



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA
PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE
PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

AUTOR: Bryan Germán Valle Urrutia

TUTOR: Ing. Mg. Fabián Rodrigo Morales Fiallos

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2023

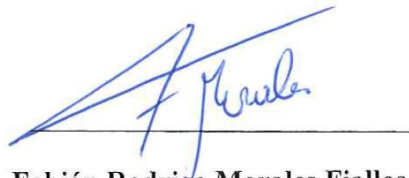
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Bryan Germán Valle Urrutia**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804551115, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, marzo 2023



Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Bryan Germán Valle Urrutia**, con C.I. 1804551115 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis, graficas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



Bryan Germán Valle Urrutia

C.I. 1804551115

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, marzo 2023



Bryan Germán Valle Urrutia

C.I. 1804551115

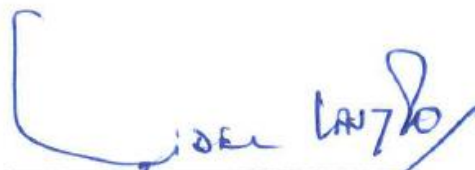
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental realizado por el estudiante Bryan Germán Valle Urrutia, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solórzano

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Dilon Germán Moya Medina

MIEMBRO CALIFICADOR

AGRADECIMIENTO

Toda la gratitud dirigida hacia todas las personas que me ayudaron a lograr este objetivo, a todos los profesores de la carrera que aportaron con su grano de arena en mis conocimientos. La gratitud más grande hacia mis padres Freddy y Edith, pilar fundamental durante toda mi vida estudiantil y forjamiento de carácter, en general a toda mi familia por el apoyo y consejos. Así mismo agradecer a las personas con las que conviví día a día en la universidad, mis compañeros y amigos, sin los cuales no hubiera tenido las anécdotas y experiencias que hoy tengo.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Hipótesis.....	8
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo General	9

1.2.2. Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	10
2.1. Materiales	10
2.2. Métodos	14
2.2.1. Ficha de datos:	17
2.2.2. Investigación de Campo.....	17
2.2.3. Investigación de laboratorio.....	19
2.2.4. Interpretación y análisis de datos.....	20
2.2.5. Mejoramiento de la PTAR.....	22
CAPÍTULO III. RESULTADOS	23
3.1 Análisis y discusión de los resultados	23
3.1.1. Descripción de la zona de estudio.....	23
3.1.2. Caudal semanal de la Planta de Tratamiento	25
3.1.3. Análisis del agua Residual de la PTAR	31
3.1.4. Procesos unitarios de la PTAR y su dimensionamiento	33
3.1.4.1. Tanque de Entrada	33
3.1.4.2. Desarenador.	37
3.1.4.3. REACTOR UASB	39
3.1.4.4. Filtros Biológicos.....	42

3.1.4.5. Lecho de Secado de Lodos	45
3.1.4.6. Tanque de Salida.....	46
3.1.5. Diagnóstico técnico de los procesos unitarios de la PTAR.....	49
3.1.5.1. Rejilla de Cribado	49
3.1.5.2. Desarenador	51
3.1.5.3. Reactor UASB	58
3.1.5.4. Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)	59
3.1.5.5. Lecho de Secado de Lodos	62
3.2. Verificación de hipótesis	67
3.3. Propuesta de mejora	69
3.3.1. Limpieza y mejoramiento del Pozo recolector	69
3.3.2. Limpieza y señalización del Desarenador	71
3.3.3. Limpieza y señalización del Reactor UASB.....	73
3.3.4. Limpieza y mejoramiento del Lecho de secado de lodos	76
3.3.5. Limpieza y señalización de los Filtros anaeróbicos de flujo ascendente.....	78
3.3.6. Análisis de aguas residuales	80
3.3.7. Limpieza y desbroce de las zonas verdes de la PTAR.	81
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1. Conclusiones	84

4.2. Recomendaciones	85
CAPÍTULO V.- BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS	92
ANEXO 1: FOTOGRÁFICOS.....	92
ANEXO 2: ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	95
ANEXO 3: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	97
ANEXO 4: CÁLCULO ESTRUCTURAL ESTRUCTURA METÁLICA	105
ANEXO 5: DIAGRAMA DE FLUJO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PTAR URBINA CENTRO	109
ANEXO 6: PLANOS Y LETREROS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales.....	10
Tabla 2 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 1.....	14
Tabla 3 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 2.....	15
Tabla 4 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 3.....	16
Tabla 5 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 4.....	16
Tabla 6 Parámetros para el análisis de aguas residuales.....	21
Tabla 7 Caudales de Entrada 3 – 9 OCTUBRE 1 (lt/s)	25
Tabla 8 Caudales de Entrada 10 – 16 OCTUBRE (lt/s)	25
Tabla 9 Caudales de Entrada 17 – 23 OCTUBRE (lt/s)	26
Tabla 10 Caudales de Entrada 24 – 30 OCTUBRE (lt/s)	26
Tabla 11 Estadística descriptiva caudal de entrada (lt/s)	27
Tabla 12 Caudales de Salida 3 – 9 OCTUBRE (lt/s)	27
Tabla 13 Caudales de Salida 10 – 16 OCTUBRE (lt/s).....	28
Tabla 14 Caudales de Salida 17 – 23 OCTUBRE (lt/s)	28
Tabla 15 Caudales de Salida 24 30 OCTUBRE (lt/s).....	29
Tabla 16 Estadística descriptiva caudal de salida (lt/s).....	29
Tabla 17 Caudales máximos	30
Tabla 18 Resultados Análisis del Agua Residual	31

Tabla 19 Medidas Pozo Recolector.....	36
Tabla 20 Medidas del desarenador.....	38
Tabla 21 Medidas del Reactor UASB.....	41
Tabla 22 Medidas del Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente.....	44
Tabla 23 Medidas del Lecho de Secado de Lodos.....	46
Tabla 24 Medidas del tanque de Salida.....	48
Tabla 25 Condiciones de utilización de rejillas para cribado.	49
Tabla 26 Cumplimiento de la Rejilla.....	50
Tabla 27 Datos para diagnóstico del desarenador.....	51
Tabla 28 Coeficiente “a” en función de diámetro de la partícula.....	55
Tabla 29 Verificación de cumplimiento de dimensiones in situ.....	57
Tabla 30 Tiempos de residencia hidráulica recomendados para Reactor de 4m de altura	58
Tabla 31 Cumplimiento de volumen del reactor UASB.....	59
Tabla 32 Datos para verificación de las FAFA.....	59
Tabla 33 Cumplimiento de las dimensiones de las FAFA.....	62
Tabla 34 Datos para el diagnóstico del lecho de secado de lodos.....	62
Tabla 35 Tiempo de digestión de los lodos.....	63
Tabla 36 Cumplimiento de las dimensiones del lecho de secado de lodos.....	66

Tabla 37 Resumen de cumplimiento de los procesos unitarios	67
Tabla 38 Plan Operación y mantenimiento Pozo Recolector.....	71
Tabla 39 Plan Operación y Mantenimiento Desarenador	73
Tabla 40 Plan de Operación y Mantenimiento Reactor UASB.....	75
Tabla 41 Plan Operación y Mantenimiento Lecho de secado de Lodos	78
Tabla 42 Plan Operación y Mantenimiento FAFA	79
Tabla 43 Revisión físico – químico de aguas residuales.....	80
Tabla 44 Mantenimiento general de la PTAR en las zonas verdes.....	82
Tabla 45 Presupuesto Referencial para mejoramiento de la PTAR.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Medición de los caudales de entrada y salida de la PTAR.....	18
Figura 2 Fotografía mediante Dron para Levantamiento.....	18
Figura 3 Recolección de muestras para laboratorio	19
Figura 4 Muestras enfrascadas en envases ámbar de vidrio	20
Figura 5 Ubicación del proyecto.....	23
Figura 6 PTAR PDTE. URBINA.....	24
Figura 7 Curva Normal de toma de muestras a la salida.....	30
Figura 8 Porcentaje de Eficiencia de Remoción	31
Figura 9 Eficacia de los Procesos Unitarios.....	32
Figura 10 Tren de Tratamiento PTAR Urbina Centro	33
Figura 11 Pozo recolector	34
Figura 12 Entrada de caudal.....	34
Figura 13 Vista de Planta de Pozo Recolector	35
Figura 14 Vista Longitudinal de Pozo Recolector	36
Figura 15 Desarenador	37
Figura 16 Desarenador en AutoCAD.....	38
Figura 17 Reactor UASB	39
Figura 18 Vista Longitudinal Reactor UASB	40

Figura 19 Vista de Planta de Reactor UASB	41
Figura 20 Filtros Biológicos (FAFA).....	42
Figura 21 Vista longitudinal (FAFA) AutoCAD	43
Figura 22 Vista en planta (FAFA) AutoCAD	44
Figura 23 Lecho de secado de lodos	45
Figura 24 Vista longitudinal Lecho de secado de lodos	45
Figura 25 Tanque de Salida.....	47
Figura 26 Tubería de Salida	47
Figura 27 Pozo de Salida en AutoCAD	48
Figura 28 Inclinación de la rejilla	50
Figura 29 Valores de Sedimentación	53
Figura 30 Señal del Pozo Recolector	70
Figura 31 Señal Desarenador	72
Figura 32 Señal Reactor UASB	75
Figura 33 Vista en planta de cubierta.....	77
Figura 34 Vista en planta de cubierta.....	77
Figura 35 Señal Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente	79
Figura 36 Señal de prohibición de ingreso.....	81

RESUMEN

Se buscó conocer si la planta de tratamiento de agua residuales (PTAR) del sector Urbina Centro del cantón Píllaro que se conoce tiene 8 años de funcionamiento posee en la actualidad los requerimientos esperados, para eso se realizó un levantamiento de toda la infraestructura existente, además del volumen caudaloso tanto de entrada como de salida de la planta y en temas de contaminación se evaluaron los parámetros físico-químicos como lo son el PH, DBO, DQO, Sólidos Disueltos Totales y Sólidos totales.

En cuanto al funcionamiento unitario de la planta se identificó y evaluó los siguientes parámetros: Cribado, Desarenador, filtro anaeróbico de flujo ascendente, Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente y tanque secado de lodos, para si demostrar que la planta trabaja de manera eficiente comparándolo con guías y manuales de diseño de PTAR's y efluentes de salida que es TULSMA, para desemboque en cuerpos de agua dulce, manuales de diseño de la CONAGUA y OPS.

Concluida la investigación tanto de campo como de laboratorio, se determinó que no es necesario implementar un rediseño de la PTAR, todo esto debido a la gran eficiencia que demuestra a la hora de la comparación con la norma, sin embargo, se pudo dar ciertas recomendaciones para que el sistema funcione de manera más eficiente.

Palabras Clave: Planta de Tratamiento, Aguas residuales, TULSMA, Medio Ambiente, Riesgo biológico.

ABSTRACT

The purpose of the study was to determine whether the wastewater treatment plant (WWTP) of the Urbina Centro sector of the Píllaro canton, which is known to have been operating for 8 years, currently meets the expected requirements. For this purpose, a survey of all the existing infrastructure was carried out, as well as the volume of flow both in and out of the plant, and in terms of contamination, the physicochemical parameters such as PH, BOD, COD, Total Dissolved Solids and Total Solids were evaluated.

Regarding the unit operation of the plant, the following parameters were identified and evaluated: screening, sand trap, upflow anaerobic filter, upflow anaerobic reactor and sludge drying tank, in order to demonstrate that the plant works efficiently, comparing it with guidelines and design manuals for WWTPs and effluent outflows, which is TULSMA, for discharge into freshwater bodies, design manuals of CONAGUA and OPS.

After the field and laboratory research, it was determined that it is not necessary to implement a redesign of the WWTP, all this due to the great efficiency it shows when compared to the standard, however, it was possible to give certain recommendations for the system to operate more efficiently.

Key words: Treatment Plant, Wastewater, TULSMA, Environment, Biological risk

CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

1.1.1. Antecedentes

Para adentrarse en lo que conlleva un inadecuado tratamiento de las aguas residuales, primero debemos tener en cuenta la importancia de su limpieza. El agua es la fuente principal para el desarrollo y sostenibilidad de los ecosistemas y la supervivencia de la humanidad. Sin embargo, actualmente la sobreexplotación de fuentes hídricas, su contaminación o mal uso ponen el riesgo la salud pública y el medio ambiente. Según un estudio desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, se advierte de afectaciones en la disponibilidad, cantidad y calidad de agua para las necesidades básicas de los seres humanos. Además, también se destaca que, a nivel mundial, 2.2 billones de personas no cuentan con el servicio básico de agua potable, y el 55% de la población mundial carecen de sistemas de saneamiento dignos, entre tanto la demanda de agua va en aumento en relación con la disponible.[1]

Una de las principales causas de este problema es el mal manejo de las aguas residuales. De acuerdo con un informe del Banco Mundial, el 80% de estas son vertidas directamente al medioambiente sin un tratamiento previo. Además de ser la principal fuente de contaminación de mares y océanos, donde aproximadamente 245 mil kilómetros cuadrados de ecosistemas se ven afectados. [2]

En Europa, por ejemplo, tan solo el 70% de agua residual es tratada en los países más ricos, el 38% en países con rentas medio-altas, el 28% en países con rentas medio-bajas y tan solo 8% en los países pobres. Y con relación a Latinoamérica, según información proporcionada por el Banco Mundial, se estima que menos del 5% de las aguas residuales de las ciudades son tratadas antes de ser vertidas en aguas superficiales; por tanto, son un riesgo alto para la salud humana, animal y para los ecosistemas en general.[2], [3]

Esto se debe a que la cantidad y calidad de las aguas residuales es determinada por varios factores. No todos los seres humanos o industrias generan la misma cantidad de residuos. La cantidad y tipo de residuos que se producen en los hogares se ve influenciada por el comportamiento, estilo y nivel de vida de los habitantes. Por lo tanto, es de vital importancia buscar soluciones para gestionar el agua residual de manera más inteligente, con plantas de tratamiento eficientes que garanticen la recuperación y reutilización de este recurso. [4]

Una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) es un requerimiento indispensable para la conservación del planeta y cuidado del agua; es por ello que para conocer si una PTAR trabaja correctamente o requiere alguna mejora, es necesario un estudio minucioso de su funcionamiento, conociendo cada proceso y su utilidad [5]

Entre las investigaciones realizadas alrededor de América Latina, se ha estudiado el Potencial de uso de aguas servidas para riego y recarga de acuíferos en las cuencas del río Villa en la República de Panamá; debido a que la demanda de los recursos hídricos ha tenido un aumento y la reutilización de las aguas residuales son una opción favorable para distintos usos. Al finalizar el estudio se concluyó que, el agua regenerada es útil para usarla en agricultura y recarga de acuíferos, ya que la PTAR estudiada cuenta con un sistema de humedales artificiales horizontales subsuperficiales. [6]

En el país de México, se ha investigado un Sistema Mixto de Tanques Anaerobios y Fitorremediación como una alternativa para el tratamiento de Aguas Residuales de Centros Recreativos con el fin de preservar la calidad del agua de los lagos aledaños al Municipio de San Francisco de Conchos. En el sistema se estableció cuatro componentes con capacidad de 200 litros cada uno y conectados por tubos PVC. El primero utilizado como recolector de materia orgánica, el segundo y tercer tanque para desintegrar los residuos con poca grasa; y el cuarto elemento, fue una humedal con grava y suelo humífero. Después de 90 días, el sistema se estableció, logrando niveles de DBO5 (demanda biológica de oxígeno), SST (sólidos suspendidos totales), aceites y grasas por debajo de los límites permisibles en la norma del país. [7]

Por otra parte, en Perú, se puede encontrar el Diagnóstico del Sistema de Aguas Residuales en Salaverry; en donde se describe el sistema de recolección de agua residual de seis afluentes en el distrito Moche y Salaverry, esta PTAR está conformada por lagunas de estabilización con procesos primarios y secundarios, a pesar de esto, la demanda Biológica de Oxígeno y la cantidad de coliformes totales es superior a la permitida. Por lo tanto, la solución adoptada fue implementar procesos con lodos activados y la desinfección del afluente al final del sistema, permitiendo reducir la complejidad de operación y mantenimiento, y la reutilización de las aguas en trabajos agrícolas, producción de gas y abonos. [8]

En el mismo país se realizó la Evaluación y Propuesta Técnica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Distrito de Alto Inambari, en vista de que el sistema era deficiente e inadecuado, ocasionando problemas de salubridad en la población. Esto debido a los altos niveles de contaminantes (DBO y DQO) que superaban a los límites permisibles en más del doble. Se concluyó que es necesario una mejoría en la planta de tratamiento de aguas residuales del sector que incluya lagunas de estabilización para contrarrestar los impactos negativos en el medio ambiente y la salud de las personas. [9]

En el país vecino del norte, Colombia, se realizó el Diseño de un Sistema de Tratamiento del Agua Residual en el Municipio de Pacho, Cundinamarca, para cuidar al río que baña la localidad. En donde se determinó que, las descargas de DBO y SST son mucho mayores a los permisibles, necesitando un diseño que cuente con aliviadero para que en la temporada de lluvia, la planta no exceda su capacidad de operación; además de un cribado grueso y fino; trampas de grasa que ayudan a reducir hasta un 5 y 15 % de DBO y SST respectivamente; un sedimentador primario, un reactor anaeróbico de flujo ascendente (FAFA) y por último, un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA). [10]

A nivel nacional, los GAD Municipales de la sierra cuentan con el mayor número de PTARs en funcionamiento, que corresponde al 49.88% del total del Ecuador. Además, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la descarga final del agua no tratada

en la Sierra es dirigida a ríos y quebradas; mientras que en la Costa se dispone al mar o pantanos artificiales, poniendo en riesgo la salud de las personas y los ecosistemas. [11]

Es por ello por lo que las investigaciones a nivel nacional sobre Plantas de tratamiento de Aguas Residuales son muy importantes para el desarrollo y bienestar de la población. En la ciudad de Quito, se realizó el Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Cantón Puerto Quito, con un tratamiento eficaz para tratar las aguas domésticas, que disminuya los impactos ambientales para el río que atraviesa el lugar. Luego de haber obtenido los datos poblacionales y las pruebas de tratabilidad del agua residual, se determinó que la opción más viable para el sector, por las condiciones climáticas y las características del agua residual, son las lagunas de estabilización. [12]

En ciudad de Riobamba, también se llevó a cabo un Diseño para el Tratamiento de las Aguas Residuales de la parroquia San Luis. Después de analizada el agua residual, se identificó que todos los parámetros están fuera de los límites permisibles en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, concluyendo que se necesita de un tren de tratamiento con tres etapas: cribado, sedimentador, filtro lento biológico de Arena y un lecho de secados; llegando a una eficiencia del 83%, cumpliendo con la norma.[13]

Por otro lado, en el cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi, se evaluó la Planta de tratamiento de la parroquia Corazón. En donde se evidenció que los parámetros de DBO y DQO no cumplen con la normativa vigente, por lo que se realizó un análisis del grado de remoción real con el fin de tener un rediseño factible que permita mejorar el DBO y DQO del agua tratada antes de su descarga final, incluyendo una zona de cribado, desarenador, tanque Imhoff, filtro percolador, fafa, lecho de secado de lodos y una planta de desinfección.[14]

Con respecto a las investigaciones realizadas en la provincia de Tungurahua, se puede encontrar la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Parroquia Poatug, en el Cantón Patate; constatando que el tren de tratamiento de la PTAR solo remueve el 40% de los contaminantes y no todas las estructuras hidráulicas cumplen con

los requerimientos de las normas. Por lo tanto, se propuso incorporar una caja de entrada, cribado, desarenador, FAFA logrando una remoción teórica del 90% con un buen plan de operación y mantenimiento. [15]

En el cantón Ambato, se realizó una investigación donde se diseñó una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la parroquia Izamba, que cumpla con todas las especificaciones técnicas de las normas nacionales y con una factibilidad de bajo costo. Una vez concluida la etapa de experimentación, llevando a cabo pruebas de tratabilidad como aireación, coagulación-floculación, sedimentación y filtración, se establecieron las dimensiones de cada proceso unitario demostrando que, gracias a estas, los contaminantes obtuvieron buenos porcentajes de remoción. [16]

Otro estudio realizado en la provincia de Tungurahua se realizó en el cantón Ambato, donde se realizó una opción de biofiltración comúnmente utilizada en el tratamiento de aguas residuales, el estudio analizó el uso de materiales biodegradables como turba, arena de río. y piedra pómez para formar un biofiltro vertical, que limpia principalmente agua de la industria textil (lavado de jeans), luego de conformado el filtro se monitoreó la eficiencia de filtración del filtro durante 36 días, los resultados obtenidos mostraron la eficiencia de remoción de contaminantes de DBO5 parámetros 75.27. %, DQO 79,69%, biodegradabilidad DBO5/ DQO = 0,78 y una reducción de sólidos totales de 57,33%, que el estudio concluye y sugiere que se puede utilizar este tipo de filtro.[17]

En la misma ciudad y de la misma forma se investigó para crear un filtro a base de materiales orgánicos como la baguette de caña de azúcar y materiales pétreos como piedra pómez, arena y ladrillo triturado, la estructura de este filtro quisimos ofrecer una alternativa para reducir la carga contaminante de los lavados de autos, se monitoreó el proceso de filtración durante 30 días y los resultados mostraron una reducción en la turbidez, TPH, sólidos totales y pH. cuyo estudio encontró que este tipo de filtro funciona bien para reducir los parámetros anteriores, pero no reduce los parámetros de DBO5 y DQO y, por lo tanto, no puede usarse ampliamente.[18]

Asimismo, hay plantas de tratamiento que no solo tienen un déficit en la eficiencia de remoción, si no también que, por el mal estado de las estructuras hidráulicas, los contaminantes aumentan su número; este es el caso de la planta de tratamiento del barrio Cañaverál en Nueva Loja, en donde durante todo el proceso, los coliformes fecales no son removidos, al contrario, las colonias aumentan su número, necesitando un rediseño de la PTAR urgentemente.[19]

Sin embargo, existen otras plantas de tratamiento con un buen plan de operación y mantenimiento que, a pesar de los años, siguen trabajando correctamente, con buenos niveles de remoción y un buen diseño de las estructuras hidráulicas. Este es el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Quisapincha, en el cantón Ambato, que después de ser evaluada se concluyó que no es necesario implementar nuevos procesos, ya que cuenta zonas de cribado, sedimentación, filtro biológico de lechuguines, filtro anaeróbico de flujo ascendente y tanque de secado de lodos; que trabajan correctamente en comparación con guías y manuales para el diseño de plantas de tratamientos; y el afluente de salida cumple con la norma TULSMA para descargas en cuerpos de agua dulce. [20]

A nivel Cantonal, se realizó la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la parroquia San Andrés, Píllaro. Se estableció que los contaminantes no son removidos correctamente provocando que el efluente no cumpla con los límites de la norma; concluyendo que se necesita de nuevos procesos unitarios: cribado, desarenador, FAFA y desinfección; además de un plan de operación y un adecuado mantenimiento que garantice el correcto funcionamiento de todas las estructuras hidráulicas. [21]

En la problemática en años anteriores en las plantas de tratamiento de aguas residuales se han presentado la falta de mantenimiento, que generó la acumulación de sólidos en los tanques, obstrucciones en las tuberías, fallas en los equipos, etc, los cuales no permitieron el correcto funcionamiento de las PTAR. Según el plan de ordenamiento territorial de Píllaro, las plantas de tratamiento de aguas residuales de las juntas rurales y el GAD de Píllaro, 6 de las 27 se encuentran inoperativas, siendo así que al menos el 29.6% de las

aguas se estan descargando a cuerpos de agua sin ser tratadas, afectando a las quebradas y ríos de manera directa o indirectamente.[22]

1.1.2. Hipótesis

¿La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Urbina Centro, de la parroquia Pdte. Urbina, del cantón Santiago de Píllaro, de la provincia de Tungurahua funciona correctamente?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad Urbina Centro perteneciente al cantón Píllaro, provincia de Tungurahua.

1.2.2. Objetivos Específicos



- Realizar el levantamiento de información respecto a la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad Urbina Centro para el dimensionamiento de las unidades existentes.
- Analizar el afluente y efluente de la planta de tratamiento en cuestión con la norma TULSMA.
- Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a las normas actuales CONAGUA y OPS.
- Proponer un plan de mejoramiento para una optimización del funcionamiento de la PTAR.
- Realizar el levantamiento topográfico georreferenciado de la PTAR.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Presentación de los materiales utilizados a lo largo del proyecto, los cuales serán divididos en la “ficha de datos generales”, fase de “investigación de campo”, “investigación de laboratorio” e “interpretación de datos”.


Tabla 1 Materiales

Investigación de campo:	
DRON: Phantom 4 pro/ GPS inc.	
FLEXÓMETRO: Stanley 5m	

<p>CINTA MÉTRICA: Stanley 30m</p>	
<p>CRONÓMETRO: Económico deportivo</p>	
<p>BALDE 4 lt</p>	
<p>GUANTES DE CAUCHO</p>	

<p>TRAJE IMPERMEABLE</p>	
<p>BOTAS: Venus de caucho</p>	
<p>CÁMARA LG: Viewty</p>	

Elaborado por: Bryan German Valle Urrutia

<p>Investigación de Laboratorio</p>	<p>Envase de Vidrio 1lt</p>	
--	--	--

	HIELERA	
Interpretación de datos	EXCEL	
	CIVIL 3D 2021	
	GOOGLE EARTH 2021	

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

2.2. Métodos

En las tablas 2 - 5 se representan las metodologías utilizadas para el desarrollo del proyecto de investigación, señalando así los resultados que serán obtenidos mediante esa metodología.

Tabla 2 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 1.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1			
Realizar el levantamiento de información respecto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad Urbina Centro para el dimensionamiento de las unidades existentes.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Recopilación de información teórica y bibliográfica de la zona de estudio y PTAR en cuestión.	Aplicación del <i>método documental</i> basado en fuentes bibliográficas confiables con respecto al GAD parroquial Pdte., Urbina	<ul style="list-style-type: none"> • Información sobre el sector Urbina Centro indicando límites, ubicación y actividad socioeconómica de la población. • Foto con dron de la PTAR • Plano de ubicación de la PTAR.
		Entrevista a los operadores de la planta de Tratamiento Urbina Centro.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de la planta de tratamiento como año de construcción, trabajos de mantenimiento y causas que han generado su deficiente funcionamiento.
		Mediante la <i>observación directa</i> se inspecciona el lugar en donde está implantada la PTAR y las condiciones de sus unidades descontaminantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del estado actual de las unidades de tratamiento de la PTAR.
2	Dimensionamiento de las unidades de tratamiento existentes.	En investigación de campo, con el <i>método de medición</i> se recaban datos de largo, ancho, alturas y espesor de las unidades	<ul style="list-style-type: none"> • Plano con el dimensionamiento de las unidades de tratamiento actuales de la PTAR. Incluye

		de tratamiento. Se lleva a cabo un levantamiento topográfico del predio.	vista en planta y corte longitudinal.
3	Medición del caudal de la PTAR.	Con el <i>trabajo en campo</i> mediante visitas in situ se mide el caudal de ingreso y salida de la PTAR por el método volumétrico. El número de aforos medidos se basan en un muestreo probabilístico.	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del caudal máximo horario de la PTAR. • Identificación del día que mayor aforo tiene la planta de tratamiento.
4	Muestreo representativo y transporte de agua residual de la PTAR.	Con la <i>metodología experimental</i> se consigue un muestreo representativo de agua residual y se lo transporta hasta el Laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH para analizarlo, basándose en la norma NTE INEN 2176:98 y NTE INEN 2169:98.	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de parámetros físico – químicos de agua residual de ingreso y salida de la PTAR.

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 3 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 2.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2			
Analizar el afluente y efluente de la planta de tratamiento en cuestión con la norma TULSMA 2015.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Análisis de las muestras de agua residual de ingreso y descarga de la PTAR enviadas al laboratorio.	Con el empleo de la <i>metodología analítica</i> se examinan y comparan los resultados entregados por el laboratorio de Servicios Ambientales de la UNACH en concordancia a la normativa ambiental vigente TULSMA 2015 y estudios relacionados.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de resultados de agua residual del afluente y efluente de la PTAR.

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 4 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 3.

OBJETIVO ESPECÍFICO 3			
Examinar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en base a las normas actuales CONAGUA y OPS.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Verificación del funcionamiento de la PTAR.	Con el <i>método descriptivo</i> se detallan las condiciones actuales de las unidades hidráulicas e identificación de la operatividad.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico técnico actual de las unidades de tratamiento de la PTAR de Urbina Centro.
2	Comparación con normas actuales vigentes.	Mediante los manuales de diseño se calculará las dimensiones que deben tener las unidades de descontaminación.	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla de cumplimiento de las dimensiones in situ. • Comparación del análisis físico – químico con la norma TULSMA.

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 5 Metodología empleada para el cumplimiento del objetivo específico 4.

OBJETIVO ESPECÍFICO 4			
Proponer un plan de mejoramiento para una optimización del funcionamiento de la PTAR.			
Ítem	Actividad	Metodología	Resultado
1	Verificación in situ de las medidas tomadas por los operarios para el mantenimiento de la PTAR.	Con el método de la observación se analizó y determino cuales son los procesos realizados y faltantes para un buen plan de limpieza y mantenimiento de las unidades hidráulicas.	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de limpieza y mejoramiento de cada una de las unidades hidráulicas, así como un plan general de limpieza de los predios de la PTAR.

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Se realizó una guía de evaluación para la planta de tratamiento, la cual constó de 5 fases diferentes. La primera consto en realizar una ficha de datos generales de la planta. Como segunda fase se realizó la investigación de campo que consta en la medición de caudales de entrada y salida de la planta, dimensionamiento de las zonas interiores de los diferentes componentes de la planta y fotografiado. La tercera fase consto en la recolección de muestras de agua para ser examinadas por laboratoristas. Para finalizar se utilizó software computacional para la interpretación y análisis de los datos recolectados en campo.

2.2.1. Ficha de datos:

Con la colaboración del Municipio de Píllaro se pudo recolectar los datos necesarios de la planta como es el nombre, ubicación, zona de influencia, tipo de planta, año de construcción, años en funcionamiento y periodos de mantenimiento.

Se realizó el recorrido con el personal de mantenimiento, en el cual se indicó cada uno de los componentes, al igual que se realizaron las mediciones de las zonas interiores de cada uno de los procesos unitarios.

2.2.2. Investigación de Campo

Recorrido de la planta de tratamiento, evaluación de la infraestructura existente, recolección de datos de caudales de entrada y salida, evidencia fotográfica de todas las partes de la planta de tratamiento mediante un Dron y levantamiento. Se utilizo un dron de alta tecnología, el cual nos aportó los datos de geolocalización y nos brindó imágenes transferibles a formato DWG, el cual fue necesario para el levantamiento mediante software AUTOCAD.

Para la toma de caudales se utilizó un balde de 4lt y un cronometro, el ingreso para la toma del caudal de entrada tenía una escalera por la cual se descendía 2m, hasta llegar a una

tubería proveniente del alcantarillado. En el tanque de salida ubicado en la parte posterior de la PTAR, se utilizó la misma metodología que en el caudal de entrada.

Se utilizó el método volumétrico, que consiste en recolectar cierta cantidad de agua y tomar el tiempo que se demoró en recolectar ese volumen de agua, medirlo con la probeta y dividirlo para el tiempo demorado en la recolección. [23]

El dron sobrevoló toda el área de la PTAR, tomando fotografías y videos en alta resolución y generando archivos kml. para ser usados como base de los planos.

Figura 1 Medición de los caudales de entrada y salida de la PTAR



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

Figura 2 Fotografía mediante Dron para Levantamiento



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

En la figura 2 se puede observar las imágenes capturadas por el dron, pudiéndose identificar en estas cada uno de los componentes de la PTAR.

2.2.3. Investigación de laboratorio

Se realizó la toma de muestras de agua en el horario que se observó mayor caudal tanto de entrada como de salida utilizando los baldes con los cuales se midió los caudales. Para que el agua residual no sea alterada se enfrascó en envases de vidrio esterilizados color ámbar. La toma fue realizada el 25 de octubre de 2022 y llevada en nevera portátil hacia la Universidad Nacional de Chimborazo que consta de un laboratorio de agua en la facultad de ingeniería Industrial.[24]

Figura 3 Recolección de muestras para laboratorio



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

En la figura 3 se observa la toma de muestras de agua utilizando las medidas de protección y siendo envasadas en envases esterilizados de vidrio, los cuales se muestran en la figura 4.

Figura 4 Muestras envasadas en envases ámbar de vidrio



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

2.2.4. Interpretación y análisis de datos.

Consecuentemente, los resultados del laboratorio fueron comparados con los valores límites de descarga de un cuerpo de agua dulce según lo estipulado en la normativa TULSMA, libro VI, Anexo 1-Tabla 9” para su respectiva verificación de cumplimiento. Se calculo también, el porcentaje de eficiencia de remoción de los parámetros en cuestión que facilitará el proceso de evaluación de la PTAR, su diagnóstico técnico y el estado actual de los componentes hidráulicos preexistentes.[25]

Según Metcalf y Eddy, los parámetros en los que se busca mayor remoción de contaminantes son los sólidos suspendidos totales, puesto que en el caso de no ser removidos son los que provocan un inadecuado tratamiento de las aguas residuales al generarse lodos en el caudal de salida (efluente); el DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y el DQO (Demanda Química de Oxígeno), son uno de los indicadores que más recibe atención al ser tratado puesto nos indican el contenido de materia orgánica presente en el agua y si esta se está estabilizando biológicamente; el Ph, otros de los parámetros de importancia para evitar que los cuerpos de agua dulce en los que se vierte las aguas

residuales cambien sus niveles normales de pH. En la tabla 6 están los parámetros considerados para su estudio y control.[24]

Tabla 6 Parámetros para el análisis de aguas residuales

PARÁMETROS	UNIDADES	PROCEDIMIENTO
pH	-	PE.LSA-01
DQO	mg/L	Standard Methods 5220-D
DBO ₅	mg O ₂ /L	Standard Methods 5210-D
Solidos Suspendidos	mg/L	Standard Methods 2540-D
Solidos Totales	mg/L	Standard Methods 2540-B

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Concluidos los análisis en el laboratorio del agua residual, se comparó los resultados con la norma TULSMA, en el cual se especifican los rangos establecidos para que el agua pueda ser enviada a cuerpos de agua dulce, y se calculó la disminución porcentual de cada uno de los parámetros estudiados mediante la ecuación:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100$$

Donde:

E= eficiencia de remoción del parámetro

S₀= Carga contaminante de entrada

S= Carga contaminante de salida

Para la verificación de los componentes de la PTAR se utilizaron las normas vigentes para el diseño de cada uno de ellos, los cuales son CONAGUA y Organización Panamericana de la Salud.

2.2.5. Mejoramiento de la PTAR

Utilizando el método deductivo en base a la información y diagnóstico realizado en las 4 etapas anteriores, se propone un plan de operación y mantenimiento para todos los componentes encargados de la disminución de la contaminación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector Urbina Centro.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en el sector de Urbina Centro, en la parroquia Presidente Urbina, perteneciente al cantón Santiago de Píllaro, en la provincia de Tungurahua. Sus coordenadas son X:772091 – Y:9873189. En el censo realizado en el 2015 se determinó que posee 3034 habitantes con un área de 1263.1 ha (fuente CONALI – Junio 2014). La zona está predominada por un 70,65% de su superficie por Cultivos, lo que indica que la población se dedica a la agricultura.[26]

La planta de tratamiento de aguas residuales fue construida en 2015, está ubicada aproximadamente a 600 metros hacia el oeste del centro de la Parroquia Presidente Urbina, en la Vía Píllaro-Salcedo, a 2763msnm, planta que recolecta el agua residual de la zona céntrica de la Parroquia, la cual se denomina Urbina Centro, marcada en la Figura 5.

Figura 5 Ubicación del proyecto



Fuente Google EARTH Pro

El área aproximada de la planta es de unos 970m², en la cual se desarrollan los procesos encargados de disminuir la carga de contaminación del agua residual, los cuales se detallan en la Figura 6, que consta de:

- Cajón colector
- Rejilla de cribado
- Desarenador
- Reactor UASB,
- Lecho de secado de lodos
- 2 filtros anaeróbicos de flujo ascendente.

Figura 6 PTAR PDTE. URBINA



Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.2. Caudal semanal de la Planta de Tratamiento

Las tablas de 7 - 10 y 11 – 14 contienen las mediciones realizadas durante el mes de octubre de 2022 en la Planta de Tratamiento Urbina Centro, de lunes a domingo en el horario de 8 a.m. hasta las 4 p.m., tanto el caudal de entrada como de salida.

Tabla 7 Caudales de Entrada 3 – 9 OCTUBRE 1 (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	1.10	1.20	1.15	0.89	1.02	1.15	1.00
9:00 a. m.	1.05	0.98	0.87	0.97	1.03	1.12	0.99
10:00 a. m.	0.80	0.97	1.10	0.94	1.20	1.05	0.88
11:00 a. m.	0.70	0.86	0.98	0.90	1.15	1.23	0.92
12:00 a. m.	0.85	0.98	0.99	0.94	0.99	1.15	0.98
1:00 p. m.	0.98	0.89	1.02	0.91	0.98	1.23	1.10
2:00 p. m.	1.10	1.10	1.03	1.15	1.18	0.90	1.20
3:00 p. m.	0.85	0.98	0.99	1.00	0.99	1.10	1.06
4:00 p. m.	0.78	0.86	0.95	0.89	0.99	0.90	1.08
PROMEDIO:	0.91	0.98	1.01	0.95	1.06	1.09	1.02

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 8 Caudales de Entrada 10 – 16 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	1.05	1.10	1.15	0.99	1.12	0.99	1.02
9:00 a. m.	0.99	0.96	1.10	0.87	0.99	1.15	0.98
10:00 a. m.	0.85	0.95	1.09	0.92	0.98	1.20	0.89
11:00 a. m.	0.75	0.85	0.98	0.86	1.01	1.16	0.95
12:00 a. m.	0.88	0.99	0.92	0.91	0.92	1.14	0.96
1:00 p. m.	0.96	0.93	0.94	0.93	0.93	1.30	1.02
2:00 p. m.	1.06	1.06	1.05	1.06	1.08	1.08	1.02
3:00 p. m.	0.85	0.96	0.90	1.02	0.98	1.13	0.99
4:00 p. m.	0.86	0.86	0.92	1.03	0.96	1.01	0.98
PROMEDIO:	0.92	0.96	1.01	0.95	1.00	1.13	0.98

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 9 Caudales de Entrada 17 – 23 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	1.10	1.10	1.13	1.02	1.12	1.35	0.96
9:00 a. m.	0.98	1.05	0.99	1.03	0.99	1.10	0.93
10:00 a. m.	0.78	0.80	1.02	1.20	0.98	1.12	0.99
11:00 a. m.	0.65	0.70	0.89	1.15	1.01	1.23	0.91
12:00 a. m.	0.82	0.85	0.92	0.99	0.92	1.14	0.96
1:00 p. m.	0.95	0.98	0.99	0.98	0.93	1.25	1.00
2:00 p. m.	1.02	1.10	1.03	1.18	1.08	1.19	1.02
3:00 p. m.	0.76	0.85	0.96	0.99	0.98	1.00	1.05
4:00 p. m.	0.69	0.78	0.93	0.99	0.96	0.96	1.10
PROMEDIO:	0.86	0.91	0.98	1.06	1.00	1.11	0.99

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 10 Caudales de Entrada 24 – 30 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	1.25	1.15	1.15	1.10	1.20	1.20	1.25
9:00 a. m.	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	1.23	1.10
10:00 a. m.	0.85	0.92	1.10	0.85	0.99	1.10	0.98
11:00 a. m.	0.80	0.90	1.02	0.86	1.20	0.99	0.94
12:00 a. m.	0.79	0.89	0.96	0.96	1.00	1.11	0.97
1:00 p. m.	1.10	0.93	1.20	1.20	1.02	0.97	0.99
2:00 p. m.	1.12	1.06	1.10	1.30	1.20	1.20	1.15
3:00 p. m.	0.86	0.92	0.98	1.10	0.99	1.24	1.14
4:00 p. m.	0.78	0.90	0.97	0.95	1.03	1.09	1.14
PROMEDIO:	0.95	0.96	1.05	1.03	1.07	1.13	1.07

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 11 se realizó la estadística descriptiva del caudal de entrada durante el mes de octubre.

Tabla 11 Estadística descriptiva caudal de entrada (lt/s)

MEDIDA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
MEDIA	0.91	0.95	1.01	1.00	1.03	1.11	1.02
MEDIANA	0.84	0.93	0.99	0.98	1.00	1.12	1.03
MÍNIMO	0.73	0.83	0.94	0.94	0.96	0.99	0.93
MÁXIMO	1.13	1.14	1.15	1.17	1.14	1.19	1.10
DES. ESTÁNDAR	0.14	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 12 Caudales de Salida 3 – 9 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	0.80	1.00	1.01	0.69	0.93	0.86	0.80
9:00 a. m.	0.76	0.86	0.90	0.75	0.95	0.85	0.86
10:00 a. m.	0.71	0.75	0.86	0.78	0.86	0.79	0.79
11:00 a. m.	0.59	0.76	0.78	0.80	0.87	0.78	0.88
12:00 a. m.	0.66	0.66	0.76	0.86	0.88	0.88	0.89
1:00 p. m.	0.90	0.82	0.72	0.76	0.93	0.89	0.92
2:00 p. m.	0.85	0.93	0.80	0.90	0.87	0.90	0.93
3:00 p. m.	0.70	0.82	0.69	0.86	0.88	0.80	0.98
4:00 p. m.	0.59	0.66	0.71	0.80	0.85	0.81	1.00
PROMEDIO:	0.73	0.81	0.80	0.80	0.89	0.84	0.89

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 13 Caudales de Salida 10 – 16 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	0.82	0.73	1.02	0.72	0.84	0.90	0.81
9:00 a. m.	0.80	0.78	0.99	0.81	0.90	0.94	0.89
10:00 a. m.	0.75	0.80	0.87	0.81	0.86	0.86	0.80
11:00 a. m.	0.58	0.80	0.83	0.83	0.91	0.84	0.78
12:00 a. m.	0.68	0.72	0.81	0.84	0.87	0.88	0.79
1:00 p. m.	0.82	0.83	0.79	0.80	0.91	0.91	0.74
2:00 p. m.	0.83	0.80	0.76	0.81	0.86	0.84	0.82
3:00 p. m.	0.79	0.84	0.72	0.78	0.91	0.81	0.81
4:00 p. m.	0.60	0.76	0.73	0.79	0.93	0.82	0.92

PROMEDIO:	0.74	0.78	0.84	0.80	0.89	0.87	0.82
------------------	------	------	------	------	------	------	------

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 14 Caudales de Salida 17 – 23 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	0.84	1.01	0.99	0.72	0.89	0.90	0.83
9:00 a. m.	0.81	0.90	0.96	0.73	0.90	0.86	0.86
10:00 a. m.	0.83	0.86	0.86	0.74	0.87	0.80	0.84
11:00 a. m.	0.79	0.89	0.79	0.81	0.84	0.83	0.87
12:00 a. m.	0.83	0.91	0.82	0.82	0.86	0.81	0.90
1:00 p. m.	0.92	0.90	0.81	0.80	0.90	0.86	0.96
2:00 p. m.	0.94	0.86	0.79	0.86	0.87	0.90	1.02
3:00 p. m.	0.86	0.76	0.70	0.84	0.86	0.84	1.00
4:00 p. m.	0.76	0.78	0.76	0.83	0.91	0.87	1.20

PROMEDIO:	0.84	0.87	0.83	0.79	0.88	0.90	0.94
------------------	------	------	------	------	------	------	------

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 15 Caudales de Salida 24 30 OCTUBRE (lt/s)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
8:00 a. m.	0.86	0.98	0.72	0.70	0.87	0.78	0.71
9:00 a. m.	0.84	0.89	0.81	0.71	0.83	0.79	0.70
10:00 a. m.	0.79	0.84	0.93	0.80	0.84	0.75	0.80
11:00 a. m.	0.69	0.78	0.84	0.75	0.90	0.74	0.81
12:00 a. m.	0.81	0.70	0.76	0.90	0.93	0.78	0.84
1:00 p. m.	0.86	0.69	0.89	0.89	0.94	0.81	0.91
2:00 p. m.	0.87	0.84	0.90	0.88	1.00	0.76	0.86
3:00 p. m.	0.91	0.86	0.87	0.81	0.94	0.70	0.84
4:00 p. m.	0.93	0.72	0.80	0.80	0.89	0.78	0.87

PROMEDIO:	0.84	0.81	0.84	0.80	0.90	0.77	0.82
-----------	------	------	------	------	------	------	------

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Una vez ordenado los datos y promediados se observó que los horarios de mayor caudal son en los cuales las personas se encuentran en sus casas, los cuales son los horarios después de clases. Sin embargo, el cambio no es significativo, al igual que en los días lluviosos no se pudo observar mayor cambio.

En la tabla 16 se realizó la estadística descriptiva.

Tabla 16 Estadística descriptiva caudal de salida (lt/s)

MEDIDA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
MEDIA	0.79	0.82	0.83	0.80	0.89	0.83	0.87
MEDIANA	0.80	0.81	0.81	0.81	0.90	0.84	0.86
MÍNIMO	0.66	0.73	0.75	0.71	0.86	0.79	0.79
MÁXIMO	0.88	0.93	0.94	0.86	0.92	0.87	1.00
DES. ESTÁNDAR	0.07	0.06	0.07	0.05	0.02	0.03	0.06

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tanto en la tabla 11 como en la 16 los valores de las desviación estándar son bajos, esto nos indica mediante la curva normal representada en la figura 7 que las mediciones realizadas en campo fueron bien hechas.

Figura 7 Curva Normal de toma de muestras a la salida



Elaborado por: Bryan Germán valle Urrutia

Una de las principales cosas a recalcar sobre la curva normal representada, es que la mayoría de datos tomados se encuentran cercanos al promedio, por lo que la curva no es muy pronunciada.

En la tabla 17 se encuentran identificados los caudales máximos de entrada y de salida. El caudal de entrada máximo fue de 1.35lt/s, el mismo que será utilizado para la verificación de los procesos unitarios. El máximo caudal horario fue percibido el día sábado 22 de octubre a las 8:00am.

Tabla 17 Caudales máximos

	ENTRADA (LT/S)	SALIDA (LT/S)
MAX CAUDAL PROMEDIO	1.11	0.89

Elaborado por Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.3. Análisis del agua Residual de la PTAR

En la tabla 18 se resume los resultados del análisis de la muestra de agua residual tomada a la entrada y salida de la PTAR, al igual que la comparación de los resultados con la norma TULSMA, libro VI, Anexo 1-Tabla 9” para vertido en cuerpos de agua dulce.[25]

Tabla 18 Resultados Análisis del Agua Residual

Parámetros	Unidades	Entrada (afluente)	Salida (efluente)	Límite Máximo TULSMA	Cumplimiento
Ph	-	6.57	6.33	6 A 9	SI
DQO	mg/L	210	50	200	SI
DBO ₅	mg O ₂ /L	115	24	100	SI
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	145	23	130	SI
SOLIDOS TOTALES	mg/L	228	219	1600	SI

Elaborado por Bryan Germán Valle Urrutia

Mediante la figura 8 se observa que el porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos es de 84%, valor con el cual entra a los rangos permitidos por la norma TULSMA. En cuanto a los sólidos totales tenemos que tanto al ingreso del caudal como de la salida el valor cumple con la norma.

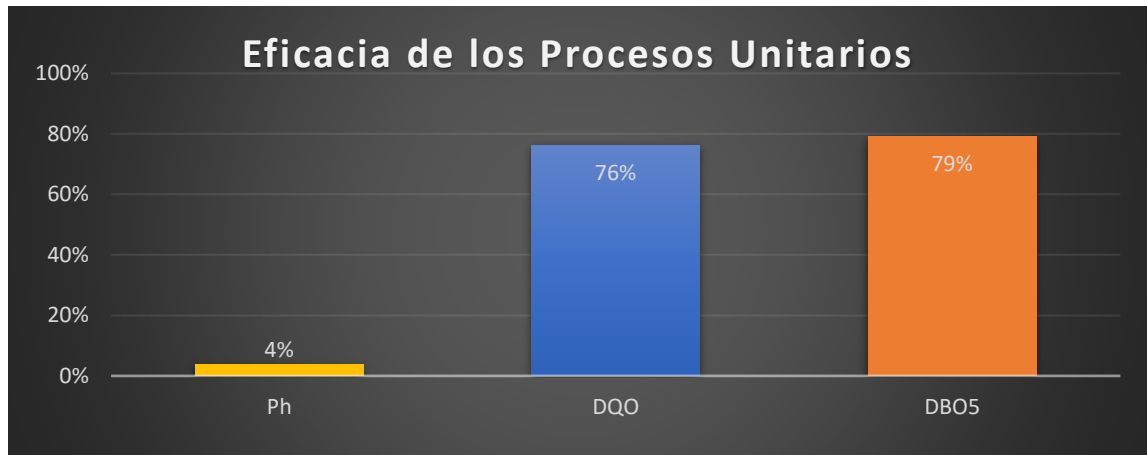
Figura 8 Porcentaje de Eficiencia de Remoción



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Para demostrar la eficacia de los procesos unitarios de las unidades hidráulicas se calculó la disminución del DBO5 Y DQO, los cuales están representados en la gráfica de la Figura 9.

Figura 9 Eficacia de los Procesos Unitarios



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

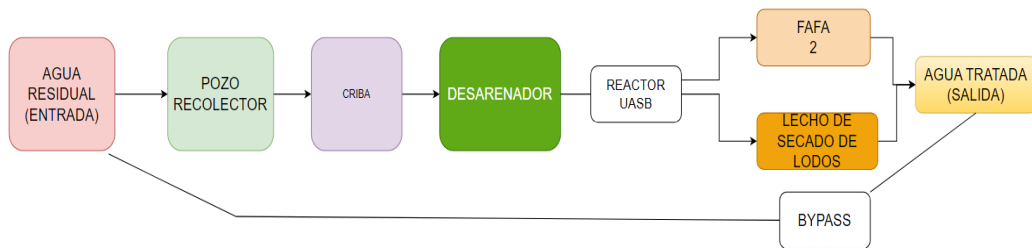
Como se observa en la figura 9 y se verifica los valores en la tabla 18 existe una disminución en el Ph del agua, produciéndose una acidez y llegando a estar cerca del límite permitido por la norma TULSMA.

Cuando las aguas residuales ingresan a la planta de tratamiento son sometidas a procesos físicos, químicos y biológicos que disminuyen los contaminantes. Uno de los procesos biológicos con los que cuenta la planta es la digestión anaerobia producido en las RAFA y FAFA, que implica la descomposición de la materia orgánica por bacterias en un ambiente sin oxígeno. Durante la digestión anaerobia, las bacterias producen ácidos orgánicos como subproducto de su metabolismo, estos se acumulan en el agua y se produce una reducción de su pH. [27]

3.1.4. Procesos unitarios de la PTAR y su dimensionamiento

La PTAR Urbina Centro posee un tren de tratamiento que consta desde la llegada del agua residual pasando por un pozo recolector que envía el agua por la rejilla de cribado, separados los residuos más grandes, el agua se traslada por el desarenador dirigiéndose hacia el Reactor Anaeróbico de flujo ascendente (RAFA), en el cual el caudal es dividido para los dos filtros Anaeróbicos de flujo ascendente; los lodos fecales son transportados hacia el lecho de secado. Concluidos los procesos unitarios el agua tratada será vertida hacia la quebrada. En la figura 9 están representados cada uno de los procesos del tren de tratamiento.

Figura 10 Tren de Tratamiento PTAR Urbina Centro



3.1.4.1. Tanque de Entrada

Se presenta en la figura 10 el tanque de entrada de las aguas residuales de la PTAR consta de una estructura de hormigón armado de 2.10m de altura, la cual contiene una tubería de 250mm de diámetro proveniente del alcantarillado y un canal semicircular que transporta el agua hacia el canal Parshall, rejilla de cribado y desarenador. Además del canal, existe una tubería que se conecta directamente con el tanque de salida como medio de emergencia para un caso fallo en los procesos unitarios o el desborde de caudal admitido por la PTAR.

Figura 11 Pozo recolector



Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

En la figura 11 se observa el ingreso del caudal al pozo recolector mediante la tubería de 250mm, como se observa en la imagen el canal no tiene ningún tipo de limpieza y se produce una acumulación de lodo a su alrededor.

Mediante la observación se determinó que la vegetación existente alrededor del pozo cae sobre el desarenador y las diferentes zonas hidráulicas.

Figura 12 Entrada de caudal

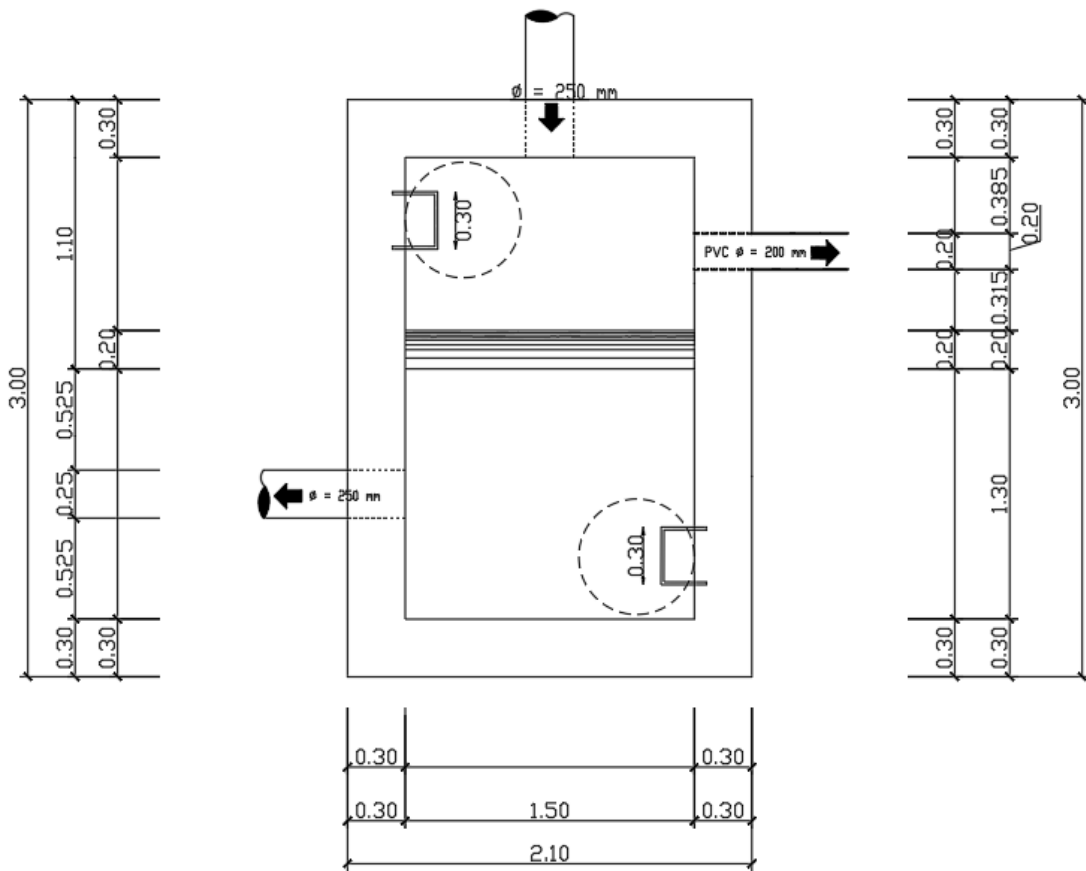


Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

En las figuras 13 y 14, se representan las medidas de largo de 2.10m, ancho de 1.10m, altura de 2.10m y espesor de la pared de 30cm

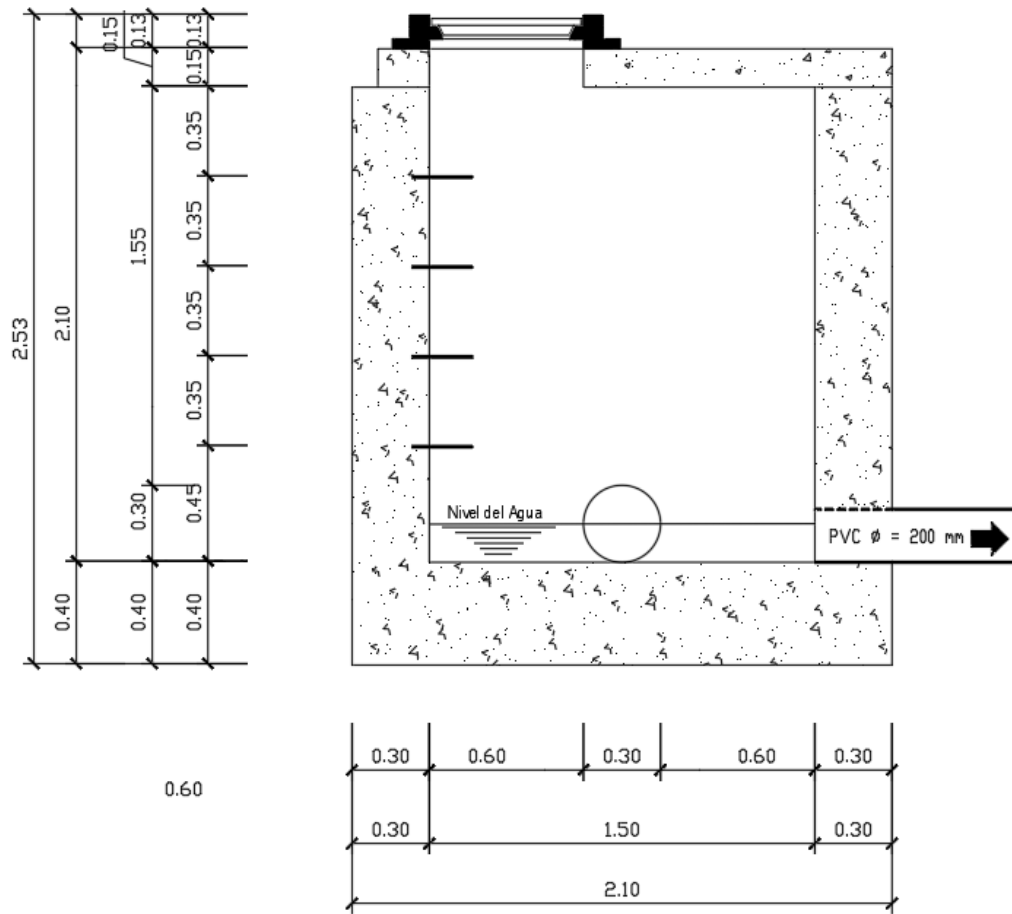
En los alrededores del canal por el que pasa el flujo del agua se produce la acumulación de lodos que provocan cambio en el flujo normal del agua hacia los procesos unitarios.

Figura 13 Vista de Planta de Pozo Recolector



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Figura 14 Vista Longitudinal de Pozo Recolector



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 19 se plasmaron todas las medidas del pozo recolector para una mejor comprensión.

Tabla 19 Medidas Pozo Recolector

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
ANCHO	1.10
LARGO	2.10
ALTURA	2.10
ESPESOR DE LA PARED	0.30

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.4.2. Desarenador.

El tanque colector mostrado en la figura 10 se conecta mediante un canal semicircular que dirige el flujo hacia la rejilla de cribado, encargada de atrapar los residuos más voluminosos, tiene limpieza manual y están constituidas de barras de acero; el canal Parshall se encarga de provocar una homogeneización del flujo del caudal. Seguidamente, el flujo se dirige hacia un desarenador de doble cámara que separa la tierra y la arena arrastradas por las aguas residuales.

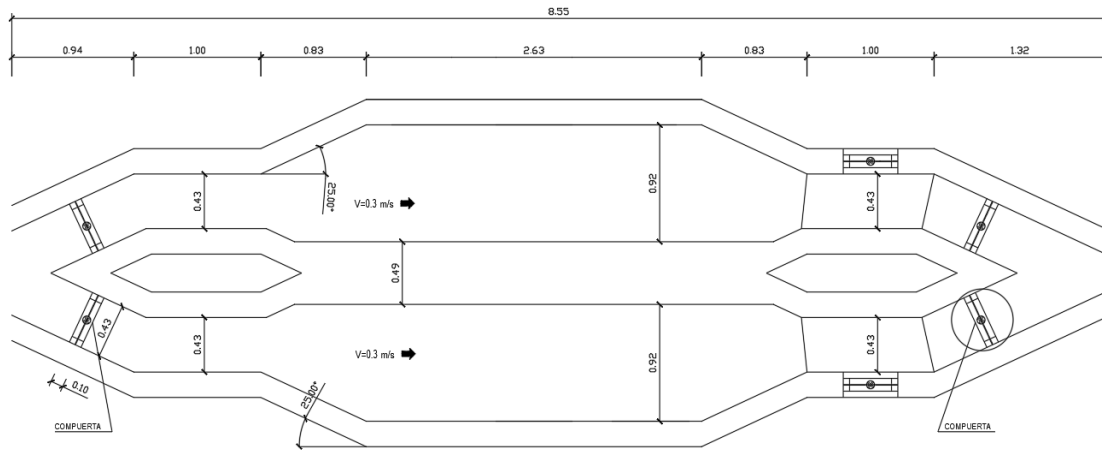
Figura 15 Desarenador



Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

En la figura 15 se muestra las dimensiones del desarenador dibujadas en AutoCAD con ayuda de las medidas tomadas en campo.

Figura 16 Desarenador en AutoCAD



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 20 se presentan las medidas del desarenador tomadas in situ.

Tabla 20 Medidas del desarenador

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
ALTURA REJILLA	0.60
ANCHO REJILLA	0.92
ALTURA DESARENADOR	0.60
ANCHO DESARENADOR	1.84
LONG. DESARENADOR	8.55

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.4.3. REACTOR UASB

Mediante una tubería de 200mm de diámetro, el flujo es conducido hacia el Reactor UASB que se puede observar en la figura 17, en el cual las aguas residuales se filtran de abajo hacia arriba mediante lodos suspendidos, una de sus ventajas es que la producción de lodos es baja, por lo cual no es necesario un desenlodado frecuente. Se considera que la producción de lodos es baja cuando la densidad de los sólidos es menor a 0,1kg de SS por kg de materia orgánica, en los análisis realizados tenemos que los sólidos totales no alcanzan esos valores a la entrada del caudal. El reactor cuenta con una válvula para el dragado de lodos. Los lodos generados en el proceso se recogen en el lecho de secado de lodos y el agua de proceso circula hacia los filtros biológicos de flujo ascendente, a través de una tubería de 200mm.

Figura 17 Reactor UASB



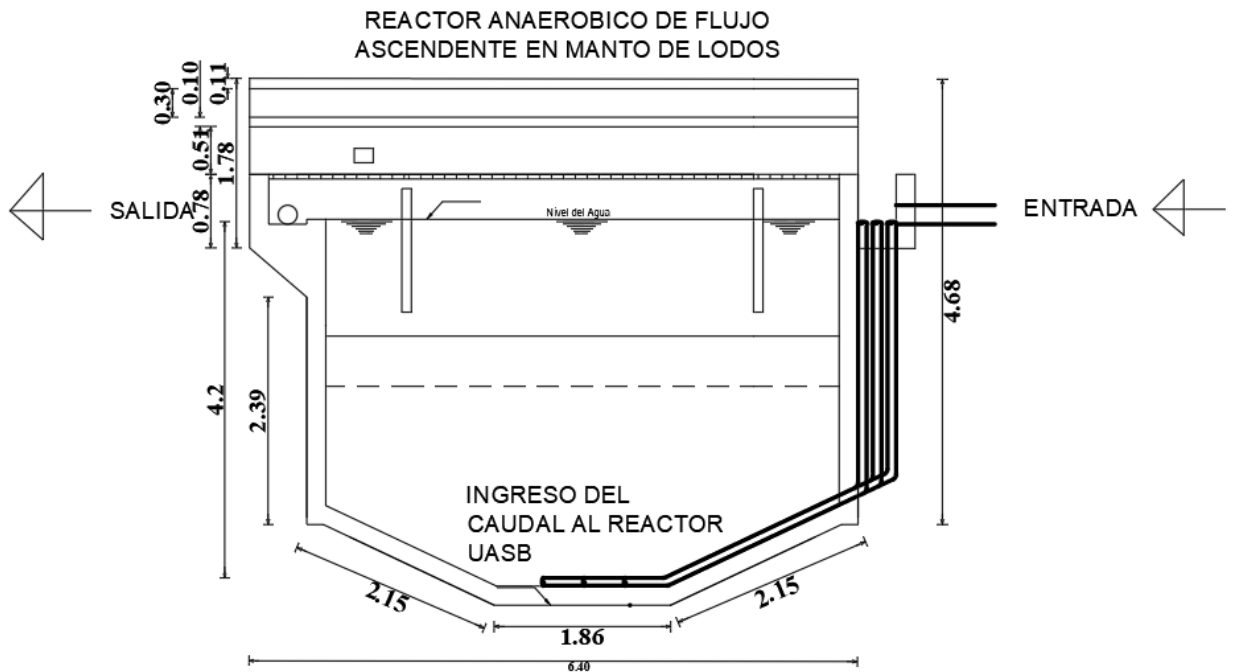
Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

En la figura 17 se observa el nivel al que debe de subir el agua tratada para poder ser transportada hacia los otros procesos unitarios, de acuerdo con la figura mostrada, el agua ingresa por la zona alta del reactor, se dirige por una tubería de 200mm hacia el fondo y

por el aumento del flujo esta sube hacia la altura máxima del reactor por la cual será vertida hacia los FAFA y lecho de secado de lodos por una tubería de 160mm. La figura 18 muestra las medidas tomadas en campo, realizándose la vista en planta para un mejor entendimiento.

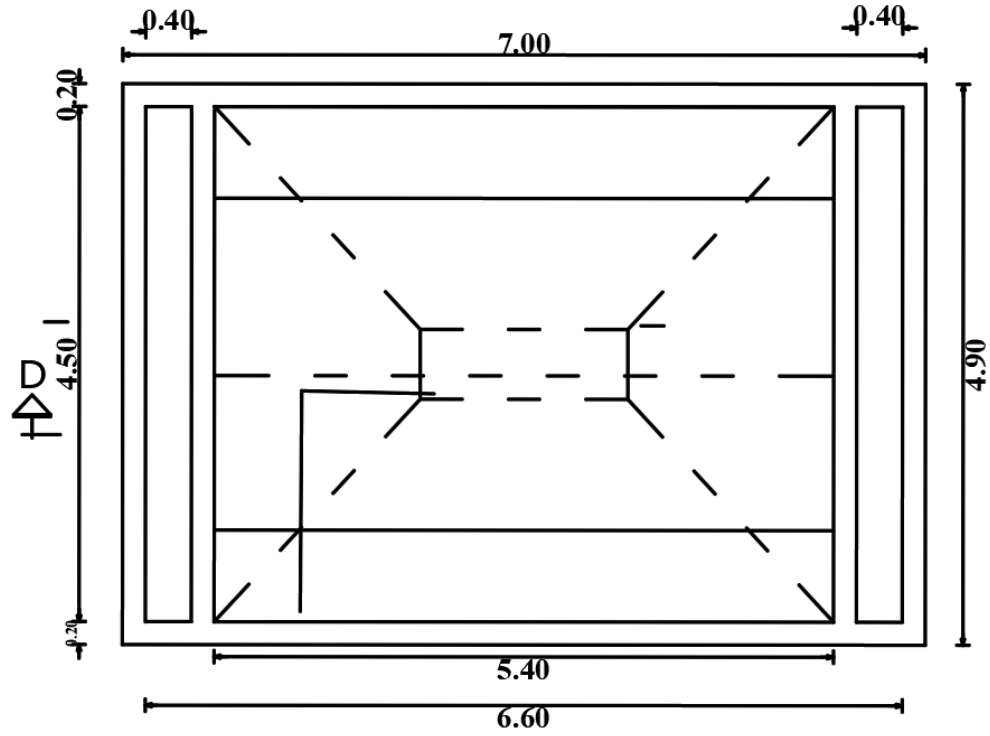
El reactor UASB carece de una limpieza de sus alrededores, así como de pintura exterior.

Figura 18 Vista Longitudinal Reactor UASB



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Figura 19 Vista de Planta de Reactor UASB



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 21 se plasmaron las medidas del Reactor UASB proporcionadas por el GAD de Píllaro, además de las mediciones hechas en campo con ayuda de una cinta métrica.

Tabla 21 Medidas del Reactor UASB

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
ANCHO	4.90
LARGO	7.00
ALTURA	4.20
ESPELOR DE LA PARED	0.20

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.4.4. Filtros Biológicos

La PTAR Urbina Centro posee 2 filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA), las cuales se observan en la figura 20, tienen una geometría circular y poseen un diámetro de 5 metros, los cuales funcionan como una unidad de pulimento; con tuberías de 200mm que conducen el flujo hacia la salida (efluente).

Figura 20 Filtros Biológicos (FAFA)

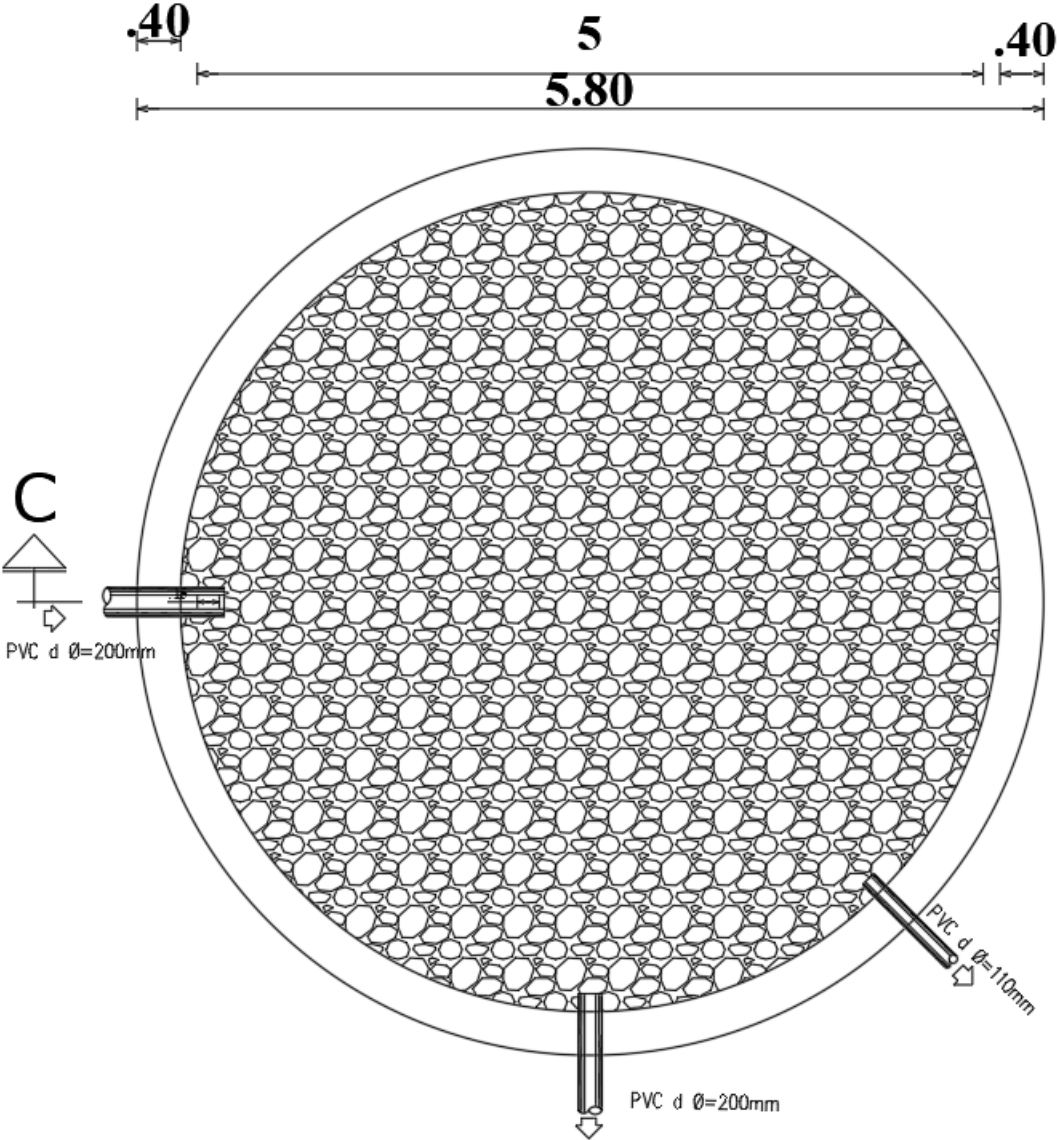


Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

Como se puede observar en la figura 20, la vegetación alrededor de las FAFA es abundante, los desperdicios y mala hierba cae en su interior e interrumpe con el normal funcionamiento.

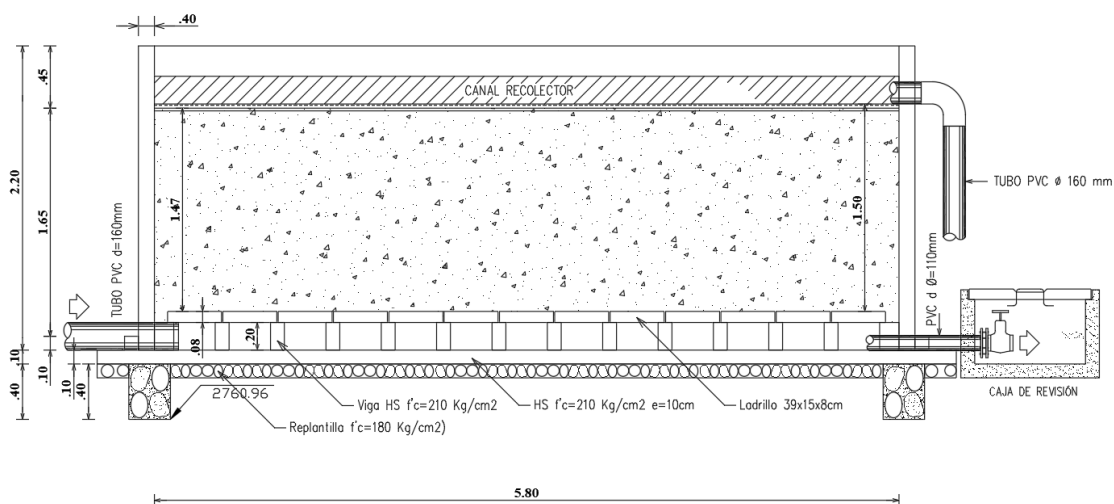
En la figura 21 se realizó el dibujo a escala del filtro anaeróbico de flujo ascendente con vista en planta, y en la figura 22 la vista longitudinal de la FAFA, con los datos necesarios para realizar el diagnostico.

Figura 21 Vista longitudinal (FAFA) AutoCAD



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

Figura 22 Vista en planta (FAFA) AutoCAD



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 22 estan especificadas las medidas de los filtros anaeróbicos de flujo ascendente, los cuales poseen exactamente las mismas dimensiones.

Tabla 22 Medidas del Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
DIÁMETRO	5.00
ALTURA DEL FILTRO	2.20
ALTURA EMPALME	1.50
ESPELOR DE LA PARED	0.40

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.4.5. Lecho de Secado de Lodos

La PTAR posee una estructura rectangular de 5x5m, en la cual el agua es evaporada quedando los lodos fecales que pueden ser utilizados como abono. En la figura 23 se observa la imagen tomada en campo. Los lodos vienen provenientes del Reactor UASB mediante una tubería de 160mm

Figura 23 Lecho de secado de lodos

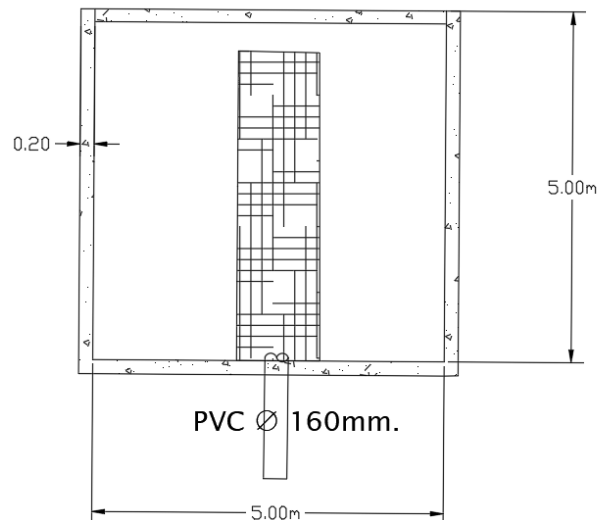


Fuente Bryan Germán Valle Urrutia

El lecho de secado de lodos no posee una zona de retiro a su alrededor, por lo que la vegetación está ingresando a su interior y se mezcla con los lodos secos.

Figura 24 Vista longitudinal Lecho de secado de lodos

LECHO DE SECADO DE LODOS



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 23 se presentan las dimensiones del lecho de secado de lodos, el cual consta de un área cuadrada y una altura de 1m.

Tabla 23 Medidas del Lecho de Secado de Lodos

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
ANCHO	5.00
LARGO	5.00
ALTURA	1.00

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.4.6. Tanque de Salida

Finalizados los procesos unitarios de la PTAR, el agua tratada proveniente de los filtros biológicos saldrá por una estructura rectangular que posee una tubería de 200mm de diámetro, la cual será vertida hacia la quebrada por una tubería de 250mm de diámetro.

En la visita de campo y en la figura 25 se observó que las tapas estan en etapa de oxidación, fuera de sus zonas de apoyo y sin bisagras de unión a sus bases.

Figura 25 Tanque de Salida



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

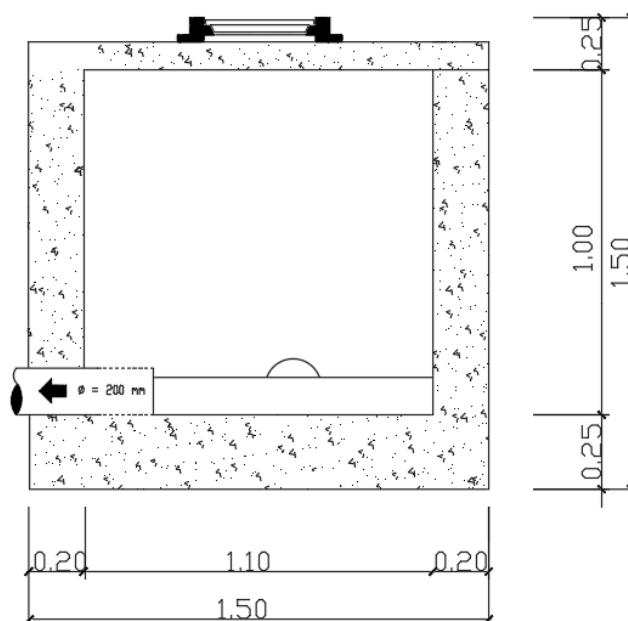
Figura 26 Tubería de Salida



Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

En la siguiente figura esta representado el dibujo en AutoCAD del pozo de salida.

Figura 27 Pozo de Salida en AutoCAD



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

El tanque de salida tiene las siguientes dimensiones que están representadas en la tabla 24, en ella desembocan los caudales provenientes de los filtros anaeróbicos de flujo ascendente, es por esto por lo que tiene 2 tuberías y en ambas se tomó el caudal siendo en ambos un caudal semejante.

Tabla 24 Medidas del tanque de Salida

PARÁMETROS	VALOR (METROS)
ANCHO	1.50
LARGO	1.40
ALTURA	1.00

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.5. Diagnóstico técnico de los procesos unitarios de la PTAR

3.1.5.1. Rejilla de Cribado

Para la evaluación del proceso unitario de cribado se utilizó la guía de manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento: CONAGUA[28]

En la tabla 25 vienen identificados los parámetros que deben cumplir las rejillas para caudales específicos.

Tabla 25 Condiciones de utilización de rejillas para cribado.

Rejilla	Caudal (m ³ /h)	Profundidad (m)	Ancho (m)	Espacio entre barras (mm)
Rejilla curva	10 a 5000	0.43 a 1.68	0.30 a 2.00	12 a 80
Reja de cremallera	100 a 1000	1.50 a 5.00	0.60 a 2.00	12 a 80
Reja de cables con rastrillo	100 a 15000	2.50 a 10.00	0.60 a 4.50	12 a 80
Reja de peines sobre cadena sin fin	100 a 15000	1.50 a 8.00	0.80 a 3.00	12 a 25
Reja con cables con garfio	1000 a 4000	2.50 a 8.00	1.50 a 5.50	12 a 100

Fuente: CONAGUA[28]

El caudal de entrada (afluente) de la PTAR Urbina Centro es de 4.86m³/h, posee una rejilla de 73cm de profundidad, un ancho de la rejilla que posee 1.10m y un espaciamiento entre las barras de 0.025m (25mm).[28]

Con los datos recolectados en campo se pudo apreciar que pertenece al primer grupo de la tabla 25, en el cual debe tener un caudal entre 10 a 5000m³/h, sin embargo, no se llega a el valor mínimo puesto la PTAR fue diseñada para un caudal superior de 7.11lt/s

(25.6m³/h), es así como cumple con los parámetros de profundidad de 0.43 a 1.68m, con el ancho especificado de 0.30 a 2.00m y el espaciado entre barras de 12 a 80mm.[28]

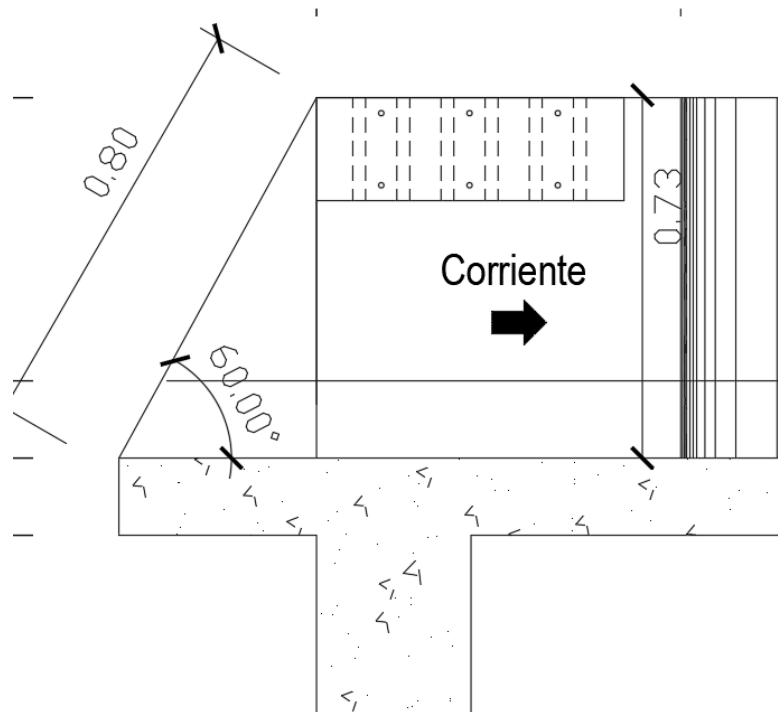
Tabla 26 Cumplimiento de la Rejilla

DATOS	REJILLA CURVA	Rejilla in situ	CUMPLIMIENTO
Caudal (m ³ /h)	10 a 5000	4.86	NO
Profundidad (m)	0.43 a 1.68	0.73	SI
Ancho (m)	0.30 a 2.00	1.1	SI
Espaciado entre barras (mm)	12 a 80	25	SI

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

La rejilla tiene una limpieza manual, por lo cual debe tener una inclinación de 45° a 60°, requisito con el que cumple puesto tiene una inclinación de 60 °.[28]

Figura 28 Inclinación de la rejilla



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.5.2. Desarenador

Con la finalidad de proteger cada uno de los procesos unitarios de la PTAR, se instauró un desarenador que ayuda a evitar el mal funcionamiento provocado por la acumulación de arena y detritos de las aguas residuales, estimando que alcanza un 95% de su eliminación. La eficiencia del 95% de eliminación de los sólidos no está estipulada en ninguna normativa ecuatoriana ni latinoamericana, por lo que se usó el valor impuesto por la EPA, normativa estadounidense. Para su diagnóstico se utilizó la Guía de diseño de Desarenadores y Sedimentadores de la OPS. En la tabla 27 se presentan los datos necesarios para la resolución de las ecuaciones dadas por la OPS para su diseño.[29]

Tabla 27 Datos para diagnóstico del desarenador

PARÁMETROS	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal de diseño	Qd	1.35	lt/s
Peso específico de la arena	ρ_s	2.65	g/cm ³
Temperatura del agua residual	T	15	°C
Viscosidad Cinemática (según T°)	η	1.1457×10^{-2}	cm ² /s
Tamaño de partículas	d	0.02	mm
Aceleración de la gravedad	g	981	cm/s ²

- Fuente: Bryan Germán Valle Urrutia

Se debe realizar una serie de ecuaciones para cálculos de volumen y área del desarenador, las cuales están consideradas en el manual de la OPS para desarenadores.

Según la normativa ecuatoriana el diámetro mínimo de las partículas a tomar en cuenta es de 0.02mm, valor que fue usado para el diagnóstico del desarenador.

- *Velocidad de sedimentación (ley de Stokes)*

$$VS = \frac{1}{18} g \left(\frac{\rho_s - 1}{\eta} \right) d^2$$

$$VS = \frac{\frac{1}{18} 981 \text{ cm}}{s^2 \left(\frac{2.65 - 1}{1.1457 \times \frac{10^{-2} \text{ cm}^2}{s}} \right) (0.02 \text{ cm})^2}$$

$$VS = 3.14 \text{ cm/s}$$

- *Comprobación del Número de Reynolds*

$$Re = \frac{Vs * d}{\eta}$$

$$Re = \frac{3.14 \frac{\text{cm}}{s} * 0.02 \text{ cm}}{1.1457 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{s}}$$

$$Re = 5.48 \text{ cm/s}$$

El número de Reynolds debe ser menor de 5, por lo tanto, no cumplió, se utilizó el término del diámetro para reajustar el valor de la velocidad de sedimentación.[29]

Término del diámetro:

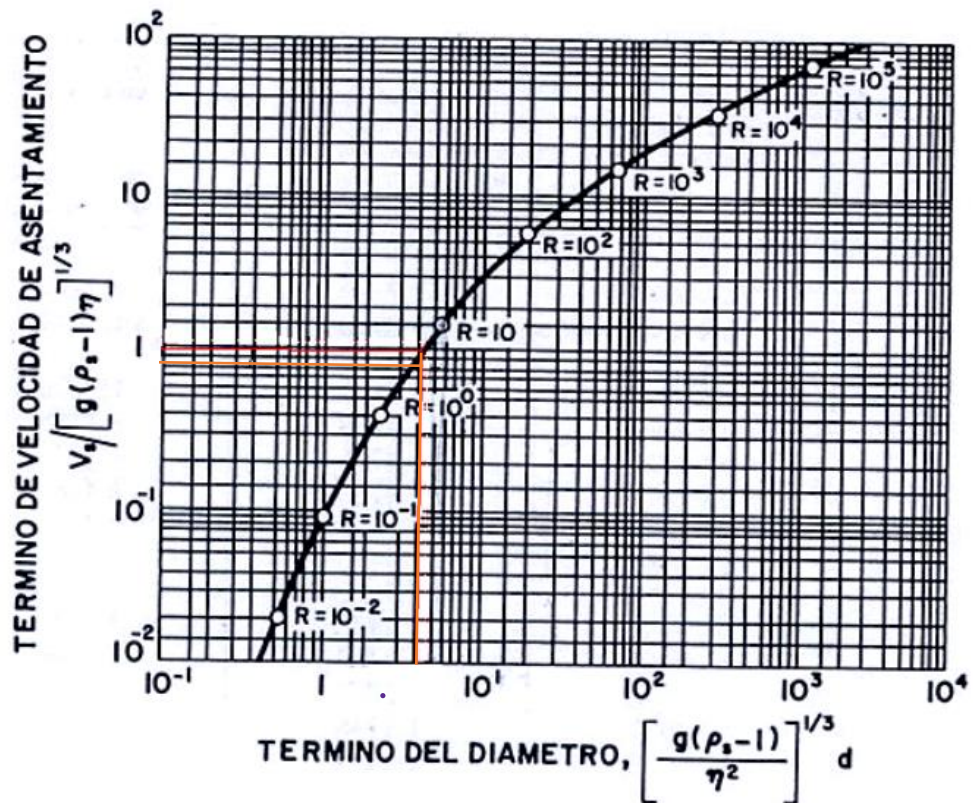
$$Tdd = \left(\frac{g(\rho_s - 1)}{\eta^2} \right)^{\frac{1}{3}} * d$$

$$Tdd = \left(\frac{981 \text{ cm/s}^2 (2.65 - 1)}{\left(1.1457 \times \frac{10^{-2} \text{ cm}^2}{\text{s}} \right)^2} \right)^{\frac{1}{3}} * d$$

$$Tdd = 4.62$$

En la figura 29 se muestra el termino de asentamiento ocupando el término del diámetro de 4.62, de esta manera se encontró el valor correspondiente de 0.80

Figura 29 Valores de Sedimentación



Fuente: Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores OPS[29]

Velocidad de Sedimentación

$$V_s = 0.80 * [g(\rho_s - 1)\eta]^{1/3}$$

$$V_s = 0.80 * \left[981 \text{cm/s}^2 (2.65 - 1) * 1.1457 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \right]^{1/3}$$

$$V_s = 2.12 \text{cm/s}$$

Comprobación con el número de Reynolds

$$Re = \frac{V_s * d}{\eta}$$

$$Re = \frac{2.12 \frac{\text{cm}}{\text{s}} * 0.02 \text{cm}}{1.1457 \times 10^{-2} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}}$$

$$Re = 3.70$$

Con los resultados obtenidos confirmamos que se encuentra en la zona de transición, según la ley de Allen. Teniendo así una velocidad de sedimentación de 2.25cm/s y el número de Reynolds de 3.70.

Procedemos a calcular el **Coefficiente de arrastre (C_D)**

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

$$C_D = \frac{24}{3.70} + \frac{3}{\sqrt{3.70}} + 0.34$$

$$C_D = 8.39$$

Cálculo de la velocidad crítica de flujo

Mediante la tabla 28 se puede identificar la variable “a” en función del diámetro de la partícula tratada, que en nuestro caso es de 0.02cm=0.2mm.

Tabla 28 Coeficiente “a” en función de diámetro de la partícula

a	Diámetro
36	d>1mm
44	1mm>d>0.1mm
51	d<0.1mm

Fuentes: Guía de Obras hidráulicas menores

$$Vd = a * \sqrt{d}$$

$$Vd = 44 * \sqrt{0.2}$$

$$Vd = 19.68 \text{ cm/s} = 0.1968 \text{ m/s}$$

Cálculo del área transversal del desarenador

$$A_{trans} = \frac{Qd}{Vd}$$

$$A_{trans} = \frac{0.00135 \text{ m}^3/\text{s}}{0.1968 \text{ m/s}}$$

$$A_{trans} = 0.007 \text{ m}^2$$

Dimensionamiento del desarenador

Según el manual de diseño de desarenadores de la OPS, la relación de ancho/profundidad debe ser 1:1.5, teniendo así la formula [29]

$$B = 1.5h$$

Se calcula la profundidad de sedimentación mediante el área transversal obtenida.

$$A_{trans} = B * h$$

$$A_{trans} = 1.5h * h$$

$$h = \sqrt{\frac{A_{trans}}{1.5}}$$

$$h = \sqrt{\frac{A_{trans}}{1.5}}$$

$$h = \sqrt{\frac{0.007}{1.5}}$$

$$h = 0.07m$$

Obtenido la profundidad se desarrolló el cálculo del ancho del sedimentador con la ecuación ...

$$B = 1.5 * 0.07$$

$$B = 0.105m$$

Largo del desarenador mediante la ecuación ...

$$L = \frac{Vd * h}{Vs - 0.04 * Vd}$$

$$L = \frac{0.1968 \text{ m/s} * 0.07m}{0.0212 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0.04 * 0.1968\text{m/s}}$$

$$L = 1.03m$$

Se procede a realizar la comparación entre los resultados obtenidos mediante las ecuaciones y las dimensiones reales del desarenador existente en la PTAR Urbina Centro en la tabla 29.

Tabla 29 Verificación de cumplimiento de dimensiones in situ

Componente	Dimensión in situ	Dimensión calculada/recomendada	CUMPLIMIENTO	Norma
Profundidad del agua	0.6m	0.06m	SI	OPS
Ancho desarenador	0.92	1.5h	SI	OPS
Longitud del desarenador	7.47m	1.03m	SI	OPS
Angulo de divergencia en transición	25°	de 12 a 30°	SI	OPS
Relación ancho/profundidad	1.53:1	1.5:1	SI	OPS
Periodo de operación	24h	24h	SI	OPS

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Como se observa en la tabla 24, el desarenador cumple con los requisitos de la OPS. Posee medidas que superan en gran medida a las adecuadas para el caudal percibido.

3.1.5.3. Reactor UASB

Para la verificación de las dimensiones y funcionamiento del Reactor UASB se utilizó las normas de diseño de la CONAGUA.[30]

Para el cálculo del volumen del reactor se utiliza el tiempo de residencia hidráulica, el cual viene especificado en la norma según la temperatura del agua residual, el cual se encuentra en el rango de 15 – 20°.

En la tabla 30 se especifica los tiempos de residencia hidráulica recomendados para un RAFA de 4m de altura.[30]

Tabla 30 Tiempos de residencia hidráulica recomendados para Reactor de 4m de altura

Temperatura del agua Residual	Tiempo de Residencia Hidráulica	
	Promedio diario	Mínimo (durante 4-6h)
16-19	10 a 14	7 a 9
22-26	7 a 9	5 a 7
> 26	6 a 8	4 a 5

Fuente: CONAGUA[30]

Mediante la ecuación de caudal se procedió a calcular el volumen del reactor.

$$\text{Volumen del reactor } m^3 = \text{TRH medio (h)} * \text{Caudal medio } m^3/h$$

Se define un TRH de 8 horas, teniendo en cuenta la recomendación dada por van Haandel, 1998 y Lettinga et. al., 1989 en la que se sugiere un TRH mayor a 4h.[31]

El caudal con el que se trabajara es de 4.86m³/h obteniendo un volumen del reactor de 38.88m³. Es así que comparándolo con las dimensiones reales del reactor podemos confirmar mediante la tabla 31 que sus dimensiones cumplen con el manual de diseño de un Reactor UASB.

Tabla 31 Cumplimiento de volumen del reactor UASB

Parámetros	Unidades	medidas	Capacidad (m ³)	Capacidad calculada (m ³)	Cumplimiento
LARGO	m	7	144.06	38.88	SI
ANCHO	m	4.9			SI
ALTURA	m	4.2			SI

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

El reactor UASB posee unas dimensiones de 7.00x4.90x4.20m, dando así el volumen de 144.06m³ aproximadamente, puesto en la parte inferior del reactor posee una forma de trapecio. Al comparar la capacidad calculada con la capacidad in situ se determinó que el reactor trabaja a un 27% de su capacidad.

El reactor UASB cumple con la norma, sin embargo, se puede concluir con la comparación que la unidad hidráulica no trabaja con el caudal para el que fue diseñado, por tanto, existió ineficiencia en el proceso de estudio de los diseñadores de la PTAR.

3.1.5.4. Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA)

Para realizar los cálculos necesarios para el dimensionamiento de los filtros se utilizó el manual de agua potable: alcantarillado y saneamiento de la CONAGUA. En la tabla 32 se presentan los datos de las FAFA.[32]

Tabla 32 Datos para verificación de las FAFA

Datos	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal medio	Q	2.43	m ³ /h
Tiempo de retención hidráulica	TRH	4	H
Altura total del filtro	H	2.2	m
Altura empalme	he	1.5	m

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

El tiempo de retención hidráulica fue asumido mediante la norma de la Conagua, puesto para un diseño inicial se puede estimar un tiempo mínimo de 3h, sin embargo se uso de 4 para mayor eficacia en el proceso.

- Dimensionamiento volumen del filtro (V, en m3)

$$V = Q * TRH$$

$$V = 2.43 \frac{m^3}{h} * 4 \text{ horas}$$

$$V = 9.72 \text{ m}^3$$

- Dimensionamiento del área del filtro (A, en m2)

$$A = \frac{V}{H}$$

$$A = \frac{9.72 \text{ m}^3}{2.20 \text{ m}}$$

$$A = 4.42 \text{ m}^2$$

- Dimensionamiento del volumen del medio filtrante (Vmf, en m3)

$$Vm_f = A * h_e$$

$$Vm_f = 4.42 \text{ m}^2 * 1.50 \text{ m}$$

$$Vm_f = 6.63 \text{ m}^3$$

- Verificación de la carga hidráulica superficial (CHS, en m³/m² d)

$$CHS = \frac{Q}{A}$$

$$CHS = \frac{58.32 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}}{6.63 \text{ m}^2}$$

$$CHS = 8.80 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{d}}$$

Las FAFAs estudiadas tienen un diámetro de 5m, calculando el área mediante la fórmula $A = \pi * r^2$, nos da como resultado un área aproximada de 19,63m². En la verificación mediante el manual de la CONAGUA, obtuvimos un área necesaria de 4.42m², por lo cual las FAFAs implementadas son suficientes para el caudal recibido.[32] Al igual que el reactor UASB estas no trabajan las 100% de su capacidad, incluso están por debajo del 50%.

En la tabla 33 se comparó las dimensiones in situ con las calculadas y recomendadas por la Conagua.

Tabla 33 Cumplimiento de las dimensiones de las FAFA.

Componente	Dimensión in situ	dimensión calculada/recomendada	CUMPLIMIENTO	Norma
ALTURA	2.2	1.5	SI	CONAGUA
ÁREA	19.63m ²	4.42m ²	SI	CONAGUA
VOLUMEN	43.17m ³	9.72m ³	SI	CONAGUA

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.1.5.5. Lecho de Secado de Lodos

Para el diagnóstico técnico del lecho de secado de lodos se utilizó el manual de Organización Panamericana de la Salud.[33]

En la tabla 34 se presentan los valores utilizados para la verificación del lecho de secado de lodos.

Tabla 34 Datos para el diagnóstico del lecho de secado de lodos

Datos	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal promedio de aguas residuales	Q	1.35	Lt/s
Sólidos suspendidos en el agua cruda	SS	215	mg/l
Densidad de lodos	ρ_{lodo}	1.04	kg/l
Porcentaje de sólidos	% sólidos	10	%
Tiempo de digestión	Td	55	Días
Profundidad de aplicación	Ha	1	m

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Por lo general, la densidad de los lodos antes del proceso de secado se encuentra en el rango de 1.02 a 1.10 kilogramos por litro (kg/lt), aunque puede variar dependiendo del tipo de lodo y del proceso de tratamiento utilizado. Después del proceso de secado, la densidad de los lodos puede aumentar a medida que se elimina el exceso de agua y se concentran los sólidos. Para el diagnóstico se usó un valor que se consideró útil para la verificación al encontrarse en el rango antes mencionado.

El tiempo de digestión viene dado por la temperatura que en el caso de Urbina Centro tiene una temperatura máxima de 17°C y una mínima de 12°C, por lo que se tomó un valor intermedio de 15°C.

En la tabla 35 se encuentran los tiempos de digestión dados por la OPS según la temperatura.

Tabla 35 Tiempo de digestión de los lodos

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
MAYOR A 25	30

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

- Carga de Sólidos que ingresan al sedimentador

$$C = Q * SS * 0.0864$$

$$C = 1.35 \frac{lt}{s} * 215 \frac{mg}{lt} * 0.0864$$

$$C = 25.08 \frac{SS}{día}$$

- Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día)

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

$$Msd = \left(0.5 * 0.7 * 0.5 * 25.08 \frac{SS}{día}\right) + \left(0.5 * 0.3 * 25.08 \frac{SS}{día}\right)$$

$$Msd = 8.15 \text{ kg} \frac{SS}{día}$$

- Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en lt/día)

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left(\% \text{ de } \frac{\text{sólidos}}{100}\right)}$$

$$Vld = \frac{8.15 \text{ kg} \frac{SS}{día}}{1.04 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} * \left(\frac{10}{100}\right)}$$

$$Vld = 78.36 \frac{\text{lt}}{día}$$

- Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m3)

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$$

$$Vel = \frac{78.36 \frac{lt}{día} * 55días}{1000}$$

$$Vel = 4.31 m3$$

- Área del lecho de secado (Als, en m2)

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

$$Als = \frac{4.31 m3}{1.00 m}$$

$$Als = 4.31 m2$$

Las dimensiones reales del lecho de secado de lodos son de 5x5m, con un área de 25m², teniendo así un diseño in situ de más del 500% del área y volumen requeridos.

En la tabla 36 se comparó las dimensiones in situ con las calculadas y recomendadas por la OPS.

Tabla 36 Cumplimiento de las dimensiones del lecho de secado de lodos

Componente	Dimensión in situ	dimensión calculada/recomendada	CUMPLIMIENTO	Norma
ALTURA	1m	min 0.40m	SI	OPS
ÁREA	25m ²	4.31m ²	SI	OPS
VOLUMEN	25m ³	4.31m ³	SI	OPS

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.2. Verificación de hipótesis

¿La planta de tratamiento de aguas residuales del sector Urbina Centro, de la parroquia Pdte. Urbina, del cantón Santiago de Píllaro, de la provincia de Tungurahua funciona correctamente?

Concluida la evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector Urbina Centro, Parroquia Pdte. Urbina, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua; se concluye que el agua residual saliente (efluente) cumple con los niveles para poder ser liberada a cuerpos de agua dulce o en quebrada impuestos por la norma TULSMA. También se comprobó su dimensionamiento mediante las normas de diseño de la CONAGUA y OPS, al realizar un nuevo diseño y comparar con las dimensiones existentes.

Además, mediante el método de observación se determinó que el plan de mantenimiento actual de la planta es ineficiente, puesto las unidades hidráulicas se encuentran sin limpieza y mantenimiento adecuado, por lo tanto, de continuar así, disminuirá la vida útil de la planta.

En la tabla 35 se representa un resumen de cumplimiento de cada uno de los parámetros analizados en este proyecto.

Tabla 37 Resumen de cumplimiento de los procesos unitarios

Componente	Dimensionamiento según normativa	Análisis FÍSICO - QUÍMICO	Operación y mantenimiento
Pozo recolector de caudales	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
Desarenador	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
REACTOR UASB	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
Lecho de secado de lodos	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
FAFA	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Los valores en rojo nos indica que la operación y mantenimiento no se está realizando de la manera correcta y no cumple con los requisitos mínimos para la optimización de los procesos unitarios de la PTAR Urbina Centro, mientras que los análisis realizados físico – químico y dimensionamiento se encuentran en un buen estado actual.

La hipótesis planteada esta verificada, por tanto, en el siguiente punto se realizó unas recomendaciones y un plan de mantenimiento para que no exista un deterioro en la planta a futuro.

3.3. Propuesta de mejora

En base a los resultados obtenidos mediante las normas, se determinó que la PTAR está en un adecuado funcionamiento, por lo cual no necesita de un rediseño, sin embargo, posee ciertos aspectos que perjudican a que cumpla un mejor desempeño. Es por esto por lo que se realizó el plan de mejora para cada uno de los procesos en los cuales sea necesario implementar.

En las tablas 32 - 37 se encuentran los planes de operación de mantenimiento de los procesos unitarios, en los cuales consta de una frecuencia de operación y de un presupuesto estimado para poder cumplir con dicho plan. El costo será evaluado mediante un análisis de precios, con los salarios actualizados 2023, con un correcto análisis de cada uno de los rubros para poder ofrecer un presupuesto referencial adecuado. [34]

3.3.1. Limpieza y mejoramiento del Pozo recolector

Descripción

En el plan operacional se describe los procesos a seguir para un correcto funcionamiento del Pozo recolector, como la limpieza, pintura, señalética e implementación de nuevos peldaños para el accesos a la entrada del pozo.

▪ Limpieza y mantenimiento

- Limpiar los desechos acumulados en el ingreso del caudal para evitar desbordes del canal.
- Eliminar las zonas de vegetación alrededor del pozo.

- **Recubrimiento del fondo del pozo**
 - Implementar un canal rectangular que ayude a que el agua recibida fluya de manera uniforme y que los lodos no obstruyan el paso libre hacia el primer proceso unitario.

- **Pintura**
 - Lijar y resanar la zonas exteriores del pozo recolector.
 - Pintar toda la unidad hidráulica con pintura para exteriores.

- **Señalética**
 - Implementar señalización según la unidad hidráulica y su identificación técnica.
 - Señal de 50x40cm de material synta.

Figura 30 Señal del Pozo Recolector



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

- **Peldaños metálicos**

- Se propone una implementación de nuevos peldaños metálicos en la entrada al pozo recolector, mediante acero de varilla de 18mm incrustados en la pared del recolector.

Tabla 38 Plan Operación y mantenimiento Pozo Recolector

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 VEZ/ AÑO	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 16.44
Recubrimiento del fondo del pozo	1 VEZ	ESCUADRA, PALA, NIVEL, PICO	1 PEÓN 1 ALBAÑIL	\$ 15
Pintura	1 VEZ/ 2 AÑOS	PINTURA, BROCHA, RODILLO	1 PINTOR	\$ 48.52
Señalética	1 VEZ	SEÑALÉTICA, CLAVOS	1 PEÓN	\$ 3.71
Peldaños metálicos (acero de refuerzo)	1 VEZ	SOLDADORA	1 PEÓN 1 ALBAÑIL	\$ 22.63

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.3.2. Limpieza y señalización del Desarenador

Descripción

En el desarenador es necesario implementar un plan operacional de limpieza, así como una implementación de señalética de precaución y prevención.

- **Limpieza y mantenimiento**

- Desalojar el material de desperdicio grueso ubicado en las rejillas por el flujo de agua.
- Volver a colocar la rejilla con la inclinación de 60°

▪ **Señalética**

- Implementar señalización en el desarenador, tanto de información como de prevención.
- Las medidas recomendadas son de 50x40 cm de material Sintra.
- Colocar la señalización a una altura aproximada de 1.50m.

Figura 31 Señal Desarenador



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 39 Plan Operación y Mantenimiento Desarenador

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 vez/ día	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 40.17
Señalética	1 VEZ	SEÑALÉTICA, CLAVOS	1 PEÓN	\$ 3.71

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.3.3. Limpieza y señalización del Reactor UASB

Descripción

En el reactor UASB es necesario implementar un plan operacional de limpieza y pintura, así como una implementación de señalética de precaución y prevención.

▪ Limpieza y mantenimiento

- Limpiar el reactor UASB según Norma ISO 5667-3
 1. Preparación previa: se debe apagar la entrada de efluentes al reactor y asegurarse de que no haya flujo entrando.
 2. Drenaje del reactor: se debe abrir la válvula de drenaje y dejar que el efluente se drene completamente del reactor.
 3. Retiro del lodo acumulado: se debe retirar el lodo acumulado en el fondo del reactor con ayuda de una bomba de succión.

4. Limpieza de las paredes del reactor: se debe realizar una limpieza de las paredes del reactor con agua a presión para eliminar cualquier material o sedimento adherido.
5. Reinyección de lodo activo: después de retirar el lodo acumulado, se debe reinyectar una cantidad suficiente de lodo activo para mantener el equilibrio del sistema.
6. Reinicio del sistema: una vez que se ha completado la limpieza, se debe encender la entrada de efluentes y dejar que el sistema se reinicie de manera gradual.

La periodicidad de la limpieza dependerá de la calidad del agua entrante, el clima, la carga orgánica..., y en vista a las condiciones observadas durante el mes de recolección de muestras se recomienda realizarlo mínimo 1 vez cada 6 meses, sin embargo, esto deberá ser verificado según las condiciones en las que se encuentre la PTAR.

- **Pintura**

- Lijar y resanar el exterior del reactor UASB.
- Realizar el pintado de la unidad hidráulica con pintura para exteriores de alto tráfico.

- **Señalética**

- Implementar señalización en el reactor UASB, tanto de información como de prevención.
- Las medidas recomendadas son de 50x40 cm de material Sintra.
- Colocar la señalización a una altura aproximada de 1.50m.

Figura 32 Señal Reactor UASB



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 40 Plan de Operación y Mantenimiento Reactor UASB

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 VEZ/ 6 meses	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 89.52
Pintura	1 VEZ/ 2 AÑOS	PINTURA, BROCHA, RODILLO	1 PINTOR	\$ 360.86
Señalética	1 VEZ	SEÑALÉTICA, CLAVOS	1 PEÓN	\$ 3.71

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.3.4. Limpieza y mejoramiento del Lecho de secado de lodos

Descripción

Para el lecho de secado de lodos se debe mantener una rigurosa limpieza y desbroce, así como la implementación de una cubierta con estructura metálica para mayor eficacia en caso de lluvia.

▪ Limpieza y mantenimiento

- Cuando los lodos se descarguen en el lecho, distribuirlos por toda su área para un mejor secado.
- Asegurarse de que los lodos se encuentren completamente secos a la hora de su extracción.

▪ Cubierta con Estructura Metálica

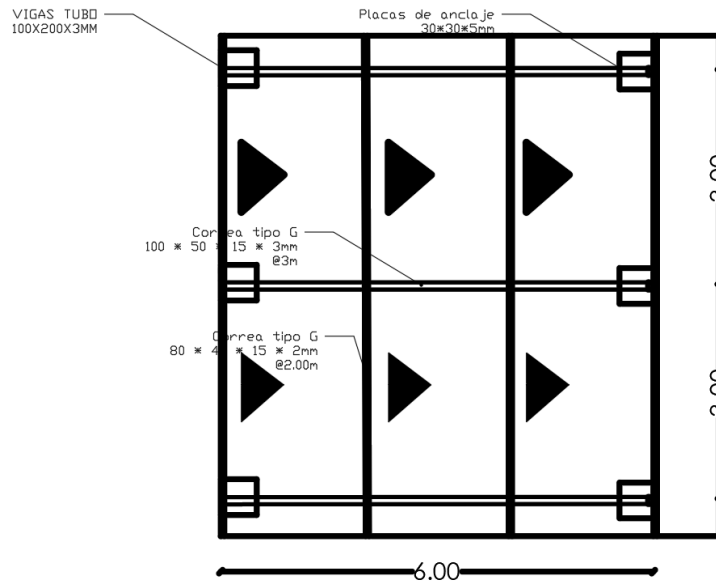
Se debe implementar una cubierta metálica para que en épocas de lluvia no se produzca un desbalance en cuanto al secado de los lodos. Como aporte se tiene el presupuesto referencial, análisis de precios unitarios y plano.

Proceso de diseño de la cubierta con estructura metálica (VER ANEXO...)

- Se fijó una cubierta con un espesor de 0.4mm de alutecho GALVALUMEN.
- En base a las dimensiones del lecho de secados, se calculó el número de correas que debe tener y el área tributaria de cada una de ellas.
- Según las normas de la NEC, se calculó la mayorización de cargas
- Se determinó la carga última de cada una de las vigas.
- Se determinó la carga repartida de la viga y se calculó el momento último.
- En base al momento último se determinó el módulo de sección para la elección del perfil a usar.
- Para las columnas se usó unos tubos cuadrados de 100x100x3mm.

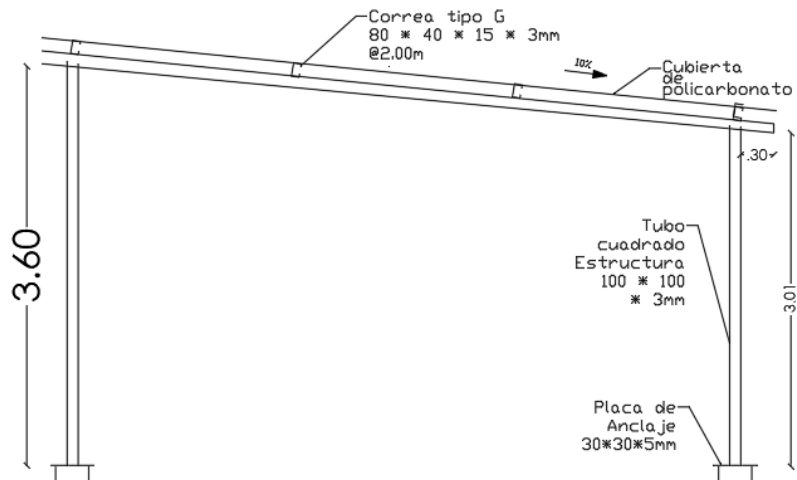
En la figura 25 y 26 se observa los planos de la cubierta con la estructura metálica.

Figura 33 Vista en planta de cubierta



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Figura 34 Vista en planta de cubierta



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

- **Desbroce y eliminación de la capa vegetal**

- Se debe eliminar la capa vegetal de 1 metro alrededor del lecho de secados para evitar que las plantas crezcan hacia dentro.

Tabla 41 Plan Operación y Mantenimiento Lecho de secado de Lodos

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 VEZ / 3meses	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 93.96
Cubierta galvalumen	1 vez	ESTRUCTURA METÁLICA, SOLDADORA	1 ING. MECÁNICO	\$ 2162.83
Desbroce y eliminación de capa vegetal	1 VEZ/mes	PICO, PALA	1 PEÓN	\$ 93.96

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.3.5. Limpieza y señalización de los Filtros anaeróbicos de flujo ascendente

Descripción

En las FAFA, es necesario una limpieza periódica, pintura de las zonas grises e implementación de señalética de prevención e información.

- **Limpieza y mantenimiento**

- Verificación de válvulas de ingreso y salida de los filtros.
- Desalojar toda el agua de los filtros y realizar una limpieza de las paredes.
- Retirar los desechos existentes en los filtros.

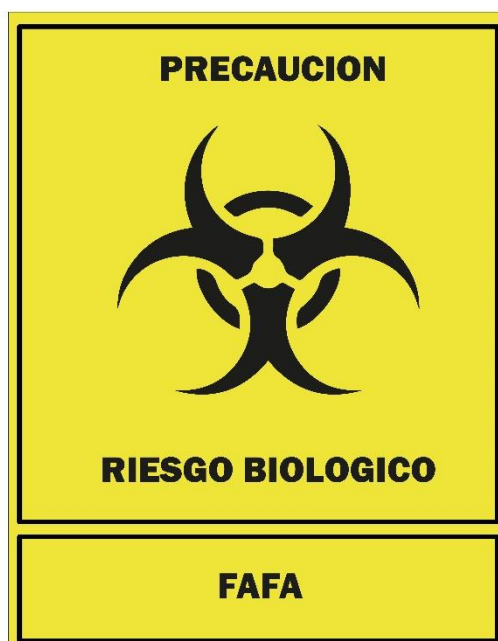
- **Pintura**

- Lijar y resanar los exteriores de los filtros.
- Realizar el pintado de las unidades hidráulicas con pintura para exteriores.

- **Señalética**

- Implementar señalización en las FAFA, tanto de información como de prevención.
- Las medidas recomendadas son de 50x40 cm de material Sintra.
- Colocar la señalización a una altura aproximada de 1.50m.

Figura 35 Señal Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

Tabla 42 Plan Operación y Mantenimiento FAFA

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 VEZ / MES	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 177.06
Pintura	1 VEZ / 2 AÑOS	PINTURA, BROCHA, RODILLO	1 PINTOR	\$ 249.49
Señalética	1 VEZ	SEÑALÉTICA, CLAVOS	1 PEÓN	\$ 3.71

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

3.3.6. Análisis de aguas residuales

DESCRIPCIÓN

Es necesario realizar un análisis físico – químico de las aguas residuales en laboratorios calificados para la medición de parámetros de contaminación para verificar los parámetros impuestos por la norma TULSMA cada 3 meses.

- Los parámetros para analizar son: Ph, DBO5, DQO, Solidos Suspendidos totales, Solidos Totales.
- La recolección de la muestra debe ser tomada los sábados en el horario de 8 a 10 de la mañana en botellas ámbar esterilizadas.
- Las muestras deben ser transportadas en un cooler con hielos para la conservación de la temperatura hacia el laboratorio de aguas.

Tabla 43 Revisión físico – químico de aguas residuales

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Análisis Físico - Químico	1 VEZ / 3MESES	Frasco de Vidrio Ámbar, Cooler.	1 Operador	\$ 93.40

Elaborador por: Bryan Germán Valle Urrutia

Esto se realizará para poder verificar que la PTAR se encuentre funcionando de manera óptima y no existe contaminación excesiva.

3.3.7. Limpieza y desbroce de las zonas verdes de la PTAR.

Descripción

Las zonas interiores de la PTAR deben ser limpiadas y desbrozadas para que la vegetación no ingrese hacia las unidades hidráulicas.

- **Limpieza de los predios interiores de la PTAR**
 - Se debe limpiar las zonas verdes en buen estado, limpiar los desperdicios de los animales y desalojar la basura de los contenedores.
- **Señalización**
 - Implementación de una señalización de aviso a la población sobre la prohibición de entrada a la PTAR.
 - Poseerá una dimensión de 50x40cm en material syntra.

Figura 36 Señal de prohibición de ingreso



Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

- **Desbroce de la capa vegetal y recolección de desperdicios vegetales.**

- Eliminar la capa vegetal de las zonas aledañas a las unidades hidráulicas dejando 1m hacia afuera de cada una de ellas.
- Eliminar los desperdicios vegetales producidos y colocación de chamba en las zonas sin capa vegetal alejada alas unidades hidráulicas.

Tabla 44 Mantenimiento general de la PTAR en las zonas verdes.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	PERSONAL	COSTO
Limpieza	1 VEZ / mes	PALA, ESCOBA	1 PEÓN	\$ 683.58
Desbroce y eliminación de capa vegetal	1 VEZ/mes	PICO, PALA	1 PEÓN	\$ 683.58

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En la tabla 45 se realizó un presupuesto referencial que se tiene que invertir para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la PTAR Urbina Centro.

Los precios unitarios fueron realizados con la ayuda de los salarios actuales y precios de venta al público, así como se ayudó de libros de APUS como lo es la Camicon.

Tabla 45 Presupuesto Referencial para mejoramiento de la PTAR

No	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	970	2.61	2531.70
2	PINTURA ACRÍLICA PARA EXTERIORES	m2	182.51	3.61	658.86
3	ACERO DE REFUERZO	kg	6.97	2.01	14.01
4	SEÑALIZACIÓN	u	10	3.71	37.10
5	ACERO ESTRUCTURAL A36, INCLUYE MONTAJE Y PINTURA ANTICORROSIVA	kg	327.27	5.05	1652.71
6	CUBIERTA DE ALUTECHO GALVALUMEN TRANSLUCIDO e=35mm	m2	36	14.17	510.12
7	ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO PERIÓDICO DEL EFLUENTE	u	1	93.40	93.40
				TOTAL	5497.90

Elaborado por: Bryan Germán Valle Urrutia

En el ANEXO 5 se elaboró un diagrama de flujo de las actividades a realizar por parte de los operadores.

Con estas medidas de limpieza y mejoramiento se estima que la vida útil de la PTAR se alargue y siga cumpliendo con cada uno de los parámetros con los que debe cumplir para que no exista una contaminación excesiva hacia el ecosistema, y de esta manera se cuide el medio ambiente y no provoquemos que cuerpos de agua dulce naturales queden inservibles y pierdan tanto vida animal como vegetal.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- De acuerdo con la información recopilada in situ y la proporcionada por el PDOT de Píllaro, se identificó que la PTAR recibe su caudal de la Parroquia Pdte. Urbina la cual consta de un área de 970m², una población de 1394 habitantes, ubicada a 600m del centro de la parroquia. La PTAR se encuentra en funcionamiento desde el año 2015.
- Se identificó las partes del tren de tratamiento que consta de: pozo recolector de caudales, desarenador con rejilla, reactor UASB, filtros anaeróbicos de flujo ascendente, lecho de secado de lodos y tanque de salida; unidades hidráulicas que permiten la descontaminación del agua residual.
- Mediante los resultados del análisis fisicoquímico del agua residual se determinó una remoción de 84% para los SST y el 4% para los Solidos Totales
- Para la eficacia de los procesos unitarios se obtuvo una disminución del 4% para el Ph, del 76% para el DQO, 79% para el DBO5.
- Cada uno de los componentes del tren de tratamiento cumple con sus funciones y realizan los procesos unitarios requeridos.
- Las unidades hidráulicas estan sobredimensionadas para el caudal que percibe a dia de hoy, no trabajan ni al 50% de su capacidad en ningún caso.
- La PTAR no necesita de un rediseño, pero si una implementación de un plan de operación y mantenimiento con un presupuesto de 5497.90 dólares americanos. El

plan de mejoramiento consta de fases de limpieza, pintura, señalización, cubierta para lecho de secado de lodos y creación de canal para el flujo en el pozo colector.

- En la situación actual de la PTAR Urbina Centro queda la incógnita si fue o no necesaria su implementación, puesto 2 de los parámetros analizados cumplían a la entrada del caudal, y los 3 restantes no tenían mayor diferencia con los mínimos impuestos por la norma TULSMA.

4.2. Recomendaciones

- Colocar un candado en la puerta de ingreso para evitar que los moradores del sector utilicen sus predios para la crianza de animales.
- Realizar el análisis físico – químico trimestral de las aguas residuales para comprobar que cada elemento del tren de tratamiento siga funcionando correctamente.
- Realizar convenios de la universidad con los GAD municipales para un mejor acceso a la información por parte de los estudiantes.
- Promover el correcto uso del sistema de alcantarillado para evitar el sobre exceso de contaminación, como lo es los residuos electrónicos.
- Se recomienda que el GAD realice un estudio previo antes del diseño y construcción de nuevas plantas de tratamiento.

- Verificar las zonas aledañas al sector Urbina Centro que no cuenten con alcantarillado y poder trasportar sus aguas hacia la PTAR y que la planta sea de mayor utilidad para la sociedad.
- Entregar el plan de mantenimiento a los operadores encargados de la PTAR, y ser rigurosos con los procesos descritos.

CAPÍTULO V.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] Á. A. Ruiz, “Tratamiento de aguas residuales mediante electrocoagulación: desarrollo y potencial de aplicación,” *Journal of Engineering and technology*, vol. 3, no. 1, 2014.
- [2] Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos, “Informe Mundial sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017_Las aguas residuales_el recurso desaprovechado, cifras y datos,” 2017.
- [3] K. A. Reynolds, “Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica,” *Latinoamérica*, pp. 48–49, 2001.
- [4] C. M. B. C. C. , Y. G. H. López, “Tratamiento de aguas residuales: Principios, modelación y diseño,” *IWA Publis*, 2017.
- [5] Belzona Inc., “Tratamiento de Aguas Residuales,” *Belzona Inc.*, 2010.
- [6] V. Opolenko, “Potencialidad de uso de aguas servidas para riego y recarga de acuíferos: cuenca del río La Villa, República de Panamá,” *Revista Geográfica de América Central*, no. 68, pp. 265–300, 2022.
- [7] Vicente Betance Oliveros, “SISTEMA MIXTO DE TANQUES ANAEROBIOS Y FITOREMEDIACIÓN COMO UNA ALTERNATIVA DE BAJO COSTO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CENTROS RECREATIVOS,” Cimav, Chihuahua, 2010.
- [8] O. Z. CEDRÓN MEDINA and A. C. CRIBILLEROS BENITES, “DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES EN SALAVERRY Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN,” UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, Trujillo, 2017.

- [9] J. H. Arocutipa Lorenzo, “Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia,” Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
- [10] S. Bustos Colmenares and Sánchez Mendieta Jaime Orlando, “PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL EN EL MUNICIPIO DE PACHO, CUNDINAMARCA,” Universidad El Bosque, Bogotá, 2019.
- [11] DIRECCIÓN CE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES, ASOCIACIÓN DE MUNICIPALIDADES ECUATORIANAS, and Dirección Responsable de la Información y Contenido, “ESTADÍSTICA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL ECONÓMICA EN GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS MUNICIPALES 2015 (AGUA Y ALCANTARILLADO),” 2016.
- [12] S. F. Cueva Quinga and D. F. Eras Calvopiña, “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA POBLACIÓN DE LA CABECERA CANTONAL DE PUERTO QUITO, CANTÓN PUERTO QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, Quito, 2021.
- [13] A. E. Valencia López, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA CABECERA PARROQUIALDE SAN LUIS - PROVINCIA DE CHIMBORAZO,” Facultad de Ciencias, Riobamba, 2013.
- [14] J. D. Pillapa Ponluisa, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA EL CORAZÓN, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA COTOPAXI,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.

- [15] V. H. Izurieta Pazmiño, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA POATUG, CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [16] F. A. Tacoamán Rivera, “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA PARROQUIA SAN JACINTO DE IZAMBA DEL CANTÓN AMBATO,” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2018.
- [17] F. R. M. Fiallos, W. S. M. Robalino, and B. E. P. Beltrán, “Biofiltración sobre Cama de Turba, para el Tratamiento de Aguas Residuales Provenientes del Lavado de Jeans,” *Revista Publicando*, vol. 4, no. 10, pp. 579–590, 2017.
- [18] F. Morales-Fiallos, L. M. Narváez, G. Nuñez-Aldás, G. Paredes-Cabezas, and R. Hechavarría, “Filtro con elementos de bagazo de caña de azúcar para el tratamiento de aguas residuales de lavadoras de autos en la ciudad de Ambato, Ecuador,” *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 13, no. 5, pp. 365–395, 2022.
- [19] D. J. Mendoza Vilaña, “Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales del barrio Cañaveral de la ciudad de Nueva Loja,” ESPE, SANGOLQUÍ, 2011.
- [20] V. P. Toro Silva, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [21] K. B. Tamay Chiluiza, “EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.

- [22] GAD Municipal Santiago de Píllaro, “Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Santiago de Píllaro.” Píllaro, 2020.
- [23] A. González and J. D. Ramírez, “Manual Piragüero-Medición del caudal,” *Medellin: LibroArte*, 2014.
- [24] L. Metcalf, H. P. Eddy, and G. Tchobanoglous, *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*, vol. 4. McGraw-Hill New York, 1991.
- [25] Ministerio del Ambiente del Ecuador, *TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGU*, vol. VI. 2015.
- [26] GAD PARROQUIAL PRESIDENTE URBINA, “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL PRESIDENTE URBINA.” Píllaro, 2014.
- [27] Andreottola G., Foladori P., Ragazzi M., and Villa R., “Factors affecting pH variation in a biological wastewater treatment plant.,” *J Environ Manage*, vol. 90, pp. 854–862, 2009.
- [28] CONAGUA, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Pretratamiento y Tratamiento Primario.” México D.F., 2015.
- [29] Organización Panamericana de la Salud, “GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES .” Lima, 2005.
- [30] CONAGUA, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente.” 2015.

- [31] R. C. Leitão, A. C. van Haandel, G. Zeeman, and G. Lettinga, “The effects of operational and environmental variations on anaerobic wastewater treatment systems: A review,” *Bioresour Technol*, vol. 97, no. 9, pp. 1105–1118, 2006.
- [32] CONAGUA, “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente.” México D.F., 2015.
- [33] Organización Panamericana de la Salud, “GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.” Lima, 2005.
- [34] DEPARTAMENTO TÉCNICO - RESPALDO: COMISION TÉCNICA CAMICON, “SALARIOS MÍNIMOS POR LEY 2023 (EN DOLARES).” CÁMARA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, Quito, 2023.

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOGRÁFICOS

Figura 27 Medición in situ



Figura 28 Medición in situ



Figura 29 Recolección de muestras para laboratorio



Figura 30 Recolección de muestras para laboratorio



Figura 31 Muestras en laboratorio



Figura 32 Fotografía mediante Dron para Levantamiento



ANEXO 2: ANÁLISIS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012



N° SE: 059-22

INFORME DE ANÁLISIS

NOMBRE: Bryan Germán Valle Urrutia¹

INFORME N.º 059 - 22

EMPRESA: Proyecto de Tesis UTA¹

N.º SE: 059 - 22

DIRECCIÓN: Ambato¹

TELÉFONO: 0983746585¹

FECHA DE RECEPCIÓN: 25/10/2022

FECHA DE INFORME: 02/11/2022

NÚMERO DE MUESTRAS: 2, Agua residual, PTAR Urbina Centro¹

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: MA - 115-22 Entrada¹
MA - 116-22 Salida¹

Agua residual
Agua residual

Condiciones Ambientales	T máx:	25 °C
	T mín:	10°C

El laboratorio se responsabiliza únicamente del análisis, no de la obtención las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA – 115-22

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	6,57	+/- 0,08	25/10/2022
* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	131	N/A	25/10/2022
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	68	N/A	25/10/2022
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	40	N/A	25/10/2022
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	228	N/A	25/10/2022

MA – 116-22

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	-	PE-LSA-01	6,33	+/- 0,08	25/10/2022

-Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
 - Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
 1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información.
 -Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.
 -LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación No. SAE LEN 17-012

Nº SE: 059-22

* DQO	mg/L	STANDARD METHODS 5220 - D	50	N/A	25/10/2022
* DBO ₅	mg O ₂ /L	STANDARD METHODS 5210 - B	24	N/A	25/10/2022
* Sólidos Suspendidos	mg/L	STANDARD METHODS 2540 - D	23	N/A	25/10/2022
* Sólidos Totales	mg/L	STANDARD METHODS 2540 B	219	N/A	25/10/2022

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 23ª EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 23ª EDICIÓN.

REGLA DE DECISIÓN ACORDADA: No aplica

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.



Dr. Juan Carlos Lara R.
TECNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
- 1. Información proporcionada por el cliente. LSA no se responsabiliza de dicha información
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.
- LSA libera su responsabilidad por la información proporcionada por el cliente y el uso que se le dará a los resultados

ANEXO 3: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ELABORADO POR:		Bryan Germán Valle Urutía			1
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			HOJA DE 7
RUBRO:		1.00			Unidad: M2
DETALLE:		Limpieza y mantenimiento			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta manual 5% M.O. Cortadora de cesped manual (Motoguadaña)	1.00	0.07	0.07	0.004	0.11 0.00
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (EO. E2) Operador responsable PTAR (EO,C2)	1.00 0.10	4.05 4.33	4.05 0.43	0.500 0.300	2.03 0.13
SUBTOTAL N					2.16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO			M+N+O+P	2.27	
INDIRECTOS %			15.00	0.34	
UTILIDAD %			0.00	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.61	
VALOR OFERTADO				2.61	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ELABORADO POR:		Bryn Germán Valle Urutia			HOJA	2
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			DE	7
RUBRO:		2.00			Unidad:	M2
DETALLE:		Pintura				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta manual 5% M.O. Mezclador de pintura	1.00	0.15	0.15	0.220	0.09 0.03	
SUBTOTAL M					0.12	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Pintor (EO, D2) Peon (EO,E2)	1.00 1.00	4.10 4.05	4.10 4.05	0.220 0.220	0.90 0.89	
SUBTOTAL N					1.79	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B		
Pintura anticorrosiva Lija No 40 Cemento Arena	gal u u m3	0.02 0.15 0.10 0.02	10.75 0.45 7.94 7.63	0.22 0.07 0.79 0.15		
SUBTOTAL O					1.23	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO			M+N+O+P	3.14		
INDIRECTOS %			15.00	0.47		
UTILIDAD %			0.00	0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.61		
VALOR OFERTADO				3.61		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ELABORADO POR:		Bryn Germán Valle Urutia			3
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			HOJA DE 7
RUBRO:		3.00			Unidad: U
DETALLE:		Señalética de informacion			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta manual 5% M.O. Taladro	1.00	2.13	2.13	0.055	0.04 0.12
SUBTOTAL M					0.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador responsable PTAR (EO,C2)	1.00	4.33	4.33	0.200	0.87
SUBTOTAL N					0.87
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Señalética de informacion Tornillos 1 pulg	u u	1.00 4.00	2.00 0.05	2.00 0.20	
SUBTOTAL O					2.20
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P		3.23
		INDIRECTOS %	15.00		0.48
		UTILIDAD %	0.00		0.00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			3.71
		VALOR OFERTADO			3.71
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ELABORADO POR:		Bryn Germán Valle Urutia			4
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			HOJA DE 7
RUBRO:		4.00			Unidad: KG
DETALLE:		Acero estructural A36, Montaje manual			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0.08
Soldadora	1.00	1.66	1.66	0.055	0.09
Compresor	0.10	0.79	0.08	0.055	0.00
Amoladora	2.00	3.75	7.50	0.055	0.41
Cizalla manual para lamina	0.10	1.47	0.15	0.055	0.01
Equipo Oxicorte	0.10	1.54	0.15	0.055	0.01
Andamios	1.00	0.45	0.45	0.055	0.02
SUBTOTAL M					0.62
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ayudante de fierro (EO, D2)	5.00	4.05	20.25	0.055	1.11
Fierro (EO, D2)	2.00	4.10	8.20	0.055	0.45
Ingeniero civil (Estructural, hidraulico, vial) (EO, B1)	0.10	4.56	0.46	0.055	0.03
SUBTOTAL N					1.59
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Thinner comercial	gal	0.01	16.52	0.17	
Perfil estructural A36	kg	1.05	1.05	1.10	
Soldadura (Electrodos E70)	kg	0.05	7.39	0.37	
Anticorrosivo gris mate - galon	gal	0.01	16.45	0.16	
Disco de corte de metal	u	0.05	7.50	0.38	
SUBTOTAL O					2.18
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO				M+N+O+P	4.39
INDIRECTOS %				15.00	0.66
UTILIDAD %				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.05
VALOR OFERTADO					5.05
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ELABORADO POR:		Bryn Germán Valle Urutia			5
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"			HOJA DE 7
RUBRO:		5.00			Unidad: M2
DETALLE:		Cubierta Galvalumen e=30 mm			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0.17
Taladro eléctrico	1.00	1.88	1.88	0.300	0.56
SUBTOTAL M					0.73
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (EO. E2)	1.00	4.05	4.05	0.500	2.03
Albañil (EO. D2)	1.00	4.10	4.10	0.300	1.23
Mestro mayor (EO. C1)	0.10	4.33	0.43	0.300	0.13
SUBTOTAL N					3.39
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Alutecho galvalume ancho util 1012mm e=0.30 long=6000	m2	1.00	3.80	3.80	
Pernos autopercorantes	u	40.00	0.11	4.40	
SUBTOTAL O					8.20
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO			M+N+O+P	12.32	
INDIRECTOS %			15.00	1.85	
UTILIDAD %			0.00	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				14.17	
VALOR OFERTADO				14.17	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ELABORADO POR:		Bryn Germán Valle Urutia				6	
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"				HOJA DE 7	
RUBRO:		7.00				Unidad: U	
DETALLE:		Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2					
EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Herramienta manual 5% M.O. Cortadora / Dobladora	1.00	2.13	2.13	0.055	0.02 0.12		
SUBTOTAL M					0.14		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Ayudante Ferrero E.O. D2	1.00	4.05	4.05	0.055	0.22		
Ferrero E.O. D2	1.00	4.10	4.10	0.055	0.23		
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (EO. C1)	0.10	4.33	0.43	0.055	0.02		
SUBTOTAL N					0.47		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B			
ALAMBRE GALVANIZADO NO 18	KG	0.04	0.80	0.03			
ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	1.05	1.05	1.10			
DISCO DE CORTE METAL 350X2.8X25.4MM	U	0.00	7.50	0.01			
SUBTOTAL O					1.14		
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
SUBTOTAL P							
		TOTAL COSTO DIRECTO	M+N+O+P			1.75	
		INDIRECTOS %	15.00			0.26	
		UTILIDAD %	0.00			0.00	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.01	
		VALOR OFERTADO				2.01	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA							

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ELABORADO POR: Bryn Germán Valle Urutia 7
 PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA" HOJA DE 7
 RUBRO: 8.00 Unidad: M2
 DETALLE: Monitoreo del analisis fisico-quimico del efluente

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					1.82
SUBTOTAL M					1.82
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Laboratorista (EO, C1)	1.00	4.55	4.55	8.00	36.40
SUBTOTAL N					36.40
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
Analisis fisico - quimico de agua residual, incl. muestreo y transporte	u	1.00	43.00	43.00	
SUBTOTAL O					43.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO			M+N+O+P		81.22
INDIRECTOS %			15.00		12.18
UTILIDAD %			0.00		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					93.40
VALOR OFERTADO					93.40

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANEXO 4: CÁLCULO ESTRUCTURAL ESTRUCTURA METÁLICA

VIGAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS			
VIGAS SECUNDARIAS			
MATERIALES			
A:	36	ksi	Tipo de Acero
E:	2100000	kg/cm ²	Modulo elastico
CALCULOS			
Lv:	2.70	m	Viga.secundaria
Lt:	5.20	m	Viga.Principal (Trabe)
#	4.00	u	Correas
at:	1.04	m	Ancho tributario (Espac.)
Cm:	0.04	T/m ²	Carga Muerta
Cv:	0.07	T/m ²	Carga Viva
Cu:	0.16	T/m ²	Carga Ultima
W:	0.46	T	Carga de la Viga
Wr:	0.17	T/m	Carga Repartida en la viga
Mu:	0.15	T*m	Diseñar la Viga para este Momento
Sx:	7.64	cm ³	Modulo de seccion
PERFILG			
G80X40X15X2			
DATOS DEL PERFIL			
b	4.00	cm	Base
h	8.00	cm	Altura
e	0.30	cm	espesor
A	3.54	cm ²	Area
Ix	35.35	cm ⁴	Inercia X
Sx	8.81	cm ³	Modulo de seccion elastico
rx	3.16	cm	Radio de giro
Iy	8.07	cm ⁴	Inercia Y
Sy	3.18	cm ³	Modulo de seccion elastico
ry	1.51	cm	Radio de giro
X	1.46	cm	Distancia de eje menor y superficie
zx	8.73	cm ³	Modulo de seccion plastico
P	2.77	kg/m	Peso del material
Mp:	19870.33	Kg*cm	Momento plastico
Mp:	0.20	T*m	Momento plastico
Mr:	0.20	T*m	Resistencia Real
D/C:	78%		Demanda/Capacidad

VIGA PRINCIPAL			
Lt:	5.2	m	Longitud
L2:	0	m	Longitud
Num:	4	U	#Tubos o correas
Pi:	0.2291274	T	Carga de las vigas secundarias
Mu:	0.476584992	T*m	Diseñar la Viga para este Momento
Mr:	0.633063668	T*m	Resistencia Real
D/C:	75%		Demanda/Capacidad
DATOS DE VIGA			
b:	5	cm	COMP
h:	10	cm	COMP
e:	0.3	cm	
PROPIEDADES MECANICAS			
A:	8.64	cm ²	Area
P :	6.78	kg/m	Peso
Ix:	112.12	cm ⁴	Inercia X
Iy:	37.44	cm ⁴	Inercia Y
Sx:	22.42	cm ³	Modulo de seccion elastico
Sy:	14.98	cm ³	Modulo de seccion elastico
Zx:	27.80	cm ³	Modulo de seccion plastico
Zy:	16.55	cm ³	Modulo de seccion plastico
rx	3.60	cm	Radio de giro
ry	2.08	cm	Radio de giro
CALCULOS			
fy:	2529.87	kg/cm ²	Esfuerzo de fluencia del acero
cte:	28.81		
cf1:	32.27		Control del flange (AISC 360)
cf2:	40.34		Control del flange (AISC 360)
cw1:	69.72		Control del web (AISC 360)
cw2:	164.22		Control del web (AISC 360)
Ry:	1.30		
Cv1:	70.87		Control a corte 1
Cv2:	88.26		Control a corte 2
Mpr:	1.05	T*m	Momento Probable (Fractura)
CHEQUEO A CORTE			
Vu:	0.88	T	Fuerza de corte
h/tw:	33.33		Esbeltez
Cv:	1.00		Control a corte
Vn:	9.11	T	Resistencia de la viga
OK			Verificacion
VER EN TABLAS			
Sx:	23.55	cm ³	Modulo de seccion
G100X50X15X3			

COLUMNAS			
DATOS			
L1:	2.70	m	Luz Izq.
L2:	2.70	m	Luz der.
L3:	5.20	m	Luz Sup.
L4:	0.00	m	Luz Inf.
PISOS:	1.00	u	#Pisos
CM:	0.04	T/m2	Carga Muerta
CV:	0.07	T/m2	Carga Viva
He:	3.06	m	Altura de entrepiso
A:	36.00	Ksi	Tipo de Acero
E:	2100000.00	kg/cm2	Modulo elastico
fy	2529.87	kg/cm2	Fluencia del acero
c1	40.34		Compacto o no compacto
cte1	135.70		Constante AISC 360-10
DATOS DE COLUMNA			
b:	10	cm	NO COMP
h:	10	cm	NO COMP
e:	0.2	cm	
K:	1.2		LRFD K>1.2
PROPIEDADES MECANICAS			
A:	7.84	cm2	Area
P :	6.15	kg/m	Peso
Ix:	125.54	cm4	Inercia X
Iy:	125.54	cm4	Inercia Y
Sx:	25.11	cm3	Modulo de seccion elastico
Sy:	25.11	cm3	Modulo de seccion elastico
Zx:	28.82	cm3	Modulo de seccion plastico
Zy:	28.82	cm3	Modulo de seccion plastico
rx	4.00	cm	Radio de giro
ry	4.00	cm	Radio de giro
Mp:	1.41	T*m	Momento Plastico
CALCULOS			
AT:	7.02	m2	Area Tributaria
Cu:	0.16	T/m2	Carga Ultima
Pu:	1.32	T	Carga Ultima
Pr:	11.81	T	Capacidad resistente
D/C	11%		Demanda vs Capacidad (Eficiencia)
TUBO CUADRADO 100X100X2			

PLACA			
Pu:	1.12	T	Carga Ultima
x:	10	cm	De la col. a la placa
xh:	5	cm	De la placa al filo del pedestal
A:	36		Acero
f'c:	160	kg/cm2	Resistencia a la compresion
fs:	117.87	kg/cm2	Resistencia al aplastamiento
fy:	2529.87	kg/cm2	Esfuerzo de fluencia del acero
ANCHO			
Mu:	1123.20	kg*cm	Momento Ultimo
B:	30.00	cm	Ancho de la placa
q1:	1.50	kg*cm2	OK
m:	10.50	cm	Distancia donde se produce el momento
q2:	1.00	kg*cm2	
q3:	1.32	kg*cm2	
Mpl:	2380.34	kg*cm	Momento que recibe la placa
Mu:	2380.34	kg*cm	Momento Ultimo def.
e:	4.34	mm	Espesor de la placa
LARGO			
Mu:	1123.20	kg*cm	Momento Ultimo
H:	30.00	cm	Ancho de la placa
q1:	1.50	kg*cm2	OK
n:	10.50	cm	Distancia donde se produce el momento
q2:	1.00	kg*cm2	
q3:	1.32	kg*cm2	
Mpl:	2380.34	kg*cm	Momento que recibe la placa
Mu:	2380.34	kg*cm	Momento Ultimo def.
e:	4.34	mm	Espesor de la placa
PLACA 300X300X5			

**ANEXO 5: DIAGRAMA DE FLUJO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN
DE LA PTAR URBINA CENTRO**

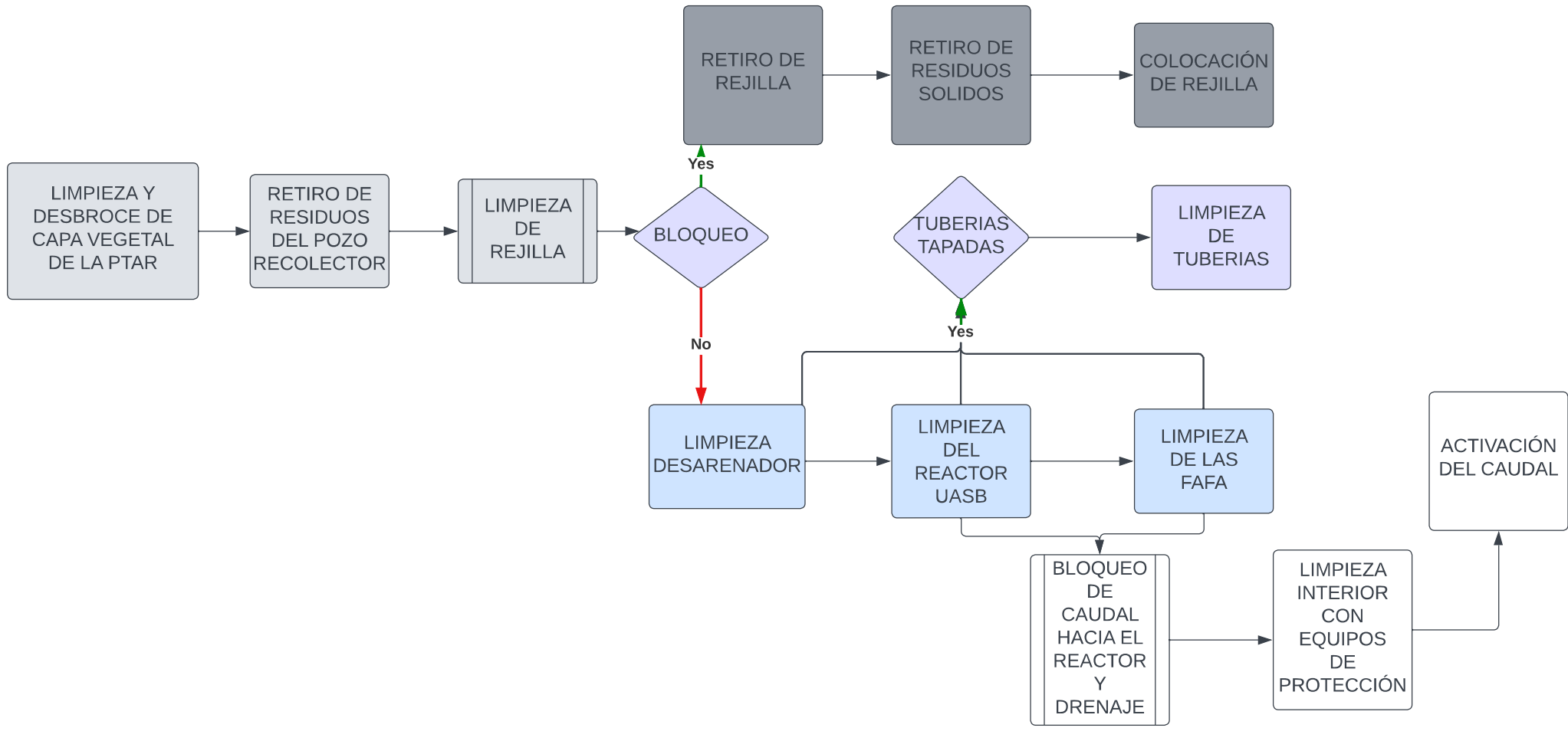
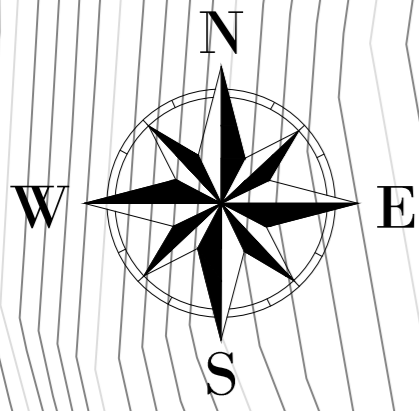


DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA

ANEXO 6: PLANOS Y LETREROS

771400.000 771500.000 771600.000 771700.000 771800.000 771900.000



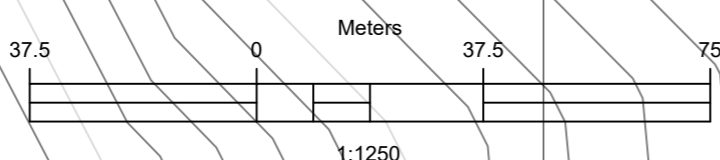
P2
 E:771506.300
 N:9873281.449
 ELEV:2761.734

P1
 E:771514.518
 N:9873275.371
 ELEV:2762.877

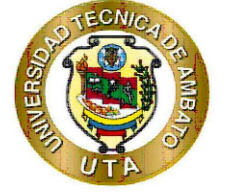
P3
 E:771481.216
 N:9873267.198
 ELEV:2757.682

P4
 E:771462.541
 N:9873246.561
 ELEV:2754.520

P5
 E:771487.911
 N:9873242.558
 ELEV:2759.522



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



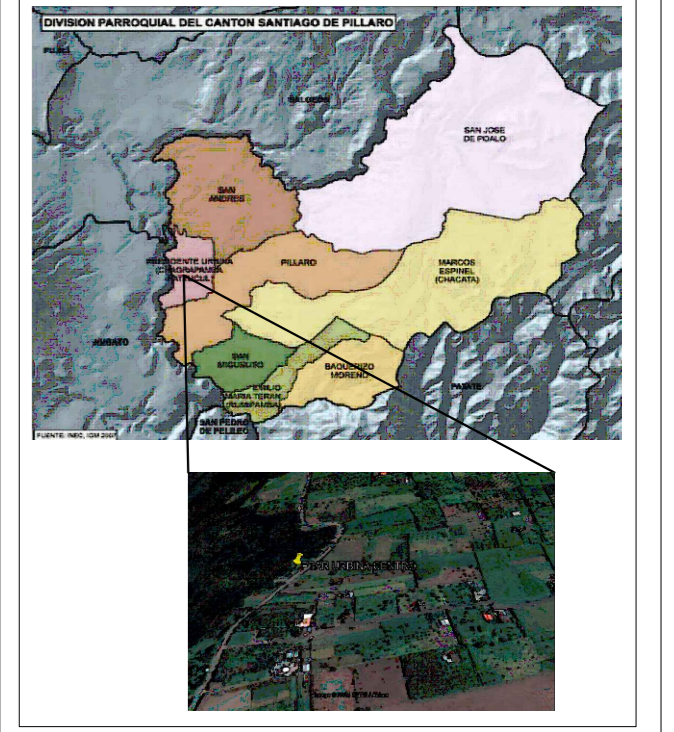
PROYECTO:
 "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

PROVINCIA: TUNGURAHUA
CANTÓN: PÍLLARO
SECTOR: URBINA CENTRO

CONTIENE:
 TOPOGRAFÍA Y UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES URBINA CENTRO

ESCALA: 1:1250
FECHA: MARZO/2023
LÁMINA: 1 DE 6

REFERENCIA CARTOGRÁFICA - UBICACIÓN DE LA PTAR:

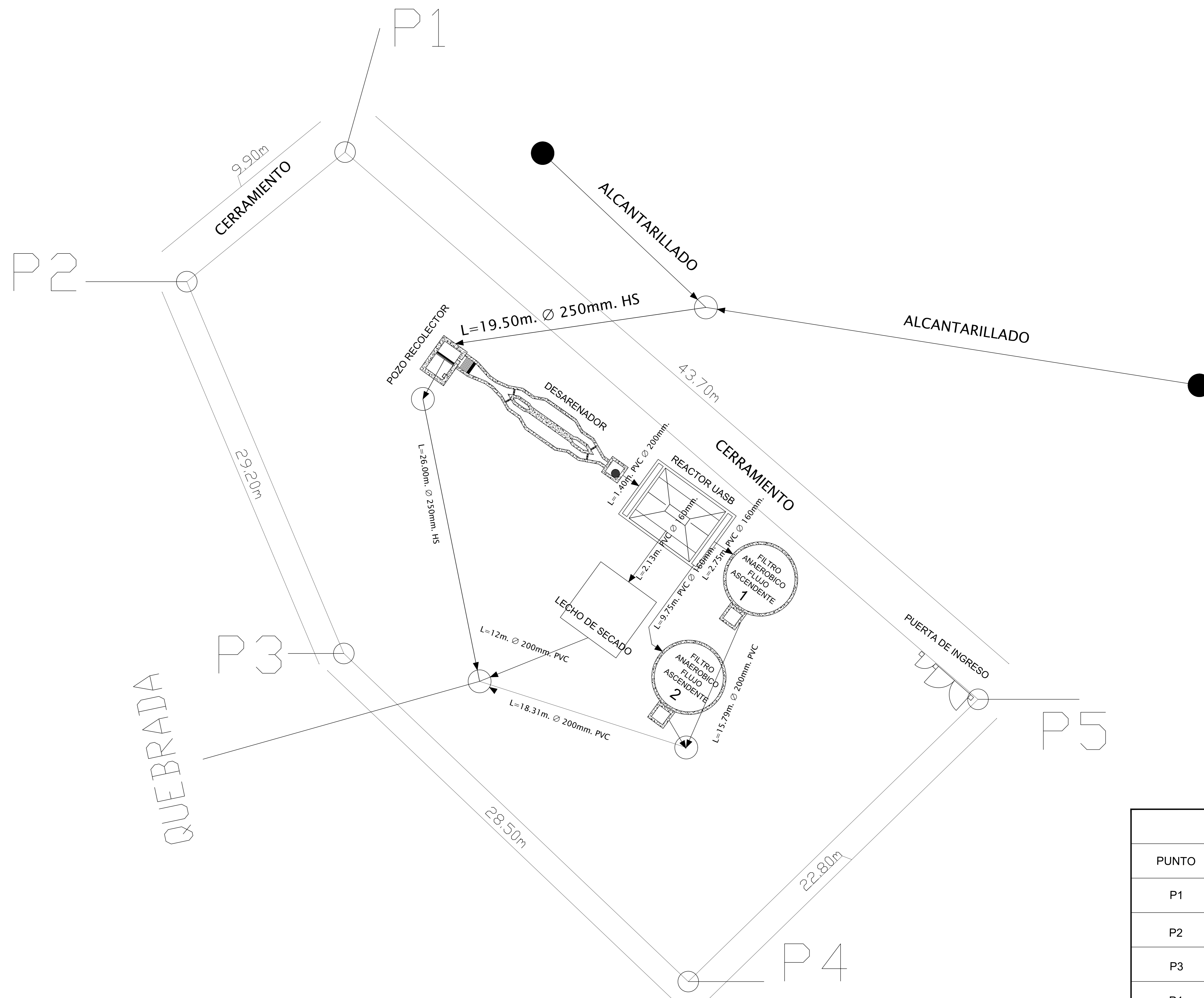
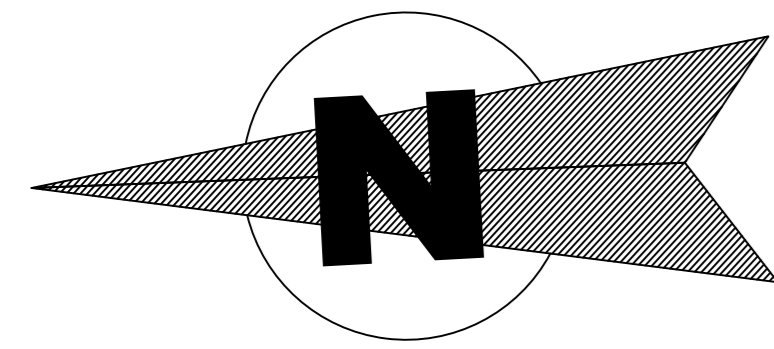


LEYENDA:

COORDENADAS DE LA PTAR			
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
P1	771514.51	9873275.37	2762.87
P2	771506.30	9873281.44	2761.73
P3	771481.21	9873267.19	2757.68
P4	771462.54	9873246.56	2754.52
P5	771487.91	9873242.55	2759.52

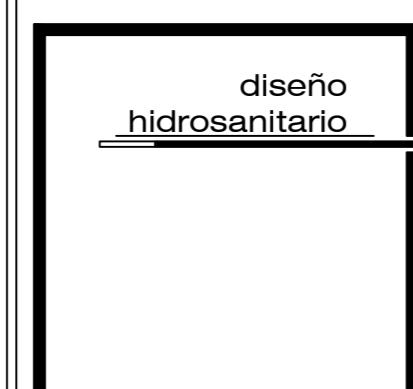
DIBUJO: GERMAN VALLE
REVISADO POR: ING. MG. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS

771400.000 771500.000 771600.000 771700.000 771800.000 771900.000



COORDENADAS DE LA PTAR			
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
P1	771514.21	9873275.37	2762.87
P2	771506.30	9873281.44	2761.73
P3	771481.21	9873267.19	2757.68
P4	771462.54	9873246.56	2754.52
P5	771487.91	9873242.55	2759.52

PLANTA DE
TRATAMIENTO
AGUAS
RESIDUALES
URBINA CENTRO



GERMÁN VALLE
ESTUDIANTE

REVISADO POR:

ING. FIDEL CASTRO

REVISADO POR:

ING. DILON MOYA

CONTENIDO:

PLANIMETRIA PLANTA DE TRATAMIENTO

FECHA:

FEBRERO 2023

ESCALA:

1:100

HOJA

1

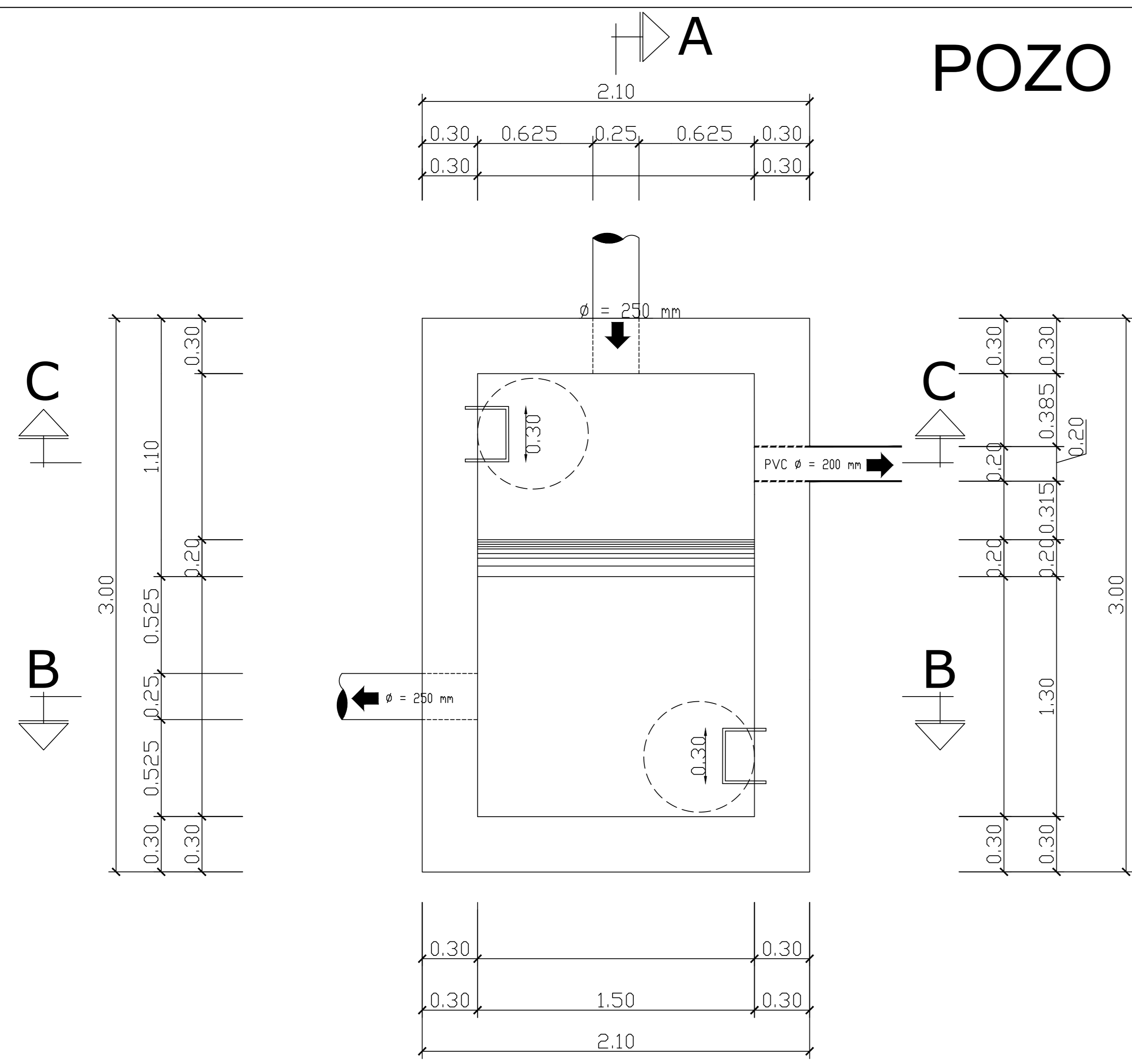


FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA

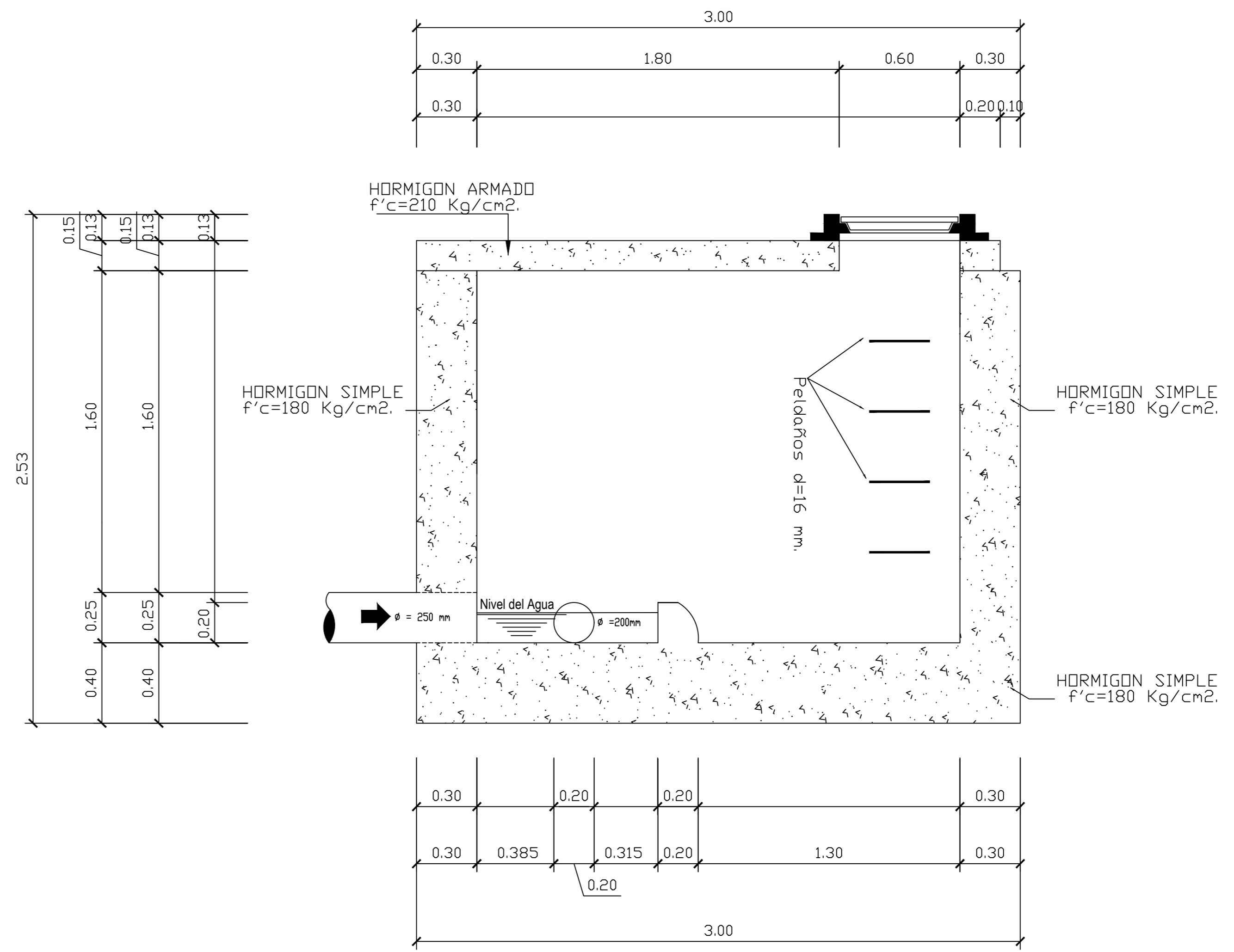
UBICACION:

Sector Urbina Centro
Parroquia: Presidente Urbina Cantón: Pillaro Provincia: Tungurahua

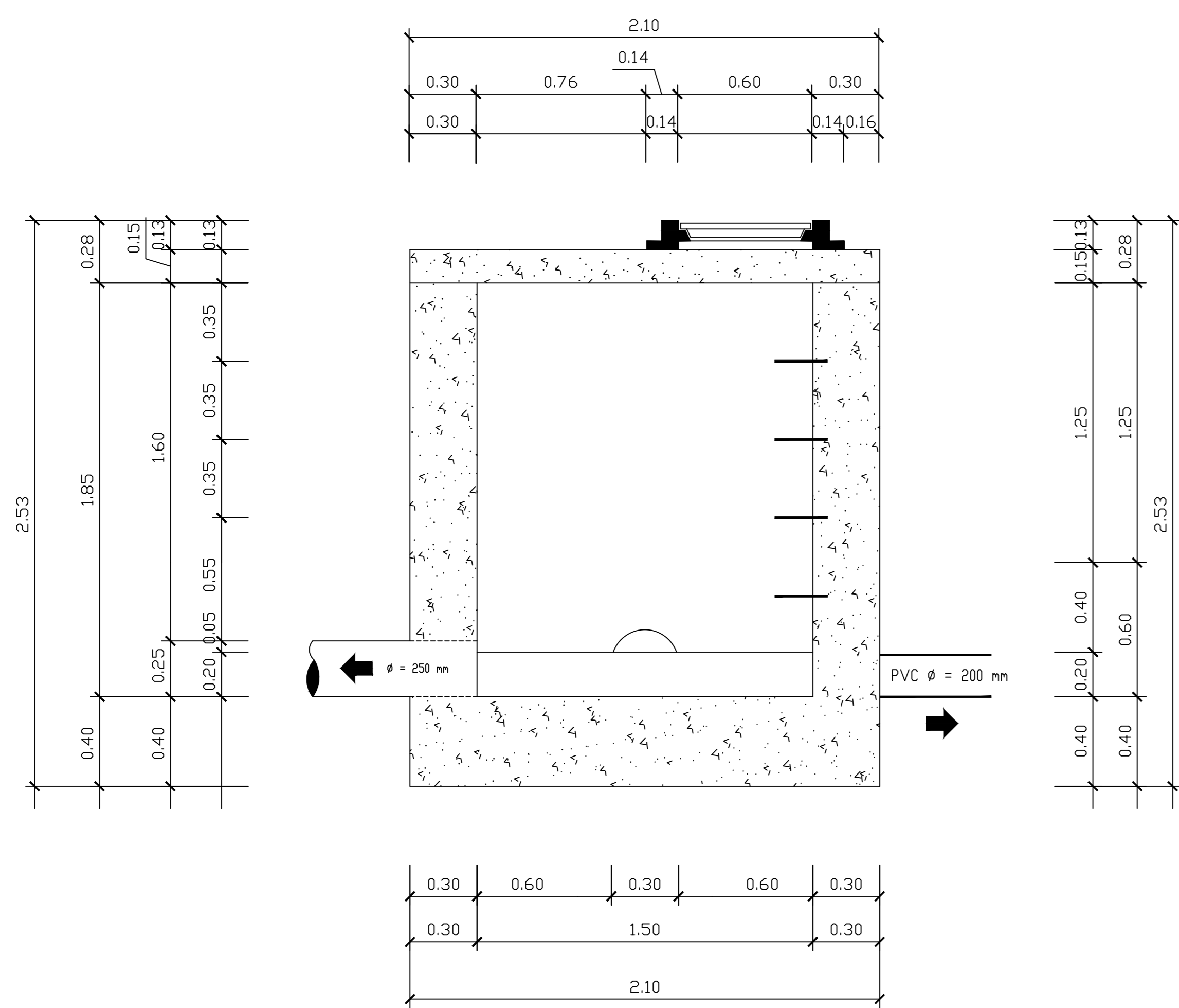
POZO RECOLECTOR - ALIVIADERO



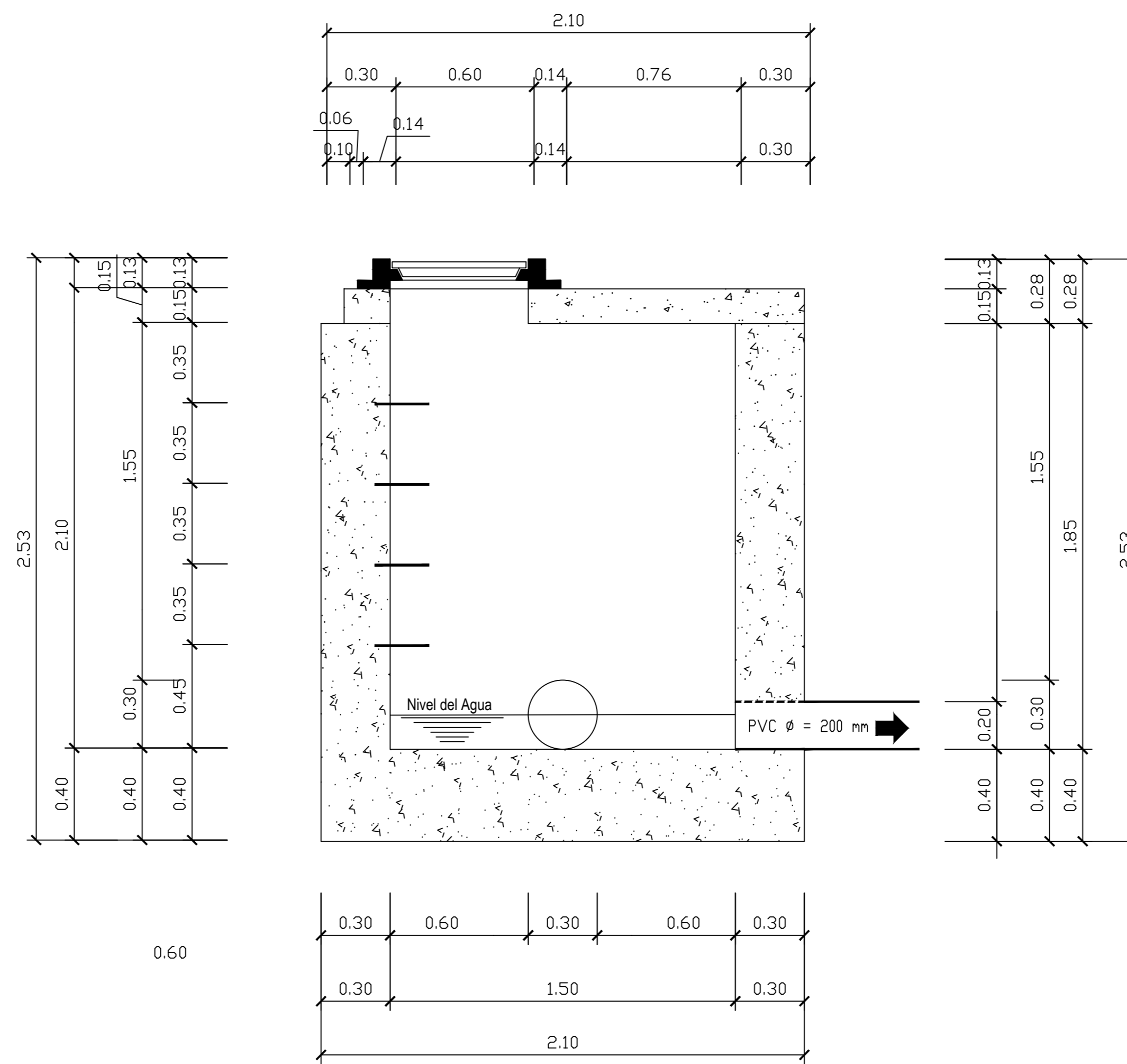
PLANTA
ESCALA-----1:25



CORTE A-A
ESCALA-----1:25



CORTE B-B
ESCALA-----1:25

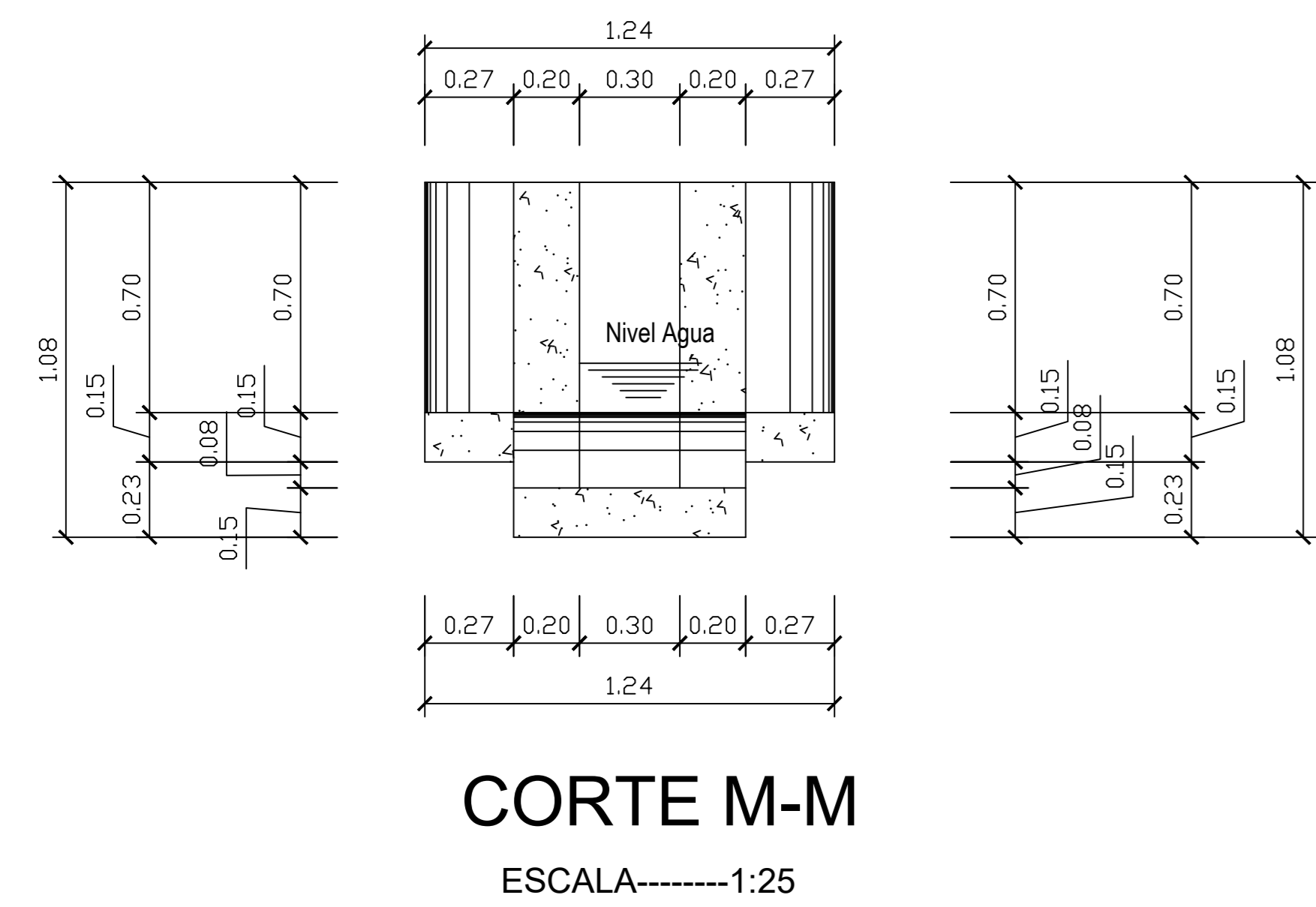


CORTE C-C
ESCALA-----1:25

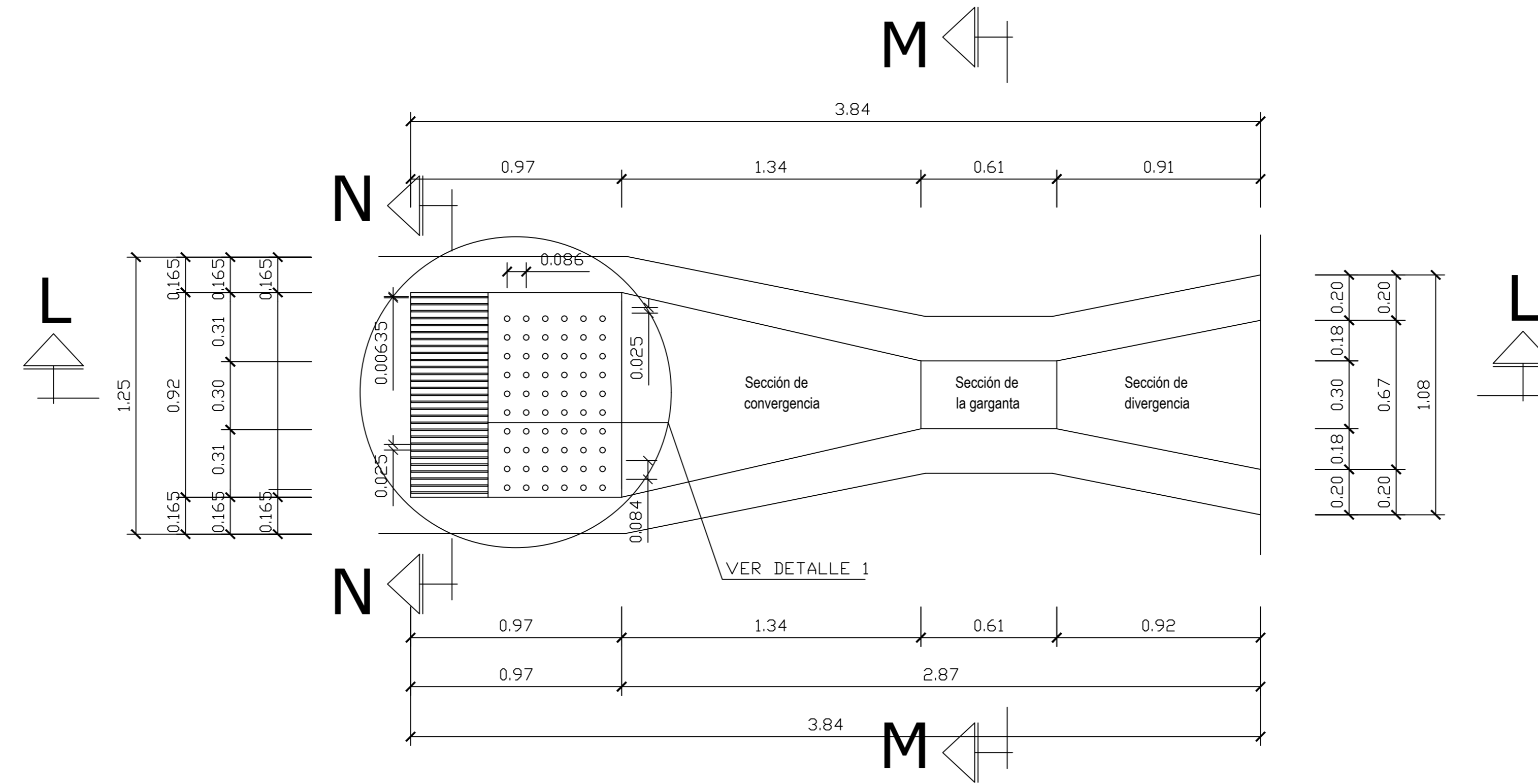
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"		
PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTÓN: PÍLLARO	SECTOR: URBINA CENTRO
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES DE LA PTAR ACTUAL	ESCALA: LAS INDICADAS	FECHA: MARZO/2023
DIBUJO: GERMAN VALLE	REVISADO POR: ING. MSc. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS	LAMINA: 2 DE 6

REJILLA Y CANAL PARSHALL

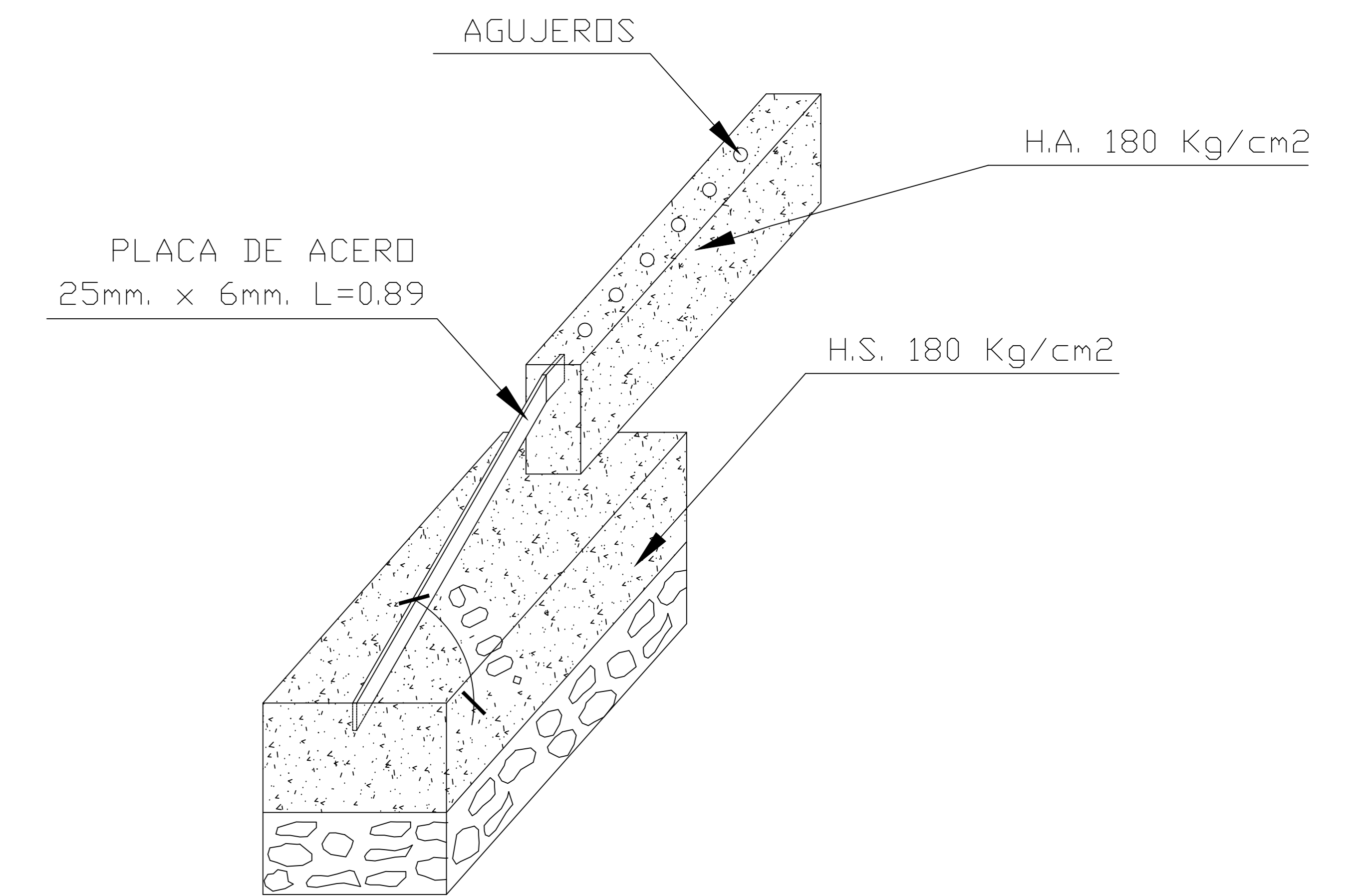
0.60



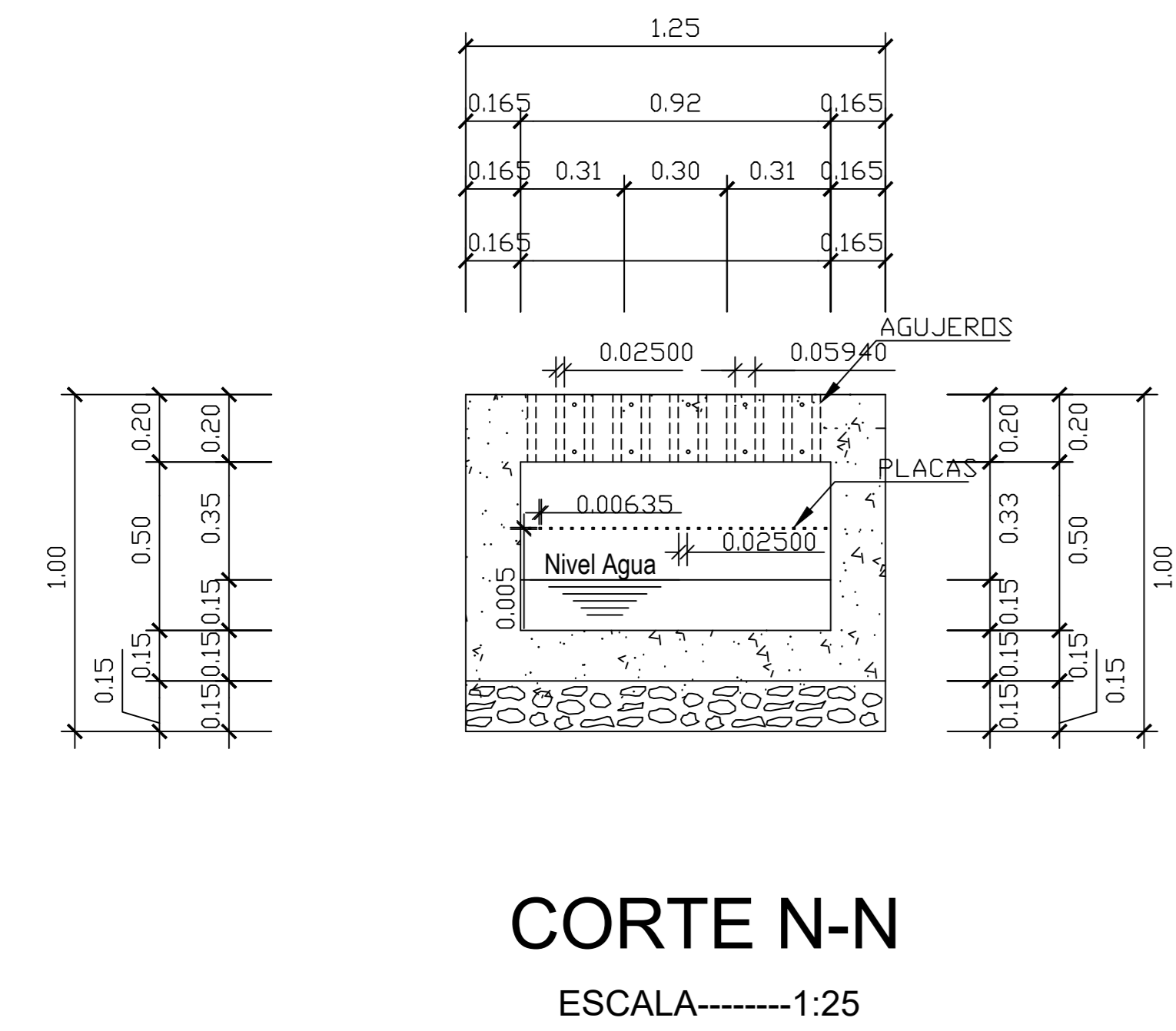
CORTE M-M
ESCALA-----1:25



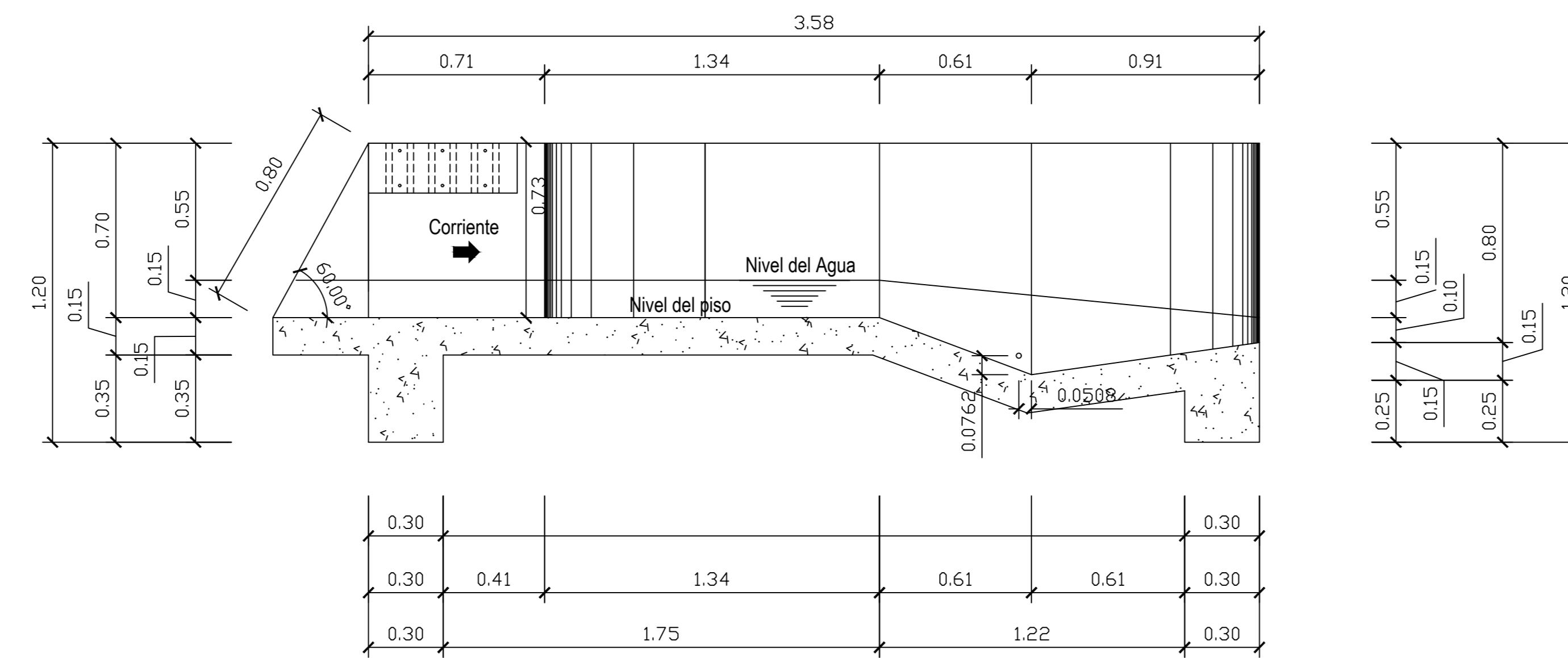
PLANTA
ESCALA-----1:25




DETALLE 1
ESCALA-----1:10



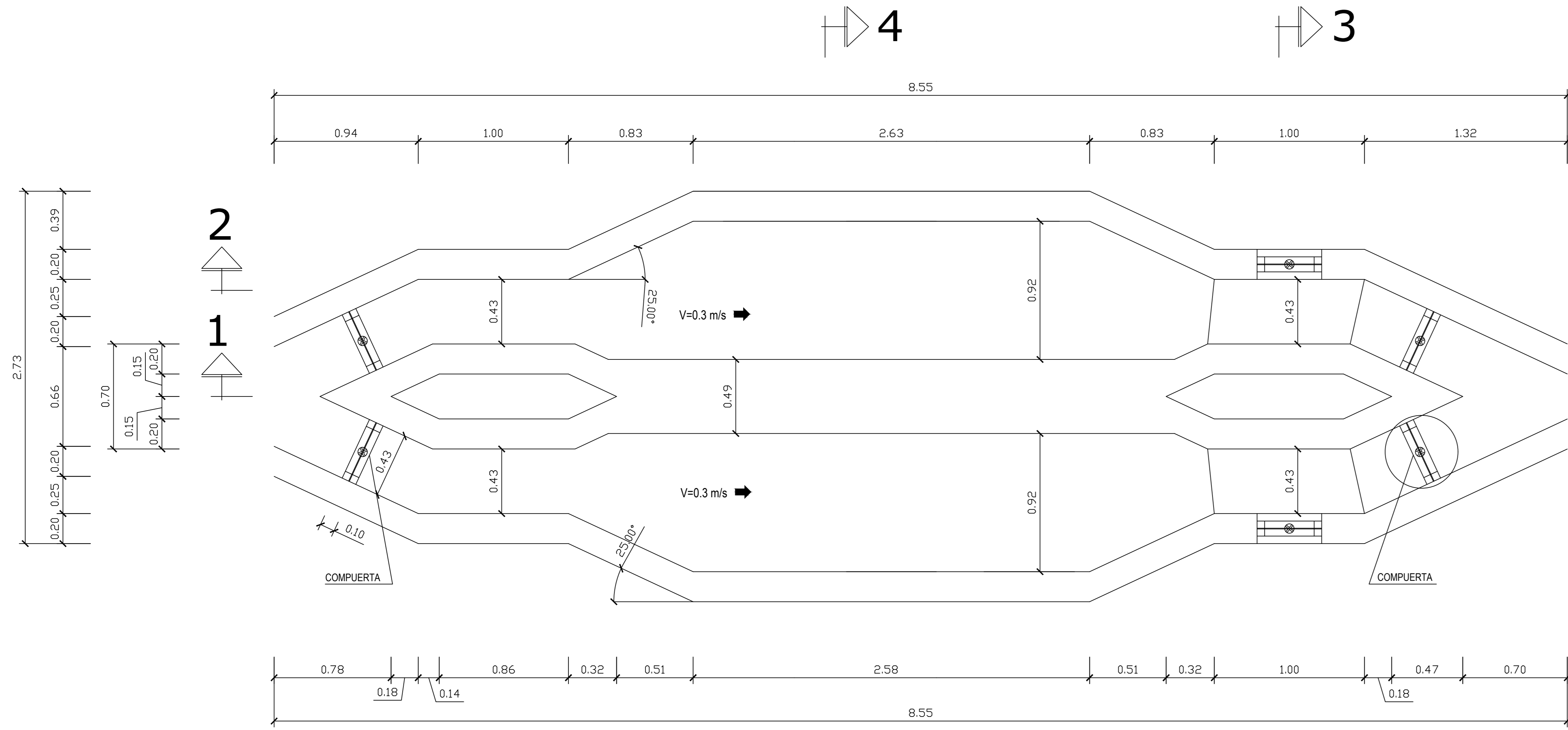
CORTE N-N
ESCALA-----1:25



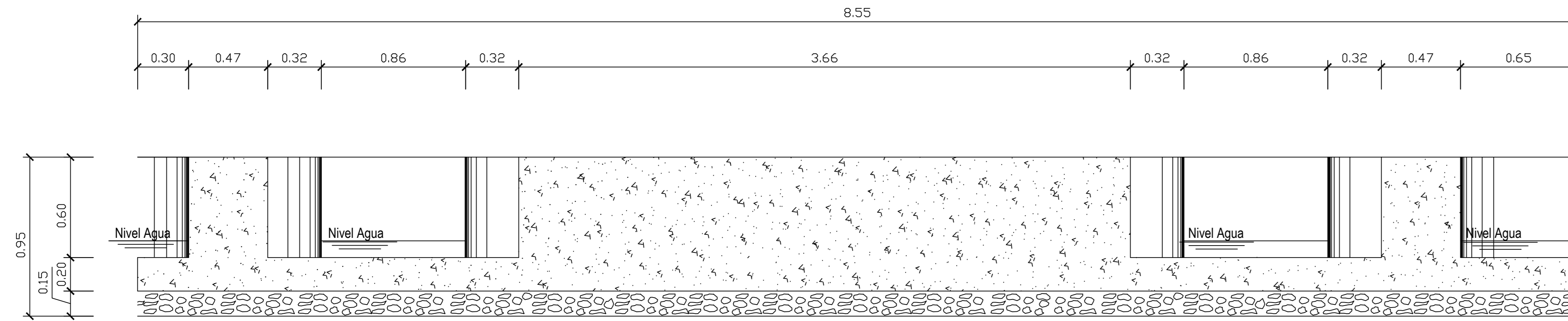
CORTE L-L
ESCALA-----1:25

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"		
PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PÍLLARO	SECTOR: URBINA CENTRO
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES DE LA PTAR ACTUAL	ESCALA: LAS INDICADAS	FECHA: MARZO/2023
DIBUJO: GERMAN VALLE	REVISADO POR: ING. MGR. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS	LAMINA: 3 DE 6

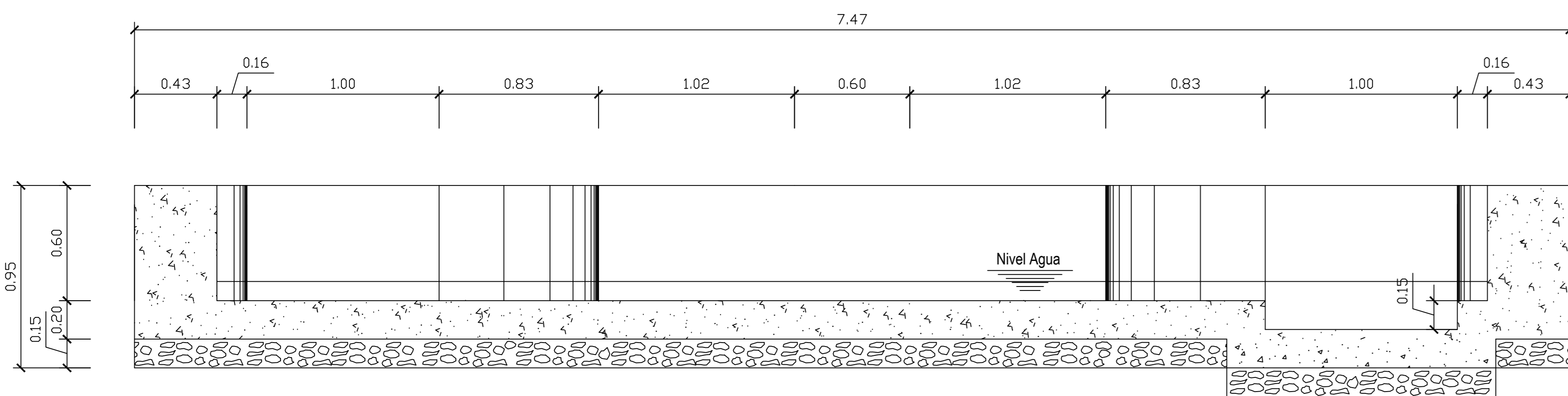
DESARENADOR



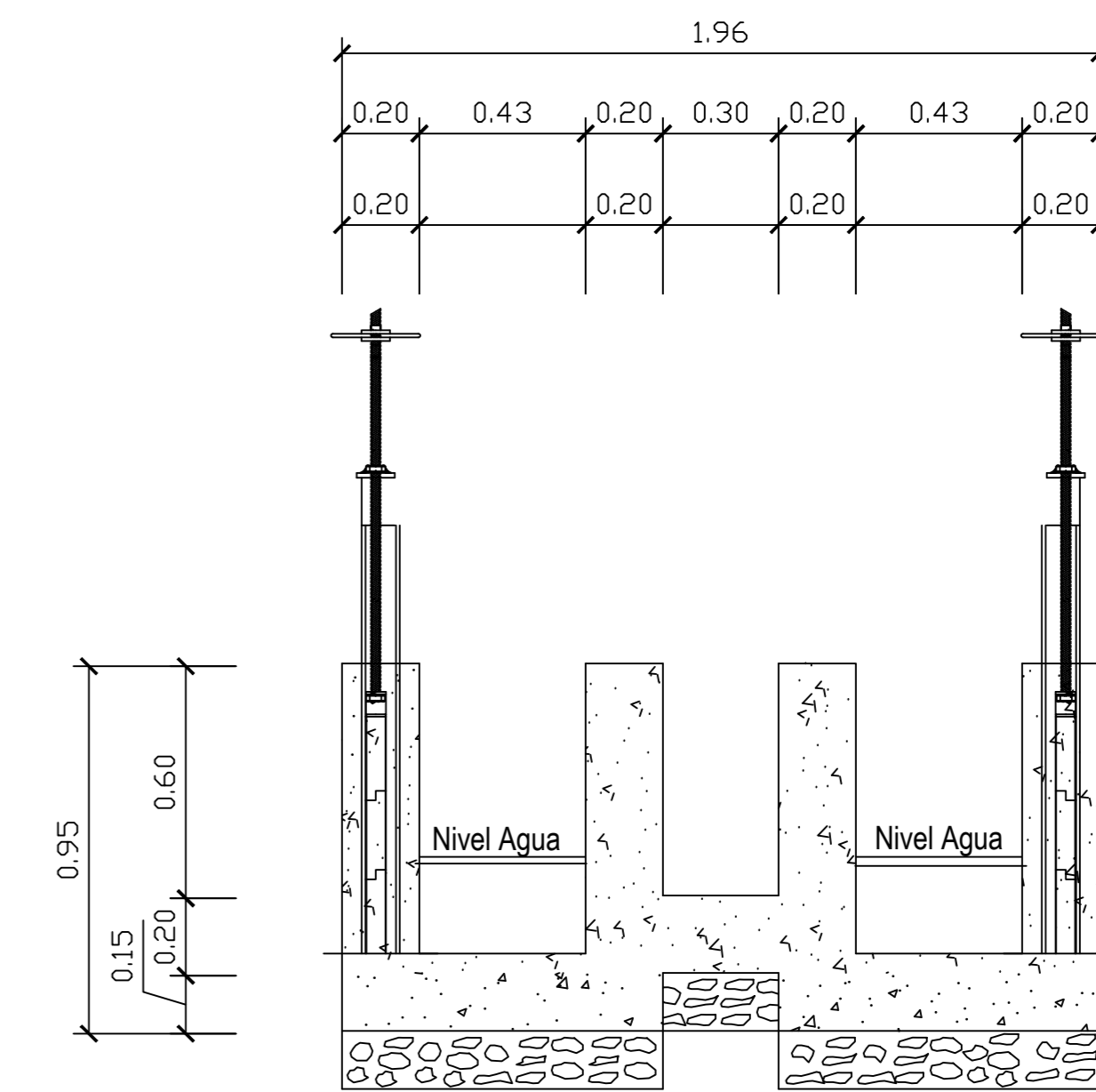
PLANTA
ESCALA-----1:25



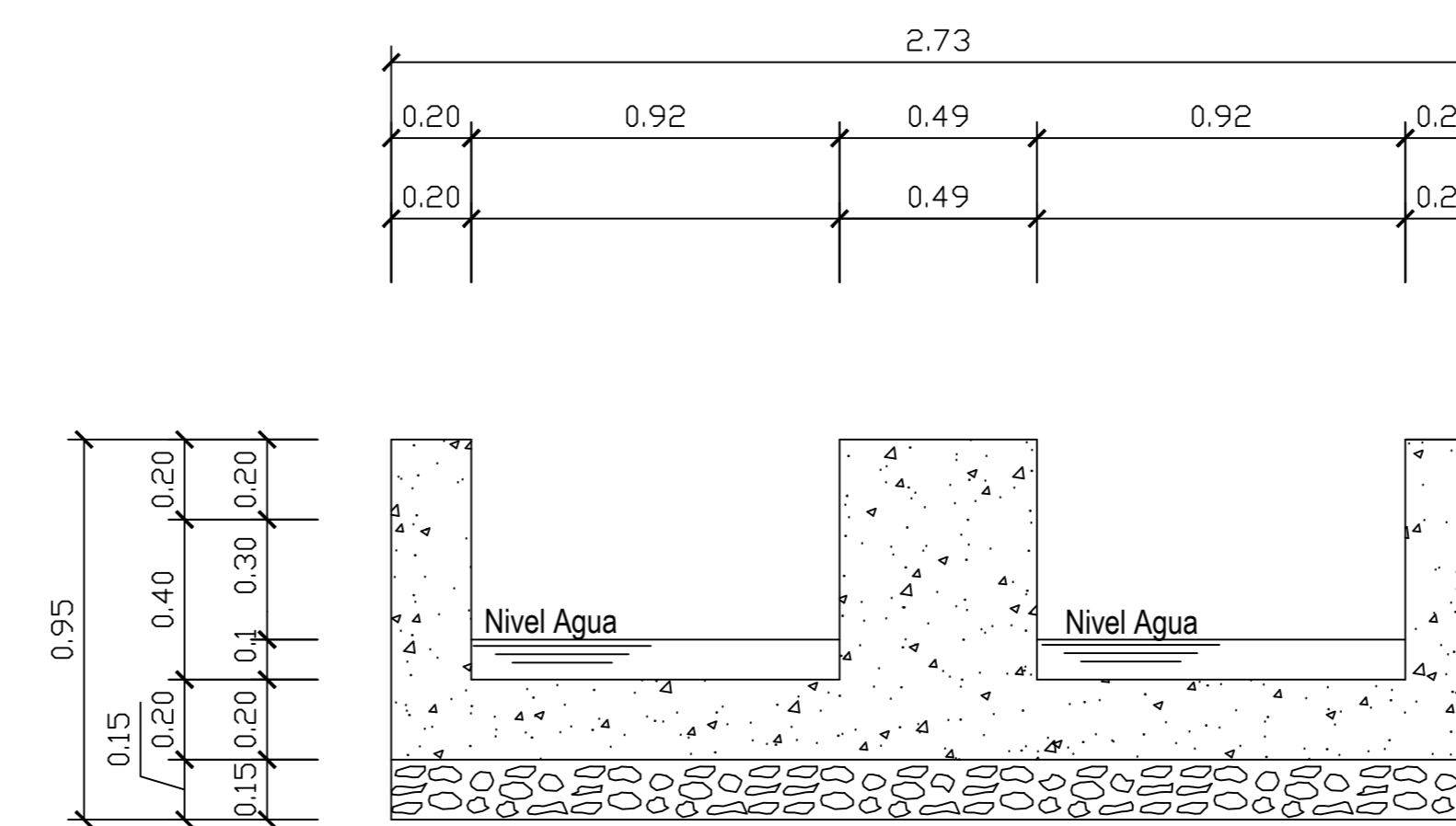
CORTE 1-1
ESCALA-----1:25



CORTE 2-2
ESCALA-----1:25



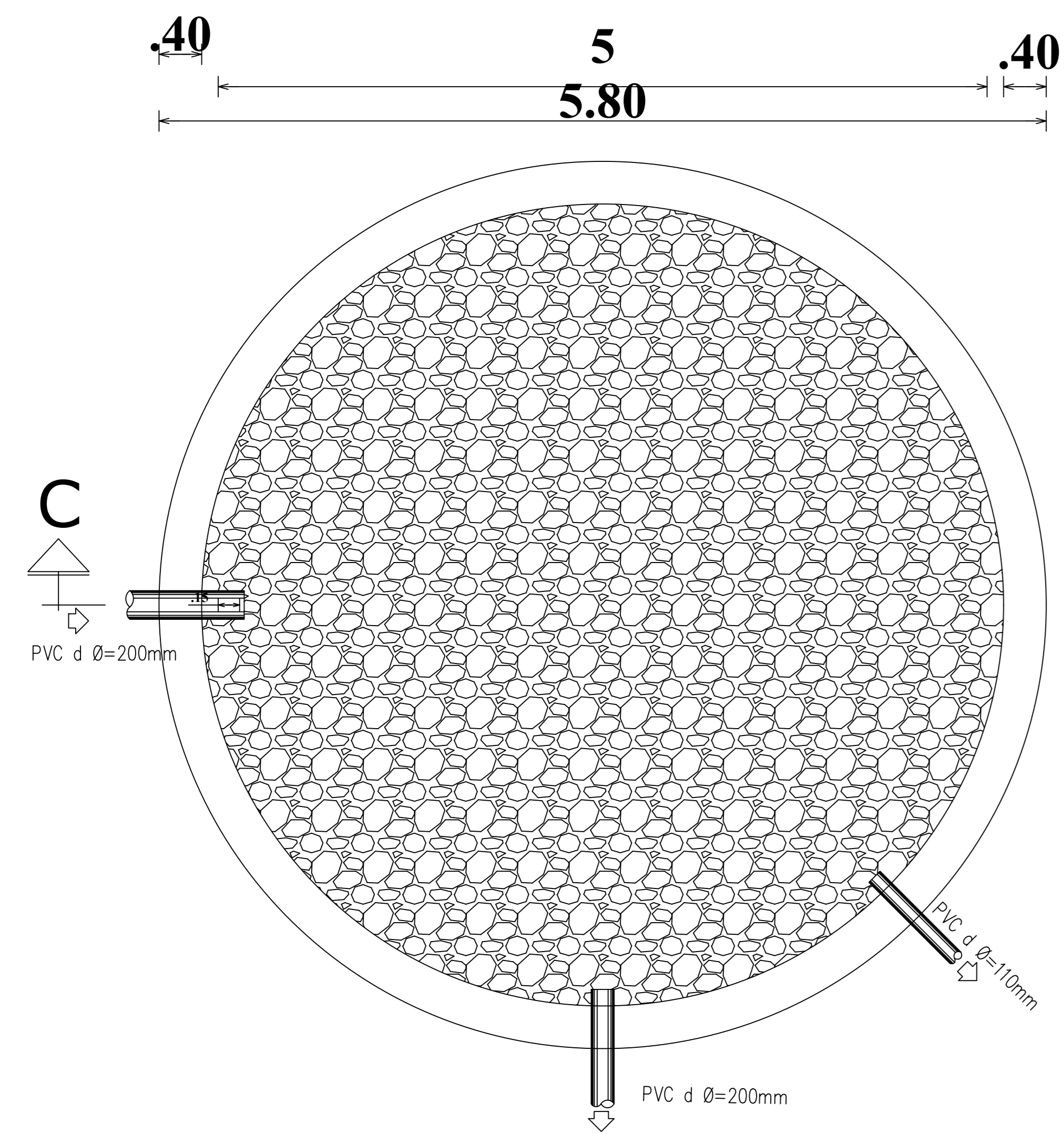
CORTE 3-3
ESCALA-----1:25



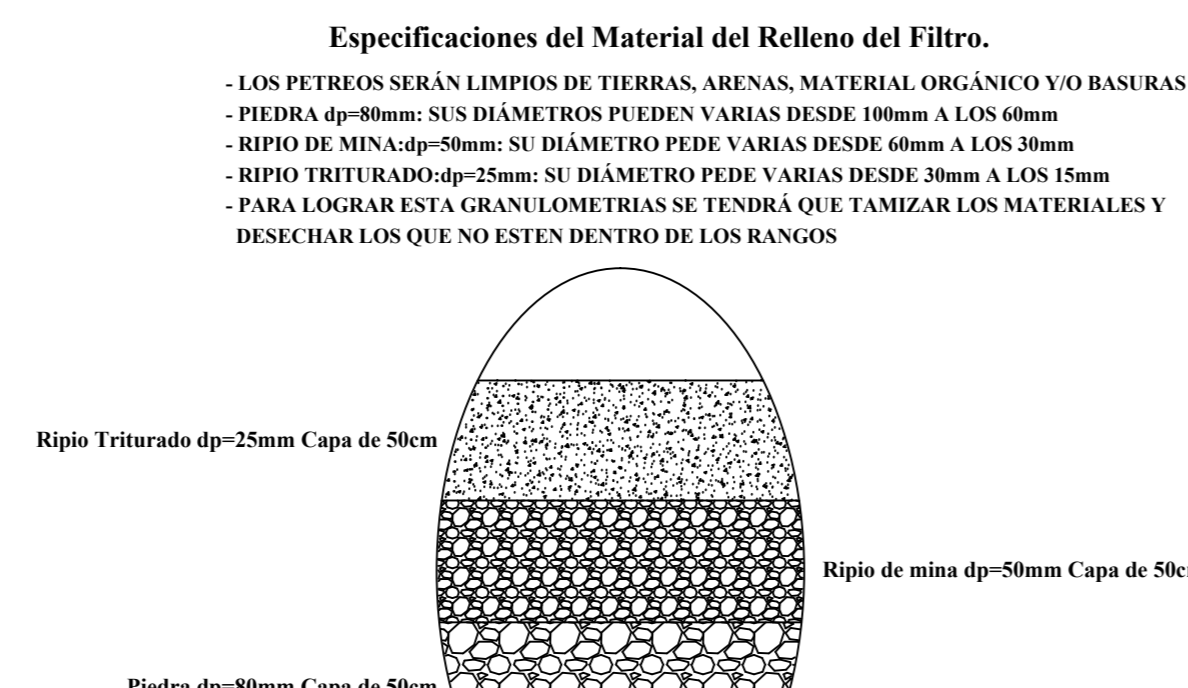
CORTE 4-4
ESCALA-----1:25

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  		
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"		
PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PÍLLARO	SECTOR: URBINA CENTRO
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES DE LA PTAR ACTUAL	ESCALA: LAS INDICADAS	FECHA: MARZO/2023
DIBUJO: GERMAN VALLE	REVISADO POR: ING. MCG. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS	LAMINA: 4 DE 6

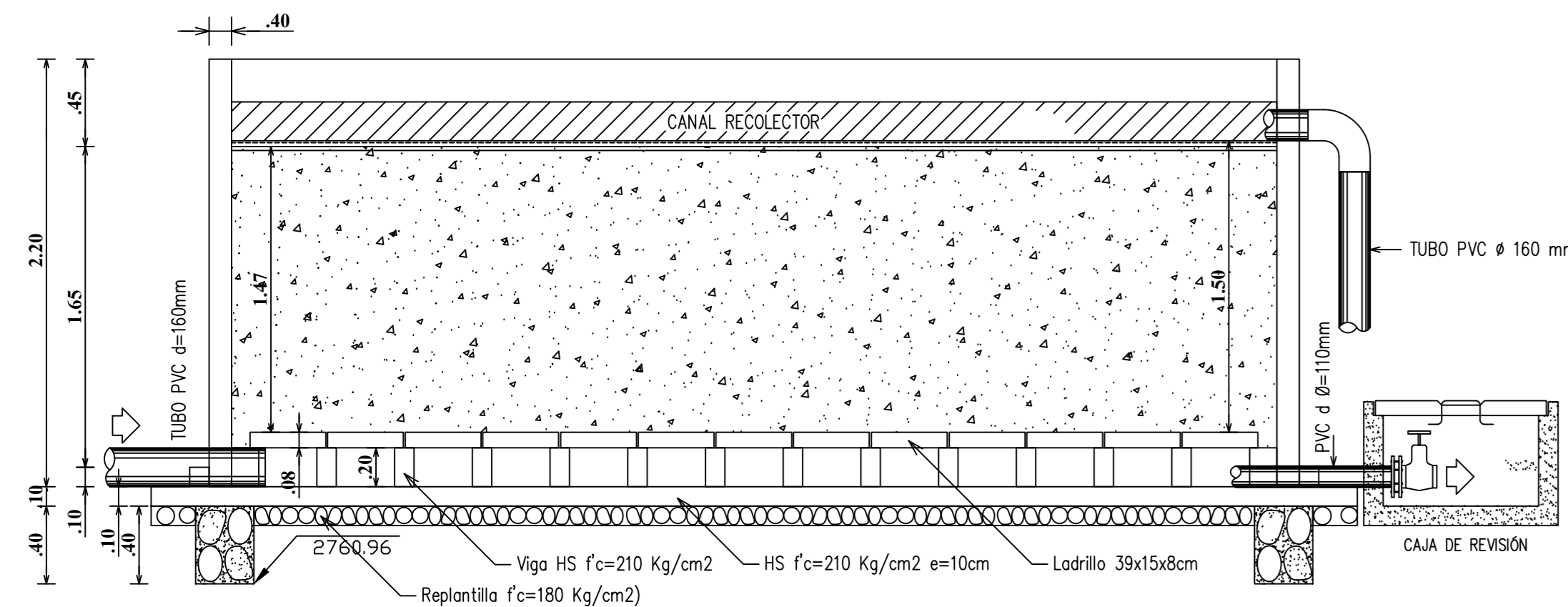
FILTRO ANAEROBICO FLUJO ASCENDENTE, REACTOR ANAEROBIO Y LECHO DE SECADO



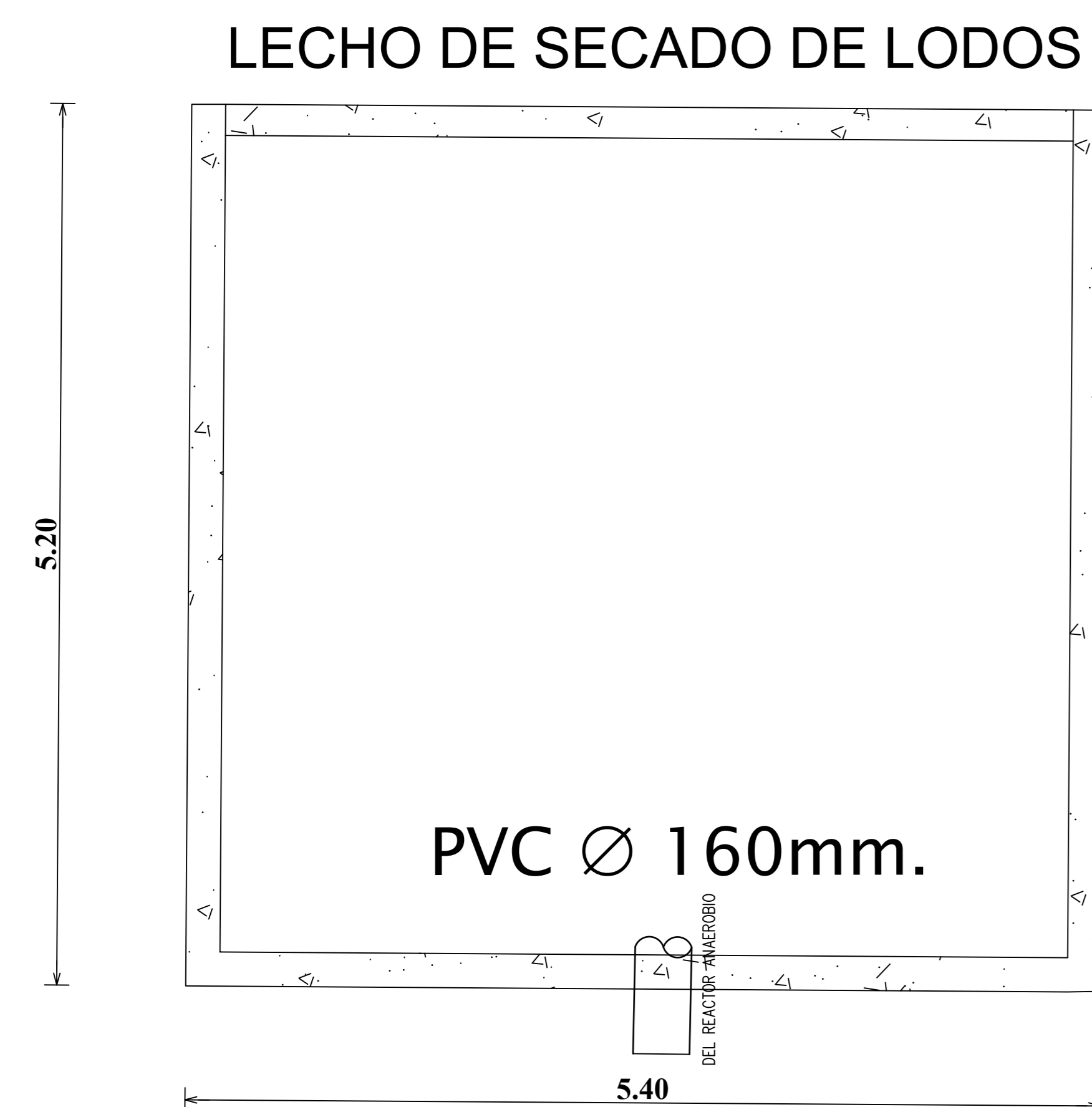
PLANTA
ESCALA-----1:40



DETALLE 1
ESCALA-----S/E

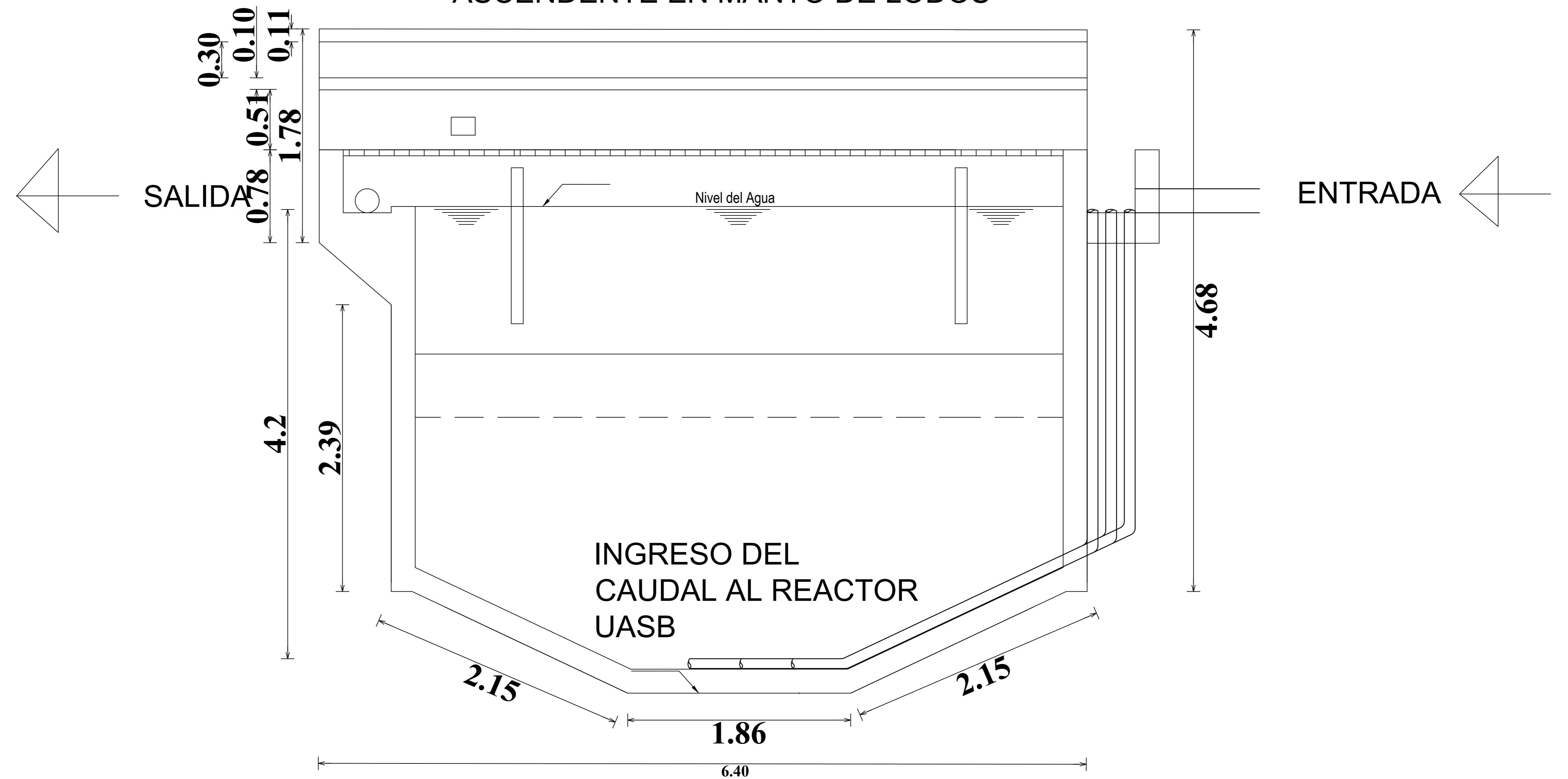


CORTE C-C' DEL FILTRO ANAEROBICO FLUJO ASCENDENTE
ESCALA-----1:40

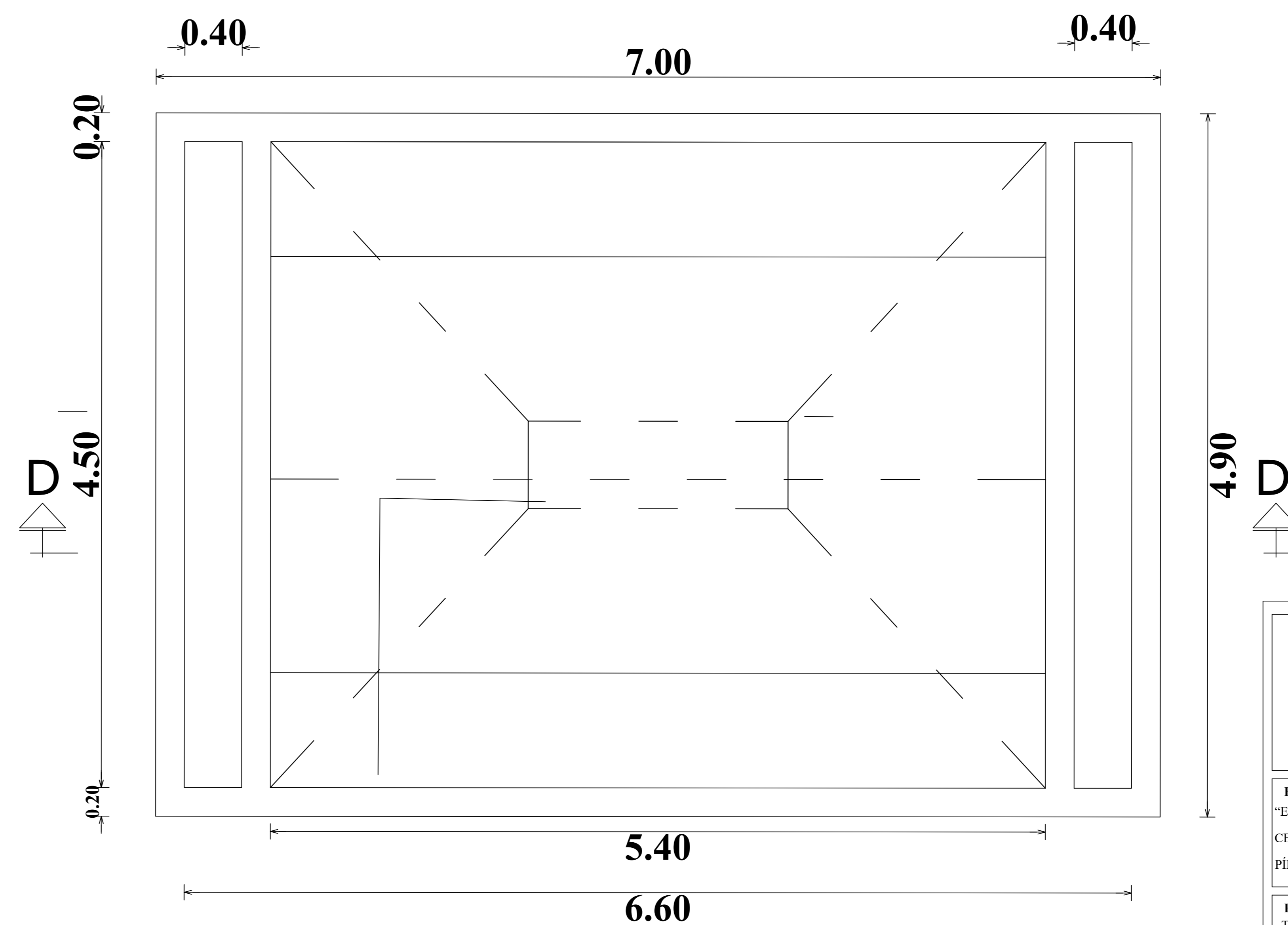


PLANTA
ESCALA-----1:30

REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE EN MANTO DE LODOS



CORTE D-D' DEL REACTOR ANAEROBIO
ESCALA-----1:30



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

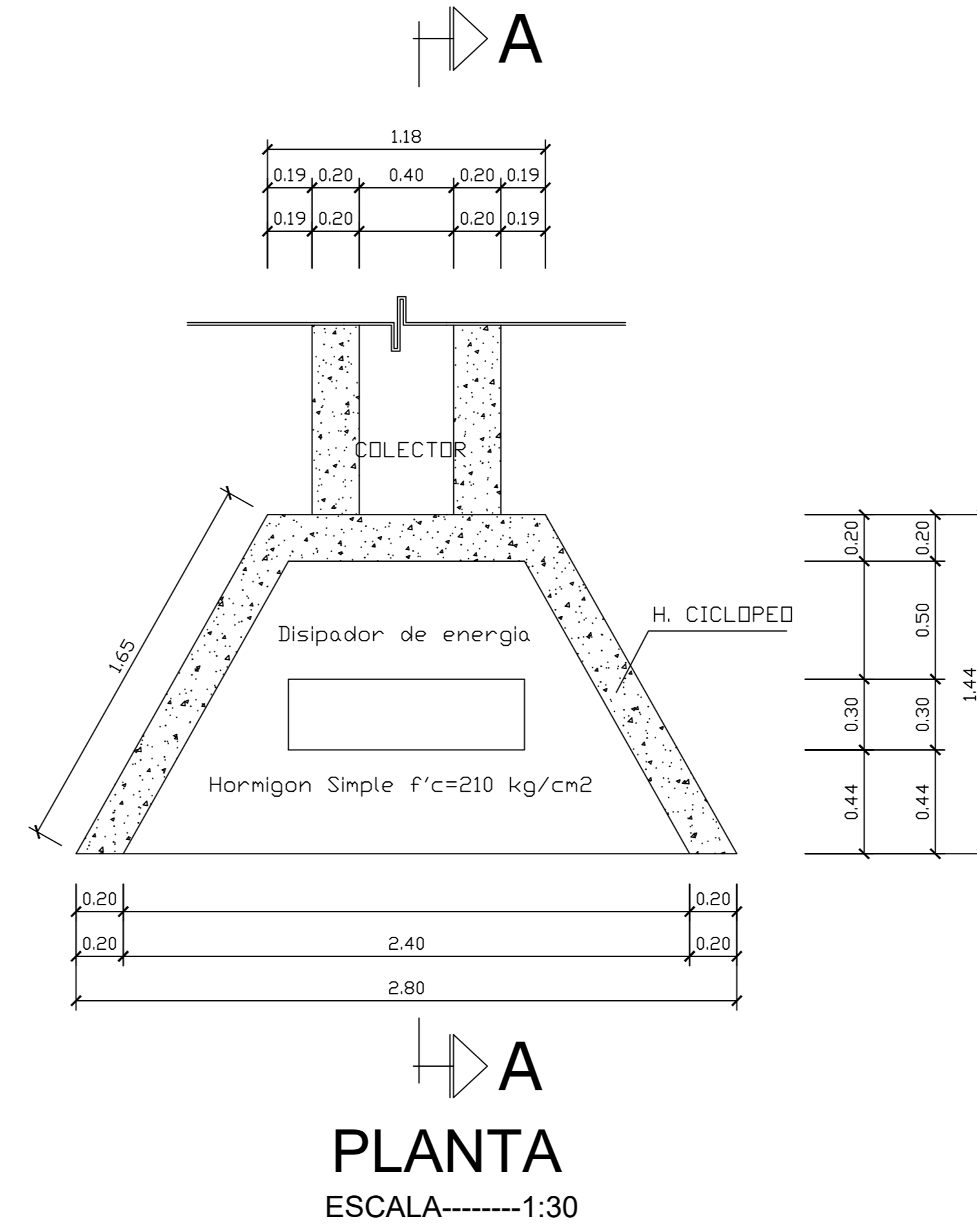
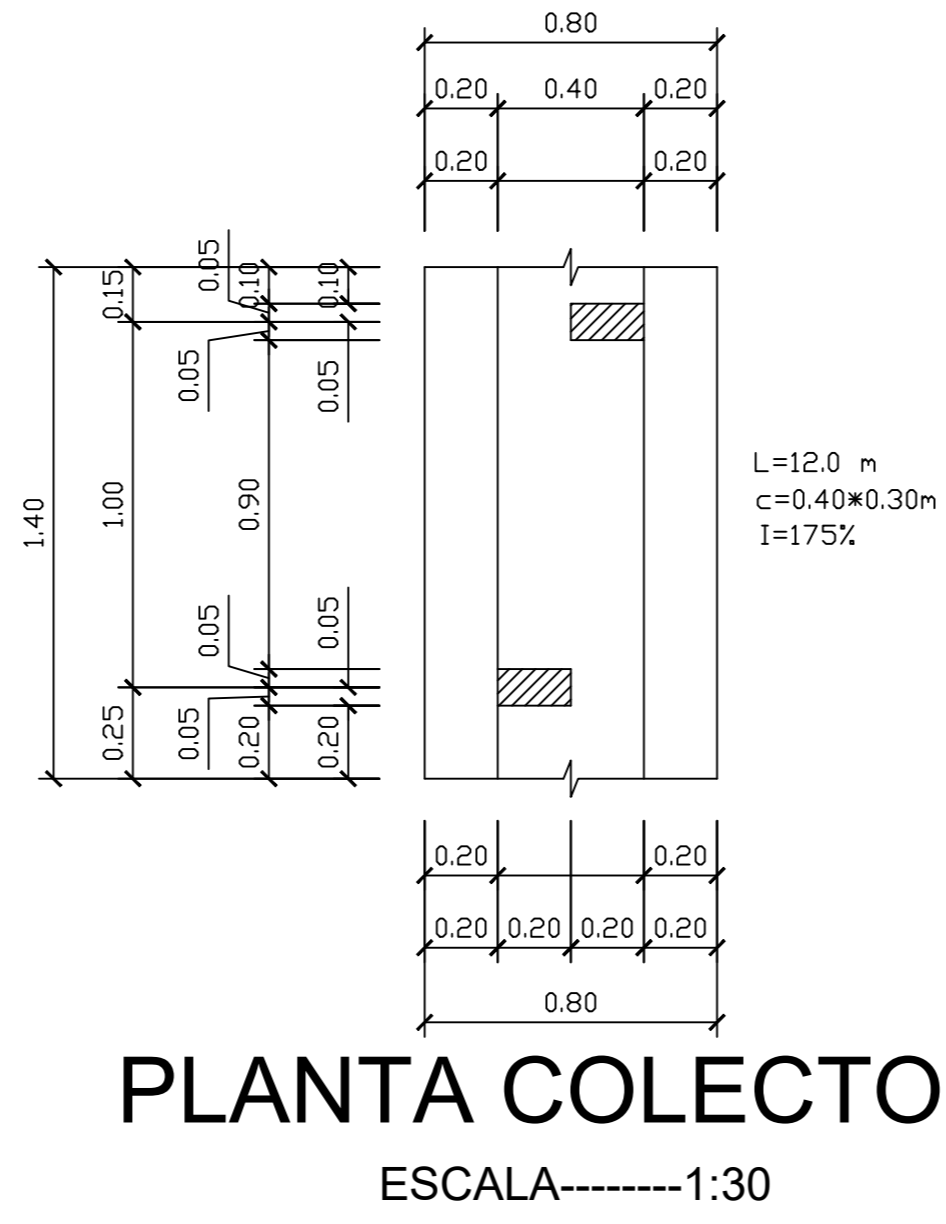
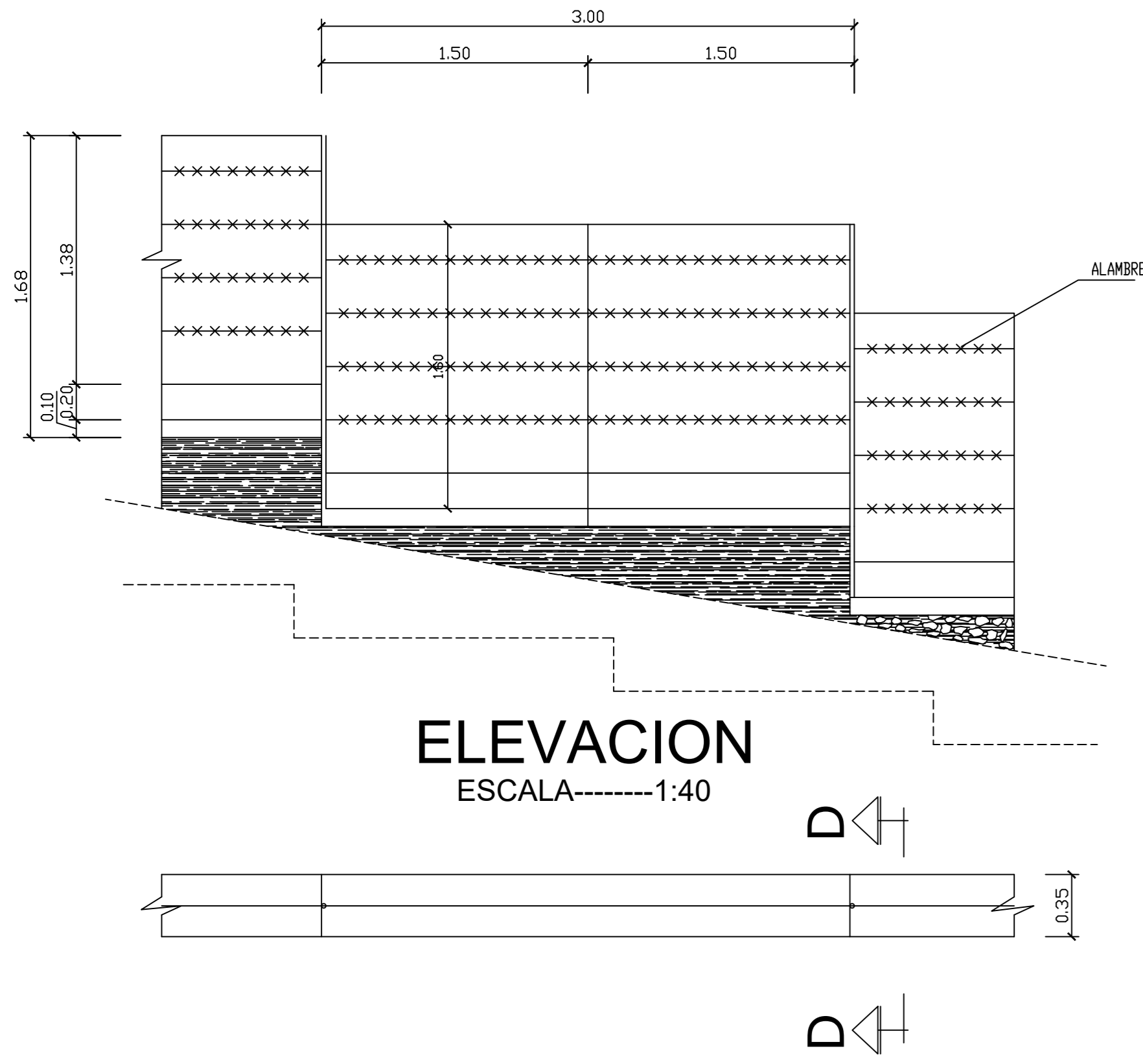
PROYECTO:
"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PÍLLARO	SECTOR: URBINA CENTRO
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES DE LA PTAR ACTUAL	ESCALA: LAS INDICADAS	FECHA: MARZO/2023
DIBUJO: GERMÁN VALLE	REVISADO POR: ING. MCG. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS	LAMINA: 5 DE 6

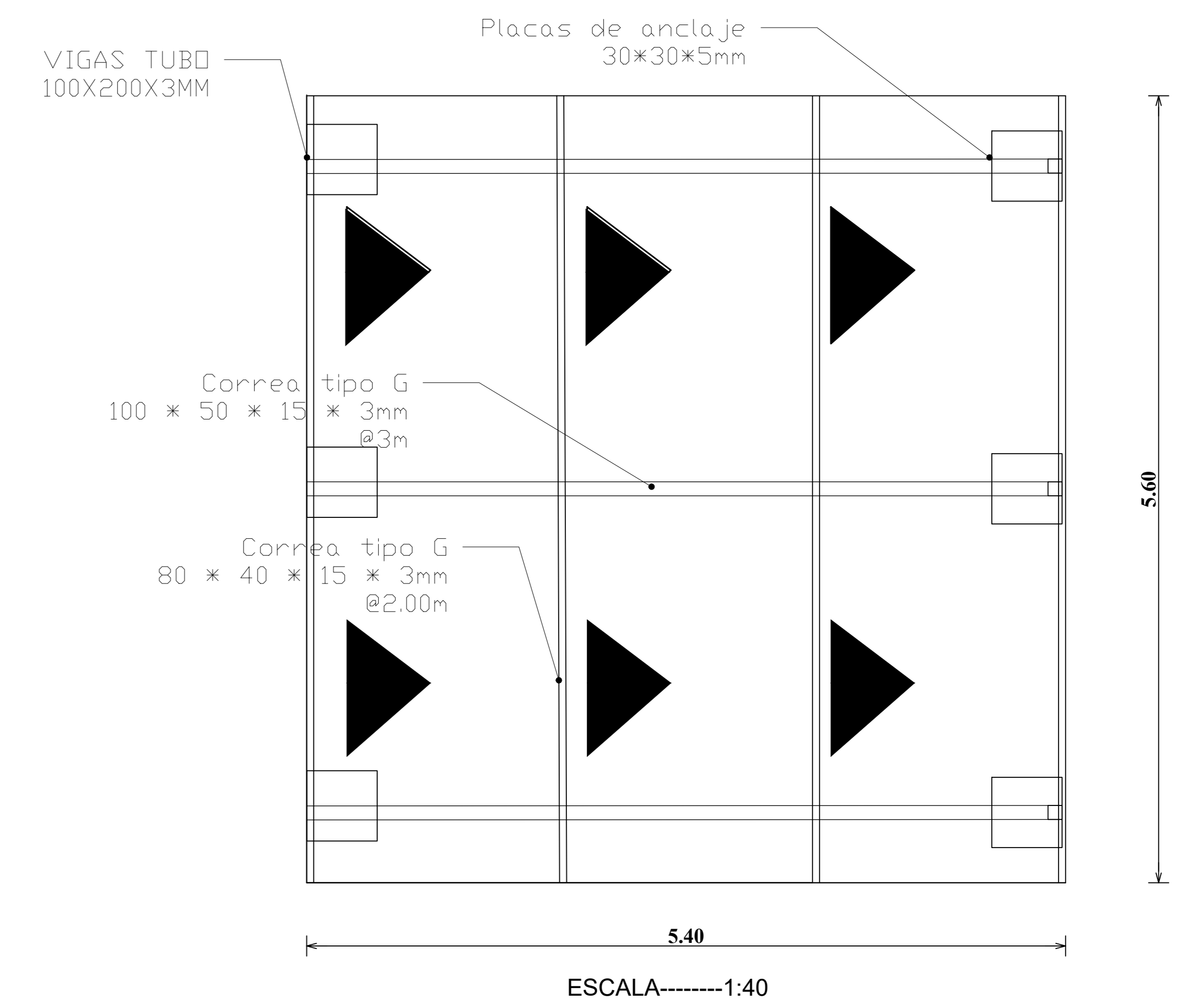
DETALLES DE PUERTA Y CERRAMIENTO TIPO

DETALLE DE LA DESCARGA

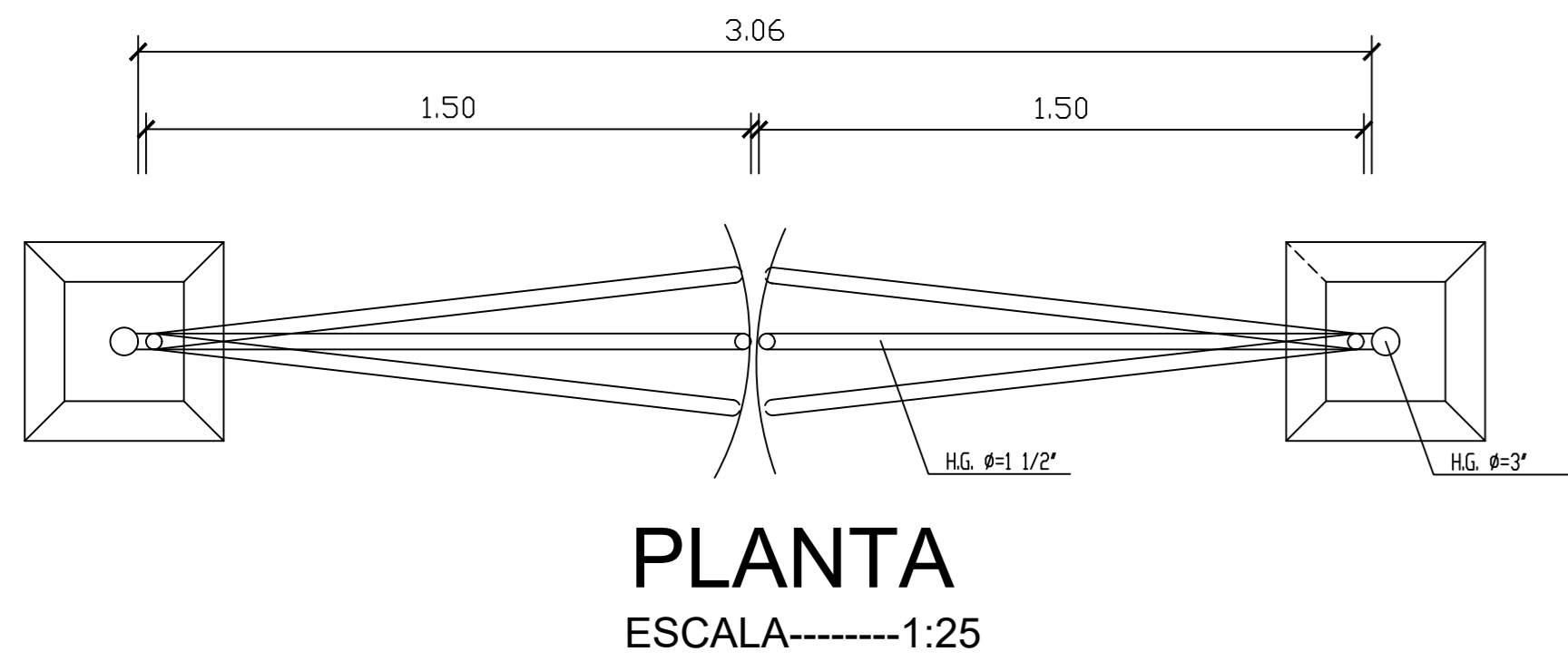
CERRAMIENTO EN TERRENO INCLINADO



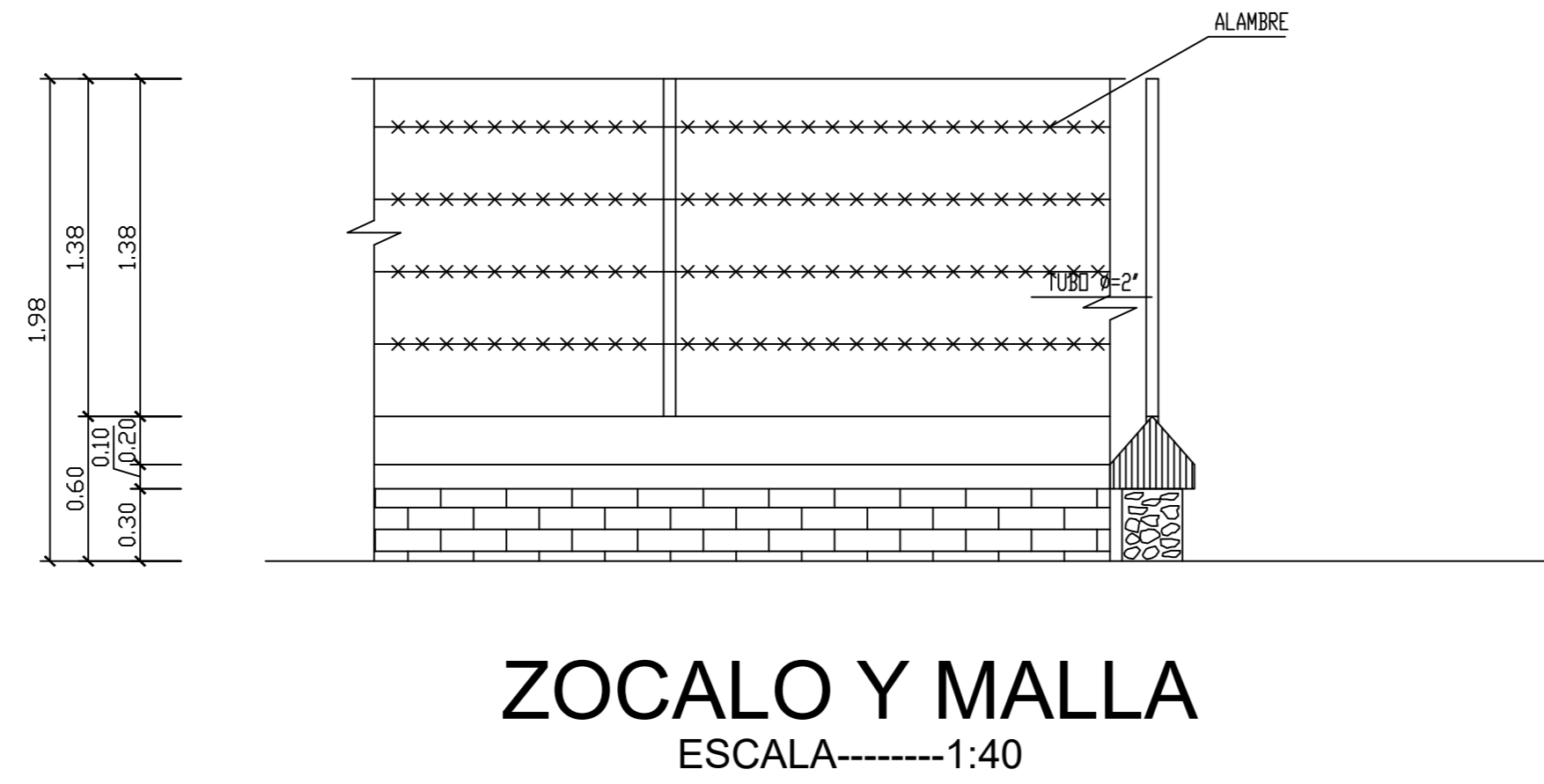
IMPLEMENTACION DE CUBIERTA LECHO DE SECADO DE LODOS



PUERTA DE ACCESO FRONTAL

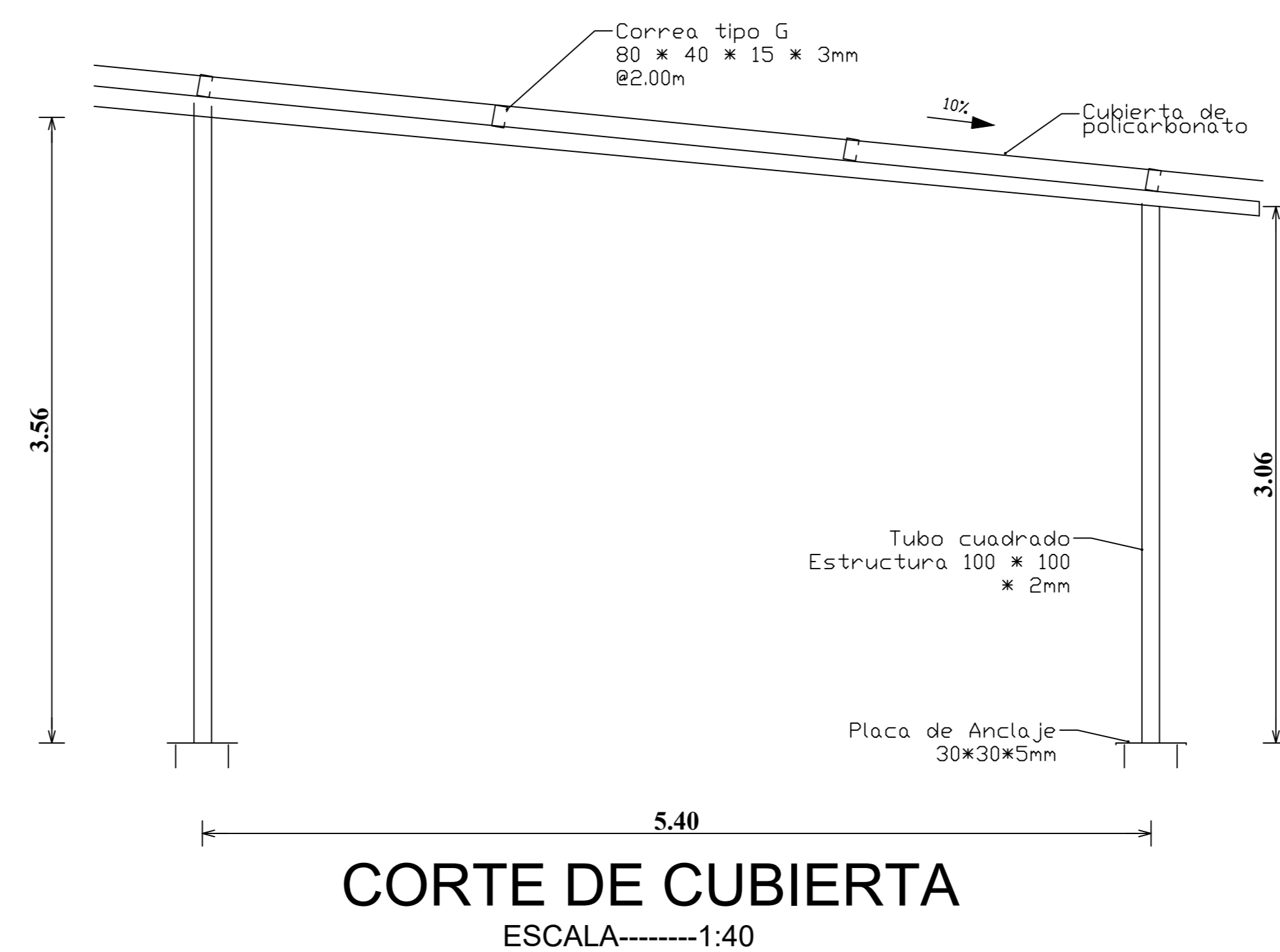
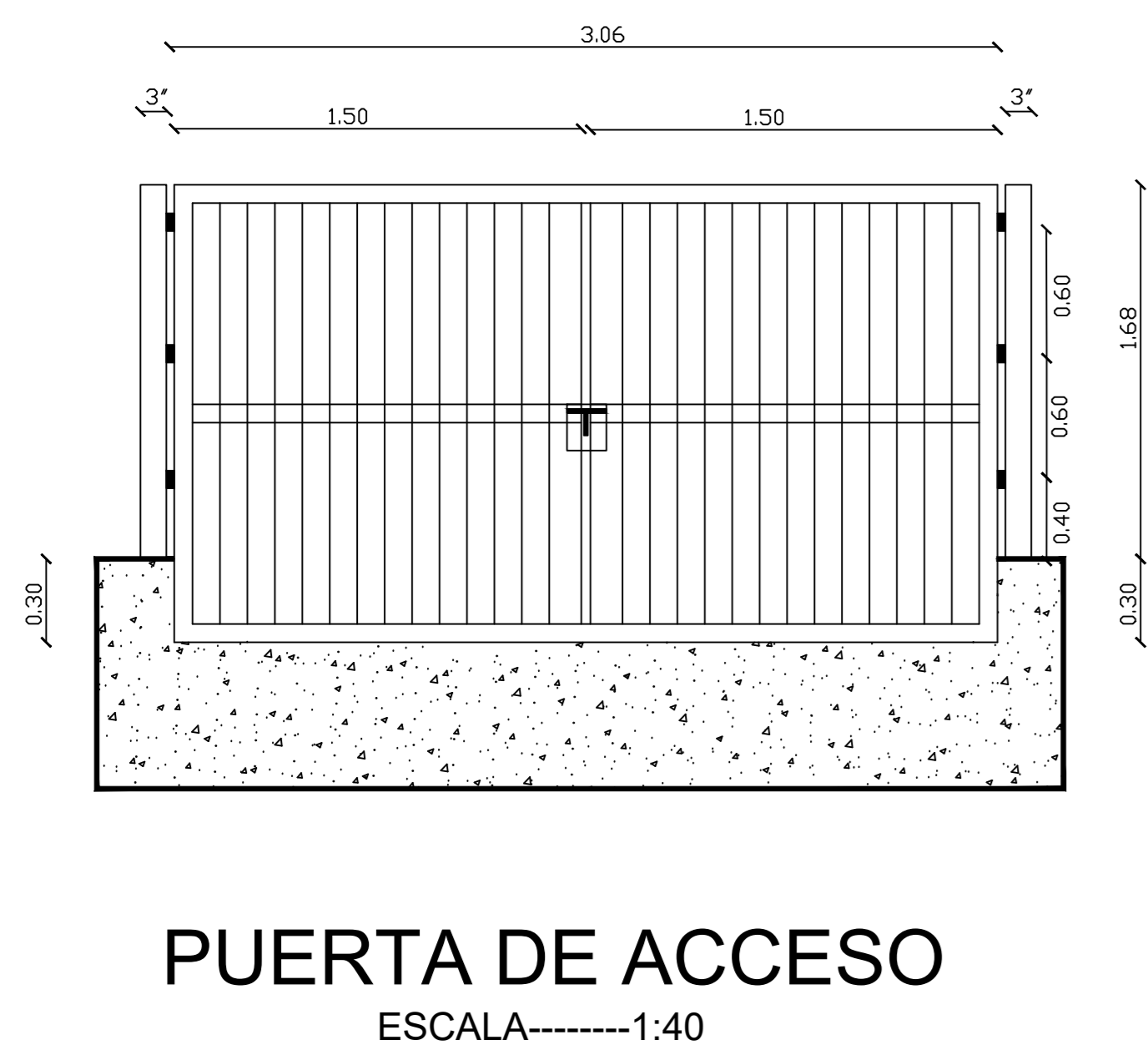


CERRAMIENTO TIPO 2



DETALLE DE ANCLAJE

PUERTA DE ACCESO



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
		
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR URBINA CENTRO DE LA PARROQUIA PRESIDENTE URBINA, PERTENECIENTE AL CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"		
PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PÍLLARO	SECTOR: URBINA CENTRO
CONTIENE: PLANOS Y DETALLES DE LA PTAR ACTUAL IMPLEMENTACIÓN DE CUBIERTA	ESCALA: LAS INDICADAS	FECHA: MARZO/2023
DIBUJO: GERMAN VALLE	REVISADO POR: ING. MSc. FABIAN RODRIGO MORALES FIALLOS	LAMINA: 6 DE 6