



**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

Carlos Alfredo Ruales Pantoja

Práctica empresarial para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor Interno:

Derly Estefanny Gómez García,  
IC, MSc. en Ingeniería Hidráulica y Sanitaria.

Asesor Externo:

Juan José Rodríguez Vásquez,  
IE, Esp. en Gerencia de Proyectos.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín

2023

<b>Cita</b>	(Ruales Pantoja, 2023)
<b>Referencia</b>	Ruales Pantoja, C. (2023). <i>Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico</i> . [Práctica empresarial]. Universidad de Antioquia, Medellín.
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Diana Catalina Rodríguez Loaiza.

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.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo de grado a mi padre Carlos A. Ruales, mi madre Neffer E. Pantoja y mi hermana Tatiana M. Ruales, por su valioso apoyo, su motivación y ser mi amparo. Este logro es gracias a ellos.

A Dios, que con sus bendiciones e infinito amor me ha acompañado durante todo el camino.

## **Agradecimientos**

A Dios por darnos la vida y la salud para bregar por nuestros objetivos, haciendo que cosas buenas pasen.

A mi papá y mamá que han contribuido en mi formación, gracias por una vida llena de valores, por su bondad y su cariño.

A mi hermanita, gracias por ser mi compañera y alegrarme los días.

A las personas que han estado presentes en esta etapa de mi vida, gracias por el apoyo y los buenos momentos.

A la Universidad de Antioquia, gracias por formar profesionales integrales, por proporcionar el espacio necesario para el crecimiento y desarrollo. Te estaré eternamente agradecido por todo lo que me has dado.

A la magister en Ingeniería Hidráulica y Sanitaria, Derly Estefanny Gómez García a quien manifiesto mi admiración y gratitud por su acompañamiento en el transcurso de este trabajo.

Al grupo de trabajo INGEMA S.A. por todos los conocimientos compartidos, por la supervisión durante mi etapa de aprendiz y su inagotable disposición para orientarme.

## Tabla de contenido

1. Resumen	10
2. Abstract	11
3. Introducción	12
4. Objetivos	14
4.1. Objetivo general	14
4.2. Objetivos específicos	14
5. Marco teórico.	15
5.1. Conceptos básicos	15
5.1.1. Clasificación de las aguas residuales	15
5.1.2. Alcantarillados y tipos de alcantarillados	16
5.1.2.1. Alcantarillados convencionales.	16
5.1.2.2. Alcantarillados no convencionales.	17
5.1.3. Trampas para grasas	18
5.1.4. Pozo séptico	19
5.1.4.1. Tipos de pozos sépticos	20
5.2. Parámetros de diseño	21
5.2.1. Nivel de complejidad	21
5.2.2. Periodo de diseño	22
5.2.3. Caudal de aguas residuales	22
5.2.3.1. Método número uno: RAS, Título D	23
Caudal domestico ( $Q_D$ ):	23
Caudal de aguas residuales industriales ( $Q_I$ ):	24
Caudal de aguas residuales	24
Caudal de Infiltración ( $Q_{IN}$ ):	24

Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ ):	25
Caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ ):	25
Factor de mayoración (F):	25
Conexiones erradas ( $Q_{CE}$ ):	26
Caudal de diseño ( $Q_{DT}$ ):	26
Dotación neta máxima: S	26
5.2.3.2 Método número dos: NTC 1500	27
5.3.    Criterios para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales	29
5.3.1.    Estimación de la población	29
5.3.2.    Nivel de complejidad del sistema	29
5.3.3.    Dotación neta	30
5.3.4.    Pérdidas	31
5.3.5.    Dotación bruta	32
5.4.    Localización de redes	32
5.5.    Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados	33
5.6.    Criterios de auto limpieza	33
5.7.    Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios	34
5.8.    Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios	34
5.9.    Parámetros hidráulicos de las tuberías	34
5.10.    Dimensionamiento de la trampa de grasas	39
5.11.    Dimensionamiento del tanque séptico	40
6.    Metodología	43
6.1.    Etapa 1 Estudio de reconocimiento: Información básica y criterios de diseño	43
6.2.    Etapa 2 Diseño hidráulico y consideraciones de diseño	45

6.3.	Etapa 3 Síntesis de los procesos realizados	48
7.	Resultados y Análisis de los resultados	50
7.1.	Etapa 1 Estudio de reconocimiento: Información básica y criterios de diseño	50
7.2.	Etapa 2 Diseño hidráulico y consideraciones de diseño	50
7.3.	Etapa 3 Síntesis de los procesos realizados	51
8.	Conclusiones	52
9.	Referencias	53
10.	Anexos	55

## Lista de figuras

Figura 1. Asignación del nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000. ....	22
Figura 2. Contribución institucional mínima en zonas residenciales. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	24
Figura 3. Dotación neta máxima. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). ....	27
Figura 4. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo. Fuente: (ICONTEC, 2004). ....	28
Figura 5. Asignación del nivel de complejidad. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).....	29
Figura 6. Evaluación de consumo diario por persona Fuente: (ICONTEC, 2004). ....	30
Figura 7. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	30
Figura 8. Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	31
Figura 9. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	31
Figura 10. Profundidad a las cotas claves del colector. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	33
Figura 11. Características geométricas de la sección circular. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). ....	34
Figura 12. Contribución de aguas residuales por persona. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	42
Figura 13. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000). ....	42
Figura 14. diseño hidráulico del tramo entre el nodo 1 y 2.....	47
Figura 15. Metodología. ....	49
Figura 16. Diseño numérico de la red alcantarillado. ....	55
Figura 17. Cotas y niveles de interés para el diseño de alcantarillado. ....	55
Figura 18. Profundidad inicial de la tubería de aguas residuales. ....	55

Figura 19.Cotas de la red de alcantarillado .....56



## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>kV</b>	Kilovoltio
<b>RAS</b>	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana

# **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

10

---

## **1. Resumen**

En el presente trabajo de grado para optar por el título de ingeniero civil se realizó el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la población del edificio de operación y mantenimiento de la subestación eléctrica Martillo 33/500 kV, ubicada en el municipio de Ponedera, Atlántico.

El alcantarillado sanitario logró satisfacer las necesidades de 10 habitantes para un periodo de diseño de 25 años, que demanda un caudal medio actual de 0.988 (l/s) de aguas residuales.

El proyecto de diseño se encuentra dividido en 4 etapas técnicas, tales como: levantamiento topográfico, trazado de la red de alcantarillado, diseño hidráulico de la red de alcantarillado y elaboración de planos; todo bajo la correspondiente normativa vigente.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se partió del censo poblacional, seguido del levantamiento topográfico. Con esta información de campo se procedió al cálculo del caudal de diseño y posteriormente al diseño hidráulico, comprobando las relaciones hidráulicas; todos bajo los parámetros del RAS.

Para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado se utilizó tubería PVC Novafort y se consideró que los diámetros de las tuberías a instalar son de 2" y 4", las cuales transportan las aguas provenientes de los 18 aparatos sanitarios al punto de descarga.

Finalmente se produjeron los planos por medio del software AUTO-CAD en los cuales se encuentran los detalles de la red y de los materiales.

*Palabras clave:* alcantarillado sanitario, aguas residuales, subestación eléctrica, diseño hidráulico.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

11

---

**2. Abstract**

In this work for the degree of civil engineer, the design of the sanitary sewerage network for the population of the operation and maintenance building of the Martillo 33/500 kV electrical substation, located in the municipality of Ponedera, Atlántico, was carried out.

The sanitary sewer system was able to meet the needs of 10 inhabitants for a design period of 25 years, which demands a current average flow of 0.988 (l/s) of wastewater.

The design project is divided into 4 technical stages, such as: topographic survey, layout of the sewer system, hydraulic design of the sewer system and preparation of plans, all under the corresponding regulations in force.

For the design of the sanitary sewer system, the starting point was the population census, followed by the topographic survey. With this field information, we proceeded to calculate the design flow and then to the hydraulic design, verifying the hydraulic relations, all under the parameters of the RAS.

For the hydraulic design of the sewage system, Novafort PVC pipe was used and the diameters of the pipes to be installed were considered to be 2" and 4", which carry the water from the 18 sanitary devices to the discharge point.

Finally, the drawings were produced using AUTO-CAD software, where the details of the network and the materials can be found.

*Keywords:* sanitary sewer, wastewater, electrical substation, hydraulic design.

# **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

12

---

## **3. Introducción**

INGEMA S.A. es una empresa de “ingeniería y desarrollo de proyectos de infraestructura, que ofrece a sus clientes soluciones integrales en el diseño, suministro, subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión procurando el logro de los objetivos de las partes interesadas” (INGEMA S.A. 2020).

Actualmente cuenta con más de 20 proyectos a nivel nacional e internacional. Entre ellos se tiene el proyecto Guayepo solar, proyecto de diseño y construcción de la subestación eléctrica Martillo 33/500 kV y con esta el parque solar más grande de Sudamérica gracias a los más de 820.600 paneles solares que estarán interconectados en un terreno de más de 1.110 hectáreas.

Para la construcción y puesta en marcha de la subestación elevadora eléctrica Martillo 33/500 kV, perteneciente al proyecto Guayepo solar, ubicada en el municipio de Ponedera, Atlántico, se detectó diversos desafíos; uno de ellos referente a la disposición de las aguas residuales resultantes del edificio de operación y mantenimiento.

Debido a la locación del proyecto, su tamaño, la distancia a las comunidades, la ausencia de un sistema de alcantarillado municipal, la exigencia del cumplimiento de normas ambientales igual de estrictas que en las grandes ciudades y los elevados costos de construcción, manejo y mantenimiento de las plantas de tratamientos de aguas residuales en comunidades pequeñas; se priorizó soluciones simples de operar, que requieran tiempos reducidos de atención del personal y que otorguen una correcta disposición de las aguas efluentes (Masters & Ela, 2008).

Teniendo en cuenta la problemática mencionada, fue necesario buscar alternativas tecnológicas sostenibles, por lo cual, se optó por diseñar un sistema particular de alcantarillado compuesto por la red de tuberías y un sistema séptico con trampa de grasas en hormigón armado y adicionalmente un tanque de almacenamiento de aguas efluentes. (Madera et al., 2005). Para el

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

diseño del sistema séptico se contó con los productos fabricados por la empresa colombiana Rotoplast.

Para iniciar el proceso de diseño se contó con los planos estructurales, planos arquitectónicos y planos de adecuación del terreno del edificio de operación y mantenimiento, por lo que ya se contaba con los niveles (m.s.n.m.) requeridos y fue posible encontrar las correspondientes cotas bateas de los elementos de la red de tuberías y su trayectoria hacía el sistema séptico. El diseño se ejecutó en memorias de cálculo de Excel y se apoyó en los documentos: Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000), Resolución 0330 de 2017, Norma Técnica Colombiana 1500; Código Colombiano de Fontanería, segunda edición (ICONTEC, 2004) y el Manual de instalación sistema séptico domiciliario (Rotoplast, 2020).

Finalmente, se obtuvieron los siguientes entregables: memoria de diseño del sistema particular de alcantarillado dónde se tiene la descripción detallada del procedimiento realizado, memoria de cálculo en Excel donde se presentan los cómputos numéricos del diseño tramo a tramo y por último con ayuda del software AutoCAD se produjo el plano detallado del sistema.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

14

---

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Diseñar el sistema particular de alcantarillado acorde a los requerimientos de la normativa para la correcta disposición de las aguas efluentes resultantes del edificio de operación y mantenimiento de la subestación eléctrica Martillo.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Analizar detalladamente la información base disponible suministrada por la empresa INGEMA S.A. para realizar el trazado óptimo de la red de aguas residuales y su llegada al sistema séptico del edificio de operación y mantenimiento.
- Estructurar en el software Excel los cálculos necesarios con el fin de realizar el diseño numérico de la red de tuberías, la trampa de grasas y el sistema séptico conforme a la normativa.
- Sintetizar los procesos realizados en el diseño mediante los archivos entregables: Memoria de diseño, memoria de cálculo en Excel y el plano detallado del sistema.

# **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

15

---

## **5. Marco teórico.**

### **5.1. Conceptos básicos**

Se denominan aguas residuales aquellas que aparecen contaminadas ya sea por medio de detergentes, grasas, material orgánico o residuos industriales. Los contaminantes en las aguas residuales son habitualmente una mezcla compleja de compuestos orgánicos e inorgánicos (Muñoz Cruz, 2008).

#### **5.1.1. Clasificación de las aguas residuales**

De no existir las redes de recolección de las aguas residuales, se pondría en peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales. Las aguas residuales pueden tener varios orígenes (Ramalho, 2003):

- **Aguas residuales domésticas:** Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.
- **Aguas residuales industriales:** Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.
- **Aguas de lluvia:** Proveniente de la precipitación pluvial, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos. En

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

16

---

zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

- Aguas escorrentías de usos agrícolas: Arrastran fertilizantes (fosfatos) y pesticidas, empezando a constituir una de las causas mayores de eutrofización de lagos y pantanos. La eutrofización es el proceso natural de envejecimiento de los lagos.

Con el fin de evacuar las aguas residuales desde su lugar de origen hasta su respectiva descarga; se implementan las redes de alcantarillado que consisten en un sistema de estructuras y tuberías conectadas entre sí para la recolección, conducción y disposición de las aguas residuales y que trabajan por gravedad (Muñoz Cruz, 2008).

### **5.1.2. Alcantarillados y tipos de alcantarillados**

Consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, las cuales son necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. "De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales" (PUJ, 2017).

Existen dos tipos de alcantarillados:

#### **5.1.2.1. Alcantarillados convencionales.**

Los sistemas de alcantarillado convencionales son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo (Bonilla Vélez, 2018).



## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

17

---

Se clasifican según el tipo de agua que conducen:

- Alcantarillado separado: Son aquellos en los cuales es independiente la evacuación de las aguas residuales a la de las aguas lluvias (Bonilla Vélez, 2018).
- Alcantarillado sanitario: Es el sistema de recolección diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales. Será este el tipo de alcantarillado que se construirá en el presente proyecto, ya que las aguas pluviales cuentan con su propio sistema de drenaje.
- Alcantarillado pluvial: Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.
- Alcantarillado combinado: Es aquel en el cual se combina la evacuación de aguas residuales y lluvias.

### ***5.1.2.2. Alcantarillados no convencionales.***

Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control en los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener (Bonilla Vélez, 2018).

Se clasifican según el tipo de tecnología aplicada:

- Alcantarillado simplificado: destinado a transportar y recolectar aguas residuales, utilizando redes de escasa profundidad que parten de las instalaciones sanitarias del

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

lote y que son diseñadas bajo el criterio de simplificación y minimización de materiales y criterios constructivos (Garrido Cárdenas, 2008).

- Alcantarillado condominal: destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando el ramal condominal como unidad básica de conexión. Son los que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional (Garrido Cárdenas, 2008).
- Alcantarillado sin arrastre de sólidos: Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se retienen los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetros de energía uniforme y que, por tanto, puedan trabajar a presión en algunas secciones (Garrido Cárdenas, 2008).

### **5.1.3. Trampas para grasas**

Son cámaras rectangulares, ubicadas entre las líneas de desagüe de la fuente y el sistema séptico, permitiendo la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada. El principal objetivo de las trampas para grasa es filtrar los residuos grasos y así evitar que se mezclen con el agua (Díaz et al., 2015).

Es importante destacar que según la normativa NTC-1500, cuando no se cuenta con una red de alcantarillado municipal, el sistema de alcantarillado particular se deberá conectar a un sistema aprobado de tratamiento de aguas residuales, en este caso: el sistema séptico integrado (ICONTEC, 2004).

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

Finalmente, las aguas residuales continúan su desplazamiento hacia el sistema séptico integrado que se compone de un tanque cilíndrico horizontal con refuerzos internos, fabricado con polietileno lineal de alta resistencia al impacto, dividido en su interior en cámaras que conforman un tanque séptico y un filtro anaerobio de flujo ascendente (Rotoplast, 2020).

### **5.1.4. Pozo séptico**

Son obras civiles diseñadas y construidas para el saneamiento en zonas sin alcantarillado, un pozo séptico es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras; su función es recibir y descontaminar las aguas residuales que se producen de las diferentes áreas cuando se realizan evacuaciones de las aguas grises o negras (Pedrozo Martínez, 2011).

Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque (Candela Lledó, 2001).

Para el correcto funcionamiento de un pozo séptico es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones e indicaciones (Pedrozo Martínez, 2011):

- No está permitido el ingreso de las aguas lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento; el agua que entra al sistema puede causar que este falle.
- Los efluentes a tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

20

---

- El tanque séptico deberá localizarse en un sitio donde no produzca contaminación de pozos de agua, manantiales u otras fuentes de agua.
- No podrá localizarse en zonas pantanosas ni áreas susceptibles de inundación.
- Deberá localizarse en un sitio que permita desarrollar la pendiente especificada para las tuberías domiciliarias.
- El sitio seleccionado para ubicar el tanque deberá ser accesible para realizar la limpieza e inspección, y deberá disponer de suficiente área para el tratamiento del efluente del tanque.
- Por ningún motivo se permitirá la localización del tanque en zonas de laderas o en áreas muy escarpadas.

***5.1.4.1. Tipos de pozos sépticos***

Se clasifican en tres tipos (Bonilla Vélez, 2018):

- Fosas sépticas de concreto.
- Fosas de fibra de vidrio: se usan para los lugares de acceso difícil.
- Fosas plásticas/de polietileno: Se comercializan en diversas capacidades. Estas fosas son livianas, de una sola unidad y pueden llevarse a los lugares de difícil acceso.

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

El tanque séptico es un sistema sencillo de construir y de explotar. Éste puede ser construido en hormigón armado o prefabricado, debe ser hermético al agua, durable y estructuralmente estable (Muñoz Cruz, 2008).

Cuando el agua contaminada ingresa al sistema, el pozo séptico separa y procesa los residuos enviando los sólidos al fondo en el proceso que se conoce como "sedimentación". Este proceso sucede para lograr una buena descontaminación del agua. Puede contar con uno o más compartimentos, proporcionando una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, lo cual puede ser valioso para la protección del ecosistema (Muñoz Cruz, 2008).

Todo tanque séptico estará provisto de una escotilla y una tapa hermética de no menos de 60 cm. de diámetro que se utilizará para extraer los residuos que se acumulan en el fondo. Respecto a sus dimensiones, dependerán principalmente del número de usuarios y la periodicidad del retiro de los residuos (Hernández Lehmann, 2000).

### **5.2. Parámetros de diseño**

Para iniciar el diseño de la red de alcantarillado es necesario tener claros los siguientes parámetros.

#### **5.2.1. Nivel de complejidad**

El nivel de complejidad es bajo y se determinó conforme el número de habitantes según lo establecido en la figura 1.

## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

---

Nivel de Complejidad del Sistema	Población en la zona urbana <sup>2</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los suscriptores <sup>3</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Figura 1. Asignación del nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000.

### 5.2.2. Periodo de diseño

Como parte del desarrollo de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o aguas lluvias, y antes de generar alternativas de solución, es necesario establecer el período de planeamiento teniendo en cuenta que éste comienza desde el año inicial de operación.

Para la definición del período de planeamiento o período de diseño se deben tener en cuenta: la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad poblacional actual y la de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados, la calidad de la construcción, así como también la operación y el mantenimiento de este. A su vez, el período de planeamiento está influido por la demanda del servicio, la programación de las inversiones, las ampliaciones del sistema, las tasas de crecimiento de la población y, el crecimiento económico del municipio o localidad. Como mínimo, los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias deben proyectarse para 30 años en el caso de sistemas con nivel de complejidad alto y 25 años en los demás sistemas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

### 5.2.3. Caudal de aguas residuales

Es posible estimar el caudal de aguas residuales mediante dos métodos:

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

**5.2.3.1. Método número uno: RAS, Título D**

Si se cuenta con información inicial de la zona, los aportes de aguas residuales pueden determinarse con base en la información de consumos y/o mediciones recientes registradas en la localidad, y considerando las densidades previstas para el periodo de diseño con base en el Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificarán los valores adoptados y deben ser aprobados por las personas prestadoras del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño, en cada uno de los tramos de la red (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

Los caudales que se requieren calcular son los siguientes:

**Caudal domestico (Q<sub>D</sub>):** cuando se utilice proyección de población, se debe calcular el caudal domestico con la Ecuación 1:

$$Q_D = \frac{C_R * P * D_{NETA}}{86400} \quad [1]$$

Donde:

- $D_{NETA}$ : es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab. día).
- P: es el número de habitantes proyectados al periodo de diseño.
- $C_R$ : es el coeficiente de retorno; debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona

## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor entre 0.7 y 0.8 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

**Caudal de aguas residuales industriales ( $Q_I$ ):** debe evaluarse de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria, así como de los procesos de tratamiento de aguas, reutilización de esta y tecnología empleada para reducir el impacto ambiental (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). Debido a que el sistema no contempla un uso industrial en la zona, Este valor no fue tenido en cuenta.

**Caudal de aguas residuales comerciales ( $Q_c$ ):** debe estar justificado con un estudio detallado, basado en consumos netos, densidades de población y coeficientes de retorno mayores que los de consumo doméstico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). Los valores para este caudal están establecidos de acuerdo con la figura 2.

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s*hab)
Cualquier	0,4 – 0,5

Figura 2. Contribución institucional mínima en zonas residenciales. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

**Caudal de Infiltración ( $Q_{IN}$ ):** El procedimiento para su estimación debe llevarse a cabo teniendo en cuenta la naturaleza y la permeabilidad del suelo, la topografía del área, su drenaje, la cantidad y distribución de la precipitación en el tiempo, la altura crítica del nivel freático en relación con las tuberías, el tamaño, condición y tipo de tuberías, el tipo y número de uniones y conexiones, la calidad de la construcción de las estructuras. De no tener información, se debe utilizar un factor de 0,1 a 0,3 l/s.ha, de acuerdo con las características en el área del proyecto. En los casos en que el nivel freático esté por debajo del nivel base de la red, el caudal de infiltración puede excluirse del caudal de diseño (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).



## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

25

---

**Caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{MD}$ ):** El caudal medio diario de aguas residuales se debe calcular como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). Está dado por la Ecuación 2.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN} \quad [2]$$

**Caudal máximo horario ( $Q_{MH}$ ):** “Este valor es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016). Es calculado por medio de la ecuación 3:

$$Q_{MH} = F * Q_{MD} \quad [3]$$

Donde:

- F: Factor de mayoración.
- $Q_{MD}$ : Caudal final medio diario.

**Factor de mayoración (F):** Este valor tiene en cuenta los cambios en el consumo de agua de los habitantes. Este valor se calcula en base a la población y disminuye a medida esta aumenta. Se calcula utilizando la ecuación 4. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000) El factor de mayoración utilizado para estimar el caudal horario máximo debe calcularse a partir de mediciones de campo, teniendo en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, los cálculos deben hacerse utilizando ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las posibles limitaciones de su aplicabilidad. El valor debe estar entre 1,4 y 3,8. Este valor es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

26

---

$$F = \frac{3.5}{p^{0.1}} \quad [4]$$

Donde:

- F: Factor de mayoración.
- P: número de habitantes (en miles).

**Conexiones erradas ( $Q_{CE}$ ):** La contribución de las conexiones erradas debe estimarse en función de la información disponible localmente. Si no hay información, no se debe utilizar más de 0,2 L/hab. s. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

**Caudal de diseño ( $Q_{DT}$ ):** El caudal de diseño para cada tramo de la red colectora se obtiene sumando el aporte de conexiones erradas y de infiltración al caudal máximo horario del día máximo, como se presenta en la Ecuación 5. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{IN} + Q_{IN} \quad [5]$$

**Dotación neta máxima:** Se determina utilizando información histórica sobre el consumo de agua potable de los usuarios, la cual puede obtenerse del proveedor del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilarse en el Sistema Único de Información (SUI) de la Dirección de Supervisión de los Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), siempre que los datos sean consistentes. En todos los casos se deben utilizar valores que no excedan los valores máximos mostrados en la Figura 3 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

---

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona	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

*Figura 3. Dotación neta máxima. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).*

**5.2.3.2 Método número dos: NTC 1500**

La NTC 1500 en la sección 8.9 permite calcular el caudal de diseño en función del número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios instalados. “Los valores unitarios de desagüe de aparatos dados en la figura 4 designan la carga relativa de diferentes tipos de aparatos que se deben utilizar en la estimación de caudales totales que lleva la tubería sanitaria o de evacuación y se deben utilizar para calcular sus dimensiones.” (ICONTEC, 2004).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial <sup>a,2</sup>	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial <sup>2</sup>	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) <sup>f</sup>	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd))	6	-
Bañera <sup>3</sup> (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 ½)
Bidé	1	(1 ¼)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 ½)
Lavamanos dental	1	(1 ¼)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos <sup>e</sup> , doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagües de piso <sup>g</sup>	2 <sup>h</sup>	(2)
Poceta de piso <sup>h</sup>	h	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos y/o lavavajillas	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,36 L/s (5.7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5.7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	<sup>e</sup>
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>
Orinal, sin suministro de agua	1/2	<sup>e</sup>
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque fluxómetro, público o privado	4 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>
Inodoro, privado (1,6 gpd)	3 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>
Inodoro, privado (lavado mayor a 1.6 gpd)	4 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>
Inodoro, público (1.6 gpd)	4 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpd)	6 <sup>e</sup>	<sup>e</sup>

Factores de conversión: 1 L = 0,3 galón (gpd = galones por descarga).

- Para (sifones) mayores de 3 pulgadas, use Tabla 8.9.2.
- Una regadera sobre una bañera o una bañera de hidromasaje no aumenta el valor unitario de desagüe del aparato.
- Véase los numerales 8.9.2 a 8.9.4.1 para métodos de cálculo del valor unitario de desagüe de aparatos no incluidos en esta tabla o para las velocidades de dispositivos con gastos intermitentes. La dimensión del (sifón) debe ser consistente con la dimensión de la boca de salida del aparato.
- Con el propósito de calcular las cargas en las redes y desagüe de edificaciones, los inodoros y orinales no se deben medir en una unidad de aparato de desagüe más baja, a menos que valores más bajos sean confirmados por ensayos.
- Para aparatos agregados a grupos sanitarios de unidades habitacionales, agregar el valor unidad de aparato de desagüe (UAD) de aquellos aparatos agregados al total del grupo de aparatos sanitarios.
- Véase numeral 5.6.3 para requerimientos de tamaño para desagüe de aparato, desagüe de ramal y desagüe de la bajante de una cañería vertical de un lavarropas automático.
- Véase los numerales 8.9.4 y 8.9.4.1.

Figura 4. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo. Fuente: (ICONTEC, 2004).

# Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

## 5.3. Criterios para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales

Para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, es importante tener en cuenta los criterios para el cálculo de la dotación bruta que tendrán los habitantes; para ello, se deben seguir las recomendaciones contempladas en el capítulo B.2 del RAS 2016 sobre población, dotación y demanda.

### 5.3.1. Estimación de la población

para el estimativo de la dotación se considera en el diseño un máximo de 10 personas en el evento de requerirse labores de mantenimiento temporales de la subestación; también se prevé que durante la mayor parte del tiempo en la subestación estarán un máximo de ocho (8) personas en las áreas de operación.

### 5.3.2. Nivel de complejidad del sistema

el nivel de complejidad del sistema se trabaja con respecto al número de habitantes de acuerdo con la figura 6 que se presenta a continuación. De acuerdo con el número de habitantes, se considera que el nivel de complejidad es bajo.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana <sup>(1)</sup> (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios <sup>(2)</sup>
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Figura 5. Asignación del nivel de complejidad. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

**5.3.3. Dotación neta**

la dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. El Código Colombiano de Fontanería (NTC 1500) establece la evaluación de consumo diario por persona de acuerdo con la figura 7, la cual se muestra a continuación:

Industrias	80 litros /trabajador
Comercio, mercancías secas, casas de abastos, peluquerías y pescaderías	20 litros / m <sup>2</sup> mínimo 400 litros/ día
Mercados	15 litros / m <sup>2</sup>
Viviendas	200 litros/ habitante/ día a 250 litros/ habitante/ día
Universidades	50 litros/ persona/ día
Internados	250 litros/ persona/ día
Hoteles(a)	500 litros/ habitación/ día
Hoteles (b)	250 litros/ cama/ día
Cuarteles	350 litros/ persona/ día
Restaurantes	4 litros/ día/ comida
Hospitales	600 litros/ persona/ día
Prisiones	600 litros/ persona/ día

*Figura 6. Evaluación de consumo diario por persona Fuente: (ICONTEC, 2004).*

Sin embargo, según el título A11.1.1 del RAS La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema y sus valores mínimo y máximo se establecen de acuerdo con la figura 8:

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

*Figura 7. Dotación neta según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).*

Se determina trabajar con una dotación neta por habitante al día de 130 litros.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

A la dotación neta se le debe hacer una corrección por efectos del clima, se toma el valor de la temperatura media anual de 28.4°C, por lo tanto, la corrección por clima es +15%, de acuerdo con la figura 9 tomada de la sección B.2.3 del RAS mostrada a continuación:

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frío (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

*Figura 8. Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).*

Se obtiene una dotación neta por habitante al día de 149 litros.

**5.3.4. Pérdidas**

el porcentaje de pérdidas técnicas admisible depende del nivel de complejidad del sistema, como se establece en la figura 10, sección B.2.4 del RAS.

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

*Figura 9. Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).*

El nivel de complejidad es bajo, por lo tanto, el porcentaje de pérdidas máximas debe ser del 40%.

## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

32

---

### 5.3.5. Dotación bruta

la dotación bruta se expresa mediante la ecuación 6 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000):

$$D_{Bruta} = \frac{D_{Neta}}{1 - \%P} \quad [6]$$

$$D_{Bruta} = \frac{149 \frac{l * día}{hab.}}{1 - 40\%} = 249 \frac{l * día}{hab.}$$

Para el diseño de los elementos del sistema de tratamiento de las aguas residuales se elige el caudal de diseño considerando un coeficiente de retorno de 0.80 previsto para comunidades sin alcantarillado en la sección E.2.2.4 del reglamento técnico de agua potable y saneamiento básico.

### 5.4. Localización de redes

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016):

- Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0,5 de la acera y 1,5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el paramento, según corresponda.
- Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.



## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

- Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser medidas entre las superficies externas de los dos conductos.

### 5.5. Profundidad de instalación de la tubería en alcantarillados

“La profundidad de instalación de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería, las uniones y el suelo. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, se definen en la figura 11” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Figura 10. Profundidad a las cotas claves del colector. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

### 5.6. Criterios de auto limpieza

En los alcantarillados sanitarios la velocidad mínima permisible práctica es aquella que produce un esfuerzo cortante mínimo de 1.0 Pascal en la pared de la tubería. Durante la fase de diseño, se deben determinar los criterios de velocidad y esfuerzo cortante para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

## Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

34

### 5.7. Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios

“La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5,0 m/s, determinada para el caudal de diseño” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

### 5.8. Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios

El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de éste para permitir la aireación adecuada del flujo de aguas residuales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

### 5.9. Parámetros hidráulicos de las tuberías

Los parámetros hidráulicos de diseño se calcularon conforme las ecuaciones de la sección 6.2.6 del RAS 2016 que se muestran a continuación:

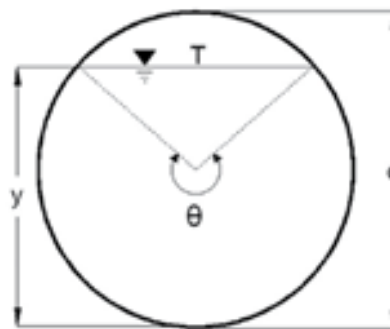


Figura 11. Características geométricas de la sección circular. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

35

---

“El ángulo subtendido desde el centro de la sección transversal y los puntos de contacto entre la superficie libre y la circunferencia de la tubería” está dado por la ecuación 7 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

$$\theta = 2 * \cos^{-1} \left( 1 - \frac{2 * y}{d} \right) \quad [7]$$

Donde:

- $\theta$ : Ángulo subtendido entre el centro de la sección transversal y los puntos de contacto entre la superficie libre y la circunferencia de la tubería (rad).
- $y$ : Profundidad del agua (m).
- $d$ : Diámetro real interno de la tubería (m).

“Teniendo en cuenta el ángulo antes descrito y el diámetro real interno de la tubería, el área mojada de la sección transversal” se calcula de acuerdo con la ecuación 8 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

$$A = \frac{d^2}{8} * (\theta - \text{Sen}\theta) \quad [8]$$

Donde:

- $A$ : Área mojada transversal (m<sup>2</sup>).
- $d$ : diámetro real interno de la tubería (m).
- $\theta$ : Ángulo subtendido entre el centro de la tubería y la superficie libre (rad).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

36

---

El perímetro mojado correspondiente al área mojada se calcula de acuerdo con la ecuación 9 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

$$P = \frac{1}{2} * (\theta * d) \quad [9]$$

Donde:

- P: Perímetro mojado de la sección de flujo (m).
- d: diámetro real interno de la tubería (m).
- $\theta$ : Ángulo subtendido entre el centro de la tubería y la superficie libre (rad).

“El radio hidráulico de la sección de la tubería corresponde a la división del área mojada por el perímetro mojado” y se calcula de acuerdo con la ecuación 10 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

$$R = \frac{d}{4} * \left( 1 * \frac{\text{Sen}\theta}{\theta} \right) \quad [10]$$

Donde:

- R: Radio hidráulico de la sección de flujo (m).
- d: diámetro real interno de la tubería (m).
- $\theta$ : Ángulo subtendido entre el centro de la tubería y la superficie libre (rad).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

37

---

El caudal de la tubería se puede calcular en base a la ecuación 11.

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{0.5} \quad [11]$$

Donde:

- Q: Caudal del flujo (m<sup>3</sup>/s).
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning (s/m<sup>1/3</sup>).
- A: Área mojada transversal (m<sup>2</sup>).
- R: Radio hidráulico de la sección de flujo (m).
- S: Pendiente longitudinal de la tubería.

En las tuberías de alcantarillado, se debe garantizar que el sedimento que ingresa al sistema pueda moverse bajo la influencia del flujo de agua aguas abajo de la tubería. Para ello, se debe garantizar un esfuerzo cortante mínimo, dependiendo del tipo de sistema objeto de diseño. Para calcular el esfuerzo cortante en condiciones de flujo constante se debe utilizar la ecuación 12 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2016).

$$\tau = \gamma * R * S \quad [12]$$

Donde:

- $\tau$ : Esfuerzo cortante en la pared de la tubería (Pa).
- $\gamma$ : Peso específico del agua (N/m<sup>3</sup>).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

38

---

- R: Radio hidráulico de la sección de flujo (m).
- S: Pendiente longitudinal de la tubería.

Con respecto al régimen de flujo, el flujo uniforme en una tubería o ducto de un sistema de alcantarillado puede ser crítico, subcrítico, supercrítico o cuasi crítico de acuerdo con las siguientes desigualdades:

- $Fr = 1.0$  Flujo Crítico.
- $Fr < 1.0$  Flujo Subcrítico.
- $Fr > 1.0$  Flujo Supercrítico.

En donde el número de Froude está descrito mediante la ecuación 13.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g * D}} \quad [13]$$

Donde:

- Fr: Número de Froude (adimensional).
- v: Velocidad media de flujo (m/s).
- g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).
- D: Profundidad hidráulica (m).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

39

---

La profundidad hidráulica de una tubería parcialmente llena se puede determinar mediante la ecuación 14.

$$D = \frac{d}{8} * \left( 1 * \frac{\theta - \text{Sen}\theta}{\text{Sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)} \right) \quad [14]$$

Donde:

- D: Profundidad hidráulica (m).
- d: diámetro real interno de la tubería (m).
- $\theta$ : Ángulo subtendido entre el centro de la tubería y la superficie libre (rad).

### **5.10. Dimensionamiento de la trampa de grasas**

Para su dimensionamiento se debe considerar lo estipulado en la sección E.3.3 del RAS 2000, donde se indica que la capacidad de almacenamiento mínimo expresado en kg de grasa debe ser por lo menos la cuarta parte del caudal de diseño expresado en litros por minuto cómo se muestra en la ecuación 15.

$$C = \frac{1}{4} * Q_{Dt} \quad [15]$$

El área requerida por el tanque es 0.25 m<sup>2</sup> de área por cada litro por segundo, se calcula mediante la ecuación 16 y debe tener una velocidad ascendente mínima de 4 mm/s.

$$A_r = 0.25 * Q_{Dt} \quad [16]$$

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

40

---

El ancho de la trampa se define acorde a la ecuación 17

$$a = \sqrt{A_r} \quad [17]$$

Por las condiciones de operación y mantenimiento se decide usar una trampa de grasas con dimensiones 0.80 metros por 0.80 metros que permita la instalación del tabique de separación y otorgue el espacio suficiente para su manutención.

### **5.11. Dimensionamiento del tanque séptico**

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de tratamiento ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple, y se estabiliza la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.

El tanque se deberá ubicar conservando las siguientes distancias como mínimo:

- 2 metros distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros, campos de infiltración y pozos de absorción.
- 3,00 metros distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15,00 metros distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.



## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

El tanque séptico está diseñado de tal forma que las aguas residuales permanezcan dentro de él al menos 24 horas, con el fin de que las bacterias anaerobias contenidas en las aguas negras, mediante procesos bioquímicos y físicos, descompongan la materia orgánica convirtiéndola en gases, líquidos y sólidos.

Estos elementos se separan dentro del tanque séptico por procesos físicos, de sedimentación y flotación, formando tres capas bien definidas:

- Una capa de lodo en el fondo.
- Una capa flotante de natas en la superficie.
- Una capa intermedia líquida que fluye hacia afuera a la medida que ingresan las aguas negras.

El volumen de almacenamiento se determina de acuerdo con lo indicado en el capítulo E.7.2 del RAS 2000 acorde a la ecuación 18.

$$V_u = 1000 + P * ([C * t] + [k * l_f]) \quad [18]$$

Donde:

- $P$ : Población (número de habitantes).
- $C$ : Contribución aguas residuales, (l\*Hab/día).
- $t$ : Tiempo de retención hidráulica (horas).

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

- $l_f$ : Contribución de lodo fresco (l/día).
- $k$ : Tasa de acumulación de lodo digerido en días equivalentes al tiempo de acumulación del lodo fresco.

La contribución para aguas residuales se determina según lo indicado en el título E capítulo E.7.2.1 del RAS 2000 y el tiempo de retención hidráulica será de 24 horas según lo expuesto anteriormente.

Para conocer los factores  $k$  y  $l_f$  se utiliza la información de las figuras 12 y 13.

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco $L_r$ (L / día)	
		C	$L_r$
<b>Ocupantes permanentes</b>			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
<b>Ocupantes temporales</b>			
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4.0

Figura 12. Contribución de aguas residuales por persona. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

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

Figura 13. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos. Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, 2000).

# **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

43

---

## **6. Metodología**

Este trabajo se llevó a cabo en tres etapas alineadas con los objetivos específicos con el fin de dar cumplimiento a cada uno de ellos. Estas etapas se presentan a continuación:

### **6.1. Etapa 1 Estudio de reconocimiento: Información básica y criterios de diseño**

Para el diseño del sistema de alcantarillado además de la serie de parámetros descritos en el título D del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, fueron considerados diversos criterios de diseño asociados de forma específica con los planes de desarrollo urbanístico e industrial de la zona en donde se ubica el proyecto. De acuerdo con la planificación, el alcantarillado sanitario se proyectó exclusivamente para aguas residuales y se estudió considerando las diferentes alternativas, con el fin de encontrar la mejor solución atendiendo aspectos técnicos, naturales, sociales y económicos.

El paso inicial para realizar las opciones de trazados de la red de alcantarillado sanitario fue el reconocimiento de la zona a intervenir. Para lo cual fue fundamental conocer la ubicación, la distribución estructural, la arquitectura y los requerimientos sanitarios del edificio de operación y mantenimiento, la topografía del terreno y la locación de las demás redes, canalizaciones y ductos.

Comenzando por la topografía, la cual fue importante debido a que proporcionó un indicio de la ubicación, orientación y dirección de los colectores para facilitar el trabajo por gravedad y el cumplimiento del requerimiento de profundidad de la tubería impuesto por la normativa. Con la topografía se identificaron los múltiples obstáculos, tales como: vías de acceso, sistemas de drenaje, cárcamos con conductores eléctricos de media y alta tensión, fundaciones de equipos. Así como los accidentes geográficos, tales como: zonas pantanosas, erosión por escorrentías, entre otros, que pueden generar complicaciones en los procesos constructivos, causando reprocesos e incrementos en los costos del proyecto.

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

Por otra parte, se evidenció la locación de los tanques y del sistema de abastecimiento de agua potable, información valiosa para mantener la distancia a la ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales, cumpliendo las exigencias de la normativa, minimizando riesgos de contaminación y cuidando la calidad del agua de consumo poblacional.

Antes de definir el trazado se llevó a cabo la evaluación financiera y ambiental. Dado que no se cuenta con una red de alcantarillado municipal cerca a la subestación, se definió el uso de un sistema séptico para el tratamiento de las aguas residuales y su ubicación precisó la ruta de los colectores. Se optó por el uso de un sistema séptico debido a la facilidad y bajo costo de operación y mantenimiento, disponibilidad de espacio para su instalación, aceptación por parte de las autoridades ambientales, disposición efectiva de lodos y su eficiencia en la prevención de morbilidades a causa del mal manejo de las aguas negras. Luego, para definir el trazado, se evaluaron las alternativas de llegada al sistema séptico, en aspectos de cantidades de obras civiles, costos e impactos ambientales.

En seguida, se definió el período de diseño para el sistema de alcantarillado, siendo el período mínimo de 20 años de acuerdo con la normativa.

Posteriormente, se efectuó la estimación de los caudales. Esta estimación se realizó sin contar con información debido a la ausencia de población cercana a la zona de intervención, en consecuencia, para la estimación del caudal de diseño se empleó la metodología de la NTC 1500, satisfaciendo los requerimientos de los aparatos sanitarios.

Finalmente, para la distribución de las tuberías colectoras se cumplieron los siguientes criterios:

- Se conectaron todas las aguas residuales a un solo sistema de alcantarillado.
- Se buscó que el sistema funcione por gravedad.

## **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

45

---

- Fueron satisfechos los aportes de aguas residuales de los habitantes del edificio de operación y mantenimiento.
- Se proyectó transportar únicamente aguas residuales.
- Se evitó trazar el recorrido de la red por las zonas pantanosas.
- El trazo de la red se manejó con curvas y conexiones de 45°.
- Se pretendió alinear los colectores con la pendiente del terreno para minimizar excavaciones.

### **6.2. Etapa 2 Diseño hidráulico y consideraciones de diseño**

Las tuberías colectoras siguen dentro de lo posible, las pendientes del terreno natural, sin embargo, el cálculo se realizó tramo a tramo en base al caudal que se conduce en esta sección. En los casos donde no se consideraron los requerimientos de la normativa, se debió escoger la solución adecuada entre dos posibles:

- Aumentar la pendiente y disminuir el diámetro del colector.
- Aumentar el diámetro del colector y disminuir la pendiente.

Los caudales de aportación para cada colector fueron correspondientes a los aparatos que descargan en ellos, en cada tramo, siguiendo la metodología de la NTC 1500, se asumió para cada aparato los caudales de aporte presentados en la figura 4.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

La profundidad inicial de la tubería fue la estipulada por la normativa y presentada en la figura 11.

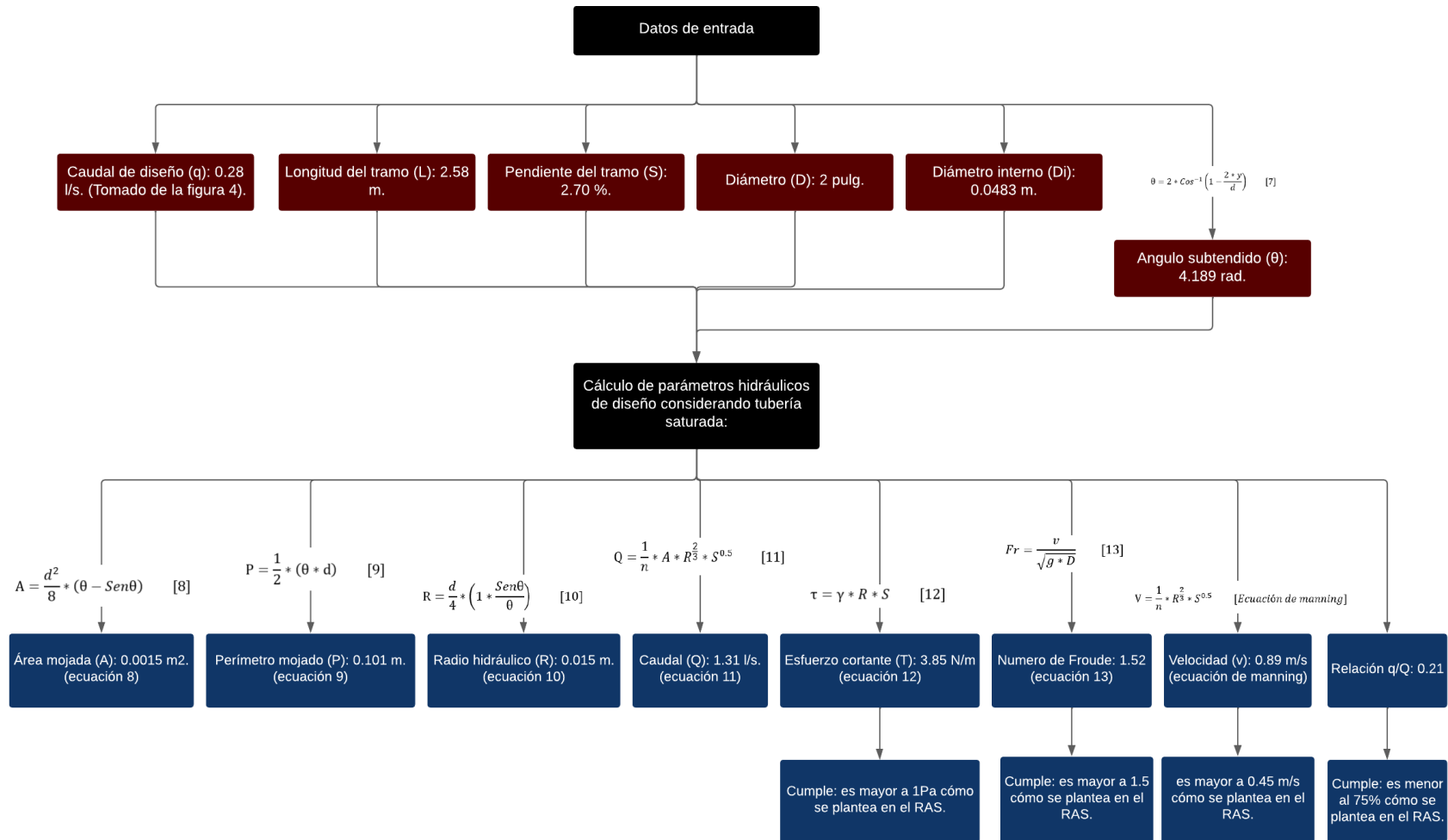
El diámetro interno mínimo que se usó es 0,058 m. con una pendiente del 2,70 % y el diámetro máximo es de 0,1016 m. con una pendiente del 2,10 %.

La velocidad mínima admisible fue de 0.45 m/s con tubería parcialmente llena. La velocidad máxima para todos los tramos se definió en 5 m/s debido a que las tuberías son en material PVC.

Para llevar a cabo el diseño hidráulico de la red de alcantarillado es indispensable remitirse al Título D del RAS 2000. En primera instancia fue necesario pre dimensionar la tubería con base en la información de los caudales presentada en la figura 4 para posteriormente encontrar los parámetros hidráulicos de diseño. El diseño tramo a tramo se puede visualizar en la sección de resultados.

A continuación, la figura 14 ilustra el diseño hidráulico del tramo correspondiente entre el nodo 1 y 2 que representa el desagüe de un lavaplatos.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV,  
proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**



*Figura 14. diseño hidráulico del tramo entre el nodo 1 y 2*

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

**6.3. Etapa 3 Síntesis de los procesos realizados**

La etapa final de este proyecto consiste en la síntesis de los procesos realizados en el diseño mediante los archivos entregables a la empresa contratante.

Los archivos que se emitieron para validación fueron: memoria de diseño, memoria de cálculo en Excel y el plano detallado del sistema realizado con el software AutoCAD; cabe resaltar que a excepción de la memoria de cálculo los demás archivos son confidenciales y de propiedad de la empresa contratante.

Así mismo, la metodología puesta en marcha en este documento se puede evidenciar con mayor claridad en la figura 15.



# Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.

49

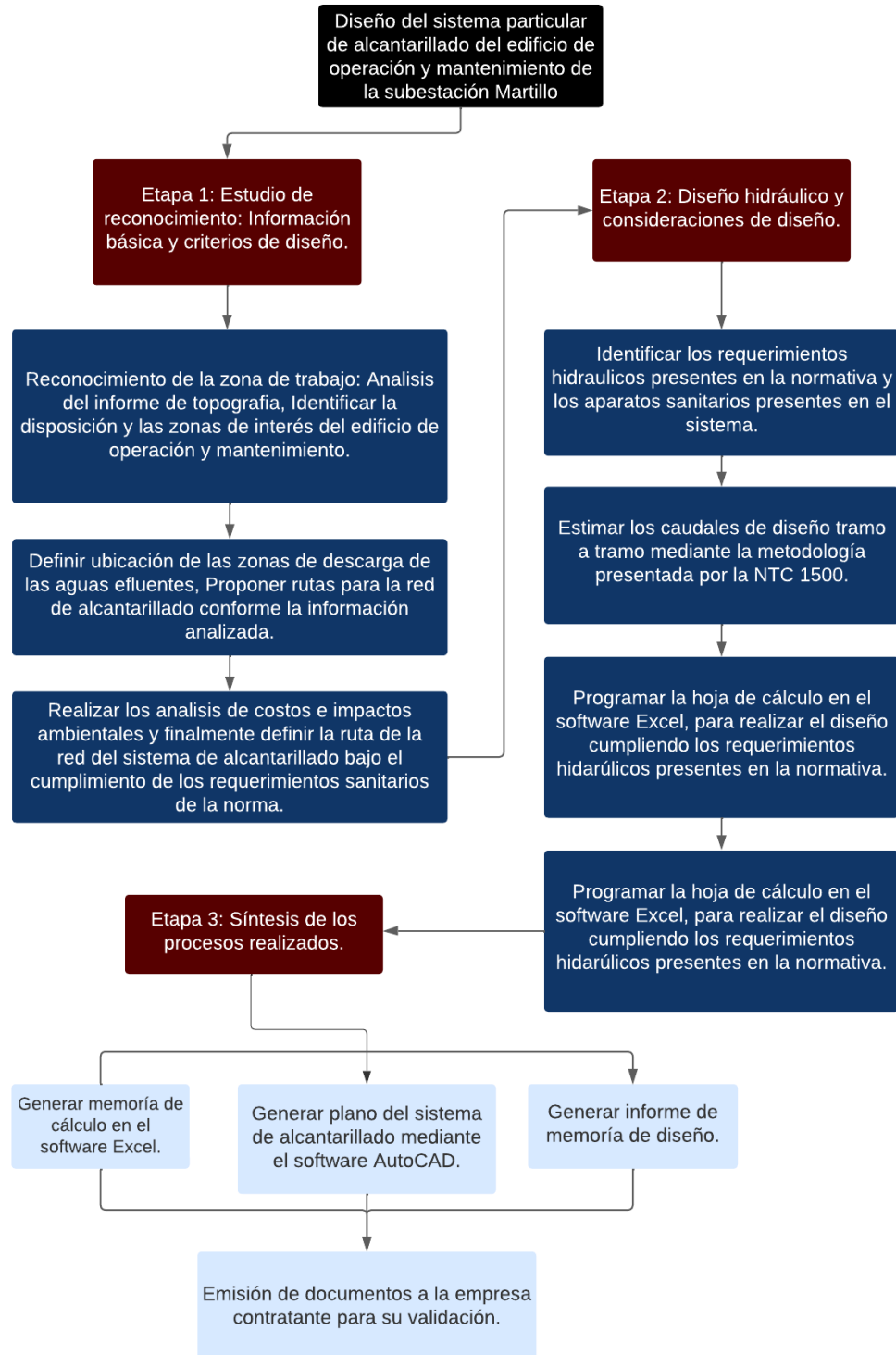


Figura 15. Metodología.

# **Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

50

---

## **7. Resultados y Análisis de los resultados**

### **7.1. Etapa 1 Estudio de reconocimiento: Información básica y criterios de diseño**

Para iniciar el proceso de diseño se contó con el informe del levantamiento topográfico de la zona. Con base en esta información y los planos estructural y arquitectónico del edificio de operación y mantenimiento de la subestación, se logró plantear una ruta óptima para el diseño del sistema de alcantarillado. En el reconocimiento se encontraron zonas pantanosas y zonas con erosión debido a escorrentías que podían complicar los procesos constructivos, por tal motivo se decidió evitarlas.

Una vez propuesto este diseño, se espera la aprobación y validación por parte de la empresa contratante para que se pueda proceder a su ejecución y poder cubrir la necesidad del alcantarillado sanitario para los habitantes del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo.

### **7.2. Etapa 2 Diseño hidráulico y consideraciones de diseño**

Bajo los estándares de la normativa vigente y de acuerdo con las ecuaciones presentadas en la sección 5.9 de este documento (Ecuaciones: 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13), se estructuró en el software Excel la memoria de cálculo necesaria para realizar el diseño numérico de la red de tuberías, que satisfacen las necesidades del edificio de operación y mantenimiento cómo se muestra en el anexo 1. Además, el diseño fue ambientalmente responsable, debido a la inclusión de un sistema séptico que representa una solución innovadora y sostenible para aquellas zonas sin acceso a un sistema de alcantarillado municipal.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

**7.3. Etapa 3 Síntesis de los procesos realizados**

Se logró sintetizar los procesos realizados en el diseño mediante los archivos que se emitieron para validación a la empresa contratante y que se pueden encontrar en la sección de anexos:

- Anexo 1: memoria de cálculo.
- Anexo 2: plano detallado del sistema.
- Anexo 3: memoria de diseño.

Asimismo, estos documentos serán una guía que orientará a quienes estén interesados en ejecutar futuros diseños de sistemas particulares de alcantarillado bajo la guía de la empresa INGEMA S.A.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

52

---

## **8. Conclusiones**

Al desenlace del proyecto, se consigue satisfacer la necesidad de los habitantes del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo mediante soluciones innovadoras, sostenibles y ambientalmente responsables que tendrán reflejo en la calidad de vida de la zona.

Se utilizó un sistema de alcantarillado convencional ya que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema y es el que mejor se acomoda a las especificaciones de diseño exigidas por el RAS. Dicho esto, se priorizó diseñar el sistema con tuberías y accesorios PVC debido a las ventajas que otorga: buena resistencia a impacto, resistencia hidrostática a largo y corto plazo, resistencia a la corrosión, flexibilidad, eficiencia energética, fácil instalación, entre otras ventajas que traen consigo una mayor vida útil para el sistema.

Por último, es de resaltar, que el desarrollo del presente proyecto incitó a las personas involucradas en el diseño a estar al tanto de la normativa que rige las obras del sector de agua potable y saneamiento básico, asimismo, fomentó la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas durante el proceso de formación.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

53

---

**9. Referencias**

- Bonilla Vélez, K. Y. (2018). *Pre-diseño de la red de alcantarillado sanitario del condominio recreacional parcelación San Carlos en el municipio de Villavicencio*. Villavicencio.
- Candela Lledó, L. (2001). Contaminación de las aguas subterráneas: tipo doméstico e industrial. En IGME, *Presente y futuro de las aguas subterráneas en la provincia de Jaén* (págs. 149-156). Madrid.
- Díaz Román, A., Jiménez Romero, M. I., & Herrera Reyes, L. (2015). Diseñode de trampas para grasa con fibras. En U. A. México, *Sustentabilidad Productiva Sectorial: algunas evidencias de aplicación* (págs. 41-60). Toluca, Estado de México.: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Garrido Cárdenas, J. A. (2008). *Análisis comparativo de los sistemas de alcantarillados (convencional y no convencional) de aguas residuales domesticas*. Sincelejo.
- Hernández Lehmann, A.(2000). *Manual de depuración Uralita*. España: Thompson Learning.
- INGEMA S.A. (2020). *Misión*. Recuperado de: <https://www.ingema-sa.com/compania.php>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2004). *ICONTEC NTC-1500: Código Colombiano de Fontanería*. ICONTEC.
- Madera, C. A., Silva, J. P., & Peña, M. R. (2005). *Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales*. Cali: Universidad del Valle.
- Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). *Introducción a La Ingeniería Medioambiental*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 : Título D, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*. Bogotá D.C : Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico, 2000.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 : Título E, Tratamiento de Aguas Residuales*. Bogotá D.C : Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico, 2000.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

54

---

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo. (2016). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 : Título D, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias*. Bogotá D.C : Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo económico, 2016.

Muñoz Cruz, A. (2008). *Caracterización y tratamiento de aguas residuales*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Organización Panamericana de la Salud. (2001). *Informe regional sobre la evaluación 2000 en la Región de las Américas: agua potable y saneamiento, estado actual y perspectivas*. Washington DC.

Pedrozo Martínez, H. (2011). *Evaluación para la construcción de sistemas sépticos*. Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana.

Pontificia universidad Javeriana [PUJ], (2017). *PUJ: Fitofluxus*. <http://bitly.ws/y5AJ>

Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. En *Industrial Data*, vol. 17, núm. 1 (págs. 71-80). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Quebec: Reverté S. A.

10. Anexos

Anexo 1. Memoria de cálculo.

Tramo Tubería		Datos		Dimensiones de la tubería					Parámetro Hidráulicos de Diseño					Parámetro Hidráulicos de Diseño							
DE	A	Descripción	Caudal de Diseño (q) (De la figura 4)	Longitud [L]	Pendiente [S]	Diámetro [D]	Diámetro Interno [d]	θ (Ecuación 7)	Área Mojada [A] (Ecuación 8)	Perímetro Mojado [P] (Ecuación 9)	Radio Hidráulico [Rh] (Ecuación 10)	Caudal [Q] (Ecuación 11)	q/Q	q/Q < 75%	Velocidad [V]	0.45m/s > V < 5.0m/s	Esfuerzo Cortante [T] (Ecuación 12)	T > 1.2N/m	Número de Froude [Fr] (Ecuación 13)	Regimen de Flujo	0.70 > Fr > 1.5?
			l/s	m	%	Pulg.	m	Rad	m <sup>2</sup>	m	m	l/s			m/s		N/m				
1	2	Lavaplatos	0.28	2.58	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.21	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
3	2	Sifon	0.28	0.89	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.21	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
2	4	Sifon + Lavaplatos	0.56	2.65	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.43	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
4	5	Sifon + Lavaplatos	0.56	2.88	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.43	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
6	5	Ducha	0.32	0.33	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.24	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
5	7	Sifon+ ducha + Lavaplatos	0.88	0.20	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.67	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
7	8	Sifon+ ducha + Lavaplatos	0.88	0.25	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.12	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
9	8	Ducha	0.32	1.16	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.24	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
8	10	Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos	1.20	1.43	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.16	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
10	11	Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos	1.20	0.56	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.16	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
12	13	Orinal	0.19	0.73	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
14	13	Orinal	0.19	0.40	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
13	15	2 Orinal	0.38	0.28	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.29	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
15	16	2 Orinal	0.19	0.25	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.02	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
16	17	2 Orinal	0.38	0.15	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.05	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
18	17	Sifon	0.28	1.50	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.21	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
17	19	2 Orinal + sifon	0.66	0.26	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.09	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
20	19	Sanitario	0.19	0.52	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.02	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
19	11	2 Orinal + sanitario + sifon	0.85	0.26	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.12	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
11	21	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + sanitario	2.05	0.38	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.28	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
22	21	Sanitario	0.19	0.52	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.02	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
21	23	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 2 sanitario	2.24	0.54	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.31	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
23	51	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 2 sanitario	2.24	2.08	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.31	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
24	25	Lavamanos	0.19	0.68	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
25	26	Lavamanos	0.19	0.73	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.03	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
27	26	Lavamanos	0.19	0.68	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
26	28	2 Lavamanos	0.38	0.73	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.29	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
29	28	Lavamanos	0.19	0.68	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
28	30	3 Lavamanos	0.57	0.55	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.43	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
30	31	3 Lavamanos	0.57	0.30	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.43	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
31	32	3 Lavamanos	0.57	0.16	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.08	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
33	34	Lavamanos	0.19	0.53	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
34	35	Lavamanos	0.19	0.73	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
36	35	Lavamanos	0.19	0.53	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
35	37	2 Lavamanos	0.38	0.73	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.29	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
38	37	Lavamanos	0.19	0.53	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.14	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
37	32	3 Lavamanos	0.57	0.90	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.43	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
32	39	6 Lavamanos	1.14	1.09	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.16	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
40	39	Sanitario	0.19	0.30	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.02	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
39	41	6 Lavamanos + Sanitario	1.33	0.83	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.18	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
42	41	Sanitario	0.19	0.30	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.02	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
41	43	6 Lavamanos + 2 Sanitario	1.52	0.26	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.21	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
44	45	Ducha	0.32	1.13	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.24	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
46	45	Ducha	0.32	0.73	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.24	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
45	47	2 Ducha	0.64	1.32	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.09	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
48	47	Sifon	0.28	1.24	2.70%	2	0.0483	4.189	0.0015	0.101	0.015	1.31	0.21	OK	0.89	OK	3.856	OK	1.52	Supercrítico	OK
47	43	2 Ducha + Sifon	0.92	1.00	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.13	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
43	49	6 Lavamanos + 2 Sanitario + 2 Ducha + Sifon	2.44	0.38	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.33	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
50	49	Sanitario	0.19	0.30	2.70%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	8.32	0.03	OK	1.41	OK	7.713	OK	1.70	Supercrítico	OK
49	51	6 Lavamanos + 3 Sanitario + 2 Ducha + Sifon	2.63	2.18	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.36	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK
51	Tanque	3 Sifon+ 4 Ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 5 Sanitario + 6 Lavamanos	4.87	5.00	2.10%	4	0.0965	4.189	0.0059	0.202	0.029	7.34	0.66	OK	1.25	OK	5.999	OK	1.50	Supercrítico	OK

Figura 16. Diseño numérico de la red alcantarillado.

NIVEL	COTA	DESCRIPCIÓN
-0,15 m	46,90 msnm	Cota de nivel de adecuacion de edificio de control
0,00 m	47,05 msnm	Cota de nivel de acabado (NPA) de piso 1

Figura 17. Cotas y niveles de interés para el diseño de alcantarillado.

PROFUNDIDAD/DISTANCIA	NIVEL	COTA	DESCRIPCIÓN
0,60 m	-0,75 m	46,30 msnm	Profundidad inicial de tuberías de aguas residuales

Figura 18. Profundidad inicial de la tubería de aguas residuales.

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

Cotas de red de Aguas residuales								
Tramo Tubería		Longitud [L]	Pendiente [S]	Diámetro [D]	Clave Inicial [msnm]	Batea Inicial [msnm]	Clave Final [msnm]	Batea Final [msnm]
DE	A	m	%	Pulg.				
1	2	2,58	2,70%	2	46,35	46,30	46,28	46,23
3	2	0,89	2,70%	2	46,31	46,25	46,28	46,23
2	4	2,65	2,70%	2	46,28	46,23	46,21	46,16
4	5	2,88	2,70%	2	46,21	46,16	46,13	46,08
6	5	0,33	2,70%	2	46,14	46,09	46,13	46,08
5	7	0,20	2,70%	2	46,13	46,08	46,13	46,08
7	8	0,25	2,10%	4	46,18	46,08	46,17	46,07
9	8	1,16	2,70%	2	46,16	46,11	46,13	46,08
8	10	1,43	2,10%	4	46,18	46,08	46,15	46,05
10	11	0,56	2,10%	4	46,15	46,05	46,14	46,03
12	13	0,73	2,70%	2	46,16	46,11	46,14	46,09
14	13	0,40	2,70%	2	46,15	46,10	46,14	46,09
13	15	0,28	2,70%	2	46,15	46,10	46,14	46,09
15	16	0,25	2,70%	4	46,20	46,10	46,19	46,09
16	17	0,15	2,10%	4	46,19	46,09	46,19	46,09
18	17	1,50	2,70%	2	46,14	46,09	46,10	46,04
17	19	0,26	2,10%	4	46,15	46,04	46,14	46,04
20	19	0,52	2,70%	4	46,15	46,05	46,14	46,04
19	11	0,26	2,10%	4	46,14	46,04	46,14	46,03
11	21	0,38	2,10%	4	46,14	46,03	46,13	46,03
22	21	0,52	2,70%	4	46,14	46,04	46,13	46,03
21	23	0,54	2,10%	4	46,13	46,03	46,12	46,01
23	51	2,08	2,10%	4	46,12	46,01	46,07	45,97
24	25	0,68	2,70%	2	46,20	46,15	46,18	46,13
25	26	0,73	2,10%	4	46,23	46,13	46,22	46,12
27	26	0,68	2,70%	2	46,19	46,13	46,17	46,12
26	28	0,73	2,70%	2	46,17	46,12	46,15	46,10
29	28	0,68	2,70%	2	46,17	46,12	46,15	46,10
28	30	0,55	2,70%	2	46,15	46,10	46,13	46,08
30	31	0,30	2,70%	2	46,13	46,08	46,12	46,07
31	32	0,16	2,10%	4	46,18	46,07	46,17	46,07
33	34	0,53	2,70%	2	46,20	46,15	46,18	46,13
34	35	0,73	2,70%	2	46,18	46,13	46,17	46,11
36	35	0,53	2,70%	2	46,18	46,13	46,17	46,11
35	37	0,73	2,70%	2	46,17	46,11	46,15	46,09
38	37	0,53	2,70%	2	46,16	46,11	46,15	46,09
37	32	0,90	2,70%	2	46,15	46,09	46,12	46,07
32	39	1,09	2,10%	4	46,17	46,07	46,15	46,05
40	39	0,30	2,70%	4	46,16	46,06	46,15	46,05
39	41	0,83	2,10%	4	46,15	46,05	46,13	46,03
42	41	0,30	2,70%	4	46,14	46,04	46,13	46,03
41	43	0,26	2,10%	4	46,13	46,03	46,13	46,02
44	45	1,13	2,70%	2	46,15	46,10	46,12	46,07
46	45	0,73	2,70%	2	46,14	46,09	46,12	46,07
45	47	1,32	2,10%	4	46,17	46,07	46,15	46,05
48	47	1,24	2,70%	2	46,13	46,08	46,10	46,05
47	43	1,00	2,10%	4	46,15	46,05	46,13	46,02
43	49	0,38	2,10%	4	46,13	46,02	46,12	46,02
50	49	0,30	2,10%	4	46,12	46,02	46,12	46,02
49	51	2,18	2,10%	4	46,12	46,02	46,07	45,97
51	Tanque	5,00	2,10%	4	46,07	45,97	45,97	45,87

*Figura 19. Cotas de la red de alcantarillado.*

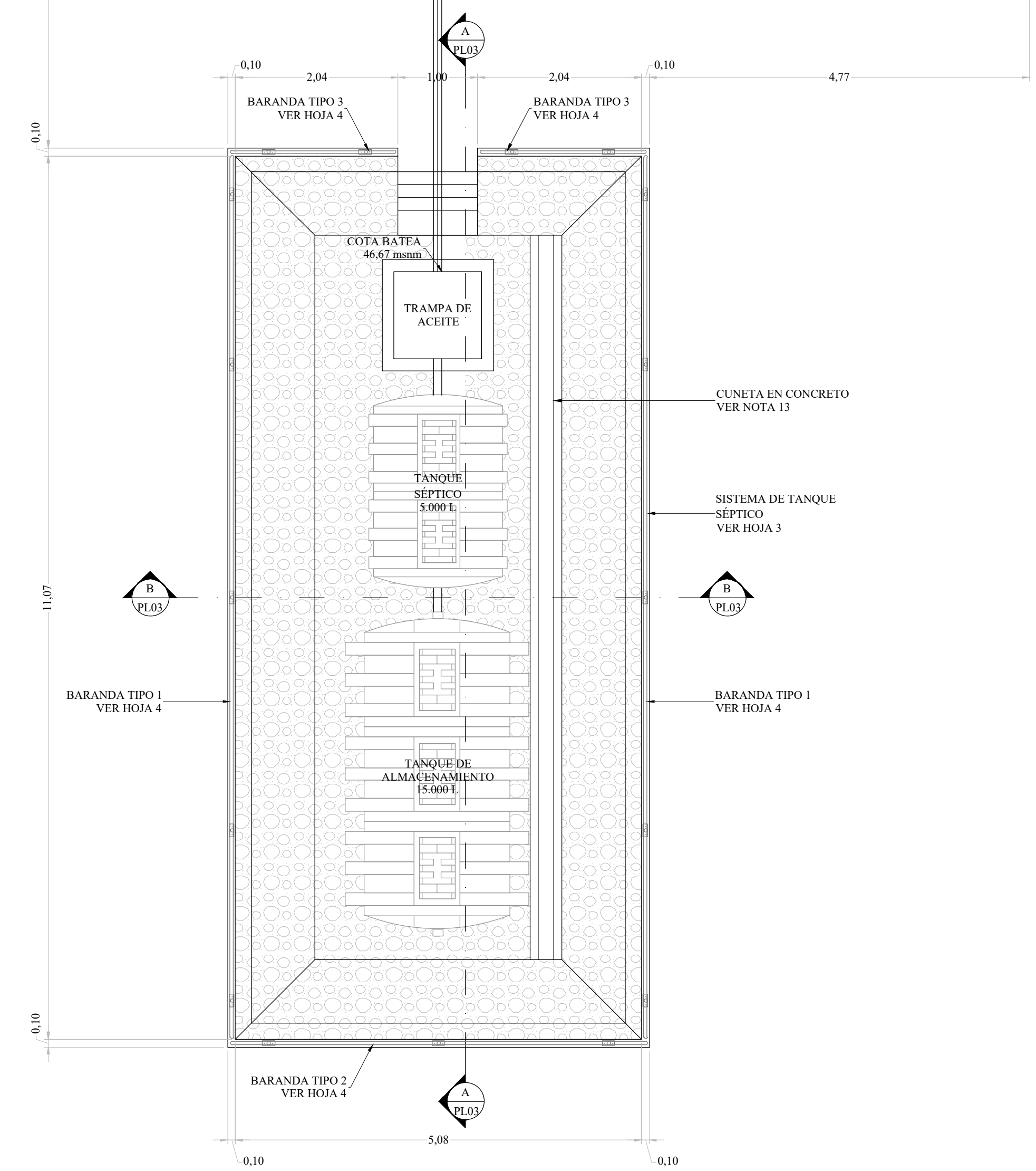
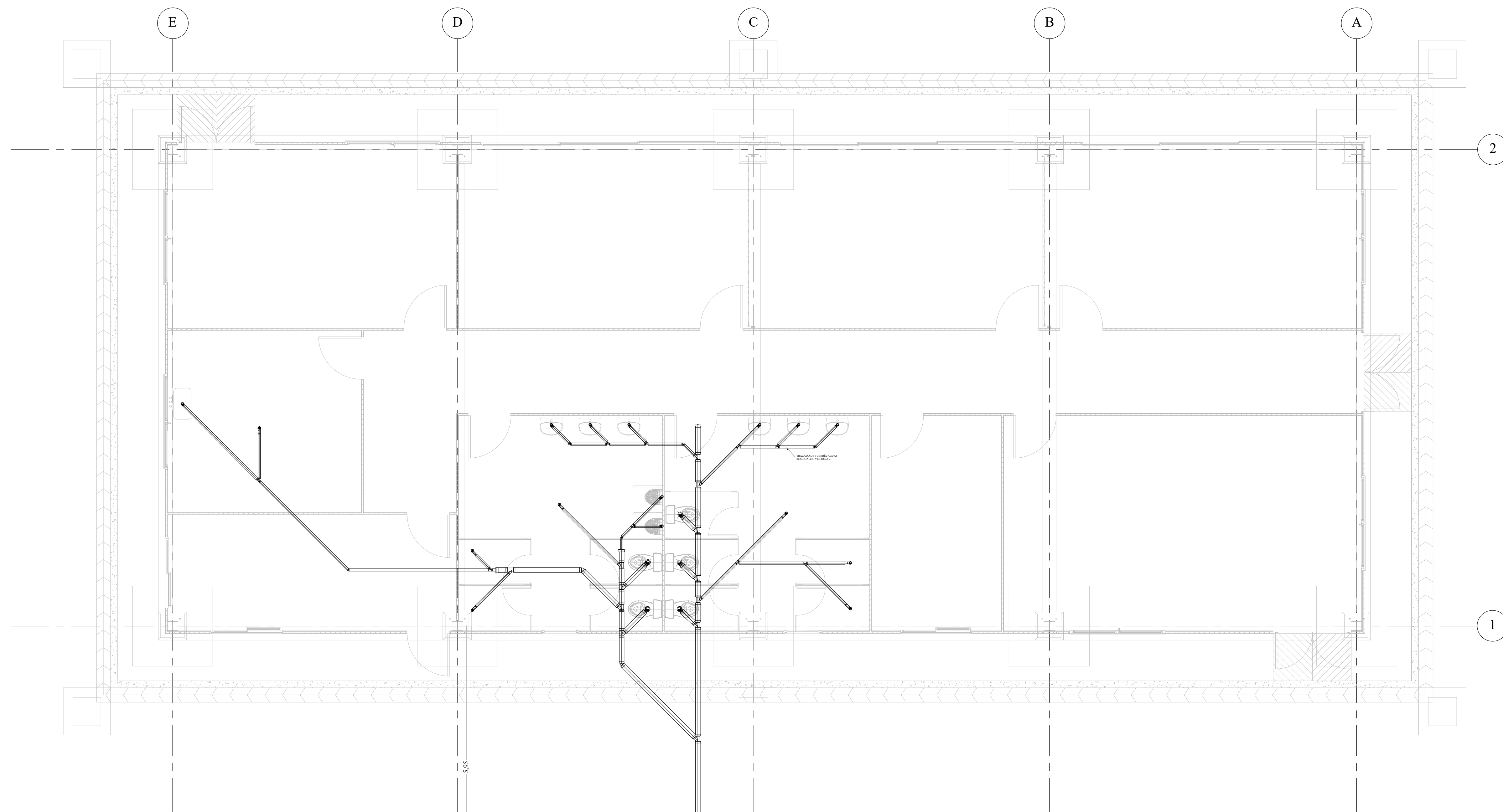
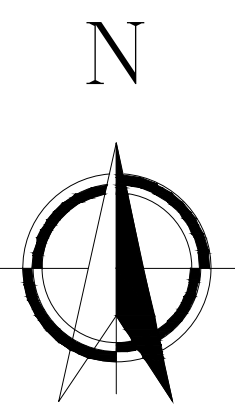


**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

57

---

Anexo 2. Plano detallado del sistema.



CUADRO DE CANTIDADES AGUAS RESIDUALES			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	APARATOS		
1.1	DUCHA	und	4
1.2	SANITARIO	und	5
1.3	LAVAMANOS	und	6
1.4	ORINAL	und	2
1.5	LAVAPLATOS	und	1
2	TUBERÍA PVC		
2.1	TUBERÍA PVC Ø4"	m	15,62
2.2	TUBERÍA PVC Ø 2"	m	32,80
3	ACCESORIOS		
3.1	REJILLA DE PISO METÁLICA Ø2"	und	7
3.2	SIFÓN SIN REGISTRO PVC Ø 4"	und	5
3.3	SIFÓN SIN REGISTRO PVC Ø 2"	und	8
3.4	CODO 90° PVC Ø2"	und	25
3.5	YEE PVC Ø4" CON REDUCCIÓN Ø2"	und	2
3.6	YEE PVC Ø4"	und	7
3.7	CODO 90° PVC Ø4"	und	5
3.8	CODO 45° PVC Ø4"	und	2
3.9	YEE PVC Ø2"	und	11
3.10	CODO 45° PVC Ø2"	und	5
3.11	BUJE DE REDUCCIÓN Ø4" A Ø2"	und	3

PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN PROYECTO ALCANTARILLADO  
ESCALA 1:50

CONVENCIONES

- CODO PVC 45°
- YEE SENCILLA PVC CON REDUCCIÓN
- YEE PVC SENCILLA
- CODO PVC 90° BAJANDO
- SIFÓN PVC SIN REGISTRO
- CODO PVC 90° SUBIENDO
- BUJE DE REDUCCIÓN
- TAPÓN PVC
- DESIGNACIÓN DE NODO
- ACABADO EN PIEDRA PEGADA
- INDICADOR DE SECCIÓN

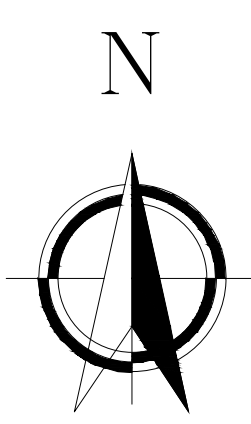
DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PLANO GENERAL DE TOPOGRAFÍA
- PLANO DE ADECUACIÓN ZONA O&M
- PLANO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO O&M
- MEMORIA DE CALCULO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M









NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA SON INDICADOS EN PULGADAS.
3. TODOS LOS ACCESORIOS PARA LA CONEXIÓN DE LOS APARATOS SANITARIOS, DEBEN SER SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR.
4. CONCRETO REFORZADO DE 24.5 MPa A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
5. TUBERÍA A EMPLEAR ES DE Ø 2" Y Ø 4" TIPO PVC SANITARIA.
6. TODA TUBERÍA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ISO 2507-2, 3127 Y 7676.
7. TODA LA TUBERÍA DE DRENAJE DEBE SER TIPO PVC SANITARIA.
8. LAS REJILLAS QUE SE COLOCARÁN SERÁN GALVANIZADAS EN CALIENTE.
9. EL FONDO DE LAS ZANJAS DE EXCAVACIÓN DEBE SER REFINADO Y NIVELADO, DE FORMA TAL QUE CONSTITUYAN UNA BASE FIRME PARA EL APOYO DE LAS TUBERÍAS, NO DEBE CONTENER ROCAS U OBJETOS PUNTIAGUDOS QUE PUEDAN OCASIONAR DAÑOS EN LA TUBERÍA.
10. PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA SE DEBEN TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
11. EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LLENO DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES INVIAS 220-13 Y DEBERÁ SER COMPACTADO AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
12. LOS EXTREMOS DE LA TUBERÍA Y EL INTERIOR DE LOS ACCESORIOS SE LIMPIARÁN PREVIAMENTE CON ABUNDANTE CANTIDAD DE LIMPIADOR PVC, HASTA QUITARLES EL BRILLO Y LUEGO SE PROCEDERÁ A UNIRLOS CON APLICACIÓN SUFICIENTE DE SOLDADURA PVC AL TUBO Y LUEGO AL ACCESORIO; AL INTRODUCIR EL TUBO EN EL ACCESORIO, GIROLO 45° PARA QUE LA SOLDADURA QUEDE UNIFORMEMENTE EN TODA LA SUPERFICIE.
13. TODA LA INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA CUNETA SE PUEDE OBSERVAR EN EL DOCUMENTO GRE.EEC.D.99.CO.P.09453.16.365 PLANO DE DRENAJES EN PATIO.
14. SE CONTEMPLA QUE LAS AGUAS RESIDUALES POSTERIORES AL TRATAMIENTO EN EL SISTEMA SÉPTICO SE ALMACENAN EN UN TANQUE TIPO ROTOPLAST DE 15.000 LITROS. EL AGUA ALMACENADA DEBERÁ SER RETIRADA POR PERSONAL CAPACITADO PARA HACER LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS.
15. SE PREVIÉ UN TANQUE SÉPTICO TIPO ROTOPLAST DE 5.000 L PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
16. TODA MODIFICACIÓN A ESTE DOCUMENTO DEBE SER PREVIAMENTE APROBADO POR LOS INGENIEROS DISEÑADORES E INFORMADO A LA INTERVENTORÍA DEL PROYECTO.

REV.	DATE	DESCRIPTION	INGEMA PREPARED	INGEMA CHECKED	INGEMA APPROVED
CONTRACTOR'S LOGO:			PROJECT:		
<b>SUBSTACION MARTILLO 33/500 kV</b>					
FILE NAME: PLANO EDIFICIO O&M - PROYECTO DE ALCANTARILLADO					
CLASSIFICATION:		FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE:	SHEET:
FOR VALIDATION		B1	1:50	NO APLICA	1/4
UTILIZATION SCOPE:			TITLE:		
DETAILED DESIGN			PLANTA GENERAL DE LOCALIZACIÓN		
VALIDATED BY:	VALIDATED:	GRE CODE			
VERIFIED BY:	VERIFIED:	GROUP:	FUNCTION:	TYPE:	DRAWER:
COLLABORATOR:	COLLABORATORS:	COUNTRY:	TIC:	PLANT:	SYSTEM:
		PROGRESSIVE:	REVISION:		



### CONVENCIONES

-  EJES ESTRUCTURALES
-  CODO PVC 45°
-  YEE SENCILLA PVC CON REDUCCIÓN
-  YEE PVC SENCILLA
-  CODO PVC 90° BAJANDO
-  SIFÓN PVC SIN REGISTRO
-  CODO PVC 90° SUBIENDO
-  DESIGNACIÓN DE NODO

### DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PLANO GENERAL DE TOPOGRAFÍA
- PLANO DE ADECUACIÓN ZONA O&M
- PLANO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO O&M
- MEMORIA DE CALCULO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M

### NOTAS

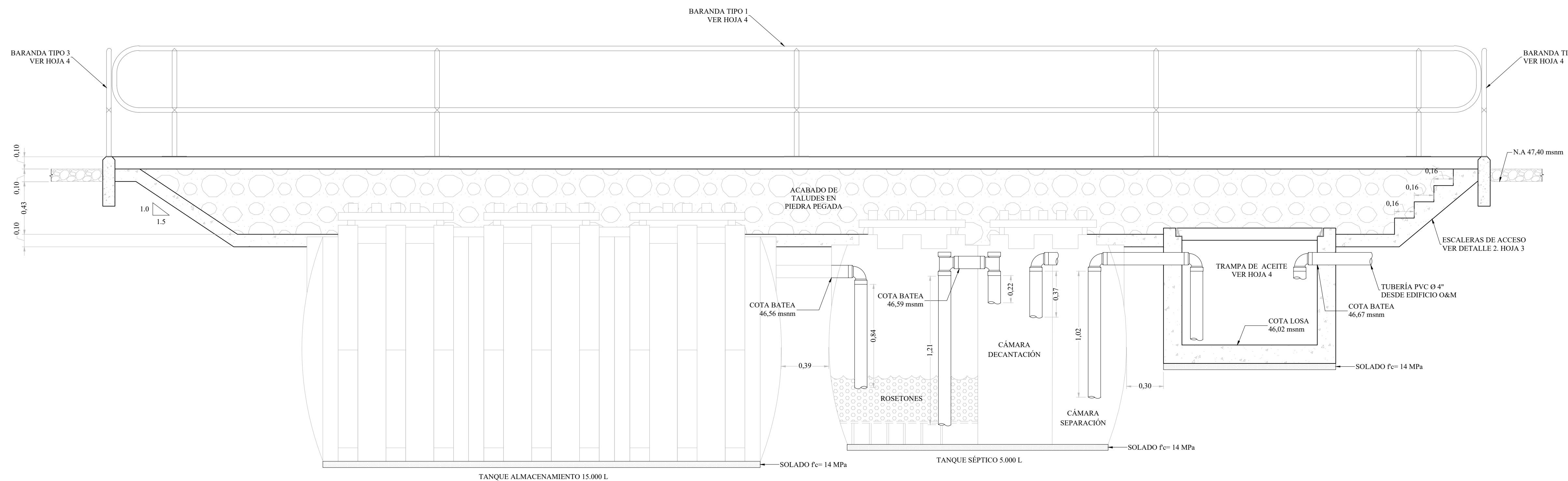
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA SON INDICADOS EN PULGADAS.
3. TODOS LOS ACCESORIOS PARA LA CONEXIÓN DE LOS APARATOS SANITARIOS, DEBEN SER SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR.
4. CONCRETO REFORZADO DE 24.5 MPa A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
5. TUBERÍA A EMPLEAR ES DE Ø 2" Y Ø 4" TIPO PVC SANITARIA.
6. TODA TUBERÍA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ISO 2507-2, 3127 Y 7676.
7. TODA LA TUBERÍA DE DRENAJE DEBE SER TIPO PVC SANITARIA.
8. LAS REJILLAS QUE SE COLOCARÁN SERÁN GALVANIZADAS EN CALIENTE.
9. EL FONDO DE LAS ZANJAS DE EXCAVACIÓN DEBE SER REFINADO Y NIVELADO, DE FORMA TAL QUE CONSTITUYAN UNA BASE FIRME PARA EL APOYO DE LAS TUBERÍAS, NO DEBE CONTENER ROCAS U OBJETOS PUNTIAGUDOS QUE PUEDAN OCASIONAR DAÑOS EN LA TUBERÍA.
10. PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA SE DEBEN TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
11. EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LLENO DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES INVIAS 220-13 Y DEBERÁ SER COMPACTADO AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
12. LOS EXTREMOS DE LA TUBERÍA Y EL INTERIOR DE LOS ACCESORIOS SE LIMPIARÁN PREVIAMENTE CON ABUNDANTE CANTIDAD DE LIMPIADOR PVC, HASTA QUITARLES EL BRILLO Y LUEGO SE PROCEDERÁ A UNIRLOS CON APLICACIÓN SUFICIENTE DE SOLDADURA PVC AL TUBO Y LUEGO AL ACCESORIO, AL INTRODUCIR EL TUBO EN EL ACCESORIO, GIROLO 45° PARA QUE LA SOLDADURA QUEDA UNIFORMEMENTE EN TODA LA SUPERFICIE.
13. TODA LA INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA CUNETAS SE PUEDE OBSERVAR EN EL DOCUMENTO GRE.EEC.D.99.CO.P.09453.16.365 PLANO DE DRENAJES EN PATIO.
14. SE CONTEMPLA QUE LAS AGUAS RESIDUALES POSTERIORES AL TRATAMIENTO EN EL SISTEMA SÉPTICO SE ALMACENAN EN UN TANQUE TIPO ROTOPLAST DE 15.000 LITROS, EL AGUA ALMACENADA DEBERÁ SER RETIRADA POR PERSONAL CAPACITADO PARA HACER LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS.
15. SE PREVE UN TANQUE SÉPTICO TIPO ROTOPLAST DE 5.000 L PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
16. TODA MODIFICACIÓN A ESTE DOCUMENTO DEBE SER PREVIAMENTE APROBADO POR LOS INGENIEROS DISEÑADORES E INFORMADO A LA INTERVENTORÍA DEL PROYECTO.

### PLANTA DE DISTRIBUCIÓN TUBERÍA AGUAS RESIDUALES

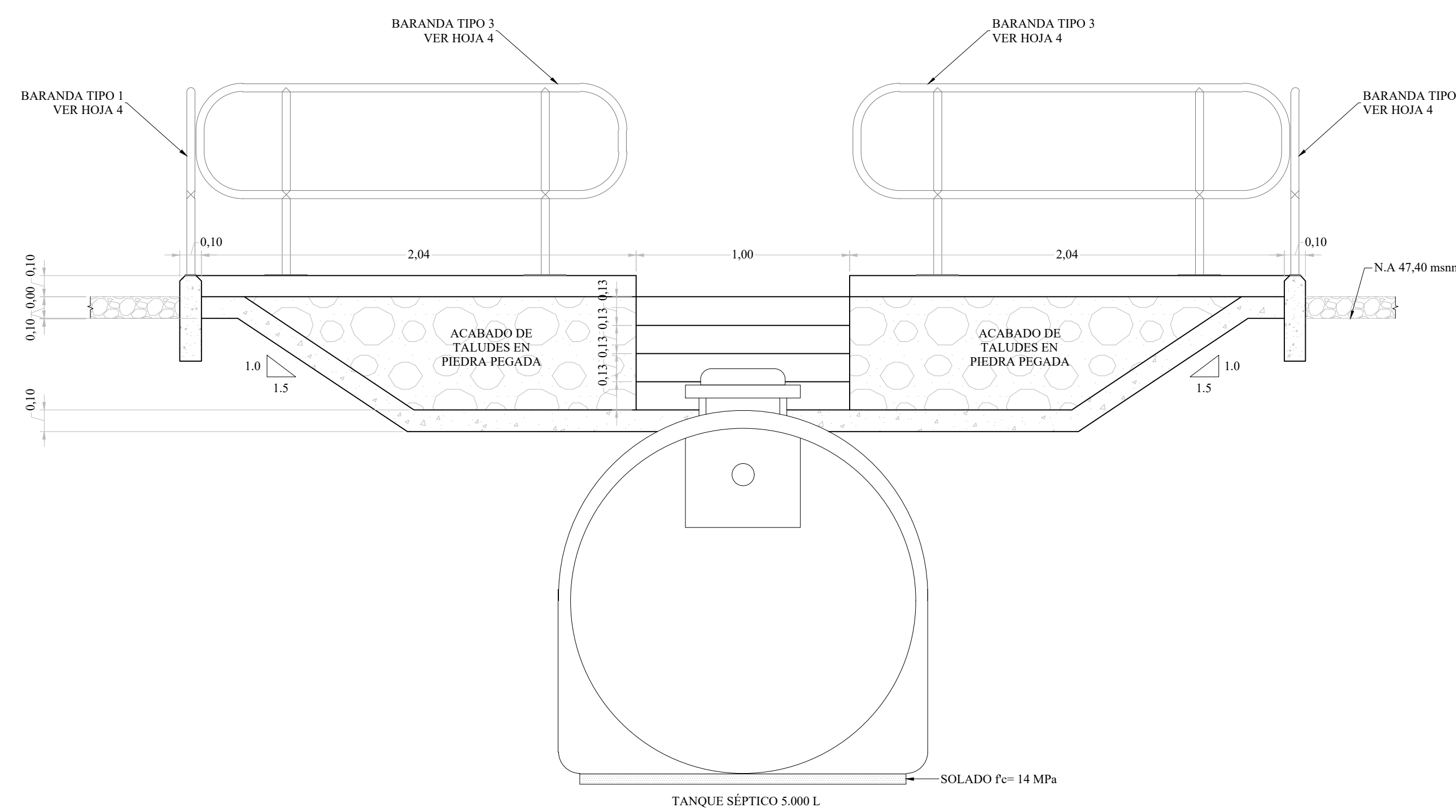
ESCALA 1:20

REV.	DATE	DESCRIPTION	INGEMA PREPARED	INGEMA CHECKED	INGEMA APROVED
CONTRACTOR'S LOGO:			PROJECT:		
			<b>SUBESTACIÓN MARTILLO 33/500 kV</b>		
FILE NAME:			PLANO EDIFICIO O&M - PROYECTO DE ALCANTARILLADO		
CLASSIFICATION:		FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE:	SHEET:
FOR VALIDATION		B1	1:20	NO APLICA	2/4
UTILIZATION SCOPE:			TITLE:		
DETAILED DESIGN			<b>PLANTA GENERAL SISTEMA ALCANTARILLADO</b>		
VALIDATED BY	VALIDATED	GRE CODE			
VERIFIED BY	VERIFIED	GROUP	FUNCTION	TYPE	DIUR
COLLABORATORS		COUNTRY	TIC	PLANT	SYSTEM
		PROGRESSIVE	REVISION		

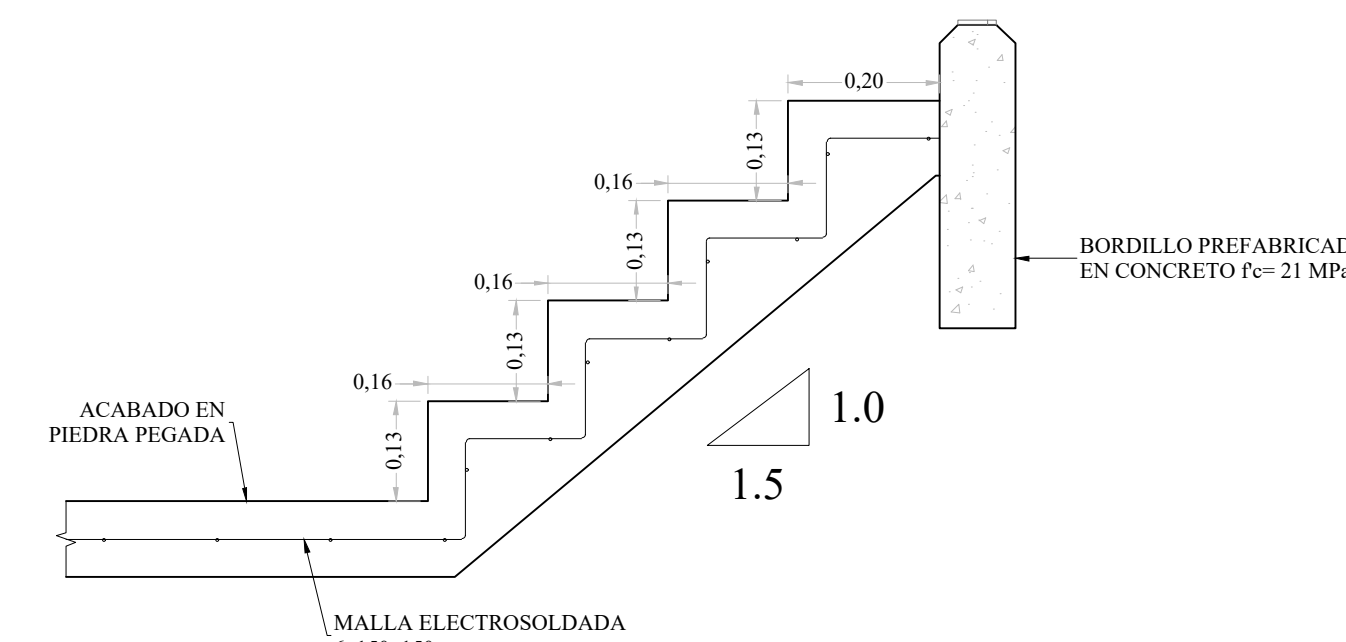
	ACABADO DE PATIO
	ACABADO EN PIEDRA PEGADA
	CONCRETO
	SOLADO
N.A	NIVEL DE ADECUACIÓN
msnm	METROS SOBRE NIVEL DEL MAR
	CODO PVC 90°
	TEE PVC



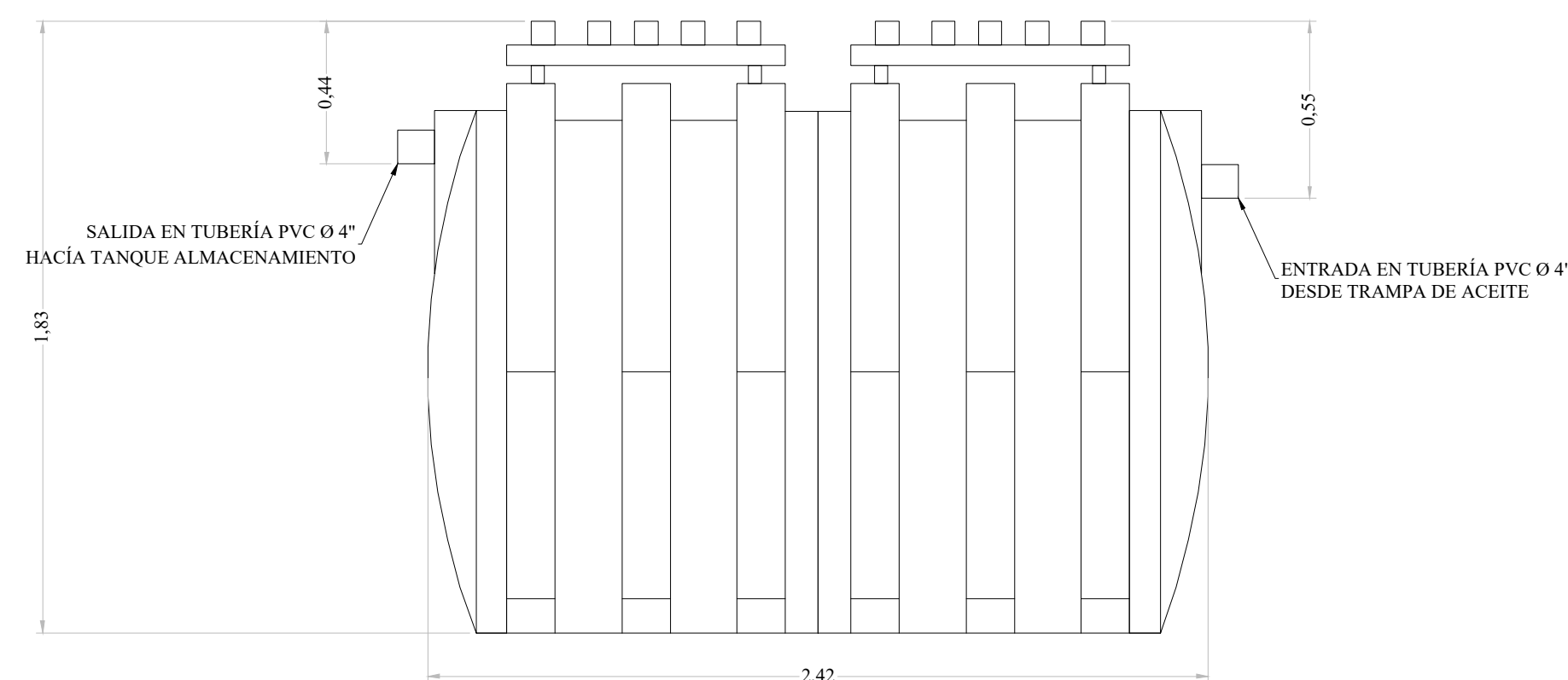
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:20



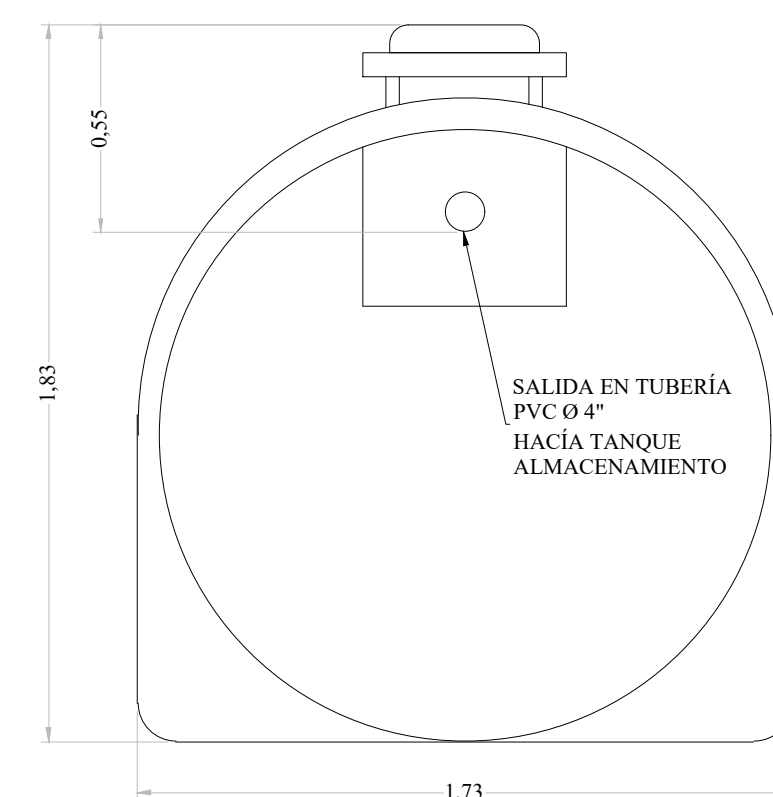
SECCIÓN B-B  
ESCALA 1:20



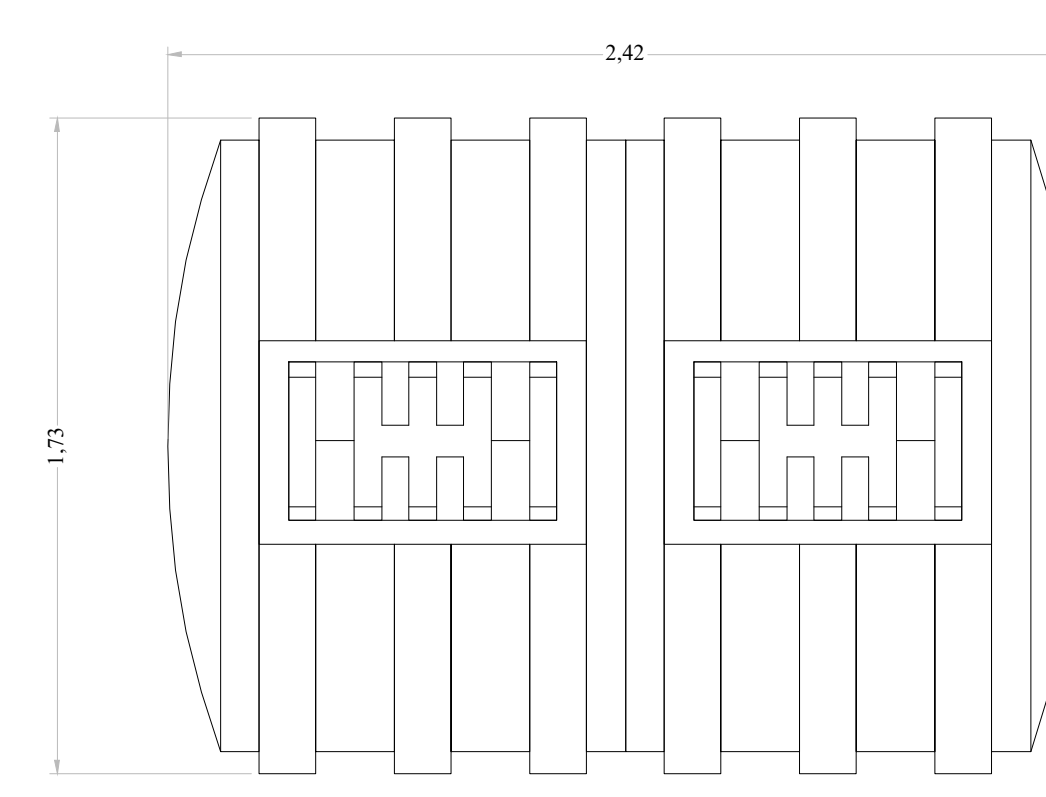
DETALLE 2. ESCALERAS DE ACCESO  
ESCALA 1:10



VISTA LATERAL, SISTEMA SÉPTICO 5000 L



VISTA FRONTAL, SISTEMA SÉPTICO 5000 L



VISTA EN PLANTA, SISTEMA SÉPTICO 5000 L

SISTEMA SÉPTICO 5000 L  
ESCALA 1:20

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- PLANO GENERAL DE TOPOGRAFÍA
- PLANO DE ADECUACIÓN ZONA O&M
- PLANO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO O&M
- MEMORIA DE CALCULO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M

NOTAS

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA SON INDICADOS EN PULGADAS.
3. TODOS LOS ACCESORIOS PARA LA CONEXIÓN DE LOS APARATOS SANITARIOS, DEBEN SER SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR.
4. CONCRETO REFORZADO DE 24.5 MPa A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
5. TUBERÍA A EMPLEAR ES DE Ø 2" Y Ø 4" TIPO PVC SANITARIA.
6. TODA TUBERÍA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ISO 2507-2, 3127 Y 7676.
7. TODA LA TUBERÍA DE DRENAJE DEBE SER TIPO PVC SANITARIA.
8. LAS REJILLAS QUE SE COLOCARÁN SERÁN GALVANIZADAS EN CALIENTE.
9. EL FONDO DE LAS ZANJAS DE EXCAVACIÓN DEBE SER REFINADO Y NIVELADO, DE FORMA TAL QUE CONSTITUYAN UNA BASE FIRME PARA EL APOYO DE LAS TUBERÍAS, NO DEBE CONTENER ROCAS U OBJETOS PUNTIAGUDOS QUE PUEDAN OCASIONAR DAÑOS EN LA TUBERÍA.
10. PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA SE DEBEN TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
11. EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LLENO DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES INVIAS 220-13 Y DEBERÁ SER COMPACTADO AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
12. LOS EXTREMOS DE LA TUBERÍA Y EL INTERIOR DE LOS ACCESORIOS SE LIMPIARÁN PREVIAMENTE CON ABUNDANTE CANTIDAD DE LIMPIADOR PVC, HASTA QUITARLES EL BRILLO Y LUEGO SE PROCEDERÁ A UNIRLOS CON APLICACIÓN SUFICIENTE DE SOLDADURA PVC AL TUBO Y LUEGO AL ACCESORIO, AL INTRODUCIR EL TUBO EN EL ACCESORIO, GIROLO 45° PARA QUE LA SOLDADURA QUEDE UNIFORMEMENTE EN TODA LA SUPERFICIE.
13. TODA LA INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA CUNETAS SE PUEDE OBSERVAR EN EL DOCUMENTO GRE.EEC.D.99.CO.P.09453.16.365 PLANO DE DRENAJES EN PATIO.
14. SE CONTEMPLA QUE LAS AGUAS RESIDUALES POSTERIORES AL TRATAMIENTO EN EL SISTEMA SÉPTICO SE ALMACENAN EN UN TANQUE TIPO ROTOPLAST DE 15.000 LITROS, EL AGUA ALMACENADA DEBERÁ SER RETIRADA POR PERSONAL CAPACITADO PARA HACER LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS.
15. SE PREVIÓ UN TANQUE SÉPTICO TIPO ROTOPLAST DE 5.000 L PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
16. TODA MODIFICACIÓN A ESTE DOCUMENTO DEBE SER PREVIAMENTE APROBADO POR LOS INGENIEROS DISEÑADORES E INFORMADO A LA INTERVENTORÍA DEL PROYECTO.

REV.	DATE	DESCRIPTION	INGEMA PREPARED	INGEMA CHECKED	INGEMA APPROVED
CONTRACTOR'S LOGO:		PROJECT:	SUBESTACIÓN MARTILLO 33/500 kV		
FILE NAME:		PLANO EDIFICIO O&M - PROYECTO DE ALCANTARILLADO			
CLASSIFICATION:		FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE:	SHEET:
FOR VALIDATION:		BI	INDICADA	NO APLICA	3/4
UTILIZATION SCOPE:		TITLE:			
DETAILED DESIGN:		DETALLES TANQUE SÉPTICO 5.000 L			
VALIDATED BY:	VALIDATED:	GRE CODE			
VERIFIED BY:	VERIFIED:	GROUP:	FUNCTION:	TYPE:	DRAWER:
COLLABORATORS:		COUNTRY:	TIC:	PLANT:	SYSTEM:
		PROGRESSIVE:	REVISION:		

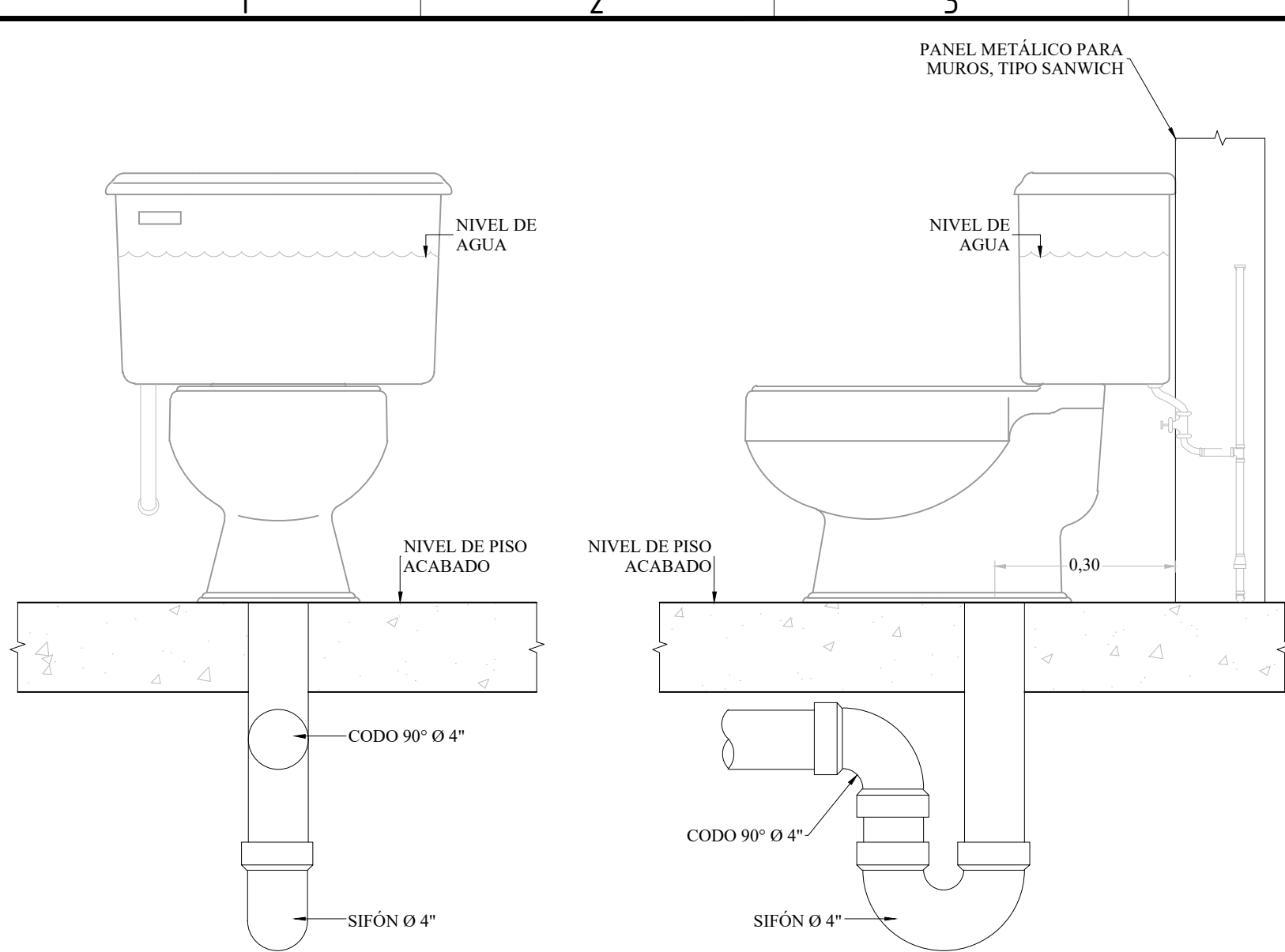
- CONCRETO
- SOLADO
- SEPARACIÓN ACERO
- UNIFORMEMENTE ESPACIADAS
- MPa MEGAPASCALES
- RTA# REFUERZO TRAMPA DE ACEITE
- INDICADOR DE SECCIÓN

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

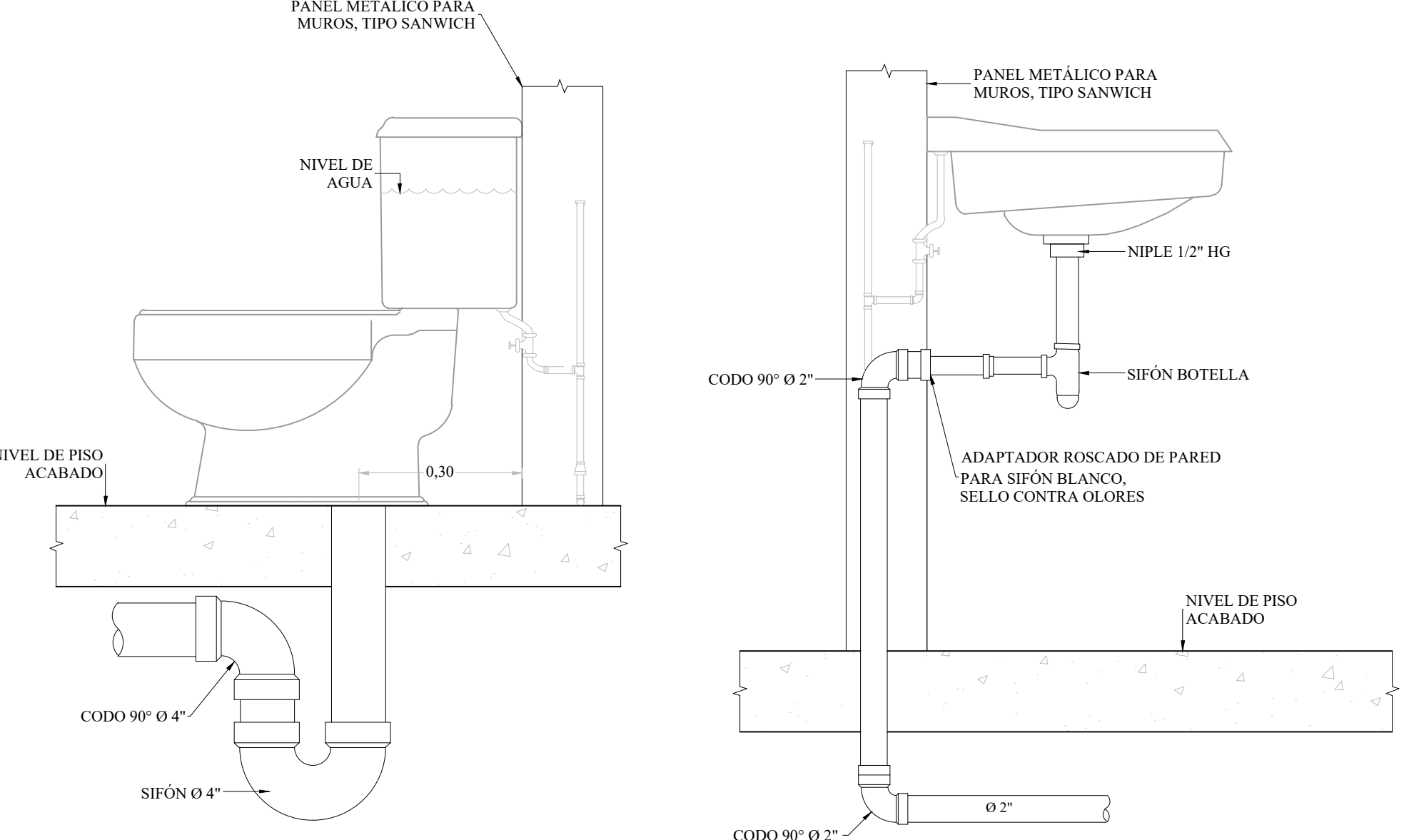
- PLANO GENERAL DE TOPOGRAFÍA
- PLANO DE ADECUACIÓN ZONA O&M
- PLANO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO O&M
- MEMORIA DE CALCULO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M

NOTAS

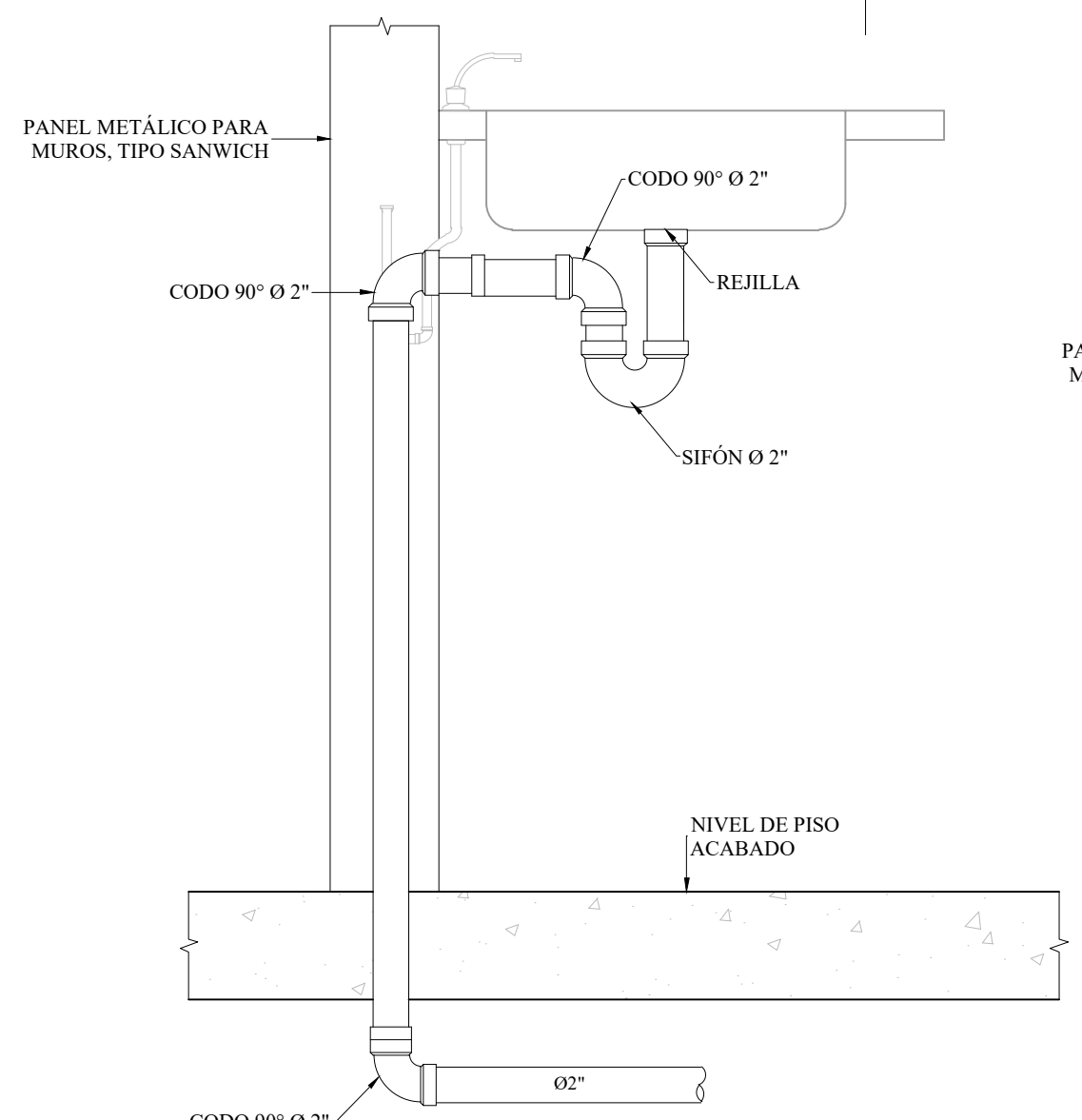
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
2. LOS DIÁMETROS DE TUBERÍA SON INDICADOS EN PULGADAS.
3. TODOS LOS ACCESORIOS PARA LA CONEXIÓN DE LOS APARATOS SANITARIOS, DEBEN SER SUMINISTRADOS POR EL PROVEEDOR.
4. CONCRETO REFORZADO DE 24.5 MPa A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
5. TUBERÍA A EMPLEAR ES DE Ø 2" Y Ø 4" TIPO PVC SANITARIA.
6. TODA TUBERÍA DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ISO 2507-2, 3127 Y 7676.
7. TODA LA TUBERÍA DE DRENAJE DEBE SER TIPO PVC SANITARIA.
8. LAS REJILLAS QUE SE COLOCARÁN SERÁN GALVANIZADAS EN CALIENTE.
9. EL FONDO DE LAS ZANJAS DE EXCAVACIÓN DEBE SER REFINADO Y NIVELADO, DE FORMA TAL QUE CONSTITUYAN UNA BASE FIRME PARA EL APOYO DE LAS TUBERÍAS, NO DEBE CONTENER ROCAS U OBJETOS PUNTIAGUDOS QUE PUEDAN OCASIONAR DAÑOS EN LA TUBERÍA.
10. PARA LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA SE DEBEN TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
11. EL MATERIAL SELECCIONADO PARA LLENO DEBE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES INVIAS 220-13 Y DEBERÁ SER COMPACTADO AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
12. LOS EXTREMOS DE LA TUBERÍA Y EL INTERIOR DE LOS ACCESORIOS SE LIMPIARÁN PREVIAMENTE CON ABUNDANTE CANTIDAD DE LIMPIADOR PVC, HASTA QUITARLES EL BRILLO Y LUEGO SE PROCEDERÁ A UNIRLOS CON APLICACIÓN SUFICIENTE DE SOLDADURA PVC AL TUBO Y LUEGO AL ACCESORIO, AL INTRODUCIR EL TUBO EN EL ACCESORIO, GIRO 45° PARA QUE LA SOLDADURA QUEDA UNIFORMEMENTE EN TODA LA SUPERFICIE.
13. TODA LA INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA CUNETA SE PUEDE OBSERVAR EN EL DOCUMENTO GRE.EEC.D.99.CO.P.09453.16.365 PLANO DE DRENAJES EN PATIO.
14. SE CONTEMPLA QUE LAS AGUAS RESIDUALES POSTERIORES AL TRATAMIENTO EN EL SISTEMA SÉPTICO SE ALMACENAN EN UN TANQUE TIPO ROTOPLAST DE 15.000 LITROS, EL AGUA ALMACENADA DEBERÁ SER RETIRADA POR PERSONAL CAPACITADO PARA HACER LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS.
15. SE PREVIÉ UN TANQUE SÉPTICO TIPO ROTOPLAST DE 5.000 L PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.
16. TODA MODIFICACIÓN A ESTE DOCUMENTO DEBE SER PREVIAMENTE APROBADO POR LOS INGENIEROS DISEÑADORES E INFORMADO A LA INTERVENTORÍA DEL PROYECTO.



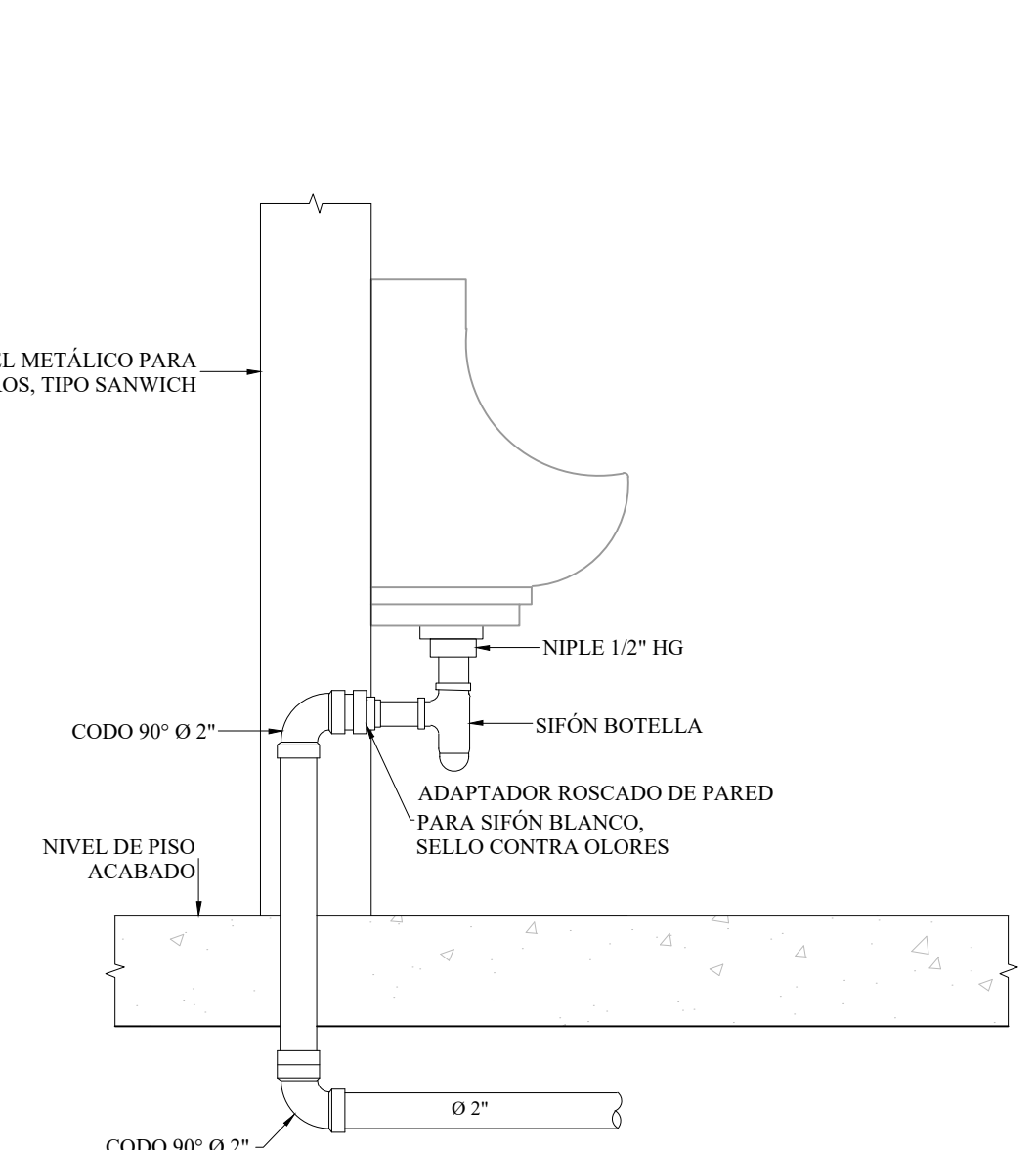
DETALLE CONEXIÓN SANITARIO  
ESCALA 1:10



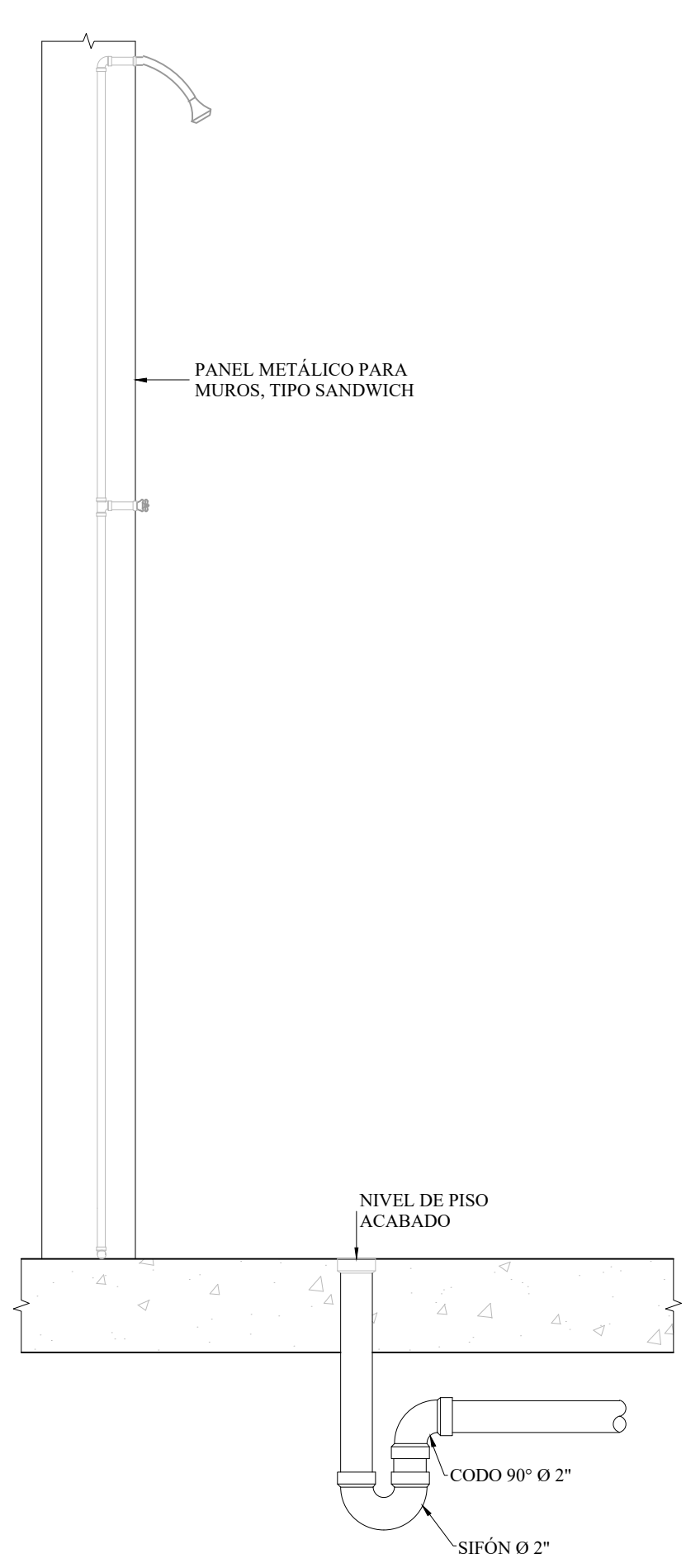
DETALLE CONEXIÓN LAVAMANOS  
ESCALA 1:10



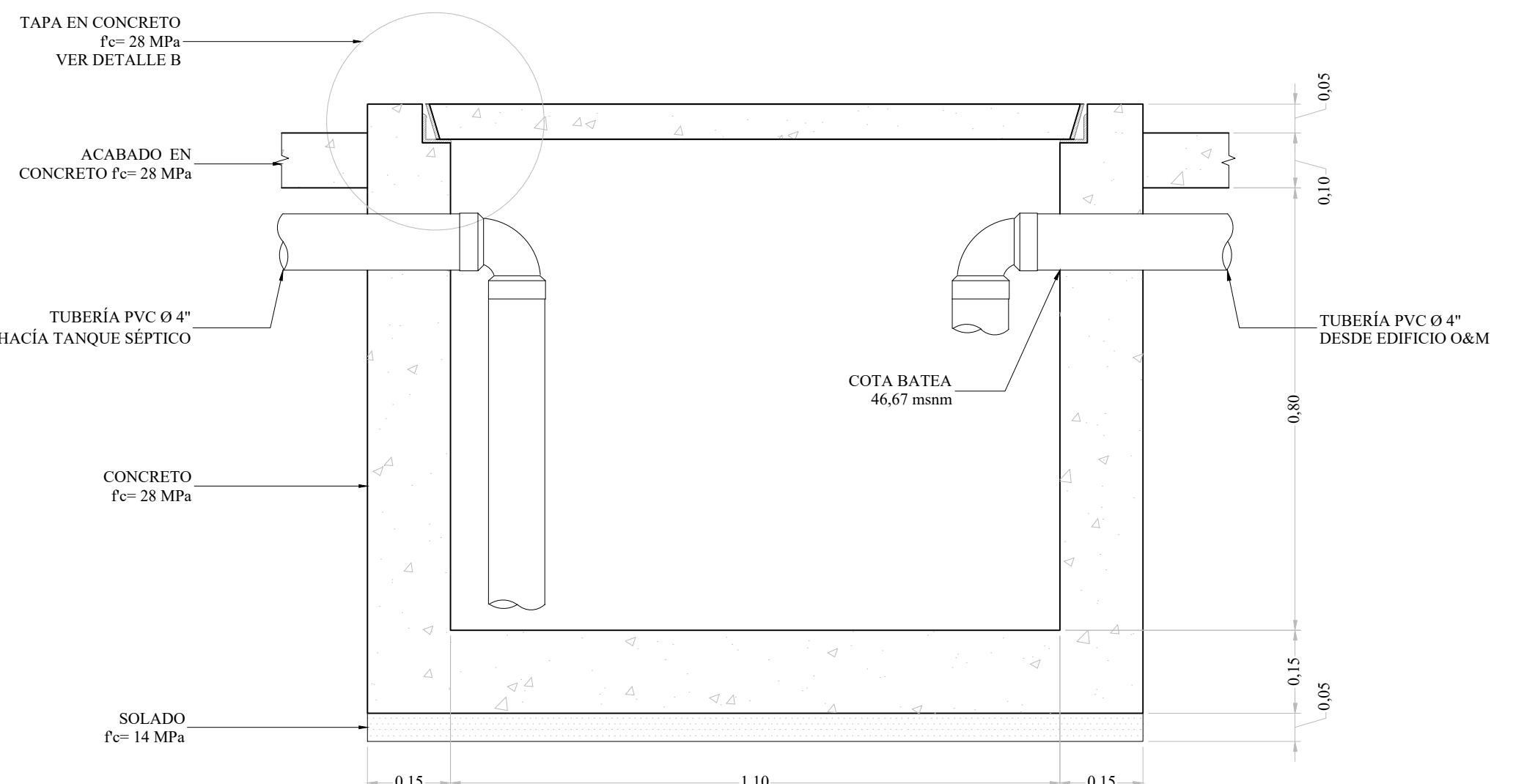
DETALLE CONEXIÓN LAVAPLATOS  
ESCALA 1:10



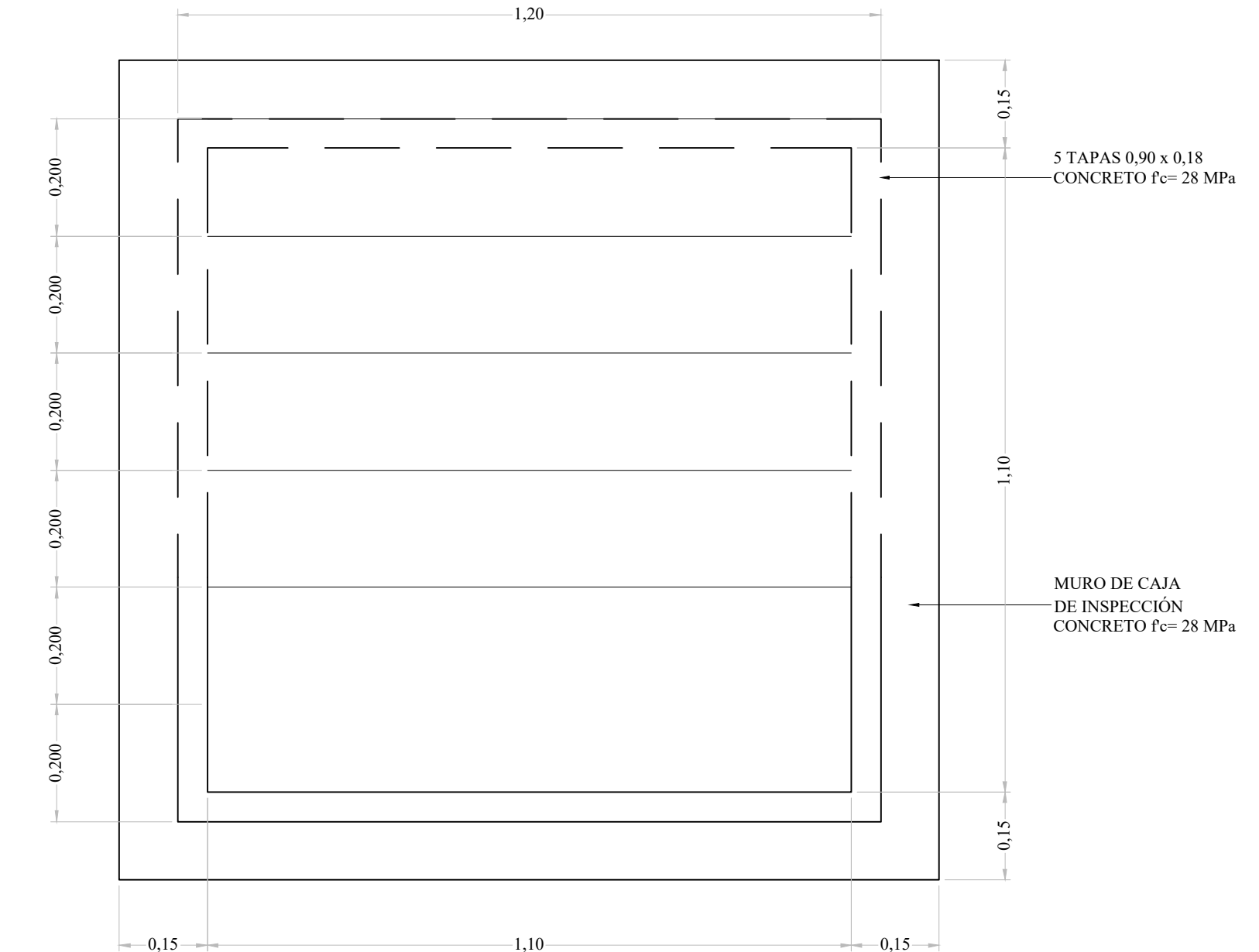
DETALLE CONEXIÓN ORINAL  
ESCALA 1:10



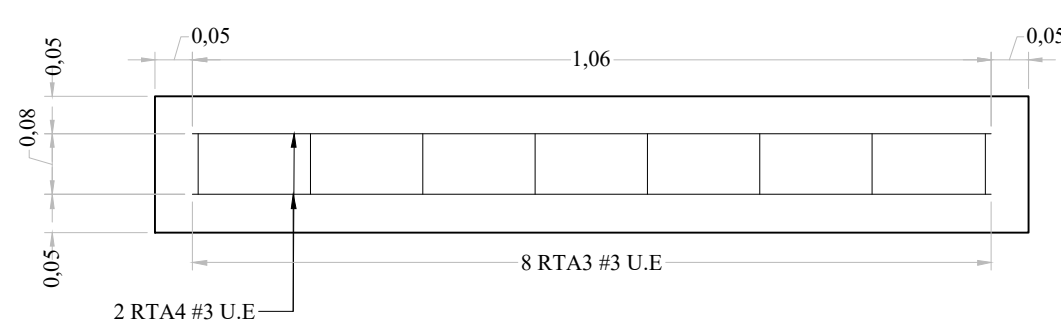
DETALLE CONEXIÓN DUCHA  
ESCALA 1:10



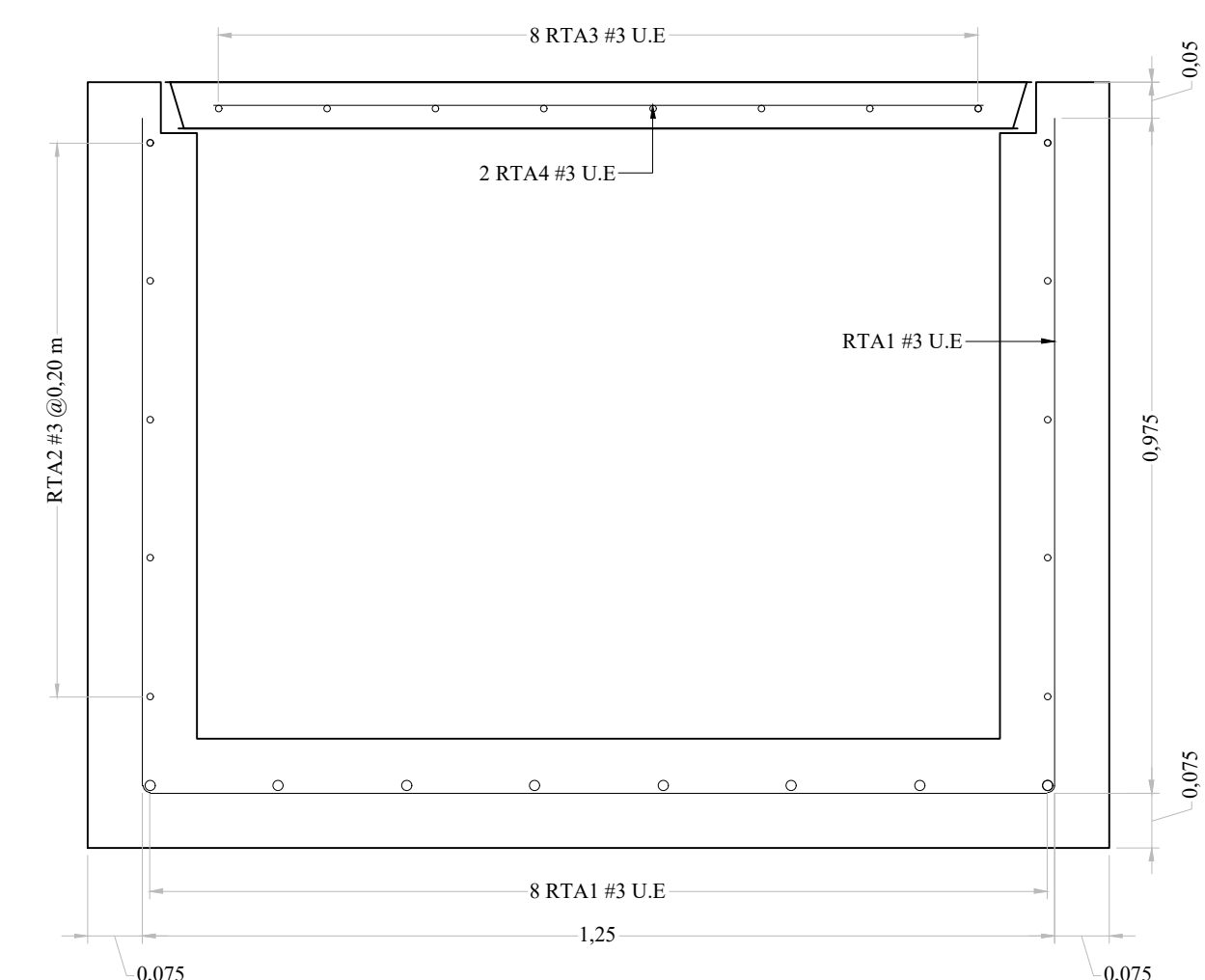
SECCIÓN. TRAMPA DE ACEITE  
ESCALA 1:10



PLANTA. TRAMPA DE ACEITE  
ESCALA 1:10

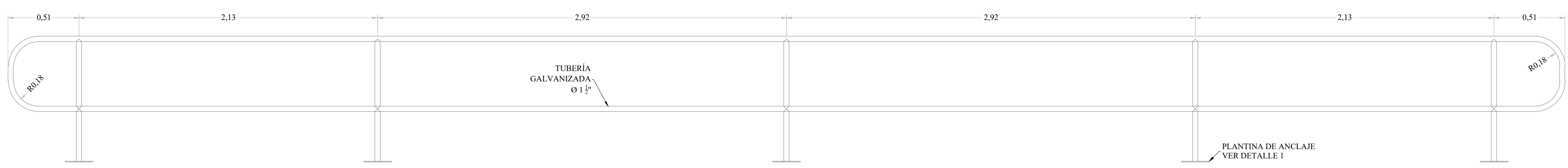


PLANTA. TAPA DE TRAMPA DE ACEITE (REFUERZO)  
ESCALA 1:10

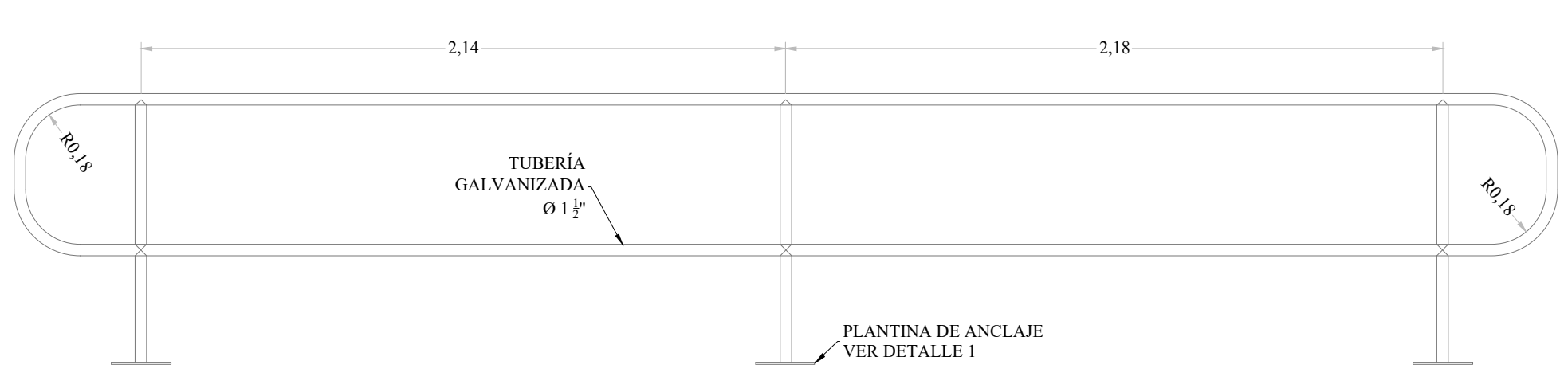


SECCIÓN. TRAMPA DE ACEITE (REFUERZO)  
ESCALA 1:10

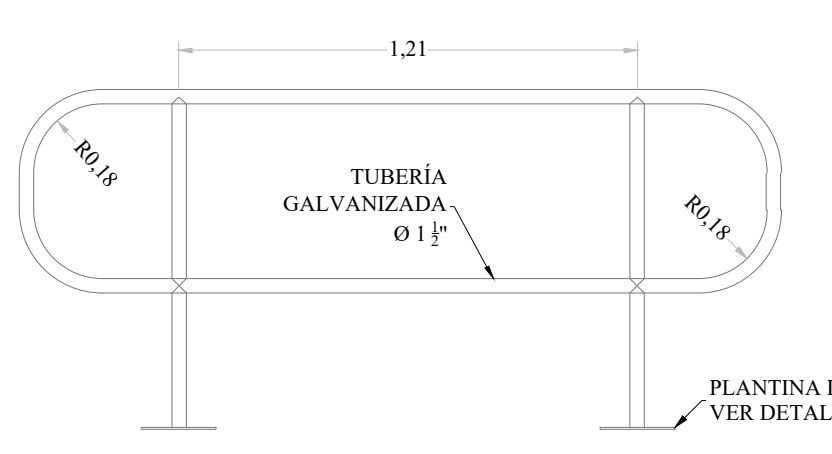
ACERO PARA TRAMPA DE ACEITE									
FIGURACIÓN	DESIGNACIÓN	BARRA (Ø)	a (m)	b (m)	c (m)	L (m)	PESO UNITARIO (Kg)	CANTIDAD	PESO TOTAL (Kg)
	RTA1	3	1,25	0,98	-	3,48	0,560	16	31,381
	RTA2	3	1,25	1,25	0,15	5,30	0,560	4	11,872
	RTA3	3	0,10	-	-	0,10	0,560	48	2,688
	RTA4	3	1,06	-	-	1,06	0,560	12	7,123
PESO TOTAL									43,053



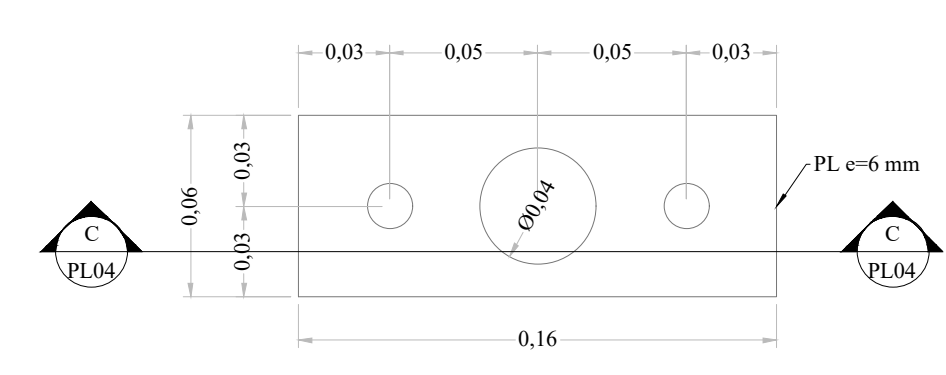
BARANDA TIPO 1  
ESCALA 1:20



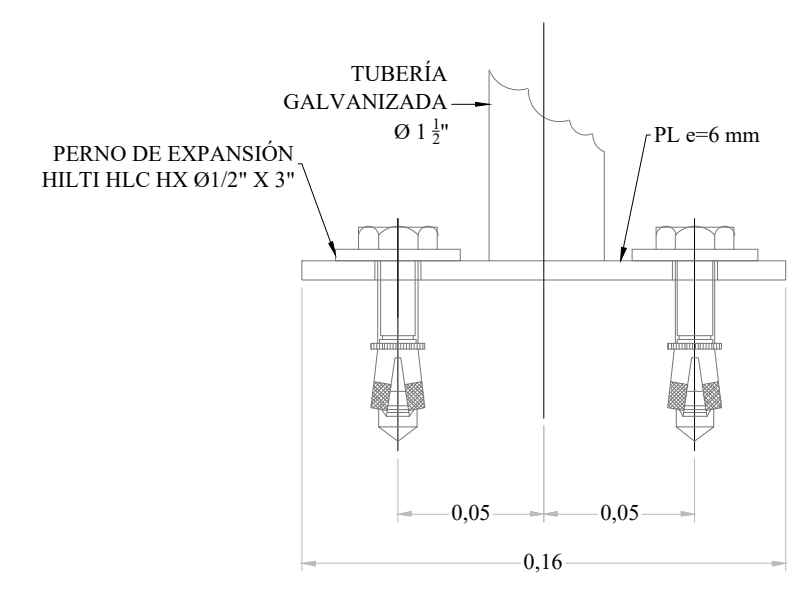
BARANDA TIPO 2  
ESCALA 1:20



BARANDA TIPO 3  
ESCALA 1:20



DETALLE 1. PLATINA DE ANCLAJE DE BARANDA  
ESCALA 1:3



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1:2.5

**Diseño del sistema particular de alcantarillado del edificio de operación y mantenimiento de la subestación Martillo 33/500 kV, proyecto Guayepo solar en el municipio de Ponedera-Atlántico.**

62

---

Anexo 3. Memoria de diseño.

GRE CODE

PAGE

1 di/of 17

**TITLE:** MEMORA DE CÁLCULO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M.**AVAILABLE LANGUAGE:** ES

**MEMORIA DE CÁLCULO  
SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO  
EDIFICIO O&M  
SUBESTACIÓN MARTILLO 33/500 kV  
PROYECTO GUAYEPO SOLAR**

File: **GRE.EEC.C.99.CO.P.09453.16.284**

Emitido para validación

INGEMA S. A

INGEMA S. A

INGEMA S. A

**REV.****DATE****DESCRIPTION****PREPARED****VERIFIED****APPROVED****VALIDATION**

COLLABORATORS

VERIFIED BY

VALIDATE BY

**PROJECT / PLANT****CODE**

GROUP

FUNCION

TYPE

ISSUER

COUNTRY

TEC

PLANT

SYSTEM

PROGRESSIVE

REVISION

**2 8 4 0 0****CLASSIFICATION** For Validatio**UTILIZATION SCOPE** Issued for Construction

**Contenido**

1. OBJETO.....	3
2. ALCANCE .....	3
3. CARACTERISTICAS DE DISEÑO .....	3
3.1 CAUDAL DE DISEÑO.....	3
4. PRETRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	5
4.1. DISEÑO DE LA TRAMPA DE GRASAS.....	5
5. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	6
5.1. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO .....	6
5.2. DISEÑO DE FLUJO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE .....	7
6. DISPOSICION DEL AGUA EFLUENTE .....	10
6.1. CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS EFLUENTES.....	10
7. CÁLCULO DE LA RED DE AGUA RESIDUAL.....	10
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	10
8.1 INTERNOS.....	10
8.2 EXTERNOS .....	10
8.3 REGISTROS .....	11
9 ANEXOS .....	11



## 1. OBJETO

Este documento presenta los detalles de ingeniería para el diseño de las redes sanitarias de la Subestación Eléctrica Martillo 33/500kV, ubicada en el municipio de Ponedera en el departamento del Atlántico.

Buscando que el sistema sea eficiente y se logre el correcto manejo de las aguas servidas, el diseño se enmarca en el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas del RAS 2000, código Colombiano de Fontanería NTC 1500 y demás normas aplicables en este caso.

## 2. ALCANCE

El alcance de este documento consiste en presentar la configuración del diseño de las instalaciones sanitarias, para la disposición de las aguas residuales del edificio O&M.

### CONSIDERACIONES DE DISEÑO:

- Todos los desagües funcionarán por gravedad utilizando tubería de PVC sanitaria. Las pendientes y los diámetros de cada tramo se calcularon para producir velocidades de aguas negras que garanticen fuerzas tractivas suficientes y una capacidad por debajo del 75% de la capacidad a tubo lleno.
- La superficie interior de los tubos será lisa y uniforme, libre de resaltos que puedan perturbar la continuidad del flujo.
- Se contemplará un sistema de aguas negras-grises para el edificio O&M, compuesto por una trampa de grasas, un tanque séptico, un filtro anaerobio de flujo ascendente *FAFA* y tanque de almacenamiento de lodos.
- El diseño sanitario cumple la función de almacenar el agua sanitaria para que ésta, de forma periódica, sea removida y tratada por un operador autorizado externo.
- Las instalaciones se diseñarán para un grupo de 10 personas promedio.
- El diseño de la red de aguas residuales será independiente al de aguas lluvias y por esto no se considera el caudal dentro los vertimientos al tanque séptico.

## 3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

La procedencia del agua residual corresponde a las descargas de dos baños contiguos ubicados en el edificio O&M de la SE Martillo; compuestos en total por 6 lavamanos, 5 sanitarios, 4 duchas, 2 orinales y 2 sifones. Adicionalmente se cuenta en la zona de cafetería con 1 lavaplatos y un sifón.

Para garantizar que el agua efluente del sistema cumpla los parámetros de purificación establecidos por las autoridades ambientales, un sistema séptico completo se compone de 4 etapas fundamentales:

- Pre- tratamiento el cual se realiza mediante el manejo de las aguas servidas a través de la trampa de grasas.
- Tratamiento por medio de un sistema séptico prefabricado compuesto por tanque séptico y un filtro anaerobio de flujo ascendente.
- Almacenamiento del agua residual.
- Remoción y disposición del agua efluente tratada por un operador autorizado externo.

### 3.1 CAUDAL DE DISEÑO

El procedimiento para calcular el caudal de diseño se determina en función del número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios instalados, usando el método descrito en la NTC 1500 numeral 8.2.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 25,4$ mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de $\Phi = 19,0$ mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

**Ilustración 1. Unidades de desagüe de aparatos sanitarios.**

**Fuente: Código Colombiano de Fontanería (NTC 1500)**

Para este caso se cuenta con los siguientes aparatos:

Aparato	Caudal de Diseño [l/s]	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de descarga [in]
Ducha	0.32	8	2
Orinal	0,19	4	2
Sanitario	0.19	15	4
Lavamanos	0.19	6	2
Lavaplatos	0.28	2	2
Sifón de piso	0.19	3	2
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>	

**Tabla 1. Caudales de descarga para redes sanitarias.**

Para el diseño de los elementos del sistema se elige el caudal de diseño considerando lo indicado en el capítulo E.2.2.4 del RAS, donde indica que comunidades sin alcantarillado el caudal de diseño puede

estimarse con base en la dotación de agua potable, multiplicado por la población y un coeficiente de retorno de 0.80.

Población para atender [hab]	D. Bruta [L * hab/día]	Factor de retorno	Caudal de diseño [l/s]
8	268	0,80	0,977

**Tabla 2. Caudales de diseño acorde con la dotación de agua potable.**

#### 4. PRETRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

La red de aguas residuales del edificio de control entregara a una trampa de grasas y luego a la disposición en el filtro FAFA. El sistema de la trampa de grasas se fundamenta en el método de separación gravitacional, el cual aprovecha la baja velocidad del agua y la diferencia de densidades entre el agua y aceites para realizar la separación.

##### 4.1. DISEÑO DE LA TRAMPA DE GRASAS.

Para su dimensionamiento se debe considerar lo estipulado en el capítulo E.3.3.2 del RAS 2000, donde se indica que la capacidad de almacenamiento mínimo expresado en kg de grasa debe ser por lo menos la cuarta parte del caudal de diseño expresado en litros por minuto. El tanque debe tener 0.25m<sup>2</sup> de área por cada litro por segundo y una velocidad ascendente mínima de 4 mm/s.

- Capacidad de almacenamiento de grasa

$$C = \frac{1}{4} * 0.977 \text{ l/s} = 0.24 \text{ kg}$$

- Área requerida

$$A = 0.977 \text{ l/s} * 0.25 \text{ m}^2 = 0.24 \text{ m}^2$$

- Ancho:

$$a = \sqrt{0.24} = 0.49 \text{ m} \therefore a = 0.49 \text{ m}$$

Por las condiciones de operación se decide usar una trampa de 0.80m x 0.80m que permita la instalación del tabique de separación y espacio suficiente para el mantenimiento.

- Volumen útil

$$V_u = Q * T$$

$$V_u = 0.977 * 300 = 322.5 \text{ l}$$

El tiempo de retención se determina de acuerdo con la tabla E.3.2, considerando que un mayor tiempo de concentración permite la regulación de caudales del sistema.

- Profundidad útil

$$P_u = \frac{V_u}{A}$$

$$P_u = \frac{(322.5 * 0.001)}{0.32} = 1.01 \text{ m}$$

Para determinar la profundidad total de la trampa se debe sumar a la profundidad útil 0.35 cm para el borde libre.

La geometría de la trampa de grasa será diseñada con dimensiones internas de 0.8m x 0.8m x1.0m. Para el ingreso a la trampa de grasas se dispondrá de un codo de 90° de  $\phi 4''$  de diámetro con una Sumergencia de 0.35 m y para lograr que el tubo de salida haga la recolección debe localizarse por lo menos a 0.15 m del fondo, con una sumergencia de por lo menos 0.45 m, el tubo será de  $\phi 4''$  de diámetro.

## 5. Tratamiento de aguas residuales

Se deberá disponer de un sistema séptico integrado Rotoplast o similar, estos tanques son fabricados con resina de polietileno en una sola pieza, un material altamente resistente. El sistema cuenta con dos divisiones internas que conforman un tanque séptico y un filtro anaerobio de flujo ascendente.

### 5.1. DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE SÉPTICO

El tanque séptico es la unidad fundamental del sistema de tratamiento ya que en este se separa la parte sólida de las aguas servidas por un proceso de sedimentación simple, y se estabiliza la materia orgánica por acción de las bacterias anaerobias, convirtiéndola entonces en lodo inofensivo.

El tanque se deberá ubicar conservando las siguientes distancias como mínimo:

- 2 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros, campos de infiltración y pozos de absorción.
- 3,00 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15,00 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.

El tanque séptico está diseñado de tal forma que las aguas residuales permanezcan dentro de él al menos 24 horas, con el fin de que las bacterias anaerobias contenidas en las aguas negras, mediante procesos bioquímicos y físicos, descompongan la materia orgánica convirtiéndola en gases, líquidos y sólidos. Estos elementos se separan dentro del tanque séptico por procesos físicos, de sedimentación y flotación, formando tres capas bien definidas:

- Una capa de lodo en el fondo
- Una capa flotante de natas en la superficie.
- Una capa intermedia líquida que es la que fluye hacia afuera en la medida en que entran las aguas negras.

El volumen de almacenamiento se determina de acuerdo con lo indicado en el capítulo E.7.2 del RAS.

- Volumen útil

$$V_u = 1000 + P(Ct + kl_f)$$

$$V_u = 2230 \text{ l}$$

Donde:

$P$ : Población, 8 habitantes.

$C$ : Contribución aguas residuales, 5.93 l\*Hab/día.

$t$ : Tiempo de retención hidráulica, 24 horas.

$l_f$ : Contribución de lodo fresco, 0.2 l/día.

$k$ : Tasa de acumulación de lodo digerido en días equivalentes al tiempo de acumulación del lodo fresco, 57.

La contribución para aguas residuales se determina según lo indicado en el capítulo 4.1 de este documento y el tiempo de retención hidráulica será 20 h de acuerdo a lo expuesto anteriormente, para conocer los factores  $k$  y  $l_f$  se utiliza la información de las tablas E.7.1 y E.7.3.

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco $L_r$ (L / día)	
		C	$L_r$
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel (excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4.0

Ilustración 2. Contribución de aguas residuales por persona

Fuente: RAS 2000.

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

Ilustración 3. Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Fuente RAS 2000

## 5.2. DISEÑO DE FLUJO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE

Por último, estas aguas van al FAFA y hacen pasar el agua por un lecho filtrante el cual lleva adherido un manto biológico que degrada la materia orgánica. Este lecho filtrante puede ser en grava de diámetros entre 2" y 3", plástico convencional o polietileno de alta densidad (Rosetones).

Estos últimos son los más usados pues se logra una mayor eficiencia en el tratamiento de aguas, debido a que permiten una mejor y mayor fijación de bacterias facultativas a ellos, mayor relación de vacíos y mayor área superficial.

Por tratarse de aguas residuales domésticas se estima una demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) total de 50 mg/l. En la tabla E.4.29 del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, RAS-2000, se establecen los siguientes tiempos de retención hidráulica que se deben usar:

Rango de la concentración orgánica del afluente al filtro anaerobio. (Expresada en $DBO_{STOTAL}$ en mg/L)	Rango del tiempo de retención hidráulica en el filtro anaerobio. Se expresa $t_{min}$ , $t_{max}$ , $t_{d1}$ y $t_{d2}$ . Donde el tiempo de diseño $t_d$ es igual a $(t_{d1} + t_{d2})/2$ . (horas)				Valores del coeficiente característico del sustrato en digestión, K, para un sustrato "típico" doméstico o municipal, correspondiente a los t expresados en la columna anterior			
	$t_{min}$	$t_{d1}$	$t_{d2}$	$t_{max}$	Para $t_{min}$	Para $t_{d1}$	Para $t_{d2}$	Para $t_{max}$
Mínima : 50 Co (media): 65 Máxima: 80	3.0	4.0	6.5	12	1.4	1.5	1.6	1.8
Mínima : 80 Co (media): 190 Máxima: 300	2.5	4.0	6.5	12	1.0	1.1	1.3	1.7
Mínima : 300 Co (media): 650 Máxima: 1000	2.5	4.0	6.5	12	1.4	1.6	1.8	2.1
Mínima : 1000 Co(media): 3000 Máxima: 5000	3.0	6.0	8.0	12	1.7	1.9	2.1	2.5

Ilustración 4. Tiempos de retención hidráulica.

Fuente: RAS Título E

- Tiempo de diseño:

$$td = \frac{td_1 + td_2}{2}$$

$$td = 5.25 \text{ horas}$$

- Volumen de almacenamiento requerido:

$$V = td * QD$$

$$V = 5.25h * 186.1 \text{ l/h}$$

$$V = 977 \text{ l}$$

Dónde:

$td$ : Tiempo de diseño

$QD$ : Caudal de diseño en l/h

- Eficiencia de remoción:

$$E = 1 - \frac{K}{td^m} * 100$$

$$E = 1 - \frac{1.5}{5.25^{0.95}} * 100$$

$$E = 69\%$$

Dónde:

$k$ = Coeficiente del sustrato en digestión, obtenido de la tabla E.4.29.

$td$ = Tiempo de diseño, h.

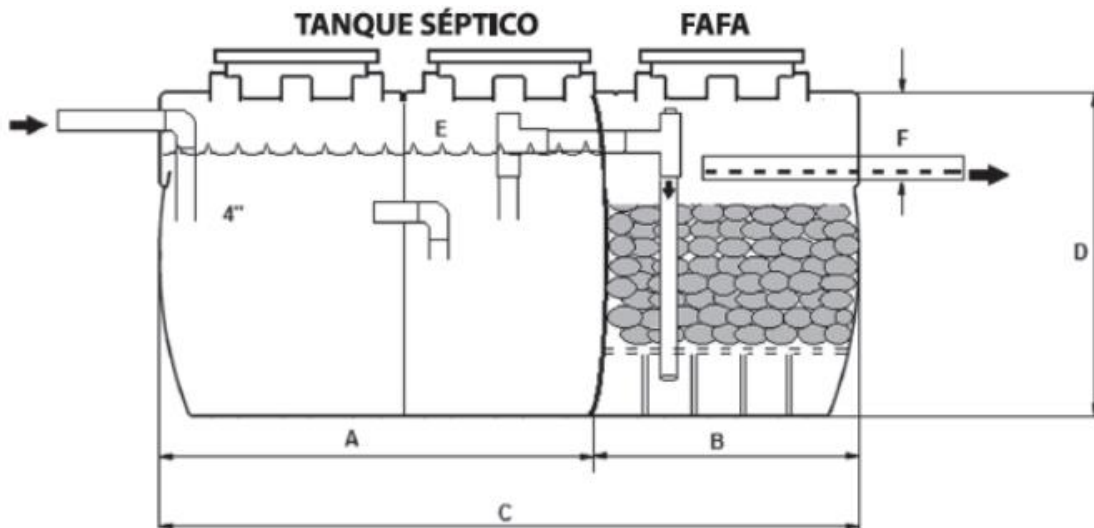
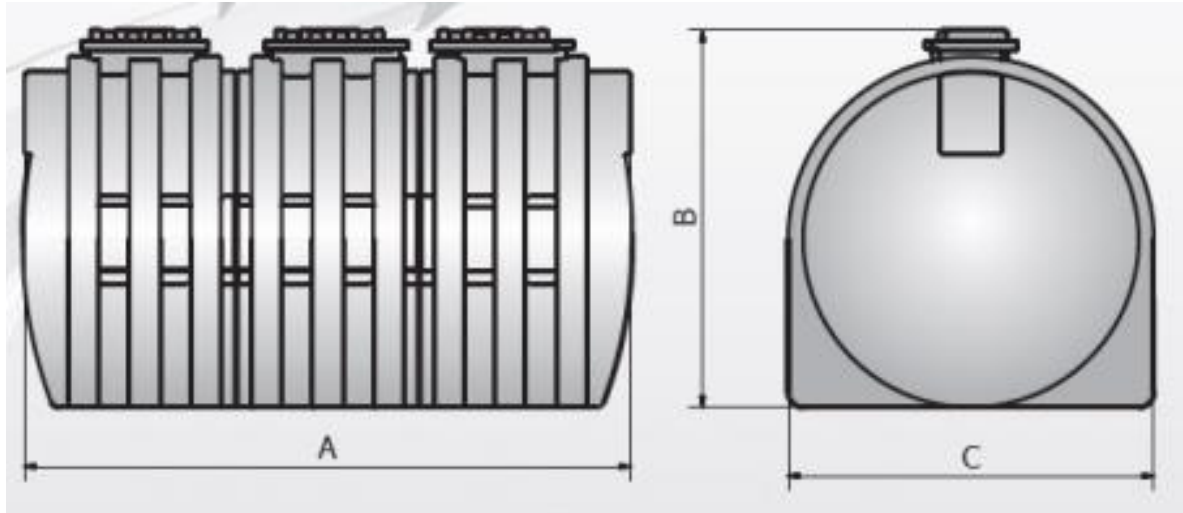
$m$ = Coeficiente para rosetones =0.95

De acuerdo con los cálculos se recomienda un sistema séptico integrado ROTOPLAST o similar de 5000 Lt con dimensiones 2.42m x 1.73m x 1.83m. La red de aguas residuales se compone de 4 etapas fundamentales:

1. Pretratamiento: el manejo del afluente y la trampa de grasas.
2. Tratamiento: tanque séptico, capacidad 2500L.
3. Postratamiento: el filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), Volumen de 2500L N° de rosetones 935.
4. Disposición del agua efluente: tanque de almacenamiento.

VOLUMEN TOTAL (LITROS)	TANQUE SÉPTICO VOLUMEN(LITROS)	FILTRO ANAEROBIO	
		Vol (lt)	N° de Rosetones
1650	1100	550	180
2000	1330	670	250
3000	2000	1000	370
5000	2500	2500	935
7500	5000	2500	935
10000	7500	2500	935
12500	7500	5000	1870
15000	10000	5000	1870
17500	12500	5000	1870
20000	15000	5000	1870
25000	15000	10000	3740
30000	20000	10000	3740
35000	25000	10000	3740
40000	25000	15000	5600
45000	30000	15000	5600
50000	35000	15000	5600

Ilustración5. Capacidad del Sistema séptico Rotoplast  
Fuente: Manual técnico Rotoplast



VOLUMEN TOTAL (Litros)	LONGITUD (C) Total (cm)	A(cm)	B(cm)	D(cm)	E(cm)	F(cm)
1650	230	139	91	107,5	15	20
2000	210	140	70	125	20	25
3000	230	139	91	150	20	25
5000	240	120	120	180	20	30
7500	345	225	120	180	20	30
10000	450	330	120	180	20	30
12500	555	330	225	180	20	30
15000	660	435	225	180	20	30
17500	765	540	225	180	20	30
20000	520	380	140	240	20	30
25000	640	380	260	240	20	30
30000	760	500	260	240	20	30
35000	880	620	260	240	20	30
40000	1000	740	260	240	20	30
45000	1120	740	380	240	20	30
50000	1240	860	380	240	20	30

Ilustración 6, Dimensiones de los sistemas sépticos integrados  
Fuente: Manual técnico Rotoplast

## 6. DISPOSICION DEL AGUA EFLUENTE

Posterior al tratamiento primario; las aguas residuales están en condiciones sanitarias para ser removidas y dispuestas por un operador autorizado externo.

### 6.1. CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS EFLUENTES.

El tanque de almacenamiento es la unidad del sistema donde las aguas efluentes posterior al tratamiento se encuentran en condiciones sanitarias para ser removidas y dispuestas por un operador autorizado externo.

El diseño del tanque de almacenamiento dependerá únicamente de dos factores: la dotación bruta total y el tiempo máximo de almacenamiento. Se plantea un periodo de recolección de las aguas residuales de 7 días.

$$V = Db * t$$

$$V = (2.147(l * día) * 7(días))/1.000$$

$$V = 15.03 m^3$$

De acuerdo con los cálculos se recomienda un tanque de almacenamiento ROTOPLAST o similar de 15.000 Lt con dimensiones 6.42m x 1.83m x 1.73m.

## 7. CÁLCULO DE LA RED DE AGUA RESIDUAL

Los resultados de los cálculos realizados para cada tramo se pueden observar en el Anexo 1.

## 8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 8.1 INTERNOS

CODIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
	PLANO DE SISTEMA DEL SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M
	PLANO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO O&M
	PLANO ARQUITECTÓNICO DE EDIFICIO O&M
	PLANO GENERAL DE ADECUACIÓN O&M
	PLANO PLANTA GENERAL DE TOPOGRAFIA

### 8.2 EXTERNOS

CÓDIGO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
[1]	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS, Ministerio de Desarrollo Económico, 2000.
[2]	Resolución 0330 de 2017
[3]	Norma Técnica Colombiana 1500: Código Colombiano de Fontanería, segunda edición. INCONTEC, 2004.
[3]	Manual de instalación sistema séptico domiciliario ROTOPLAST



**8.3 REGISTROS**

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO</b>
NO APLICA	NO APLICA

**9 ANEXOS**

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO</b>
1	Diseño sistema particular de alcantarillado edificio O&M.
2	Recomendaciones de mantenimiento

		CODE
		PAGINA - PAGE 12 di/of 17

**ANEXO 1**

**DISEÑO SISTEMA PARTICULAR DE ALCANTARILLADO EDIFICIO O&M**

Datos			Dimensiones de la tubería					
Tramo Tubería		Descripción	Caudal de Diseño	Longitud [L]	Pendiente [S]	Diámetro [D]	Diámetro Interno	e
DE	A		l/s	m	%	Pulg.	m	Rad
1	2	Lavaplatos	0,28	2,58	2,70%	2	0,0483	4,189
3	2	Sifon	0,28	0,89	2,70%	2	0,0483	4,189
2	4	Sifon + Lavaplatos	0,56	2,65	2,70%	2	0,0483	4,189
4	5	Sifon + Lavaplatos	0,56	2,88	2,70%	2	0,0483	4,189
6	5	Ducha	0,32	0,33	2,70%	2	0,0483	4,189
5	7	Sifon+ ducha + Lavaplatos	0,88	0,20	2,70%	2	0,0483	4,189
7	8	Sifon+ ducha + Lavaplatos	0,88	0,25	2,10%	4	0,0965	4,189
9	8	Ducha	0,32	1,16	2,70%	2	0,0483	4,189
8	10	Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos	1,20	1,43	2,10%	4	0,0965	4,189
10	11	Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos	1,20	0,56	2,10%	4	0,0965	4,189
12	13	Orinal	0,19	0,73	2,70%	2	0,0483	4,189
14	13	Orinal	0,19	0,40	2,70%	2	0,0483	4,189
13	15	2 Orinal	0,38	0,28	2,70%	2	0,0483	4,189
15	16	2 Orinal	0,19	0,25	2,70%	4	0,0965	4,189
16	17	2 Orinal	0,38	0,15	2,10%	4	0,0965	4,189
18	17	Sifon	0,28	1,50	2,70%	2	0,0483	4,189
17	19	2 Orinal + sifon	0,66	0,26	2,10%	4	0,0965	4,189
20	19	Sanitario	0,19	0,52	2,70%	4	0,0965	4,189
19	11	2 Orinal + sanitario +sifon	0,85	0,26	2,10%	4	0,0965	4,189
11	21	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + sanitario	2,05	0,38	2,10%	4	0,0965	4,189
22	21	Sanitario	0,19	0,52	2,70%	4	0,0965	4,189
21	23	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 2 sanitario	2,24	0,54	2,10%	4	0,0965	4,189
23	51	2 Sifon+ 2 ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 2 sanitario	2,24	2,08	2,10%	4	0,0965	4,189
24	25	Lavamanos	0,19	0,68	2,70%	2	0,0483	4,189
25	26	Lavamanos	0,19	0,73	2,10%	4	0,0965	4,189
27	26	Lavamanos	0,19	0,68	2,70%	2	0,0483	4,189
26	28	2 Lavamanos	0,38	0,73	2,70%	2	0,0483	4,189
29	28	Lavamanos	0,19	0,68	2,70%	2	0,0483	4,189
28	30	3 Lavamanos	0,57	0,55	2,70%	2	0,0483	4,189
30	31	3 Lavamanos	0,57	0,30	2,70%	2	0,0483	4,189
31	32	3 Lavamanos	0,57	0,16	2,10%	4	0,0965	4,189
33	34	Lavamanos	0,19	0,53	2,70%	2	0,0483	4,189
34	35	Lavamanos	0,19	0,73	2,70%	2	0,0483	4,189
36	35	Lavamanos	0,19	0,53	2,70%	2	0,0483	4,189
35	37	2 Lavamanos	0,38	0,73	2,70%	2	0,0483	4,189
38	37	Lavamanos	0,19	0,53	2,70%	2	0,0483	4,189
37	32	3 Lavamanos	0,57	0,90	2,70%	2	0,0483	4,189
32	39	6 Lavamanos	1,14	1,09	2,10%	4	0,0965	4,189
40	39	Sanitario	0,19	0,30	2,70%	4	0,0965	4,189
39	41	6 Lavamanos + Sanitario	1,33	0,83	2,10%	4	0,0965	4,189
42	41	Sanitario	0,19	0,30	2,70%	4	0,0965	4,189
41	43	6 Lavamanos + 2 Sanitario	1,52	0,26	2,10%	4	0,0965	4,189
44	45	Ducha	0,32	1,13	2,70%	2	0,0483	4,189
46	45	Ducha	0,32	0,73	2,70%	2	0,0483	4,189
45	47	2 Ducha	0,64	1,32	2,10%	4	0,0965	4,189
48	47	Sifon	0,28	1,24	2,70%	2	0,0483	4,189
47	43	2 Ducha + Sifon	0,92	1,00	2,10%	4	0,0965	4,189
43	49	6 Lavamanos + 2 Sanitario + 2 Ducha + Sifon	2,44	0,38	2,10%	4	0,0965	4,189
50	49	Sanitario	0,19	0,30	2,10%	4	0,0965	4,189
49	51	6 Lavamanos + 3 Sanitario + 2 Ducha + Sifon	2,63	2,18	2,10%	4	0,0965	4,189
51	Tanque	3 Sifon+ 4 Ducha + Lavaplatos + 2 Orinal + 5 Sanitario + 6 Lavamanos	4,87	5,00	2,10%	4	0,0965	4,189

Parámetro Hidráulicos de Diseño			Parámetro Hidráulicos de Diseño									
Área Mojada	Perímetro Mojado [P]	Radio Hidráulico [Rh]	Caudal [Q]	q/Q	q/Q < 7.5%	Velocidad [V]	0.45m/s > V < 5.0m/s	Esfuerzo Cortante [τ]	τ > 1.2N/m	Número de Froude [Fr]	Regimen de Flujo	0.70 > Fr > 1.5?
m <sup>2</sup>	m	m	l/s			m/s		N/m				
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,21	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,21	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,43	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,43	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,24	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,67	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,12	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,24	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,16	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,16	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,29	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	8,32	0,02	OK	1,41	OK	7,713	OK	1,70	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,05	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,21	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,09	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	8,32	0,02	OK	1,41	OK	7,713	OK	1,70	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,12	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,28	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	8,32	0,02	OK	1,41	OK	7,713	OK	1,70	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,31	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,31	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,03	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,29	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,43	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,43	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,08	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,29	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,14	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,43	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,16	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	8,32	0,02	OK	1,41	OK	7,713	OK	1,70	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,18	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	8,32	0,02	OK	1,41	OK	7,713	OK	1,70	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,21	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,24	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,24	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,09	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0015	0,101	0,015	1,31	0,21	OK	0,89	OK	3,856	OK	1,52	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,13	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,33	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,03	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,36	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK
0,0059	0,202	0,029	7,34	0,66	OK	1,25	OK	5,999	OK	1,50	Supercrítico	OK

Cotas de red de Aguas residuales								
Tramo Tubería		Longitud [L]	Pendiente [S]	Diámetro [D]	Clave Inicial [msnm]	Batea Inicial [msnm]	Clave Final [msnm]	Batea Final [msnm]
DE	A	m	%	Pulg.				
1	2	2,58	2,70%	2	46,65	46,60	46,58	46,53
3	2	0,89	2,70%	2	46,61	46,55	46,58	46,53
2	4	2,65	2,70%	2	46,58	46,53	46,51	46,46
4	5	2,88	2,70%	2	46,51	46,46	46,43	46,38
6	5	0,33	2,70%	2	46,44	46,39	46,43	46,38
5	7	0,20	2,70%	2	46,43	46,38	46,43	46,38
7	8	0,25	2,10%	4	46,48	46,38	46,47	46,37
9	8	1,16	2,70%	2	46,46	46,41	46,43	46,38
8	10	1,43	2,10%	4	46,48	46,38	46,45	46,35
10	11	0,56	2,10%	4	46,45	46,35	46,44	46,33
12	13	0,73	2,70%	2	46,46	46,41	46,44	46,39
14	13	0,40	2,70%	2	46,45	46,40	46,44	46,39
13	15	0,28	2,70%	2	46,45	46,40	46,44	46,39
15	16	0,25	2,70%	4	46,50	46,40	46,49	46,39
16	17	0,15	2,10%	4	46,49	46,39	46,49	46,39
18	17	1,50	2,70%	2	46,44	46,39	46,40	46,34
17	19	0,26	2,10%	4	46,45	46,34	46,44	46,34
20	19	0,52	2,70%	4	46,45	46,35	46,44	46,34
19	11	0,26	2,10%	4	46,44	46,34	46,44	46,33
11	21	0,38	2,10%	4	46,44	46,33	46,43	46,33
22	21	0,52	2,70%	4	46,44	46,34	46,43	46,33
21	23	0,54	2,10%	4	46,43	46,33	46,42	46,31
23	51	2,08	2,10%	4	46,42	46,31	46,37	46,27
24	25	0,68	2,70%	2	46,50	46,45	46,48	46,43
25	26	0,73	2,10%	4	46,53	46,43	46,52	46,42
27	26	0,68	2,70%	2	46,49	46,43	46,47	46,42
26	28	0,73	2,70%	2	46,47	46,42	46,45	46,40
29	28	0,68	2,70%	2	46,47	46,42	46,45	46,40
28	30	0,55	2,70%	2	46,45	46,40	46,43	46,38
30	31	0,30	2,70%	2	46,43	46,38	46,42	46,37
31	32	0,16	2,10%	4	46,48	46,37	46,47	46,37
33	34	0,53	2,70%	2	46,50	46,45	46,48	46,43
34	35	0,73	2,70%	2	46,48	46,43	46,47	46,41
36	35	0,53	2,70%	2	46,48	46,43	46,47	46,41
35	37	0,73	2,70%	2	46,47	46,41	46,45	46,39
38	37	0,53	2,70%	2	46,46	46,41	46,45	46,39
37	32	0,90	2,70%	2	46,45	46,39	46,42	46,37
32	39	1,09	2,10%	4	46,47	46,37	46,45	46,35
40	39	0,30	2,70%	4	46,46	46,36	46,45	46,35
39	41	0,83	2,10%	4	46,45	46,35	46,43	46,33
42	41	0,30	2,70%	4	46,44	46,34	46,43	46,33
41	43	0,26	2,10%	4	46,43	46,33	46,43	46,32
44	45	1,13	2,70%	2	46,45	46,40	46,42	46,37
46	45	0,73	2,70%	2	46,44	46,39	46,42	46,37
45	47	1,32	2,10%	4	46,47	46,37	46,45	46,35
48	47	1,24	2,70%	2	46,43	46,38	46,40	46,35
47	43	1,00	2,10%	4	46,45	46,35	46,43	46,32
43	49	0,38	2,10%	4	46,43	46,32	46,42	46,32
50	49	0,30	2,10%	4	46,42	46,32	46,42	46,32
49	51	2,18	2,10%	4	46,42	46,32	46,37	46,27
51	Tanque	5,00	2,10%	4	46,37	46,27	46,27	46,17

		CODE
		PAGINA - PAGE 16 di/of 17

**ANEXO 2**  
**RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO**

- **Mantenimiento de la trampa de grasas**

Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa hacia el tanque séptico y la generación de malos olores.

La frecuencia de limpieza se determina por la experiencia basada en la observación, pero se recomienda cada uno a tres meses o cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa, lo que suceda primero.

Para la limpieza se recomienda:

Extraer la grasa de la superficie del líquido con un balde o un recipiente similar apropiado, la grasa se vacía a un hueco fuera de las instalaciones de la subestación, el cual debe agregar cal agrícola antes y después de vaciar las grasas y el hueco se debe cubrir con la tierra extraída del mismo.

- **Mantenimiento tanque séptico**

Se recomienda cada año aproximadamente inspeccionar para determinar cuándo se debe extraer el lodo del fondo y la nata superficial. La inspección se hace así:

Se toma una vara de 2 m aproximadamente y forrarla en un extremo con una toalla o trapo preferiblemente blanco, se introduce lentamente la vara con la punta forrada hacia abajo hasta tocar el fondo del tanque, Después de 3 o 4 minutos se retira la vara lentamente y se mide la parte que sale untada de lodo, para saber la profundidad de los lodos acumulados en el tanque. El tanque requiere la limpieza cuando la profundidad de los lodos sobrepasa los 30 cm.

- **Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)**

Se recomienda hacer una inspección cada 4 meses aproximadamente del filtro anaerobio de la siguiente forma:

Destapar el tanque séptico, Observar el nivel del agua del tanque séptico y si la tubería de salida del agua del tanque séptico está sumergida en el agua es porque el filtro FAFA esta colmatado (taponado) y requiere mantenimiento.

El proceso para seguir seria: Retirar la tapa roscada del tapón de registro ubicada en la entrada del filtro, Extraer el agua del filtro a través de la Tee de entrada por medio de una motobomba de bajo caudal y presión o con una manguera haciendo diferencia de nivel, llenar el tanque con agua que tenga 1 kilo de cal disuelta y dejar reposar por varias horas. Luego se extraer el agua con cal por bombeo, adicionando agua limpia sobre el filtro hasta que el agua salga casi limpia.