllevaba a riesgos de la salud de los habitantes y a riesgos ambientales del suelo y las fuentes hídricas. De igual manera se han incrementado los reportes de enfermedades asociadas a estos y que afectan principalmente a la población infantil de la zona.

Figura 18*Letrinas familias beneficiadas***6.5 Ejecución del proyecto****6.5.1 Proceso constructivo de una unidad sanitaria.**

Con respecto al proceso constructivo, se describen una serie de procedimientos que se ejecutaron en orden y tiempo asignados en un cronograma de obra, el cual se desarrolla como un calendario con las actividades que se deben ir realizando y estableciendo cuánto tiempo tomará cada una de ellas.

La construcción de una unidad sanitaria está conformada por una serie de componentes, los cuales tienen su propio proceso constructivo. Las obras a ejecutar, iniciaron con el replanteo y excavación del terreno, cimentación, estructura portante, muros arquitectónicos, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, estructuras complementarias para el tratamiento de aguas residuales y acabados.

Previo al inicio de la construcción, fue ineludible preparar el terreno donde se iban a construir las unidades sanitarias; se realizó la limpieza del terreno mediante un descapote, se retiraron los depósitos de basura, escombros y vegetación existente que afectaba el lugar de la construcción. Concluida dicha limpieza, se determinaron los niveles del terreno donde se ejecutaría la construcción de acuerdo con un nivel de referencia; desde este punto, se trazaron los hilos de referencia para la cimentación y el nivel para la losa de piso de la edificación de acuerdo con los planos.

Posteriormente se ejecutó la excavación manual de los elementos estructurales de la cimentación; o sea, las vigas de amarre y la zapata.

Se realizó todo el flejado del acero de refuerzo haciendo estribos y corte de barras longitudinales para armar los castillos de cada uno de los elementos estructurales, es decir las vigas de cimentación, vigas aéreas, zapata y columnas; por otra parte, se cortaron barras longitudinales para hacer las mallas de refuerzo que llevarían las placas del lavadero, losa para tanque de almacenamiento, placas para la cajilla de inspección, pozo séptico y trampa de grasa.

Ya realizado el proceso anterior, se procedió a colocar el acero de refuerzo de la cimentación y las columnas para encofrar la zapata y las vigas de amarre; luego, se llevó a cabo la fundición con concreto de 3000 psi de estos mismos.

Seguidamente se realizó la instalación de las redes hidráulicas y sanitarias; conjuntamente, se fundió la placa de piso en concreto de 3000 psi, con un espesor de 10 cm, y se encofraron las columnas para realizar la respectiva fundición de las mismas. Después se realizó el levantamiento de muros en mampostería como lo especifican los planos; una vez alzados los muros se procedió a colocar el acero de refuerzo de las vigas aéreas, se encofró dichos elementos y se realizó la fundición con concreto de 3000 psi. De la misma manera se fundió la losa que soportará el tanque de almacenamiento de agua.

Terminada la mampostería, se instaló la cubierta con láminas de teja traslúcida número 8; dicha cubierta quedó sostenida con amarras cada 10 cm de acuerdo con los lineamientos pertinentes y niveles especificados en los diseños.

En seguida, se realizó la ejecución de los pañetes lisos utilizando un mortero de relación 1:3, con un espesor aproximadamente de 1 a 1,5 cm; esto, se aplicó a cada uno de los muros indicados en los planos arquitectónicos. En ese orden de acciones, también se procedió a instalar

los elementos de carpintería metálica, una ventana de 0,7x0,2 m y una puerta de 1,90x0,65 m, que incluyen anticorrosivo y pintura.

Por otra parte, se realizó la construcción de los elementos que permitirán el tratamiento de aguas residuales de la unidad sanitaria. En primera instancia, se fundieron las placas de la base, tanto de la cajilla de inspección y la trampa de grasas, como del pozo séptico y FAFA; éstas llevan el acero de refuerzo que se había flejado anteriormente. Una vez que se secaron estas placas en concreto, se procedió a levantar muros; luego, se aplicó mortero para impermeabilizar dichas estructuras y se instaló la tubería pertinente con las pendientes especificadas para que los desechos del baño se transporten de manera adecuada para su disposición final. Verificado todo este proceso, se fundieron las placas de concreto que permitirían tapar dichas de estructuras.

Posteriormente se realizó la excavación del campo de infiltración y se instaló tubería de 4 pulgadas, la cual fue perforada en toda su longitud con el fin de infiltrar el agua residual en el subsuelo.

Así mismo, se construyó el lavadero; en dicha construcción se realizó el encofrado, previo a su fundición, compuesto por placas de concreto con un espesor de 8 cm. Teniendo en cuenta que la unidad se encuentra repellada, se procedió a aplicar estuco plástico; al secarse, se aplicó lija para darle un acabado perfecto. Luego, se pintó la unidad.

Por último, se realizó la instalación del tanque de almacenamiento incluyendo accesorios para su adecuado funcionamiento.

Tabla 10

Proceso constructivo

PROCESO CONSTRUCTIVO	
 <p>A photograph showing a manual excavation site. A rectangular pit has been dug into the ground, with concrete beams being laid out along the edges. A shovel and other tools are visible in the foreground.</p>	 <p>A photograph showing a deep, rectangular excavation pit. The soil is dark and moist. A shovel and other tools are visible in the foreground. A person is partially visible in the background.</p>
<p>Replanteo y excavación manual vigas de cimentación.</p>	<p>Excavación manual pozo séptico y trampa de grasas.</p>
 <p>A photograph showing the construction of a concrete structure. The walls are made of grey concrete blocks. Reinforcement steel (rebar) is being placed in a grid pattern on the ground, ready for pouring concrete.</p>	 <p>A photograph showing the construction of a concrete structure. The walls are made of grey concrete blocks. Reinforcement steel (rebar) is being placed in a grid pattern on the ground, ready for pouring concrete.</p>
<p>Colocación acero de refuerzo para vigas de cimentación y columnas</p>	<p>Fundición de vigas de cimentación</p>



Fundición placa de Piso e instalación de redes hidrosanitarias



Fundición de Columnas



Levantamiento de Muros



Colocación Acero de refuerzo vigas aereas



Fundición de vigas aéreas y Losa para
Tanque



Instalación cubierta



Suministro de pañete liso sobre muro



Suministro de carpintería metálica

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPACTO POSITIVO DE UNIDADES SANITARIAS EN LA ZONA...



Levantamiento de muros y suministro de pañete cajilla de inspección y trampa de grasa



Levantamiento de muros y suministro de pañete pozo séptico y FAFA



Suministro tubería y lecho filtrante para el FAFA



Zanja de infiltración

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPACTO POSITIVO DE UNIDADES SANITARIAS EN LA ZONA...



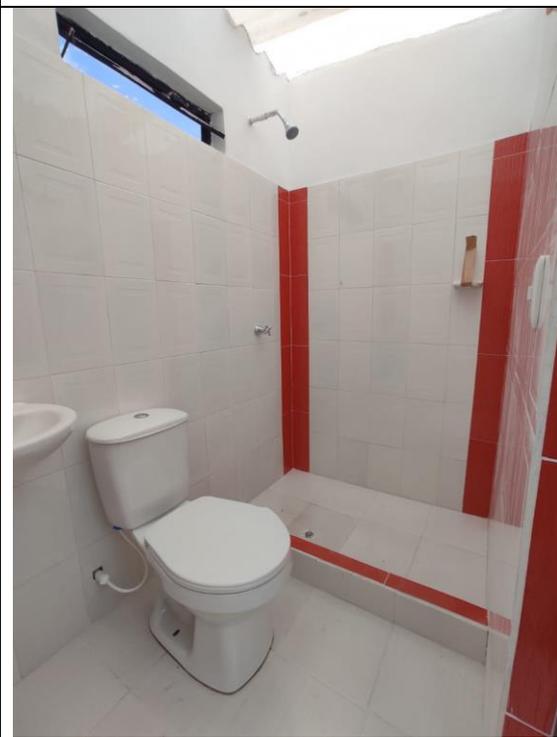
Suministro de estuco plástico e instalación de tanque de almacenamiento



Fundición de Lavadero



Instalación de aparatos sanitarios



Suministro de enchape de piso y pared

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPACTO POSITIVO DE UNIDADES SANITARIAS EN LA ZONA...



Suministro de pintura



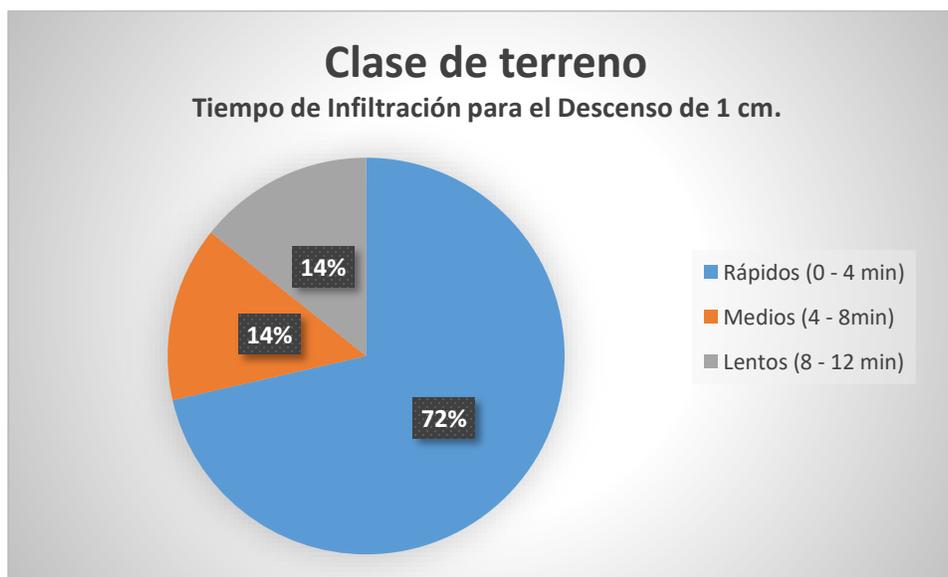
Unidad Sanitaria terminada

7 Análisis de resultados

7.1 Clase de terrenos.

Figura 19

Tipos de terreno respecto al ensayo de permeabilidad



En la ilustración 7 se observa los porcentajes de cada una de las clases de terreno: según el tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm obtenido de los ensayos de percolación realizados en campo, el 72% de las muestras determinaron que son terrenos rápidos, el 14% muestra que son terrenos medios y el último 14% muestra que son terrenos lentos con respecto al ensayo de permeabilidad. De allí que, se puede concluir que la mayoría de terrenos en la zona rural dispersa del municipio de la Cruz Nariño infiltran rápidamente el agua en el subsuelo y por esta razón es viable ejecutar la construcción de las estructuras para el tratamiento de aguas residuales especificados en el proyecto.

Es de vital importancia aclarar que dichos ensayos se realizaron en época de verano, por lo que en épocas de invierno los valores de infiltración obtenidos pueden variar ya que el suelo estará más saturado.

7.2 Ajuste cantidades de obra

Al inicio del proyecto se realizó un ajuste a las cantidades de obra que estaban estipuladas en el presupuesto.

Tabla 11

Ajustes a cantidades de obra

AJUSTES EN CANTIDADES DE OBRA			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	MODIFICACIÓN DE CANTIDADES
1.	PRELIMINARES		
1.1	Localización y replanteo	m ²	Se incrementa la cantidad necesaria en los elementos que componen la unidad, según planos arquitectónicos e hidrosanitarios, en un total de 1.63m ² necesario para realizar la localización de cada una de las partes que compone la unidad sanitaria y el sistema de tratamiento; dicha cantidad se debe al incremento de 0.1 metros tanto en el largo como en el ancho de la cajilla de inspección, ya que las dimensiones estaban contempladas de la medida exacta de dicha cajilla. Por otra parte, el ancho del campo de infiltración no era el que estaba estipulado en los planos, de ahí que éste se incrementó de 0.5 metros a 0.75 m.
1.2	Excavación manual en material común	m ³	De acuerdo con la revisión detallada de las estructuras, en especial las de tratamiento de agua residual, se calculó un valor mayor al estimado inicialmente, con 1.41 m ³ de excavación adicional sobre los elementos; este excedente se determina con respecto al incremento ya mencionado de la cajilla de inspección y campo de infiltración en el ítem de localización y replanteo. Es importante recalcar que también hay una disminución en la zapata ya que la dimensión del alto de este elemento estaba 0.1 m por arriba del estipulado en los planos.
1.4	Relleno con material del sitio	m ³	El relleno es una variable directamente proporcional a la variación de las excavaciones; por tanto, se consideró una variación de esta, donde disminuyó 0.06m ³ ; dicha cantidad se debe a una disminución en el perímetro para el relleno en la trampa de grasas que pasó de 4.75 m a 3.96 m y el tanque séptico de 9.8 a 9.16 m. Con respecto a las dimensiones del espesor y el alto de dichos elementos, no hubo variación.
1.5	Retiro de material sobrante, Hasta sitio de disposición final	m ³	Este ítem está relacionado con el ajuste de cantidades en la excavación, por consiguiente, la cantidad aumenta en esa misma proporción, con 1.63 m ³ adicionales.
2.	ACEROS Y CONCRETOS CASETA		
2,4	Concreto columnetas y vigas 3000 psi 0.12x0.2	ml	En este ítem se presenta un incremento de cantidades en columnetas de 1 metro lineal (ml), dicho incremento se debe a que dichas columnetas se encontraban calculadas a una altura menor a la especificada en los planos estructurales; dichos elementos tenían una longitud de 1.8 m y el especificado en los planos es de 2.0

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPACTO POSITIVO DE UNIDADES SANITARIAS EN LA ZONA...

			m, ya que son 5 elementos anteriormente mencionados y por dicha diferencia de 0.2 m se determina el aumento con respecto al presupuesto inicial.
2,6	Acero de refuerzo	kg	Se aumentaron cantidades necesarias, ya que no era acorde a lo establecido en los planos estructurales, dando como resultado un aumento de 22.88 kg de acero necesario para los diferentes elementos que componen la estructura; dicho incremento se debe a que la longitud de los estribos de las vigas de cimentación pasaron de 0.69 m a 0.78 m ya que en el presupuesto inicial solo se tenía en cuenta un gancho. Por otra parte, el aumento más significativo se presenta en los estribos de las columnetas porque el acero de estos elementos estaba estipulado como No.2 y en los planos se especifica que es No. 3.
3	MAMPOSTERÍA Y PAÑETES		
3,1	Muro en ladrillo común	m ²	Se realizó una reducción de cantidades poco significativa, con una reducción de 0.1 m ² . Con respecto a este ítem se discriminó las cantidades muro por muro, ya que en el presupuesto inicial no había claridad en este sentido y el área de los muros estaba un poco elevada con respecto a la especificación de los planos, por esta razón se presenta dicha disminución ya mencionada.
3,2	Mortero sobre muros 1:3, incluye filos	m ²	Se realizó un incremento de cantidades de 0.01 m ² ; esto se debe a que se discriminaron las cantidades muro por muro para tener mejor claridad y el aumento que se presentó en este ítem es poco significativo.
5	LAVADERO		
5,1	Concreto 3000 PSI, placas e=8 cm	m ²	Según la revisión del detalle del lavadero, se requiere el cambio del ítem del concreto, disminuyendo este en su totalidad, dando como resultado 0 m ² de placa de concreto presupuestada
5,2	Acero de refuerzo	Kg	Es pertinente la figuración y colocación de acero en áreas donde no se había contemplado inicialmente, aumentando 23.63 kg de acero de refuerzo; este acero se contempla para cada una de las placas de concreto con las que contará el lavadero. Esto se debe realizar con el fin de brindar mayor resistencia, estabilidad y durabilidad a la estructura.
5,3	Muro en ladrillo común	m ²	Se disminuyen cantidades, considerando pertinente que la estructura adecuada para el uso y funcionalidad se realice en concreto, disminuyendo así en 1.89m ² de mampostería; la disminución no es total a la que se tenía anteriormente ya que para el nuevo lavadero se tiene en cuenta el uso de mampostería únicamente en los soportes del lavadero.
5,4	Mortero sobre muro 1:3 esmaltado incluye filos	m ²	Ya que este ítem está relacionado directamente proporcional con la mampostería de este mismo, esta cantidad requiere ser disminuida con respecto a lo inicialmente establecido; dicha cantidad disminuyó en 5.19 m ² de mortero de repello ya que al realizar el lavadero en concreto no se necesita este material.
7	PISOS Y ENCHAPES		
7,1	Suministro e instalación de cerámica piso - pared	m ²	Se aumentó la cantidad al incluir el bordillo que separa el área de la ducha y el área de sanitario y lavamanos, dando como resultado un aumento de 0.04 m ² , cantidad poco significativa

11	TANQUE SÉPTICO Y TRAMPA DE GRASA		
11,1	Placa en concreto de 3000 psi, e= 10 cm	m ²	Se aumentaron las cantidades en las placas de concreto necesaria para el sistema de tratamiento, esto según planos hidrosanitarios
11,2	Muro en ladrillo común	m ²	Se aumentó cantidad no muy significativa, de acuerdo con revisión de planos hidrosanitarios, con un adicional de 0.03 m ² de mampostería.
11,3	Mortero sobre muros 1:3, incluye filos	m ²	Se reducen cantidades necesarias según revisión detalla de los planos arquitectónicos e hidrosanitarios, con una disminución de 0.77m ²
11,4	Acero de refuerzo	Kg	De acuerdo con revisión detallada de la separación y longitud de barras de acero, se cuantificó una cantidad mayor a la inicialmente establecida, con 9.75 kg necesarios para garantizar una rigidez adecuada de los elementos, y así garantizar su duración.
11,9	Suministro e instalación tubería PVC sanitaria 4"	ml	Se realizó aumento en las cantidades longitudinales de tubería para la conexión entre estructuras de tratamiento que inicialmente no se había contemplado, aumentando 6 ml de tubería necesaria para la conexión del sistema de tratamiento al campo de infiltración
12	CAMPO DE INFILTRACIÓN		
12,2	Agregado campo de infiltración	m ³	Se aumentó la cantidad según revisión de cantidades necesarias en el FAFA y la zanja de infiltración, en 0.07 m ³ , cantidad poco considerable
13	ESTUCO FINO SOBRE REPELLO		
13,1	Estuco fino sobre repello	m ²	Se realizó ajuste de cantidades según el aumento de mampostería, disminuyendo en 1.46 m ² .
14	PINTURA		
14,1	Pintura tipo 1 exteriores 2 manos	m ²	La cantidad disminuyó en la misma proporción que la mampostería, dando como resultado 0.46 m ² menos de pintura

7.3 Sugerencias constructivas

Por otra parte, se dieron a conocer algunas necesidades que se requerían para la ejecución adecuada de las unidades sanitarias; estos ítems se los presenta a continuación.

7.3.1 Suministro e instalación perfil metálico soporte estructura (incluye pintura y anticorrosivo)

Se considera necesaria la inclusión de este ítem con la finalidad de brindar mayor seguridad en la fijación de la cubierta y evitar posible ruptura por la fuerza del viento; la longitud de este elemento es de 3.14 metros lineales.

7.3.2 Concreto de 3000 psi lavadero

Teniendo en cuenta la revisión detallada de la estructura que compone el lavadero, es necesario contemplar este ítem con el fin de brindar seguridad, estabilidad y durabilidad en la misma; este ítem contempla la utilización de 0.17 m³ de concreto.

7.3.3 Suministro e instalación tubería PVC sanitaria 2"

La inclusión de este ítem es de gran importancia para la conexión entre estructuras en el sistema de tratamiento, la cual inicialmente no se tenía contemplada, con una longitud de 12 metros lineales.

7.4 Impacto del proyecto

Es de vital importancia realizar una comparativa del antes y el después de la ejecución del proyecto, para detallar el impacto positivo que ha tenido en las comunidades rurales del municipio de La Cruz - Nariño. El impacto que se ha conseguido con el proyecto ha abarcado varios ámbitos: desde la perspectiva social mejoró de manera significativa la calidad de vida de cada uno de los beneficiarios del proyecto, también es relevante que con este tipo de proyectos se logra equidad y justicia social para las diferentes comunidades beneficiadas.

Otra parte este proyecto tiene un impacto ambiental significativo ya que con las estructuras para el tratamiento de las aguas residuales, se logra disminuir los efectos negativos que producían los anteriores pozos sépticos los cuales no contaban con ningún recubrimiento y los desechos que se depositaban en él, tenían interacción directa con el subsuelo y por ende se podían afectar aguas subterráneas.

A continuación, se presenta una comparación del antes y el después de las unidades sanitarias de una de las familias beneficiadas.

Figura 20

Antes y después del proyecto



7.5 Diseño de la unidad Sanitaria en Revit

A continuación, se presentan los planos arquitectónicos, hidrosanitarios y estructurales replicados en el Software Revit, tal y como se ejecutaron durante el proyecto.

Para el diseño se fue necesario descargar familias de dos importantes páginas, una de ellas fue Bim object (BIM OBJECT, 2021) y la otra que fue Gerfor (GERFOR , 2020) para la tuberías y accesorios hidrosanitarios.

7.5.1 Diseño Arquitectónico

Figura 21

Unidad sanitaria en 3D en Revit

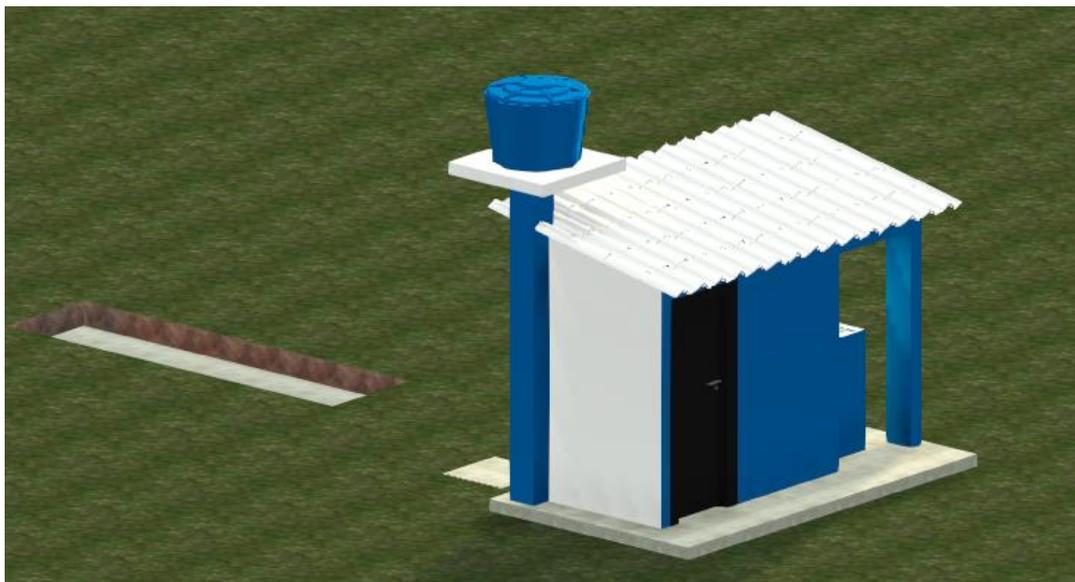


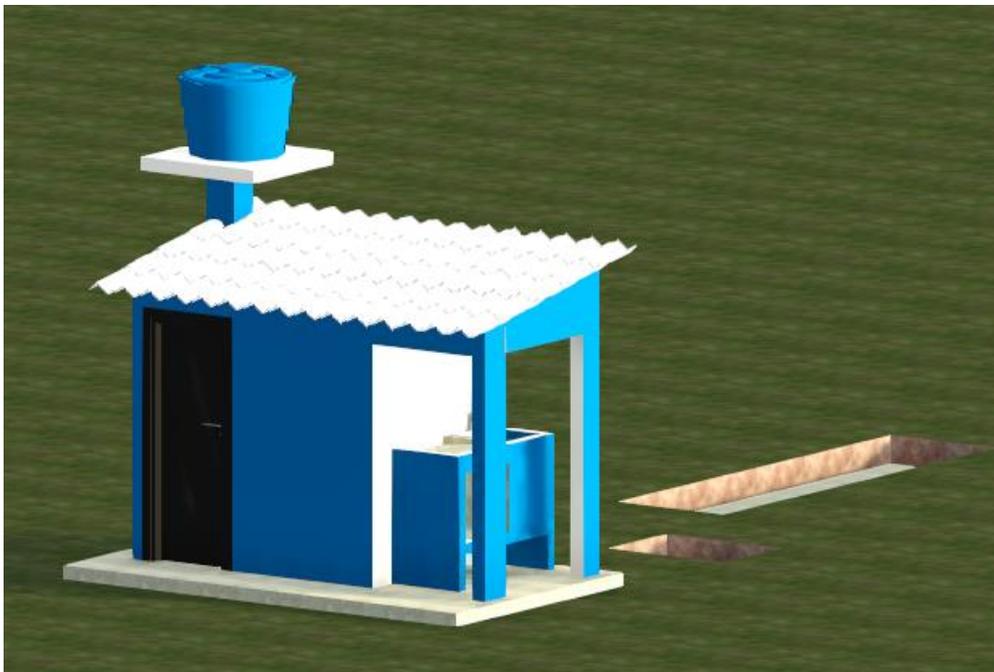
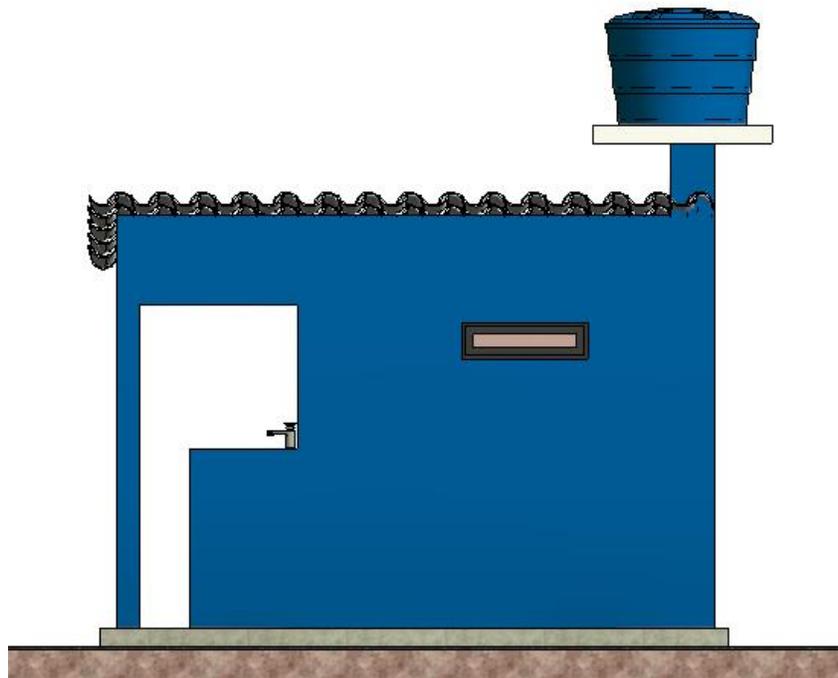
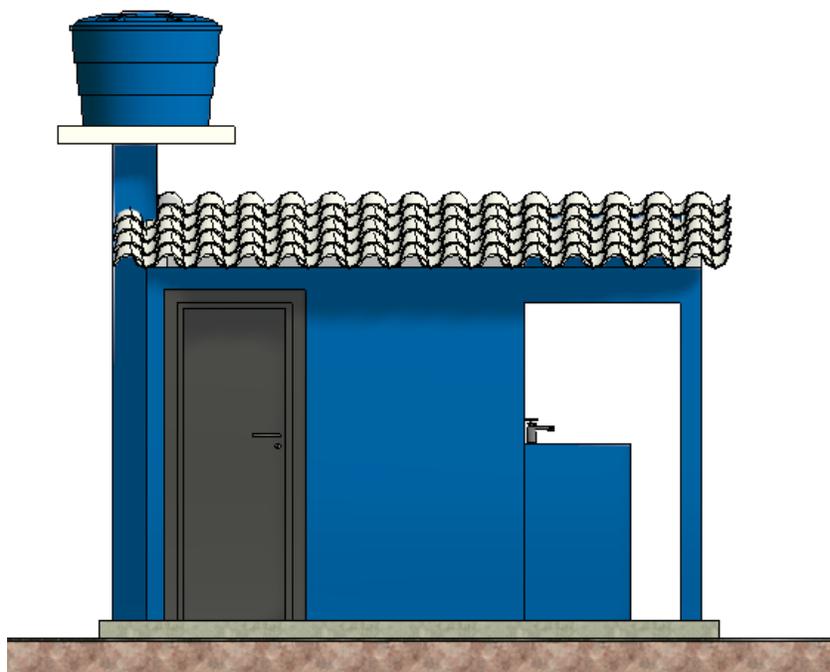
Figura 22*Unidad sanitaria en 3D en Revit***Figura 23***Vista posterior Unidad sanitaria*

Figura 24

Vista frontal Unidad sanitaria

**Figura 25**

Vista en 3D del interior de la Unidad sanitaria



7.5.2 Diseño Hidrosanitario

Figura 26

Diseño hidráulico de Unidad sanitaria en 3D en Revit

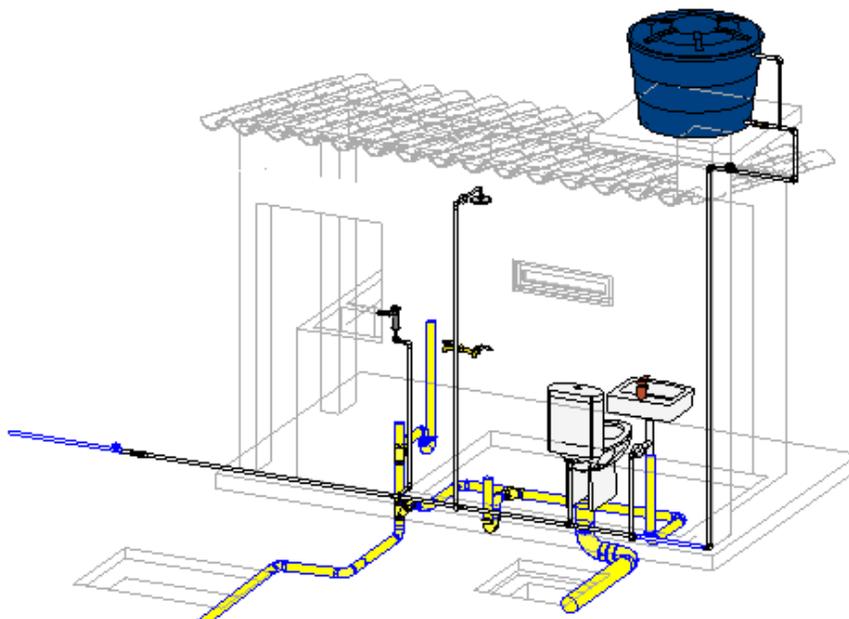


Figura 27

Vista lateral derecha de Diseño hidráulico de Unidad sanitaria en Revit

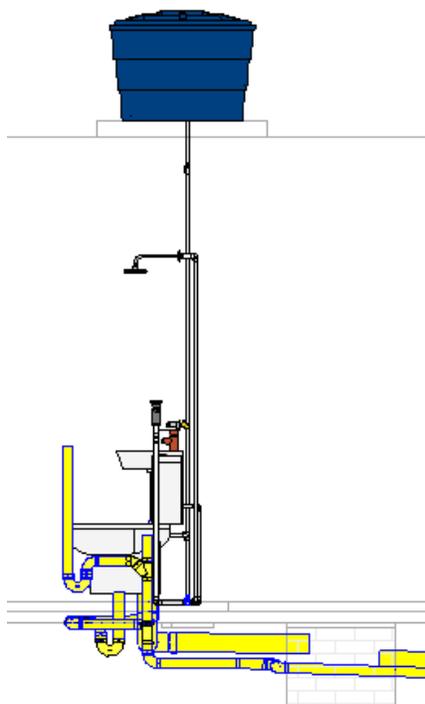
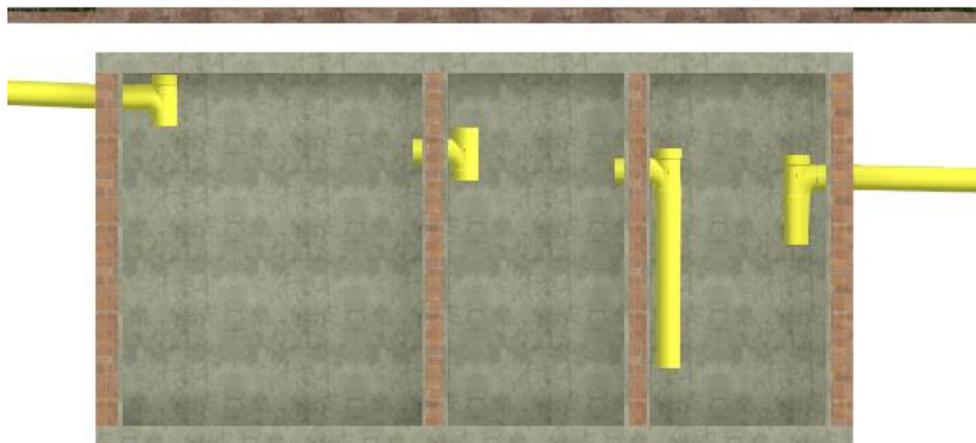
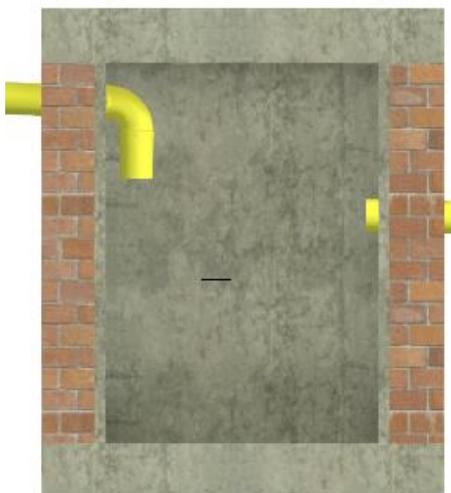


Figura 28

Perfil del Diseño hidráulico del Pozo Séptico y FAFa en Revit

**Figura 29**

Perfil del Diseño hidráulico de la Trampa de grasas en Revit



7.5.3 Diseño Estructural

Figura 30

Diseño estructura en Concreto de Unidad sanitaria en 3D Revit

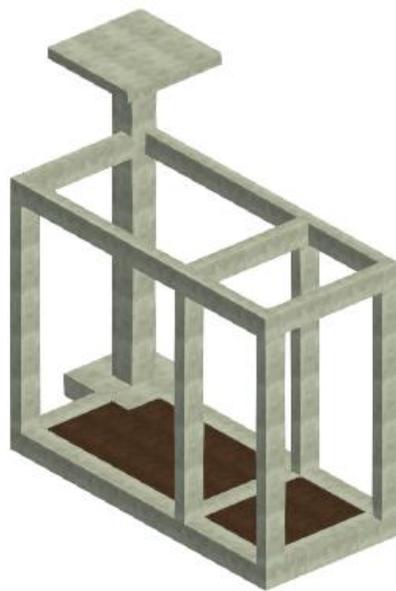
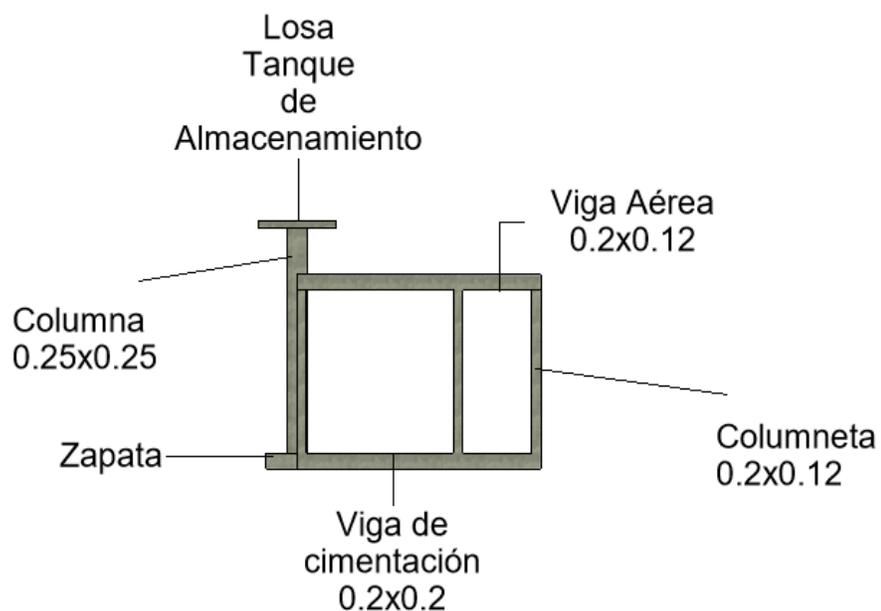


Figura 31

Vista frontal Diseño estructura en Concreto de Unidad sanitaria en Revit



8 Conclusiones

El diseño hidráulico de los elementos para el tratamiento de aguas residuales cumple con lo estipulado en el RAS 2000 (Reglamento del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico) y su última actualización que fue la resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, título E.

La ejecución del proyecto ha generado un gran impacto en la comunidad de la zona rural del Municipio de La Cruz, (Nariño); las unidades sanitarias construidas han ayudado a mejorar el nivel de vida de las familias beneficiadas, ya que las condiciones de las unidades sanitarias anteriores no eran las mejores y carecían de higiene.

Es de vital importancia socializar el manual de operación y mantenimiento de las unidades sanitarias, así como también realizar el seguimiento para que los beneficiarios realicen los mantenimientos periódicos y de esta manera no se presenten obstrucciones en los elementos donde se realiza el tratamiento de las aguas residuales (trampa de grasa y pozo séptico); por otra parte, supervisar el manejo de los residuos que se extraen para que sirvan como compostaje.

La metodología BIM es una herramienta fundamental al momento de diseñar estructuras civiles porque permite trabajar de manera simultánea en el diseño arquitectónico, estructural, hidrosanitario y eléctrico; esto disminuye los errores constructivos en la ejecución de la obra. Además, permite obtener cantidades de obra más fácilmente y nos ayuda a filtrar dicha información por campos de planificación (tamaño, longitud, material, etc).

El suelo de las veredas donde se realizó el ensayo de permeabilidad determinó que todos los suelos de la zona rural del municipio de La Cruz Nariño, son aptos para ejecutar la construcción de las zanjas de infiltración.

Es importante que los gobiernos locales de todas las zonas del país impulsen y viabilicen este tipo de proyectos ante el Ministerio de Vivienda, ya que son inversiones que tienen un gran impacto en la sociedad más olvidada y que menos recursos poseen para tener instalaciones sanitarias dignas.

9 Referencias bibliográficas

BIM OBJECT. (2021). *Fontanería* . Obtenido de

<https://www.bimobject.com/es/category/plumbing>

Chumillas, J. M. (s.f.). *TEORÍA ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO*. Obtenido de COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA:

https://www.distribuidora3hp.com/Biblioteca/MATERIAL_DE_APOYO/BASES_TEORICAS/TEORIA%20ANALISIS%20DE%20PRECIO%20UNITARIO%20MAYO%202009.pdf

CORANTIOQUIA . (Junio de 2009). *Operación y mantenimiento del sistema Tanque Séptico - FAFA*. Obtenido de

https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/tanques_septicos.pdf

Cueto, R. P. (Julio de 2020). *Bitácora de obra*. Obtenido de Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.: <http://www.imcyc.com/revista/2000/julio2000/bitacora6.htm>

Departamento Nacional de Planeación . (2000). *Construcción de Unidades Sanitarias para Vivienda Rural* . Obtenido de

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/unidadesanitarias/PT-Unidades-Sanitarias-V3---22072020.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (Febrero de 2017). *Construcción de Unidades Sanitarias para Vivienda Rural Dispersa*. Obtenido de DPN:

<https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/unidadesanitarias/PTunidadesanitarias.pdf>

Díaz, D. A. (2015). *LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN*.

Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20EJECUCI%C3%93N%20DE%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DENTRO%20DE%20LAS%20BUENAS%20PR%C3%81CTICAS%20DE%20LA%20ADMIN.pdf>

Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (s.f). *FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE (FAFA)*. Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/filtros-anaerobios-de-flujo-ascendente-fafa/>

GERFOR . (2020). *LIBRERIAS BIM* . Obtenido de <https://www.gerfor.com/librerias-bim/>

KAIZEN . (s.f). *¿QUÉ ES EL BIM?* Obtenido de <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000*. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/010710_ras_titulo_e_.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2017). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*. Obtenido de Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia

Quispe, I. (2021). *¿Qué es Revit de AutoDesk y para qué sirve?* Obtenido de ARCUX: <https://arcux.net/blog/que-es-revit-de-autodesk-y-para-que-sirve/>

Real Academia Española. (2021). *Letrina* . Obtenido de <https://dle.rae.es/letrina>