


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

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

**TEMA:**

# "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA."

**AUTORA:** Génesis Betsabé Campaña Ávila.
**TUTOR:** Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.

**AMBATO – ECUADOR**

**Febrero - 2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil. Con el tema: **"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"** elaborado por la Srta. Génesis Betsabé Campaña Ávila, portadora de la cédula de ciudadanía C.I. 1804415410, 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.
- Está concluido en su totalidad.

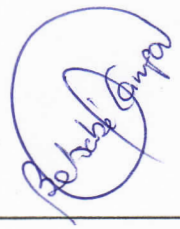
Ambato, febrero 2024

**Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.**
**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Génesis Betsabé Campaña Ávila, con C.I. 1804415410 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Trabajo Experimental con el tema: **"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA"**, así como los análisis estadísticos, gráficos, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



**Génesis Betsabé Campaña Ávila**

**C.I. 1804415410**

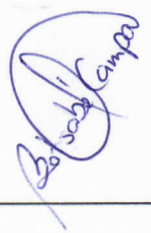
**AUTORA**

## 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 proceso 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, febrero 2024



**Génesis Betsabé Campaña Ávila**

**C.I. 1804415410**

**AUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tibunal de Grado aprueban el informe de Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Génesis Betsabé Campaña Ávila de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA".**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:

**Ing. Bolívar Eduardo Paredes Beltran, Ph.D.**
**MIEMBRO CALIFICADOR**

**Ing. Diego Sebastián Cherrez Gavilanes, Mg.**
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

Mi proyecto le dedico a mis padres César Campaña Núñez y Angela Ávila Jácome, a mi abuelita Lourdes Jácome Vásquez quienes han sido mi mayor apoyo en el transcurso de esta etapa de mi vida. A mis docentes por su guía en el desarrollo de este. Así como también, a las personas que me apoyaron y ayudaron en este camino para el cumplimiento de una de mis metas.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a mis padres por su apoyo y esfuerzo, por ser mi motivación en cada paso y etapa de mi vida, por su apoyo incondicional, dándome ánimos y aliento siempre.

A mi familia por ser un apoyo y formar parte de este proceso, por brindarme palabras emotivas para seguir adelante y nunca rendirme.

A mi tutor de tesis, por su guía e indicación en cada etapa del proyecto, con su experiencia se pudo cumplir el fin del proyecto propuesto.

Y por último, a la Universidad Técnica de Ambato y a los docentes que supieron brindar ese conocimiento sabio y sólido, las enseñanzas brindadas fueron un apoyo para el cumplimiento del proyecto y para un crecimiento profesional.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

**APROBACIÓN DEL TUTOR** ..... ii

**AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN** ..... iii

**DERECHOS DE AUTOR** ..... iv

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO** ..... v

**DEDICATORIA** ..... vi

**AGRADECIMIENTO** ..... vii

**ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS** ..... viii

**ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS** ..... x

**RESUMEN EJECUTIVO** ..... xvi

**ABSTRACT** ..... xvii

**CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO** ..... 1

**1.1 Antecedentes Investigativos** ..... 1

**1.2 Objetivos:** ..... 6

**Objetivo general** ..... 6

**Objetivos específicos** ..... 6

**CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA** ..... 7

**2.1 Materiales** ..... 7

**2.2 Métodos** ..... 8

**2.2.1 Etapa I levantamiento topográfico georreferenciado** ..... 8

**2.2.2 Etapa II Analizar el afluente y efluente de la PTAR** ..... 10

**2.2.3 Etapa III Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento para la PTAR** ..... 12

**CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN** ..... 14

**3.1 Análisis y discusión de los resultados** ..... 14

**3.1.1 Etapa I levantamiento topográfico georreferenciado** ..... 14

**3.1.2 Etapa II Analizar el afluente y efluente de la PTAR ..... 40**

**3.1.3 Etapa III Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento para la PTAR ..... 53**

3.1.3.1 Comprobación de los componentes de la PTAR en base a parámetros justificados en normativa. ..... 53

3.1.3.2 Plan de operación y mantenimiento de la PTAR..... 63

**3.2 Prueba de hipótesis ..... 81**

**CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 82**

**4.1 Conclusiones ..... 82**

**4.2 Recomendaciones ..... 83**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA ..... 84**

**ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS EN EL SECTOR CONDESAN ..... 86**

**ANEXO 2: ANÁLSIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO ..... 91**

**ANEXO 3: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ..... 94**

**ANEXO 4: PLANOS ..... 116**

# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1. Parámetros analizados en el muestreo de agua residual de la PTAR. . 11**

**Tabla 2. Dimensiones del pozo de entrada. ..... 18**

**Tabla 3. Dimensiones de la caja de revisión. ..... 20**

**Tabla 4. Dimensiones de la caja de válvula ..... 21**

**Tabla 5. Dimensiones del tanque de desechos sólidos. ..... 23**

**Tabla 6. Dimensiones de las cajas de válvulas. ..... 26**

**Tabla 7. Dimensiones del lecho de secado de lodos. ..... 29**

**Tabla 8. Dimensiones de la caja de revisión 2. ..... 31**

**Tabla 9. Dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 34**

**Tabla 10. Dimensiones de la caja de válvula. ..... 36**

**Tabla 11. Dimensiones del lecho de pozo de salida. ..... 39**

**Tabla 12. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 1. .. 40**

**Tabla 13. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 2. .. 41**

**Tabla 14. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 3. .. 41**

**Tabla 15. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 4. .. 42**

**Tabla 16. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 5. .. 42**

**Tabla 17. Promedio de los afluentes PTAR (L/s). ..... 43**

**Tabla 18. Estadística descriptiva de los afluentes (L/s). ..... 43**

**Tabla 19. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 1. .. 44**

**Tabla 20. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 2. .. 45**

**Tabla 21. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 3. .. 45**

**Tabla 22. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 4. .. 46**

**Tabla 23. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 5. .. 46**

**Tabla 24. Promedio de los efluentes PTAR (L/s). ..... 47**

**Tabla 25. Estadística descriptiva de los efluentes (L/s). ..... 47**

**Tabla 26. Valores para la toma de muestra compuesta. ..... 48**

**Tabla 27. Resultados del análisis del afluente de la PTAR del sector Condesan. ..... 49**

**Tabla 28. Resultados del análisis del efluente de la PTAR del sector Condesan. ..... 51**

**Tabla 29. Análisis de resultados de los parámetros de afluente y efluente. ..... 52**

**Tabla 30. Tasa de crecimiento poblacional mediante método geométrico en los años 1990-2010. ..... 54**

**Tabla 31. Comparación del volumen del tanque de desechos sólidos con la normativa. ..... 56**

**Tabla 32. Datos que considerar para el análisis del filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 58**

**Tabla 33. Comparación del filtro anaerobio con los parámetros de diseño. ..... 59**

**Tabla 34. Tiempo requerido para la digestión de lodos ..... 60**

**Tabla 35. Comparación del área del tanque calculado y el real. ..... 62**

**Tabla 36. Comparación de parámetros de afluente y efluente de la PTAR Condesan. ..... 62**

**Tabla 37. Estrés crítico disponible para miembros de compresión. ..... 66**

**Tabla 38. Tubo estructural cuadrada. ..... 67**

**Tabla 39. Tubo estructural rectangular. ..... 67**

**Tabla 40. Correas estructurales. ..... 68**

**Tabla 41. Diseño de cubierta metálica. ..... 70**

**Tabla 42. Mantenimiento del lecho de secado de lodos. ..... 70**

**Tabla 43. Dimensiones reales del bloque. ..... 71**

**Tabla 44. Actividades para el diseño de mampostería. ..... 73**

**Tabla 45. Mantenimiento de la caja de revisión y de válvula. ..... 74**

**Tabla 46. Mantenimiento del tanque de desechos sólidos. ..... 75**

**Tabla 47. Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 76**

**Tabla 48. Mantenimiento de la caja de válvula. ..... 77**

**Tabla 49. Mantenimiento del área exterior. ..... 78**

**Tabla 50. Implementación de señalética. ..... 79**

**Tabla 51. Pintura a los componentes de la PTAR. ..... 79**

**Tabla 52. Presupuesto referencial anual. ..... 80**

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1. Diálogos con los habitantes del sector donde está la PTAR..... 9**

**Figura 2. Medición de los componentes de la PTAR Condesan. ..... 9**

**Figura 3. Levantamiento topográfico de la PTAR con el equipo estación total. 10**

**Figura 4. Medición de caudales..... 10**

**Figura 5. Toma de muestras de la PTAR para el análisis compuesto. ..... 11**

**Figura 6. Dimensionamiento de los componentes de la PTAR. ..... 13**

**Figura 7. Dimensionamiento de los componentes de la PTAR. ..... 13**

**Figura 8. Ubicación del sector Condesan. ..... 14**

**Figura 9. PTAR Sector Condesan..... 15**

**Figura 8. Deterioro de pintura. ..... 16**

**Figura 9. Desechos inorgánicos y orgánicos. ..... 16**

**Figura 10. Componentes de la PTAR Condesan. ..... 17**

**Figura 11. Pozo de entrada..... 17**

**Figura 12. Vista en planta del pozo de entrada. ..... 18**

**Figura 13. Vista en corte A-A´ del pozo de entrada. ..... 19**

**Figura 14. Caja de revisión. ..... 19**

**Figura 15. Caja de válvula..... 20**

**Figura 16. Vista en planta de la caja de revisión y válvula. ..... 21**

**Figura 17. Vista en corte A-A´ de la caja de revisión. ..... 22**

**Figura 18. Vista en corte B-B´ de la caja de revisión y válvula. ..... 22**

**Figura 19. Tanque de desechos sólidos..... 23**

**Figura 20. Vista en planta del tanque de desechos sólidos. ..... 24**

**Figura 21. Vista en corte A-A´ del tanque de desechos sólidos. ..... 24**

**Figura 22. Vista en corte B-B´ del tanque de desechos sólidos. ..... 25**

**Figura 23. Cajas de válvulas. ..... 25**

**Figura 24. Vista en planta de las cajas de válvulas. ..... 26**

**Figura 25. Vista en corte A-A´ de la caja de válvula..... 27**

**Figura 26. Vista en corte B-B´ de la caja de válvula ..... 27**

**Figura 27. Vista en corte C-C´ de las cajas de válvulas. ..... 28**

**Figura 28. Lecho de secado de lodos..... 28**

**Figura 29. Vista en planta del lecho de secado de lodos. ..... 29**

**Figura 30. Vista en corte A-A´ del lecho de secado de lodos. ..... 30**

**Figura 31. Vista en corte B-B´ del lecho de secado de lodos. ..... 30**

**Figura 32. Segunda caja de revisión. ..... 31**

**Figura 33. Vista en planta de la caja de revisión..... 32**

**Figura 34. Vista en corte A-A´ de la caja de revisión. ..... 32**

**Figura 35. Vista en corte B-B´ de la caja de revisión. ..... 33**

**Figura 36. Filtro anaerobio de flujo ascendente..... 33**

**Figura 37. Vista en planta del filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 34**

**Figura 38. Vista en corte A-A´ del filtro anaerobio de flujo ascendente..... 35**

**Figura 39. Vista en corte B-B´ del filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 35**

**Figura 40. Caja de válvula..... 36**

**Figura 41. Vista en planta de la caja de válvula..... 37**

**Figura 42. Vista en corte A-A´ de la caja de válvula..... 37**

**Figura 43. Vista en corte B-B´ de la caja de válvula. ..... 38**

**Figura 44. Pozo de salida. ..... 38**

**Figura 45. Vista en planta del pozo de salida. ..... 39**

**Figura 46. Vista en corte A-A´ del pozo de salida. ..... 39**

**Figura 47. Medición de caudal afluente. ..... 44**

**Figura 48. Medición de caudal afluente. ..... 48**

**Figura 49. Envasado de muestras compuestas tomadas en la PTAR. ..... 49**

**Figura 50. Comparación de parámetros del afluente y efluente de la PTAR Condesan. ..... 63**

**Figura 51. Lecho de secado de lodos. ..... 64**

**Figura 52. Vista en planta de la cubierta metálica. ..... 69**

**Figura 53. Vista en corte A-A´ de la cubierta metálica. ..... 69**

**Figura 54. Diseño de cerramiento mampostería de bloque. ..... 72**

**Figura 55. Vista del diseño de cerramiento con malla galvanizada. ..... 72**

**Figura 56. Implantación de lechuguines en el filtro anaerobio de flujo ascendente. ..... 77**

## RESUMEN EJECUTIVO

La Planta de Tratamiento en estudio está diseñada para el tratamiento del agua residual doméstica; sin embargo, pese a que la PTAR se encuentra operativa, su funcionamiento provoca molestias en los habitantes de las zonas aledañas y transitan por el sector, puesto que emana malos olores; provocando contaminación ambiental.

Esta investigación se realizó en tres etapas: la primera un levantamiento topográfico del área de la planta que es de 586.15 metros cuadrados, se recopiló datos de sus componentes y su sistema (tanque repartidor, caja de válvula, cajas de revisión, tanque séptico, filtro anaerobio de flujo ascendente, lecho de secado de lodos, pozo de salida). En la segunda se estimaron los caudales máximos del agua residual del afluente y efluente de la planta de tratamiento durante 30 días por 8 horas diarias mediante un método cuantitativo, así como también el análisis de la muestra compuesta que se ensayó en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A, mediante metodología cualitativa, con la finalidad de verificar si la carga contaminante de la PTAR cumple con los parámetros de la normativa TULSMA 2015, Libro VI: Tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público y Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Como resultado en la tercera se propuso un plan de operación y mantenimiento para la PTAR, cabe mencionar que la eficiencia de la planta de tratamiento es favorable; pese a que no existe un mantenimiento adecuado y limpieza de la zona en mención.



**Palabras clave:** Planta de tratamiento, aguas residuales, PTAR, caudal, afluente, efluente, TULSMA 2015.

## ABSTRACT

The treatment plant under study is designed for the treatment of domestic wastewater; however, despite the fact that the WWTP is operational, its operation causes inconvenience to the inhabitants of the surrounding areas and those who pass through the sector, since it emits bad odors, causing environmental pollution.

This research was carried out in three stages: the first was a topographic survey of the plant area, which is 586.15 square meters, and data was collected on its components and system (distribution tank, valve box, revision boxes, septic tank, upflow anaerobic filter, sludge drying bed, outlet well).

In the second, the maximum wastewater flows of the influent and effluent of the treatment plant for 30 days for 8 hours per day were estimated using a quantitative method, as well as the analysis of the composite sample that was tested in the Quality Control Laboratory of the Public Company EP-EMAPA-A, using qualitative methodology, in order to verify whether the pollutant load of the WWTP complies with the parameters of the TULSMA 2015 regulations, Book VI: Table 8. Discharge limits to the public sewage system and Table 9. Discharge limits to a freshwater body.

As a result, an operation and maintenance plan was proposed for the WWTP. It is worth mentioning that the efficiency of the treatment plant is favorable, even though there is no adequate maintenance and cleaning of the area in question.



**Key words:** treatment plant, wastewater, WWTP, flow, influent, effluent, TULSMA 2015.

# CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

## 1.1 Antecedentes Investigativos

Según el artículo "Generación de energía eléctrica y tratamiento de aguas residuales mediante celdas de combustible microbianas, año 2021", en el mundo durante sus últimos años, el agua residual se ha convertido en un problema contaminante al no ser tratada de manera adecuada en las plantas de tratamiento, ni aprovechadas para generar un mínimo impacto global. [1].

Según lo estipula el pacto global de las naciones unidas en el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 6 (ODS 6), es indispensable cumplir la Meta: 6.3 y 6.4 que mencionan que para el año 2030 se debe: "reducir las aguas residuales que no tienen un adecuado tratamiento, disminuyendo la emisión de químicos y los vertederos contaminados, protegiendo los recursos hídricos y poder generar un aumento de agua a nivel mundial, debido a que su escases va en aumento por lo menos un mes en el año"; y, "las aguas residuales se incluyen como parte de un balance hídrico para aumentar los beneficios medio ambientales, se debe aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren por esta causa", respectivamente. [2], [3].

La UNESCO en su informe mundial 2020, da a conocer que el tratamiento adecuado del agua residual ayudaría a reducir las emisiones de gases y producir fuentes de energía que sean renovables y más amigables con el medio ambiente; además, la obtención de biogás como parte del tratamiento del agua residual puede ser empleado para alimentar las fuentes de energía que requiere la PTAR para su operación y de esta manera darse un balance energético neutro, ahorrando el consumo de energía eléctrica proveniente del sistema interconectado de energía eléctrica nacional y reduciendo así los costos de operación. [4].

El artículo “CAF y su apoyo al tratamiento de aguas residuales en América Latina, año 2016”, menciona que Latinoamérica es una región con un alto índice de población en las zonas urbanas, en la cual el tratamiento de las aguas residuales domésticas cubre solamente el 14%, existen grandes hectáreas de cultivos que son regados con aguas residuales, la mayoría de estas sin tratamiento, lo que implica un alto riesgo de diseminación de enfermedades entéricas. Es por este motivo que se ejecutó el proyecto basado en sistemas para poder tratar y usar el agua residual en América Latina: Realidad y Potencial. La finalidad de este fue poder analizar cómo se manejan las aguas residuales y establecer estrategias que permitan un buen diseño de la PTAR, un levantamiento topográfico adecuado del sector, una correcta delimitación del área a intervenir, información e implementación del sistema con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes del área circundante. [5].

En base al artículo “ La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012, del año 2015”, Las condiciones de saneamiento del agua se relacionan con enfermedades graves al ser humano, que reflejan un alto índice de mala calidad de agua, siendo mayor en las zonas rurales que no poseen un adecuado tratamiento de agua residual, es por lo que se debe realizar los respectivos análisis de agua y estos deben encontrarse dentro de parámetros adecuados y poseer una calidad excelente para usarla. [6].

Por otro lado, para un adecuado levantamiento de información para la construcción, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua residual, se usan métodos convencionales terrestres como fotogrametría, estación total, computadoras electrónicas, entre otros; sin embargo, el uso de cada uno de estos dependerá de la accesibilidad del lugar en el que se realice el procedimiento, siendo algunos de los factores a tomar en cuenta la vegetación, el clima, temperatura, las características físicas del terreno y más aspectos relevantes para lograr establecer bien la configuración topográfica, obteniéndose de esta manera las curvas de nivel correctas y realizar la implantación de la planta de tratamiento de aguas residuales. [7].

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores, la correcta implantación de una PTAR nos permitirá tener un adecuado tratamiento de las aguas residuales provenientes de las descargas domésticas; actualmente, existen varios países en los cuales la demanda de agua potable es mucho mayor a lo disponible para la distribución, esto debido en gran parte al incremento de las industrias, actividades comerciales, agricultura, etc., las cuales usan el líquido vital para la operación de sus procesos; una vez que el agua potable ha sido empleada en sus producciones, son vertidas al sistema de alcantarillado público, quebradas, cauces naturales como ríos o riachuelos, en la mayoría de los casos sin ningún tratamiento previo; esto debido a la falta de acuerdos entre los organismos de control donde se establezcan las normativas de regularización y parámetros a controlar de acuerdo al tipo de efluente que se está descargando; generando de esta manera enfermedades tanto para la vida acuática como terrestre, más aún con la influencia de la temperatura que produce un incremento en la reproducción de bacterias generando mayor contaminación, hecho que se puede cambiar con un adecuado tratamiento de las aguas residuales. [8], [9].

Cada día se evacuan recursos a través del inodoro, al igual que de los lavamanos, duchas y desagües domésticos e industriales del mundo, estas aguas servidas son conducidas a través del alcantarillado público a sitios de desagüe que en algunos casos no son PTAR, provocando de esta manera un perjuicio irreversible al ecosistema, así como también la perdida de recursos al no poder reutilizar el agua residual post tratamiento eficiente, desaprovechando de esta manera los productos generados durante el tratamiento como son lodos, nutrientes, energía proveniente del biogás, etc.

Existe un 80% de agua residual que es vertida al ambiente sin que pase por un proceso de tratamiento adecuado, a pesar de que existen ya varios beneficios probados para su uso; con el alto índice de crecimiento poblacional y la demanda en ascenso de recursos hídricos, el inadecuado tratamiento de las aguas residuales generaría un aumento en la contaminación ambiental y pérdida de recursos, es por ello que los diseños de las plantas de tratamiento de aguas residuales deben ser en función de sus características y del uso del efluente. [10].

Las aguas residuales son tratadas de manera adecuada y técnica antes de que sean vertidas y hayan cumplido con su función, por lo tanto, se debe recolectar toda la información necesaria de la planta de tratamiento como sus componentes, dimensionamiento, ubicación, entre otros, para ver su funcionamiento y cumplimiento de los parámetros y comprobar la operación de los componentes de la PTAR. [11].

Además, se deberá controlar mediante análisis de laboratorio que el agua tratada en las PTAR cumpla con los parámetros físico químicos y microbiológicos establecidos en las normativas de control, con la finalidad de que el agua tratada no genere daños colaterales en la salud de la población servida y del medio ambiente; de igual manera, el control en laboratorio del agua tratada, ayuda a controlar, definir y establecer los planes de operación y mantenimiento de las PTAR.

En base al artículo “L'eau à découvert 2015” menciona que, a través de la ingeniería se ha logrado desarrollar diferentes técnicas de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir su carga contaminante, entre los procesos de tratamiento se tiene pero no se limitan a: oxigenación a través de la inyección de aire, tratamiento biológico con el uso de microorganismos que se encargan de oxidar la materia orgánica en dióxido de carbono; en ciertas áreas urbanas se realizan procesos biológicos con lodos activados, biofiltración, mientras que para áreas con menor población se usa lechos bacterianos o lagunas naturales; existen varias plantas que poseen biorreactores de membrana y otros equipadas con zonas de descarga aguas abajo. [12].

Según el artículo “Comparación de dos sistemas de tratamientos anaeróbicos de aguas residuales de características homogéneas para escuelas sin sistema de tratamiento” menciona que las plantas de tratamiento de sectores rurales poseen tanques sépticos como principal componente y es muy ventajosos debido a que su mantenimiento y operación tiene un grado de dificultad mínimo al poseer un lecho de secado de lodos. [13].

En el libro “Aguas residuales el recurso desaprovechado, del 2017 por WWDR” y el artículo “Towards the implementation of circular economy in the wastewater sector: Challenges and Opportunities, 2020”; Para los procesos de tratamiento de aguas residuales se debe tener en consideración que las aguas están compuestas por un 99% de agua y el 1% de sólidos disueltos, lo cual aumenta la demanda bioquímica de oxígeno que necesitan los cuerpos para poder degradar la materia orgánica. Hoy en día los tratamientos que se usan para las aguas residuales implementan un sistema económico circular hídrico el mismo que consta de tres tratamientos y el uso de tecnologías avanzadas. [14], [15].

La Planta de Tratamiento de Aguas residuales del sector Condesan se encuentra rodeada de terrenos extensos usados para la producción agrícola y por algunas viviendas cercanas, genera malos olores lo que produce incomodidad a los habitantes de la zona. Es por tal motivo que se realizó una evaluación de la planta de tratamiento y se determinó su funcionamiento, proponiendo así un mejor mantenimiento de la misma, lo cual nos permite disminuir la contaminación ambiental y los residuos que se generan.

El presente proyecto tiene como objetivo realizar una evaluación técnica de la PTAR en el sector de Condesan para poder determinar el estado actual del sistema de tratamiento de aguas residuales y proponer mejoras para el adecuado mantenimiento de la PTAR con la finalidad de que el agua tratada cumpla con los parámetros físico- químicos y microbiológicos establecidos en la normativa TULSMA 2015, Libro VI: Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

## 1.2 Objetivos:

### Objetivo general

Evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan de la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

### Objetivos específicos

- Realizar un levantamiento topográfico georreferenciado e implantación general de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan de la parroquia Quisapincha y de sus unidades existentes.
- Analizar el afluente y efluente de la planta de tratamiento mediante la recolección de una muestra compuesta para comprobar la calidad de la descarga en base a las normativas vigentes.
- Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales según el análisis realizado, con sus respectivos planos y presupuesto, en el caso de ser necesario.

# CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El presente proyecto se dividió en tres etapas las cuales responden a los objetivos planteados, la primera fue el levantamiento topográfico georreferenciado e implantación general de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan de la parroquia Quisapincha y de sus unidades existentes, en la segunda etapa se realizó un análisis de afluente y efluente de la PTAR mediante la recolección de la muestra compuesta y se comprobó la calidad de descarga en base a la normativa vigente y por último la tercera fase en la que se propuso mejoras y se generó un manual de operación y mantenimiento para la planta.

A continuación, se va a describir los materiales usados en cada objetivo planteado.

## 2.1 Materiales

Los equipos y materiales usados hacen referencia a equipos de seguridad y materiales empleados para el cumplimiento del proyecto experimental en base a los objetivos propuestos.

Para el cumplimiento de la primera etapa se usaron equipos y materiales, entre estos: Estación total modelo C5 marca Trimble, se usó para el levantamiento topográfico de la PTAR; Cinta métrica Longitud 50 m marca Master Tool, se empleó para medir las distancias y longitudes; Flexómetro Longitud 5 m marca Stander, se usó para medir las distancias, longitudes y dimensiones para los componentes de la PTAR.

En la segunda etapa del proyecto se implementaron los siguientes equipos: dron modelo DJI, marca Phantom 4, fue empleada para realizar una fotografía de la zona de estudio con sus respectivos componentes; dispositivo móvil modelo IPhone 11 pro, marca Apple, se empleó en la toma de tiempo de aforo de los caudales y para registrar fotografías y los materiales empleados: Mandil se usó para proteger la ropa de manchas y suciedad al momento de toma de muestras; Mascarilla/Respirador marca 3M Full face, se utilizó para proteger de partículas que pueden tener bacterias o virus; Guantes de material Caucho marca Abast; se usó para proteger la piel de los agentes peligrosos de las muestras de agua residual; Recipiente volumen 5 lt marca Distriplast, se usó para la toma de caudales; Jarra plástica volumen 1 lt, fue usada para la toma de muestras de las aguas residuales;

Botella plástica volumen 1.5 lt, se usó para la recolección del agua residual; Frasco ámbar volumen 1 lt, recipiente usado para mantener la calidad del agua residual. Se almacenó las muestras para ensayarlos.

Para cumplir con la etapa tres se usó el computador marca ASUS modelo Vivobook para procesar la información, realizar los planos y el informe final del presente proyecto.

## 2.2 Métodos

Para el presente proyecto se evaluó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector Condesan, usando la metodología tanto cualitativa como cuantitativa, la primera estudia la calidad del efluente y afluente de la planta y el segundo la estimación de las horas con un mayor caudal. Para ello, se realizó tres etapas para cumplir con los objetivos específicos mencionados, siguiendo un orden adecuado en el cual en el primero se realizó un levantamiento topográfico de la PTAR, el segundo análisis del efluente y afluente en el laboratorio y por último una propuesta para mejorar el funcionamiento de la planta.

### 2.2.1 Etapa I levantamiento topográfico georreferenciado

En la Etapa I del levantamiento topográfico georreferenciado se usó una metodología cuantitativa puesto que se realizó la recopilación de datos y la creación de una base cartográfica precisa y georreferenciada de un área determinada, así como también cualitativa y descriptiva considerando los factores ambientales y climáticos. Este proceso se llevó a cabo utilizando técnicas topográficas y tecnología de posicionamiento global (GPS) para obtener información precisa sobre las características físicas del terreno, su ubicación en relación con un sistema de coordenadas de referencia, tiempo de operación y los componentes de la PTAR. Así como también, se mantuvo diálogos con los habitantes del sector para conocer las características de la zona (Figura 1), el funcionamiento de la PTAR, las condiciones en las que se encuentra y las horas pico con mayor caudal residual.



***Figura 1. Diálogos con los habitantes del sector donde está la PTAR.***

***Fuente:*** *Autor.*

Con la información que se obtuvo, se realizó la investigación de campo, que consistió en la medición de largo, ancho, alto y espesores de las unidades que forman el sistema de la PTAR y se realizó el levantamiento topográfico del terreno (Figura 2), geo posicionando puntos importantes del sistema para la implantación de la planta de tratamiento.



***Figura 2. Medición de los componentes de la PTAR Condesan.***

***Fuente:*** *Autor.*



***Figura 3. Levantamiento topográfico de la PTAR con el equipo estación total.***

***Fuente:*** *Autor.*

### 2.2.2 Etapa II Analizar el afluente y efluente de la PTAR

Con la recolección de caudales tanto de afluente como efluente se usó una metodología cuantitativa que consiste en una medición volumétrica, en la cual se tomó el tiempo de aforo en un recipiente de 5 litros (Figura 3), cada hora (8 horas diarias) durante 30 días, este caudal se pasó a un recipiente más grande para poder corroborar y determinar cuánto caudal ingresó y se descargó de la PTAR en unidades de L/s, con el fin de obtener el día que más demanda se obtuvo y la hora específica, con esto se logró un muestreo que representa el agua residual en la PTAR.




***Figura 4. Medición de caudales.***

***Fuente:*** *Autor.*

Se realizó el muestreo del agua residual que ingresó a la planta de tratamiento, en los pozos de entrada y salida, (Figura 4), el objetivo fue obtener muestras representativas que reflejaron las características físicas, químicas y microbiológicas del agua residual, las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A; y, los resultados fueron comparados con los parámetros establecidos en la normativa vigente TULSMA 2015, Libro VI: Tabla 8. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público y Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.



***Figura 5. Toma de muestras de la PTAR para el análisis compuesto.***

***Fuente:*** *Autor.*

En la Tabla 1, se encuentran los parámetros analizados para evaluar si la PTAR está operando de manera adecuada.

***Tabla 1. Parámetros analizados en el muestreo de agua residual de la PTAR.***

| **Parámetros** | **Unidades** | **Método** |
|---|---|---|
| pH | - | STANDARD METHODS-45OOH+B (SM 4500 B) |
| Turbidez | NTU | STANDARD METHODS-2130-B (SM 2130 B) |
| Demanda Química de Oxígeno, DQO | mg/L | HACH- 8000 |

| | | |
|---|---|---|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, $DBO_5$ | mg/L | STANDARD METHODS- 5210-D (SM 5210 D) |
| Sólidos Totales, ST | mg/L | STANDARD METHODS- 2540-B (SM 2540 B) |
| Sólidos Suspendidos Totales, SST | mg/L | HACH- 8006 |
| Nitrógeno amoniacal, $N\text{-}NH_3$ | mg/L | HACH-8038 |
| Fosfato, $P\text{-}PO_3^{4-}$ | mg/L | HACH-8048 |
| Sulfatos, $SO_4^{2-}$ | mg/L | HACH-8051 |

***Fuente:*** *Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A.*

Se usó la metodología descriptiva para evaluar cada uno de los componentes de la planta de tratamiento, examinando su estado y si operaban de manera adecuada y eficiente. En el capítulo tres (resultados), la metodología aplicada fue analítica, en el cual se analizó los resultados que se obtuvieron en el laboratorio acreditado de la muestra compuesta tomada, por último, se comparó los datos obtenidos con la normativa vigente "TULSMA, libro VI, Anexo 1- Tabla 9" y se verificó el cumplimiento de los límites. [16].

Se calculó la eficacia de eliminación de los parámetros examinados mediante el uso de la siguiente ecuación 1.

$$\boldsymbol{E = \frac{Co - Cf}{Co} * 100} \qquad (\boldsymbol{Ec.1})$$

Donde:

$E = eficiencia\ del\ parámetro\ (\%)$

$Co = Valor\ incial\ del\ parámetro$

$Cf = Valor\ final\ del\ parámetro$

### 2.2.3 Etapa III Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento para la PTAR

Mediante un método cuantitativo y descriptivo se realizó un dimensionamiento tanto de largo, ancho, alto y espesor de cada uno de los componentes que forman parte de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan, es de

gran importancia para poder identificar el funcionamiento de esta y proponer un mejoramiento.

Se definió la condición actual de cada componente hidráulico que existe en la PTAR, mediante un método observacional y descriptivo con un diagnóstico de su funcionamiento, para identificar si la unidad es operativa, así se pudo determinar si ésta se encuentra en un buen estado o, si se requiere realizar un adecuado mantenimiento de la planta; se tomaron en cuenta los resultados que se obtuvieron en los análisis de las aguas residuales, con la finalidad de proponer mejoras de los componentes, esto incluye planos, presupuesto y un manual de operación y manteamiento de la misma, considerando el caudal y la población que se espera a futuro.



***Figura 6. Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.***

***Fuente:*** *Autor.*



***Figura 7. Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.***

***Fuente:*** *Autor.*

# CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cada etapa se presentarán a continuación en orden de los objetivos planteados, en cada una de las siguientes etapas que son el levantamiento topográfico georreferenciado, análisis de afluente y efluente de la PTAR y por último la propuesta de mejoras y el manual de operación y mantenimiento para la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan.

## 3.1 Análisis y discusión de los resultados

### 3.1.1 Etapa I levantamiento topográfico georreferenciado

La planta de tratamiento de aguas residuales está ubicada en el sector de Condesan, parroquia Quisapincha, del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, tiene una superficie de 119.9 $km^2$ y una altura promedio de 3000 msnm. Se encuentra al sur occidente de la provincia Tungurahua, limitada al norte por Cotopaxi, sur por las parroquias Pasa y Santa Rosa, al este por parroquias de Ambatillo, Pinllo y Ambato, finalmente al oeste por la parroquia San Fernando.

Posee 18 comunidades y una población aproximada de 13001 habitantes según el Censo de 2010. [17].

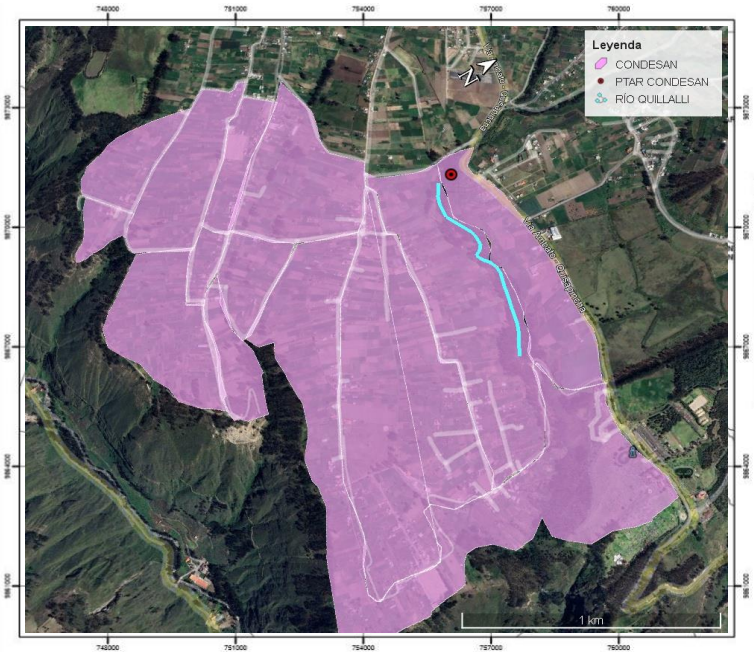



***Figura 8. Ubicación del sector Condesan.***

***Fuente:*** *Autor.*

La economía de Quisapincha se basa en la agricultura y ganadería, sus principales productos son papas, cebollas, ajos, habas, mellocos entre otros que

lo usan para su consumo y comercialización. La ganadería se basa en el pastoreo de ganado ovino, caballar y mular. Uno de los principales ingresos es el cuero, siendo comercial localmente, nacional e internacional. [17].

La PTAR del sector Condesan se construyó en el año 2000 y a sus alrededores existe una población aproximada de 180 habitantes, su propósito es depurar las aguas residuales que provienen del sector Condesan, por medio de los componentes de la planta como el pozo de entrada, tanque séptico, tanque de lodos, cajas de revisión, cajas de válvulas, filtro anaerobio de flujo ascendente y pozo de salida.



***Figura 9. PTAR Sector Condesan.***

***Fuente:*** *Autor.*

La planta de tratamiento de aguas residuales posee una falta de mantenimiento, debido a que existen desechos inorgánicos y orgánicos alrededor (basura), escombros, material quemado, entre otros; tampoco posee señaléticas de evacuación, identificación, de cada componente y puntos de encuentro.

Sus componentes están un poco deteriorados, en cuanto a la pintura, falta de cubierta para proteger el lecho de secado de lodos, así como también un adecuado cerramiento, para que la planta de tratamiento sea más segura, esta falta de mantenimiento en la PTAR le ha dado una mala imagen y poca seguridad a la misma.



***Figura 8. Deterioro de pintura.***

***Fuente:*** *Autor.*



***Figura 9. Desechos inorgánicos y orgánicos.***

***Fuente:*** *Autor.*

La PTAR del sector Condesan, posee un área de 586.15 $m^2$ aproximadamente, dentro de sus componentes están: el pozo de entrada, las cajas de revisión y cajas de válvulas, tanque de desechos sólidos, filtro anaerobio de flujo ascendente, lecho de secado de lodos y el pozo de salida, están ubicados como se presentan en la figura 10.

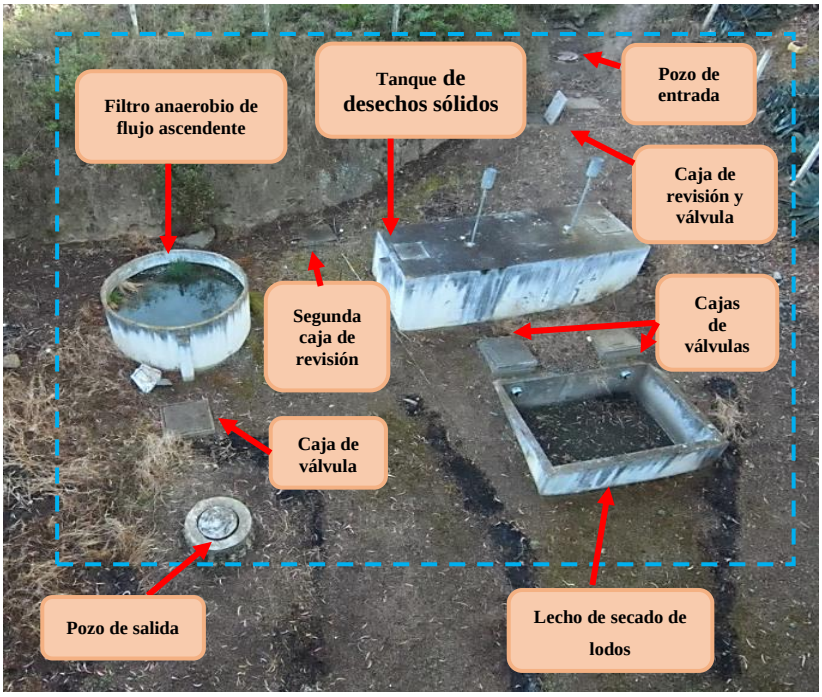



***Figura 10. Componentes de la PTAR Condesan.***

***Fuente:*** *Autor.*

Cada uno de los componentes de la PTAR, presenta características, dimensiones y medidas en planta y transversalmente de los componentes de la PTAR en planta y transversalmente, que se indican a continuación:

- **Pozo de entrada**

Es el primero en recibir el caudal que ingresa a la PTAR y pasa a la caja de revisión y válvula, cuando se cierra la caja de válvula el caudal es conducido directamente hasta el tanque de desechos sólidos. Y se puede apreciar en la figura 11 el pozo de entrada en su estado actual.



***Figura 11. Pozo de entrada.***

***Fuente:*** *Autor.*

Es de estructura de hormigón armado, ingresa mediante una tubería de 250 mm de diámetro y tiene una salida de 200 mm, la misma que conecta a la caja de revisión. Su dimensionamiento se encuentra en la tabla 2 y se indica las medidas del componente en planta y transversal (figura 12 y figura 13).

***Tabla 2. Dimensiones del pozo de entrada.***

| **Pozo de entrada** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Diámetro total | 1.12 |
| Altura total | 1.30 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Diámetro útil | 0.72 |
| Altura útil | 1.10 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se presentan cada una de las dimensiones del pozo de entrada, como su diámetro, altura y espesor de pared.

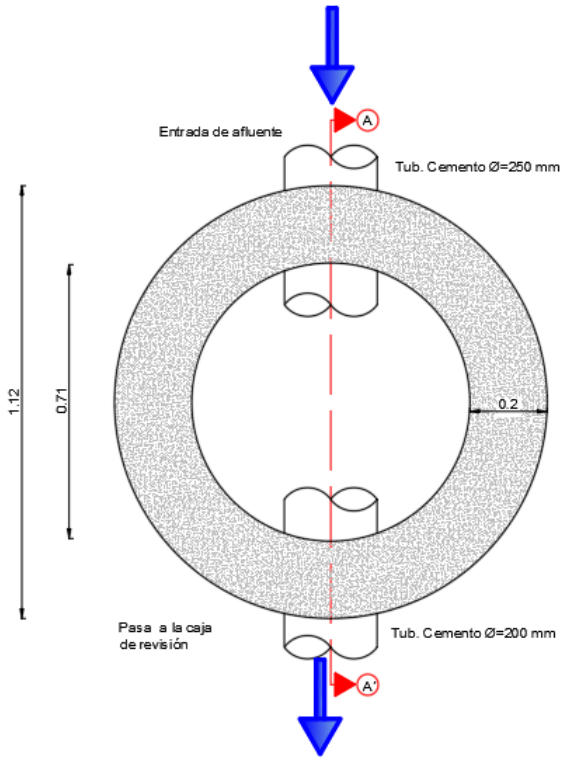



***Figura 12. Vista en planta del pozo de entrada.***

***Fuente:*** *Autor.*

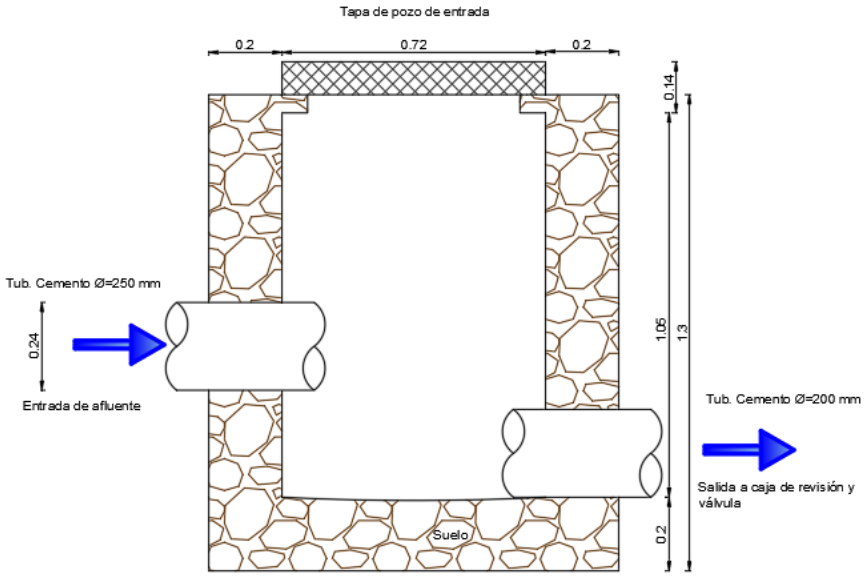



***Figura 13. Vista en corte A-A´ del pozo de entrada.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Caja de revisión y válvula**

La caja de revisión se encarga de revisar el funcionamiento de la PTAR tanto del afluente y efluente de las aguas residuales. Permitiendo así determinar si hay fugas o taponamientos dentro del sistema de la planta. Mientras que la caja de válvula permite el paso del agua residual cuando esta necesita realizar algún tipo de mantenimiento. En la figura 14 se puede apreciar el estado actual de la caja de revisión y en la figura 15 la caja de válvula.



***Figura 14. Caja de revisión.***

***Fuente:*** *Autor.*



***Figura 15. Caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

La caja de revisión es de hormigón armado posee una tubería de 200 mm y sus dimensiones se encuentran en la tabla 3, mientras que la caja de válvula está conectada a la caja de revisión por una tubería de 200 mm como se indica en la tabla 4 y su respectiva vista en planta y transversal (figura 16, figura 17 y figura 18).

***Tabla 3. Dimensiones de la caja de revisión.***

| **Caja de revisión** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 1.70 |
| Ancho total | 1.30 |
| Altura total | 1.53 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 1.30 |
| Ancho útil | 0.90 |
| Altura útil | 1.24 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se indica las dimensiones tanto totales y útiles de largo, ancho, altura y el espesor de la caja de revisión y caja de válvula.

*Tabla 4. Dimensiones de la caja de válvula*

| Caja de válvula | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 1.20 |
| Ancho total | 1.20 |
| Altura total | 1.34 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 0.80 |
| Ancho útil | 0.80 |
| Altura útil | 1.00 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se indica las dimensiones tanto de largo, ancho, altura y el espesor de la caja de revisión, así como también las medidas útiles.

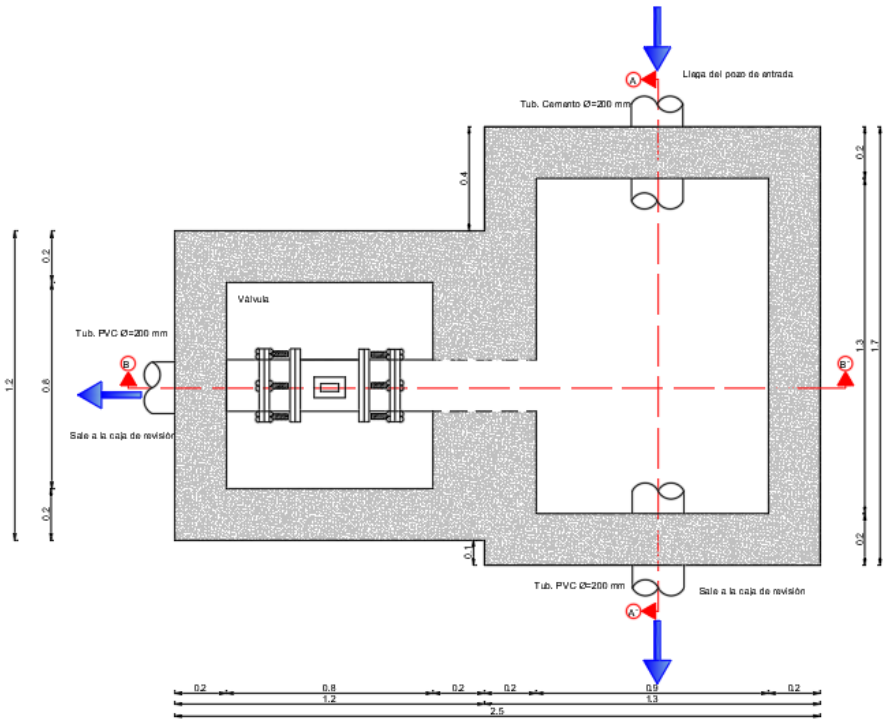



***Figura 16. Vista en planta de la caja de revisión y válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

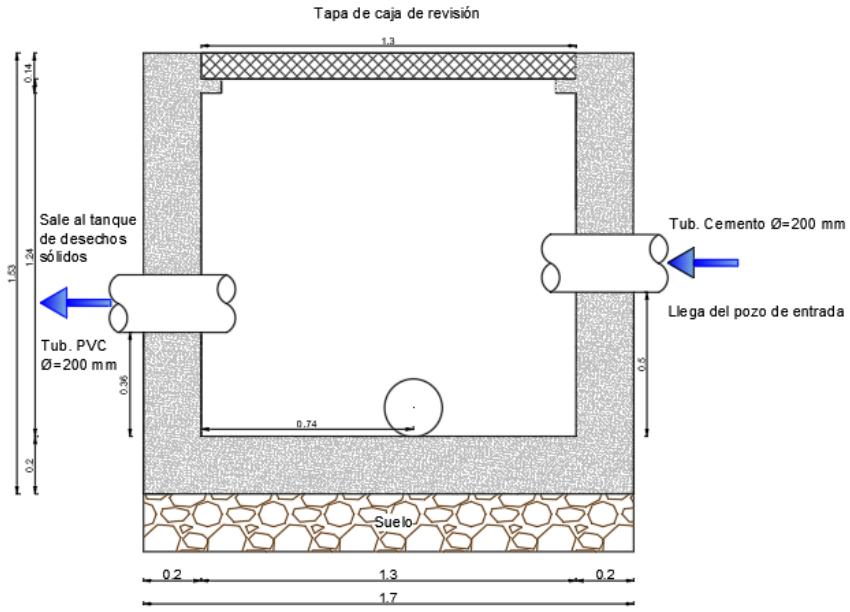



***Figura 17. Vista en corte A-A´ de la caja de revisión.***

***Fuente:*** *Autor.*

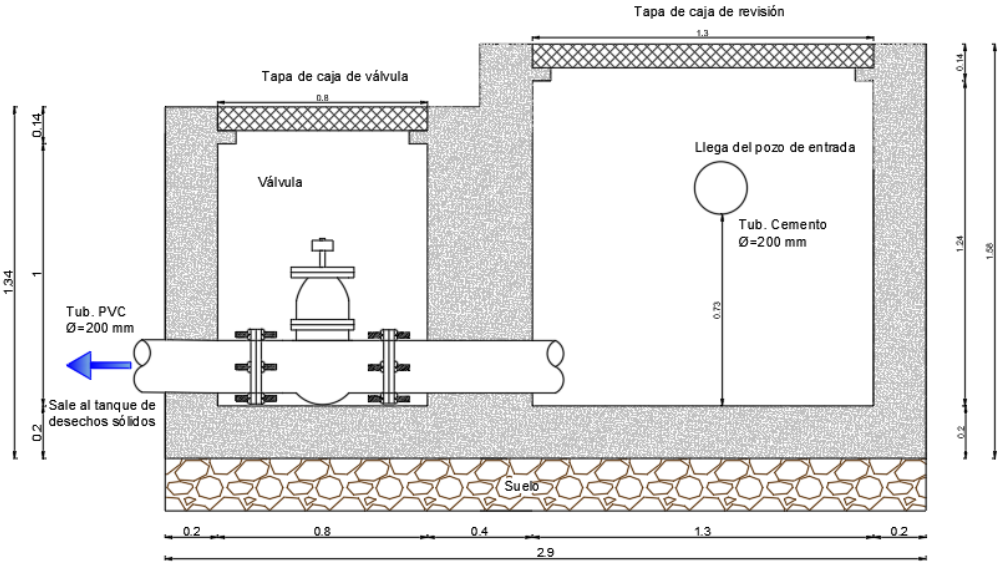



***Figura 18. Vista en corte B-B´ de la caja de revisión y válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Tanque de desechos sólidos**

Se encarga de separar los sólidos de los líquidos, se considera un primer tratamiento del agua residual, está conectado a la caja de válvula y revisión luego de este pasa a las válvulas para llegar al lecho de secado de lodos. En la figura 20 se indica el componente de la PTAR en sus condiciones actuales.



***Figura 19. Tanque de desechos sólidos.***

***Fuente:*** *Autor.*

Ingresa por una tubería de 200 mm el agua residual y se mantiene en el tanque los sólidos en el fondo y el líquido en la superficie del tanque de hormigón armado. Sus dimensiones se encuentran en la tabla 6, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 20, figura 21 y figura 22), respectivamente.

***Tabla 5. Dimensiones del tanque de desechos sólidos.***

| **Tanque de desecho sólidos** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 5.90 |
| Ancho total | 2.40 |
| Altura total | 2.84 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 5.50 |
| Ancho útil | 2.00 |
| Altura útil | 2.50 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Sus dimensiones son en base al largo, ancho, altura y espesor de pared del tanque de desechos sólidos.

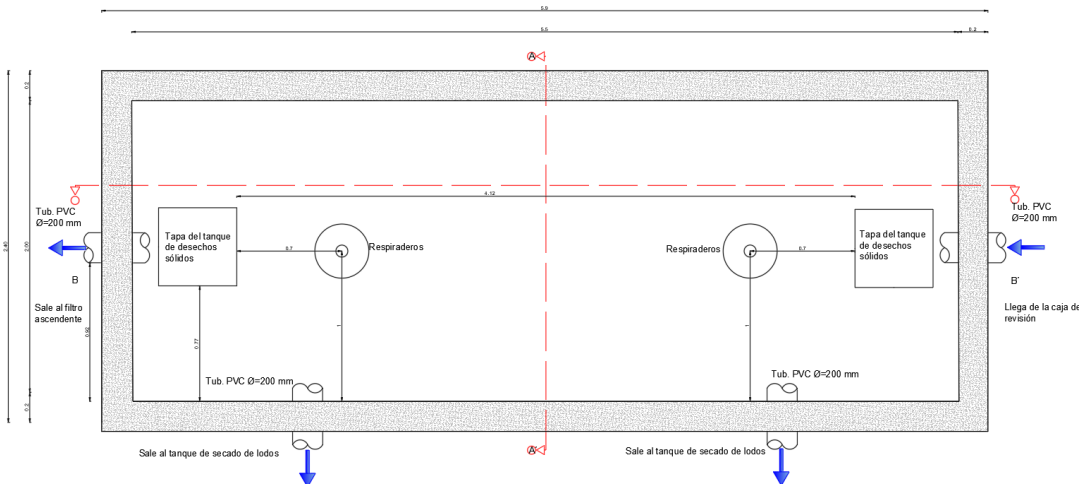



***Figura 20. Vista en planta del tanque de desechos sólidos.***

***Fuente:*** *Autor.*

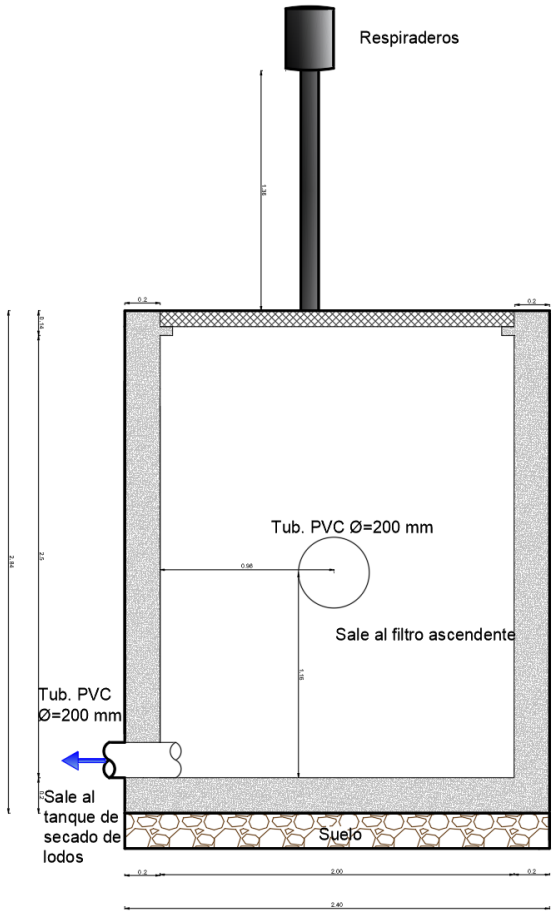



***Figura 21. Vista en corte A-A´ del tanque de desechos sólidos.***

***Fuente:*** *Autor.*

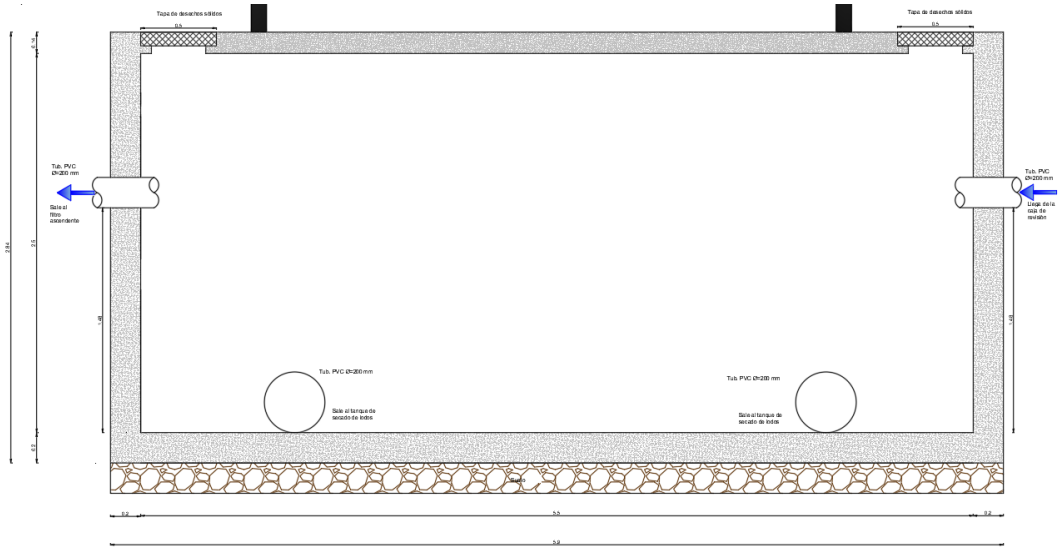


***Figura 22. Vista en corte B-B´ del tanque de desechos sólidos.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Cajas de válvulas**

Las cajas de válvulas permiten el paso desde el tanque de desecho sólidos hacia el lecho de secado de lodos. En la figura 23 se indica el estado actual de las cajas de válvulas de la PTAR.




***Figura 23. Cajas de válvulas.***

***Fuente:*** *Autor.*

Son de hormigón armado, posee una válvula en el interior de cada caja que controla el paso de agua cuando existe mantenimiento. En la tabla 7 se indican sus dimensiones y las medidas del componente en planta y transversal (figura 24, figura 25, figura 26 y figura 27).

***Tabla 6. Dimensiones de las cajas de válvulas.***

| **Cajas de válvulas** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 1.20 |
| Ancho total | 1.20 |
| Altura total | 1.14 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 0.80 |
| Ancho útil | 0.80 |
| Altura útil | 0.80 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Las dimensiones de las cajas de válvulas son su largo, ancho, altura y espesor como se indicó anteriormente en la tabla respectiva.

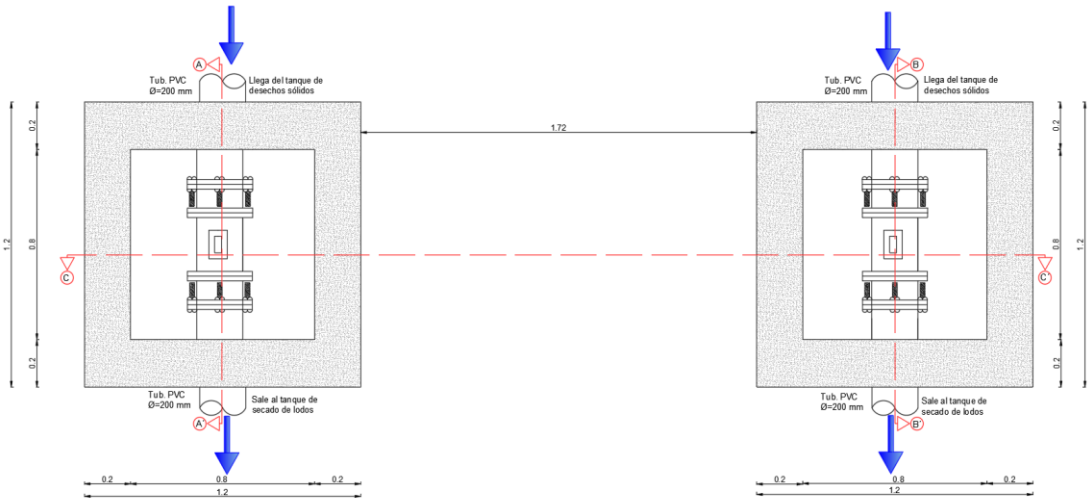



***Figura 24. Vista en planta de las cajas de válvulas.***

***Fuente:*** *Autor.*

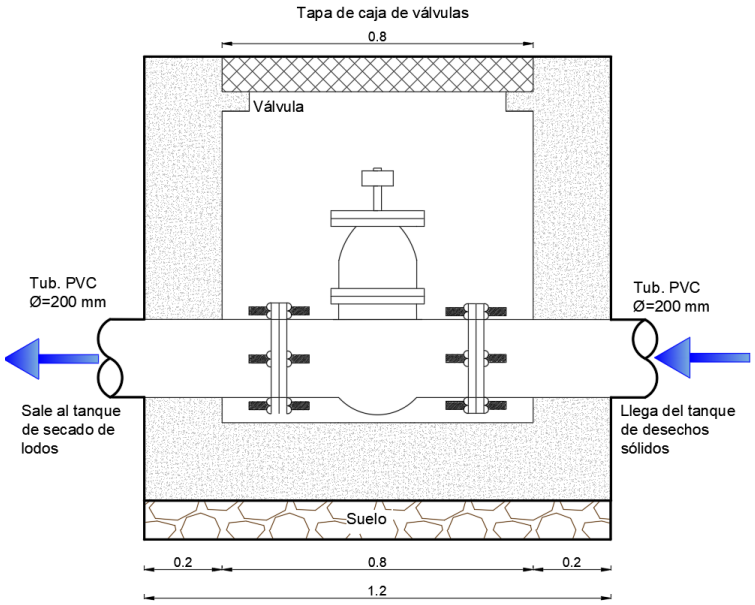



***Figura 25. Vista en corte A-A´ de la caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

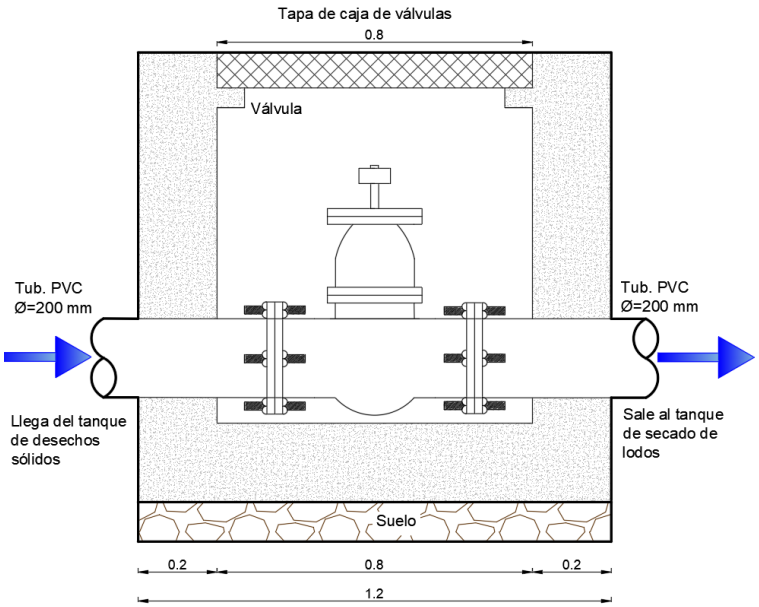



***Figura 26. Vista en corte B-B´ de la caja de válvula***

***Fuente:*** *Autor.*

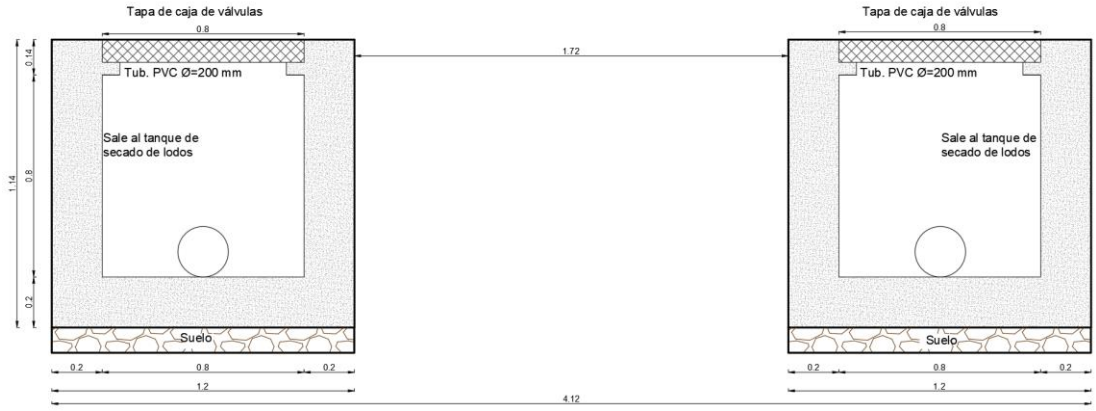



***Figura 27. Vista en corte C-C´ de las cajas de válvulas.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Lecho de secado de lodos**

En esta área se extiende los lodos, contienen materia orgánica e inorgánica. Este se encarga de mantener el sólido en el tanque y el líquido pasa mediante un tubo tipo flauta hacia el pozo de salida. Los lodos se deben retirar una vez al mes, pero debido a la falta de mantenimiento no son retiradas, ni usadas de manera adecuada. En la figura 28 y figura 29 se indica el estado actual del componente de la PTAR.



***Figura 28. Lecho de secado de lodos.***

***Fuente:*** *Autor.*

Posee una estructura de hormigón armado, y mediante válvulas y tuberías de 200 mm llega al lecho de secado. Sus dimensiones se encuentran en la tabla 8, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 29, figura 30 y figura 31), respectivamente.

*Tabla 7. Dimensiones del lecho de secado de lodos.*

| Lecho de secado de lodos | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 3.96 |
| Ancho total | 2.83 |
| Altura total | 1.84 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 3.56 |
| Ancho útil | 2.43 |
| Altura útil | 1.66 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Las dimensiones del lecho de secado de lodos son en base al largo, ancho, altura y espesor de pared.

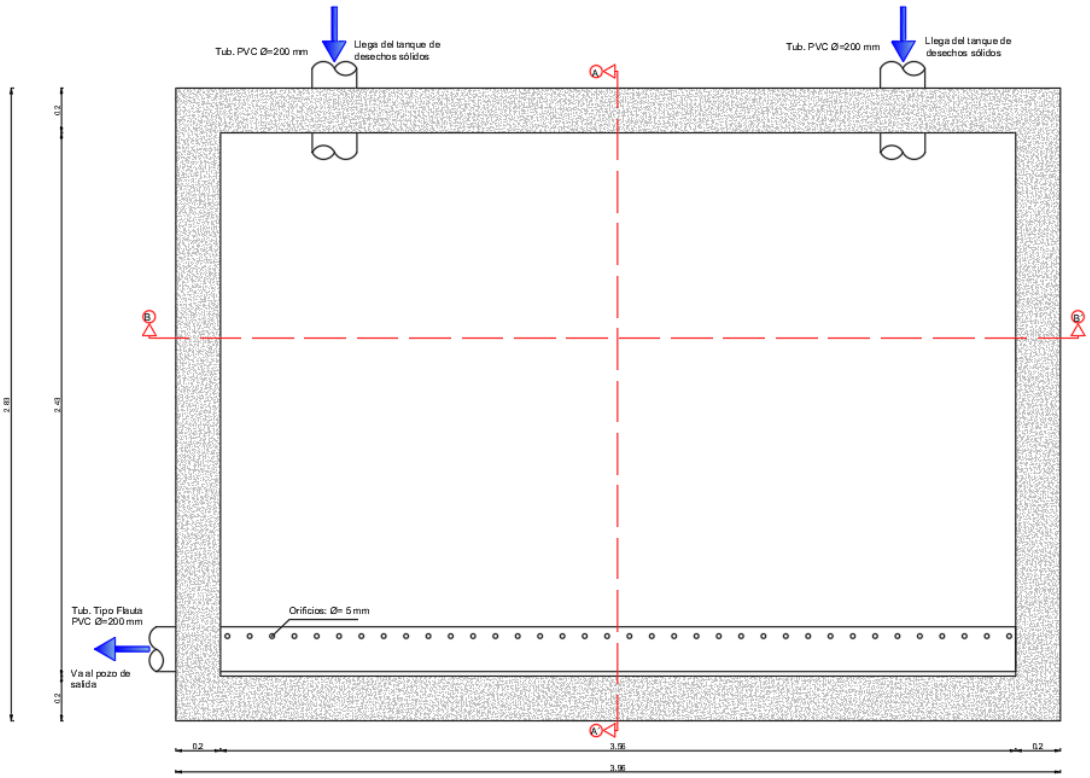



***Figura 29. Vista en planta del lecho de secado de lodos.***

***Fuente:*** *Autor.*

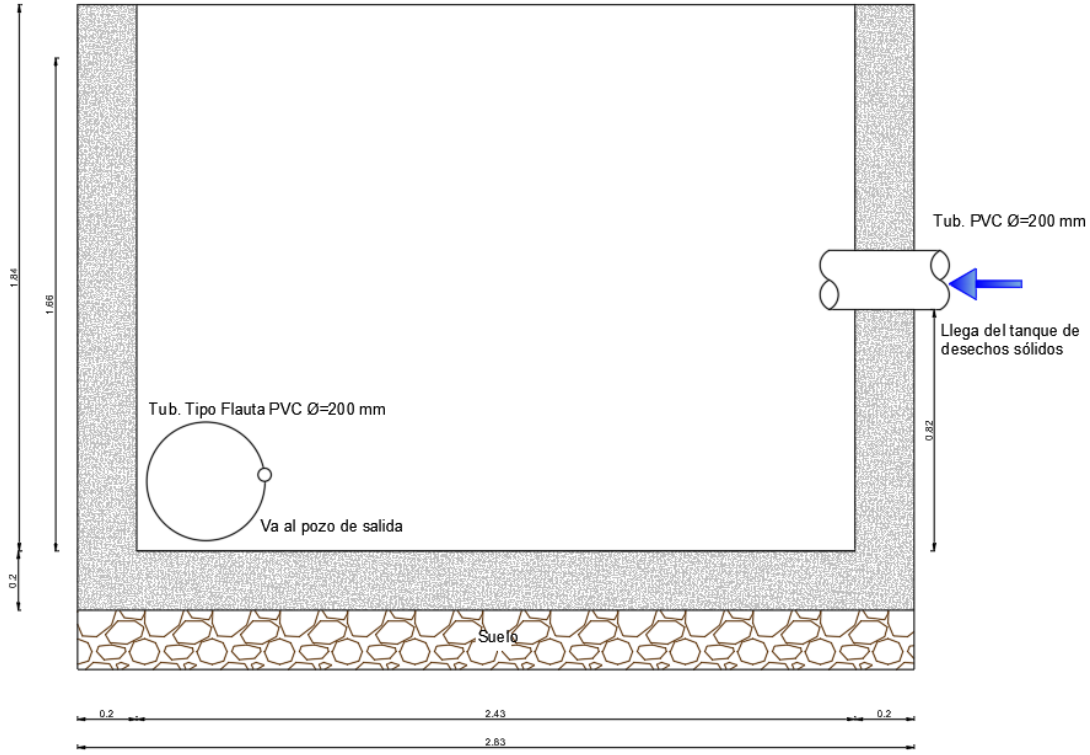



***Figura 30. Vista en corte A-A´ del lecho de secado de lodos.***

***Fuente:*** *Autor.*

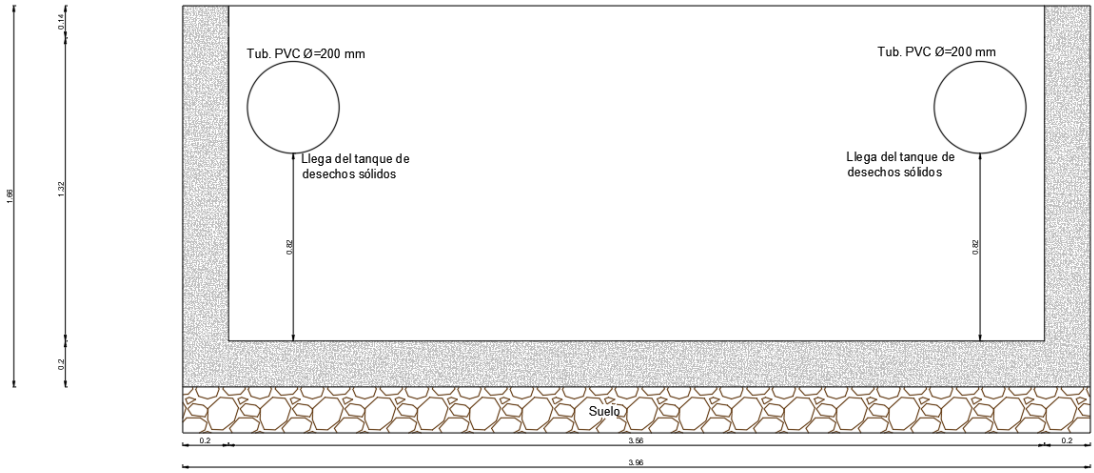



***Figura 31. Vista en corte B-B´ del lecho de secado de lodos.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Segunda caja de revisión**

De igual manera se encarga de revisar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. En la figura 30 se indica el estado actual de la segunda caja de revisión.



***Figura 32. Segunda caja de revisión.***

***Fuente:*** *Autor.*

Es de hormigón armado posee una tubería de 200 mm y sus dimensiones se encuentran en la tabla 5, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 33, figura 34 y figura 35), respectivamente. Es la caja que se representa en la figura 7.

***Tabla 8. Dimensiones de la caja de revisión 2.***

| **Segunda caja de revisión** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 1.12 |
| Ancho total | 1.12 |
| Altura total | 1.16 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 0.72 |
| Ancho útil | 0.72 |
| Altura útil | 0.82 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** La segunda caja de revisión posee sus dimensiones en base al largo, ancho, altura y espesor de pared respectivamente.

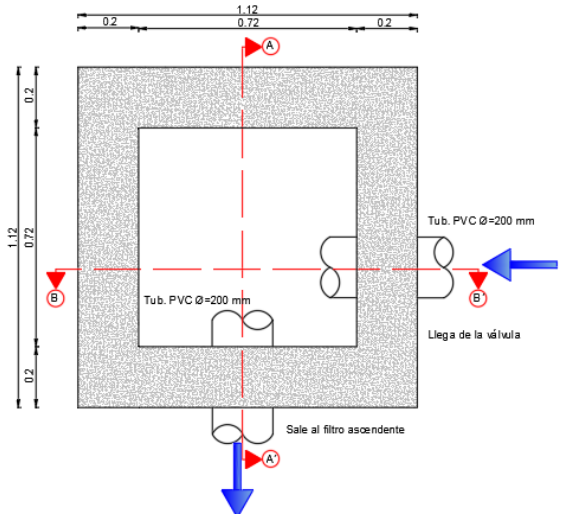



***Figura 33. Vista en planta de la caja de revisión.***
***Fuente:*** *Autor.*

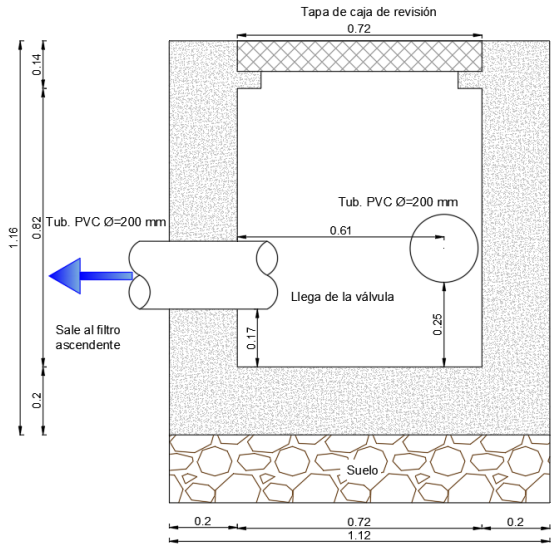



***Figura 34. Vista en corte A-A´ de la caja de revisión.***
***Fuente:*** *Autor.*

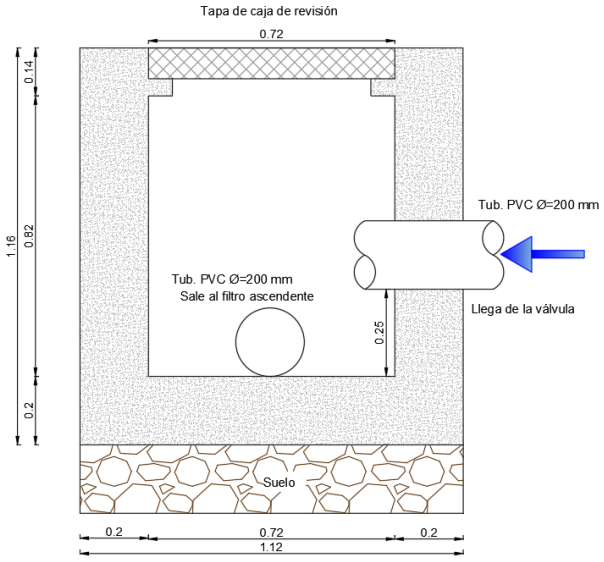



***Figura 35. Vista en corte B-B´ de la caja de revisión.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Filtro anaerobio de flujo ascendente**

Es el tratamiento secundario y se encarga de un tratamiento micro- orgánico que se encarga de descomponer los sólidos; el agua residual fluye hacia la parte de la superficie mediante piedra de coco de 0.5 a 1.5 mm y microorganismos que descomponen la materia. En la figura 33 se presenta el filtro anaerobio de flujo ascendente.



***Figura 36. Filtro anaerobio de flujo ascendente.***

***Fuente:*** *Autor.*

Su estructura es de hormigón armado y posee un material de piedra de coco de diámetro entre 0.5 a 1.5 mm, con un ancho de capa de 1.60 m. Sus dimensiones se encuentran en la tabla 9, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 37, figura 38 y figura 39), respectivamente.

*Tabla 9. Dimensiones del filtro anaerobio de flujo ascendente.*

| Filtro anaerobio de flujo ascendente | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Diámetro total | 3.62 |
| Altura total | 2.50 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Diámetro útil | 3.22 |
| Altura de material de coco | 1.60 |
| Altura libre | 0.70 |
| Altura real | 2.30 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se indican las dimensiones del diámetro, altura y espesor de pared del filtro anaerobio de flujo ascendente.

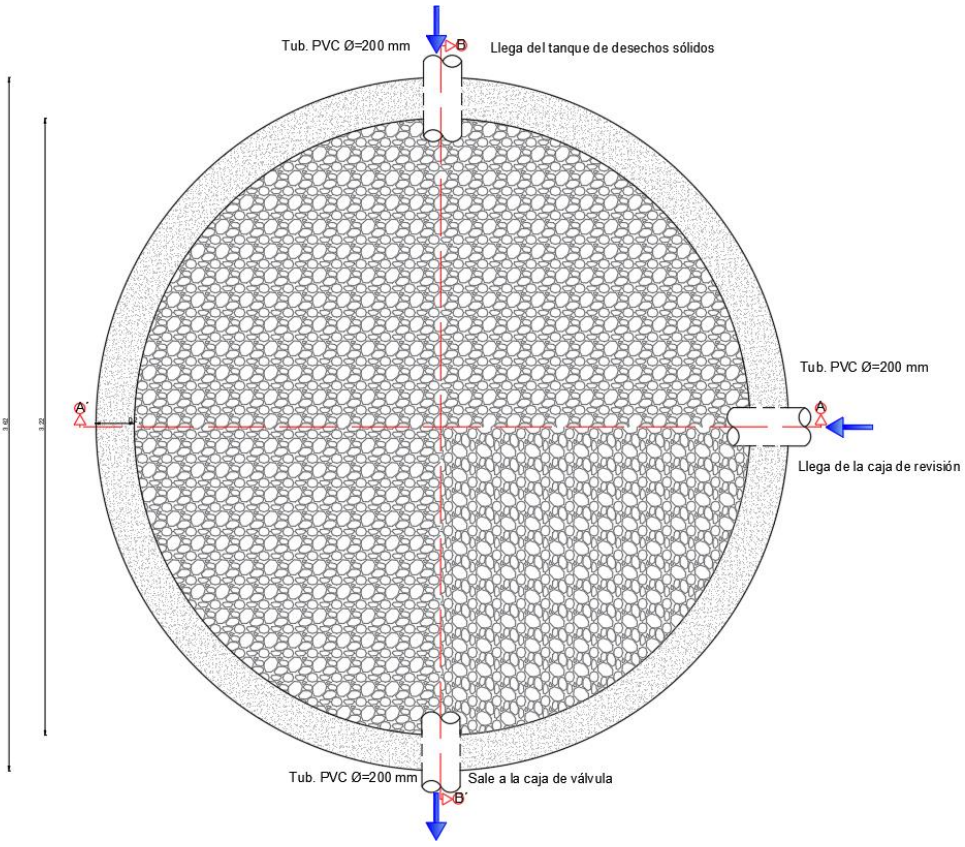



***Figura 37. Vista en planta del filtro anaerobio de flujo ascendente.***

***Fuente:*** *Autor.*

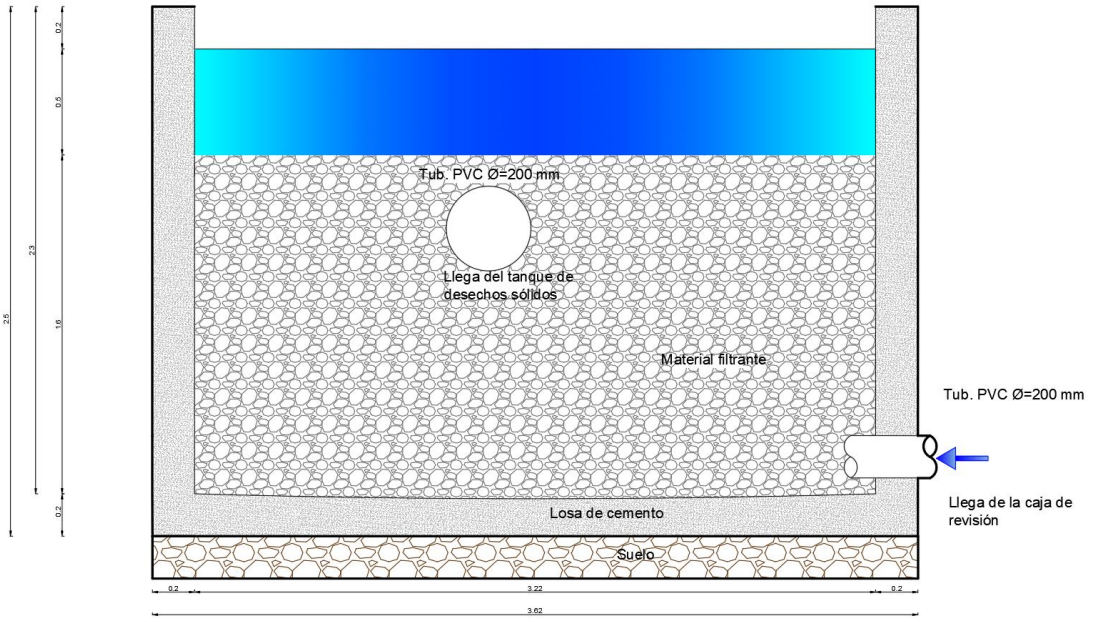



***Figura 38. Vista en corte A-A´ del filtro anaerobio de flujo ascendente.***

***Fuente:*** *Autor.*

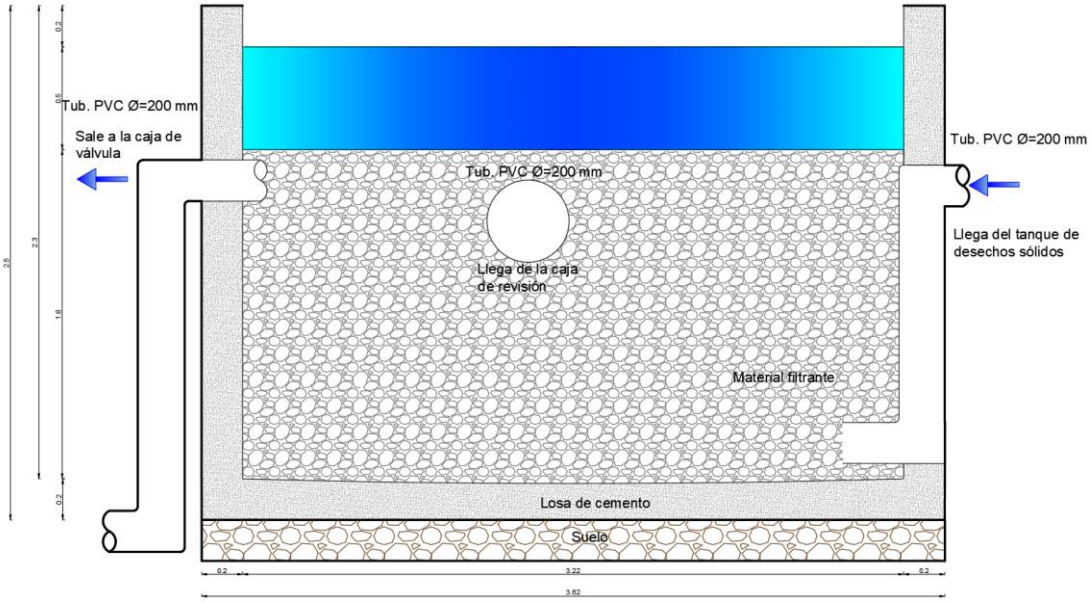



***Figura 39. Vista en corte B-B´ del filtro anaerobio de flujo ascendente.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Caja de válvula**

En la figura 40 se muestra la caja de válvula que permite el paso del agua residual desde el filtro anaerobio de flujo ascendente hasta desembocar en el pozo de salida.



***Figura 40. Caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

Es de hormigón armado, posee una válvula en su interior conectada en sus extremos por una tubería de 200 mm y una tubería a lo largo de la caja de válvula de 200 mm; tanto la válvula como la tubería conectan el filtro anaerobio de flujo ascendente al pozo de salida. Sus dimensiones se encuentran en la tabla 10, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 41, figura 42 y figura 43), respectivamente. Las dimensiones de todas las cajas son iguales.

***Tabla 10. Dimensiones de la caja de válvula.***

| **Caja de válvula** | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Largo total | 1.20 |
| Ancho total | 1.20 |
| Altura total | 1.14 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Largo útil | 0.80 |
| Ancho útil | 0.80 |
| Altura útil | 0.80 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se indican las dimensiones de largo, ancho, altura y espesor de pared de la caja de válvula.

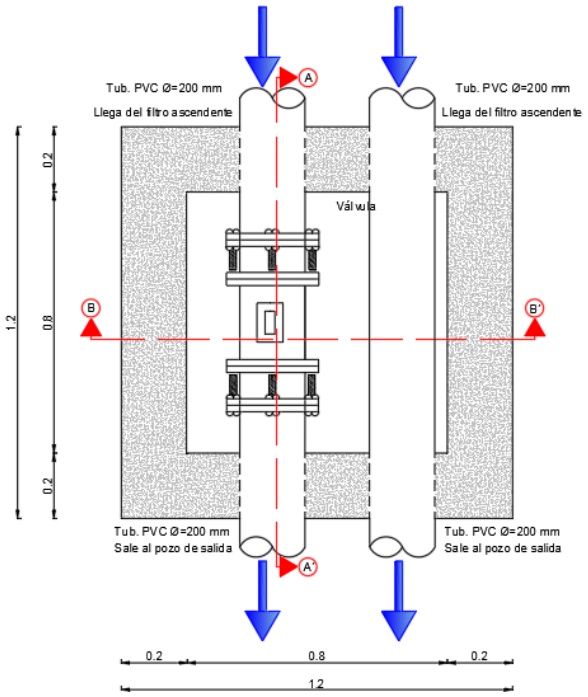



***Figura 41. Vista en planta de la caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

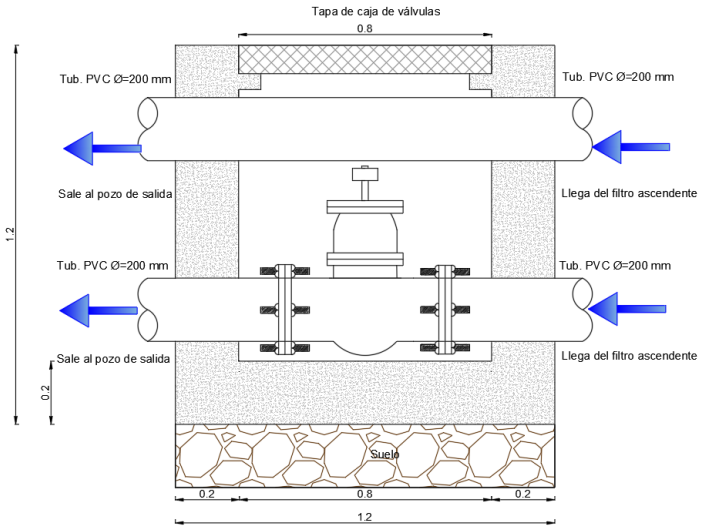



***Figura 42. Vista en corte A-A´ de la caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

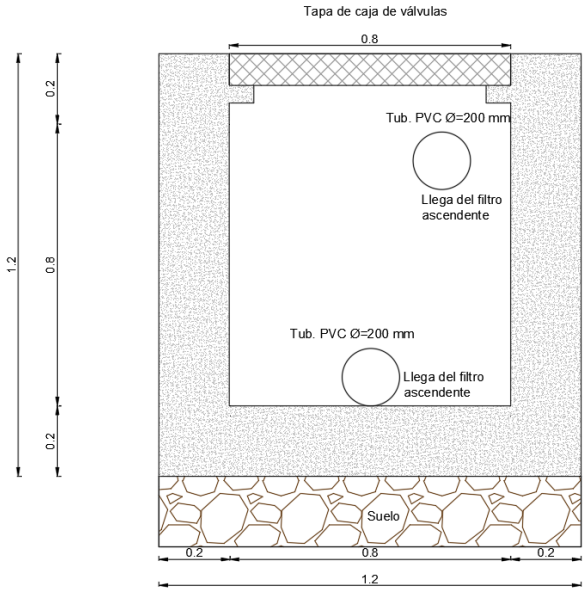



***Figura 43. Vista en corte B-B´ de la caja de válvula.***

***Fuente:*** *Autor.*

- **Pozo de salida**

En la figura 44 se muestra el pozo de salida que recibe el agua residual ya tratada y se descarga en el Río Quillalli que pasa cerca de la PTAR.



***Figura 44. Pozo de salida.***

***Fuente:*** *Autor.*

Es de hormigón armado posee una tubería de entrada de 200 mm y otra que conecta a la caja de válvula y revisión, así como también una de salida de 250 mm. Sus dimensiones se encuentran en la tabla 11, y las medidas del componente en planta y transversal (figura 45 y figura 46), respectivamente.

*Tabla 11. Dimensiones del lecho de pozo de salida.*

| Pozo de salida | |
|---|---|
| **Medida** | **Dimensión (m)** |
| Diámetro total | 1.12 |
| Altura total | 1.30 |
| Espesor de pared | 0.20 |
| Diámetro útil | 0.72 |
| Altura total útil | 1.05 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se indican las dimensiones de diámetro, altura y espesor de pared del pozo de salida.

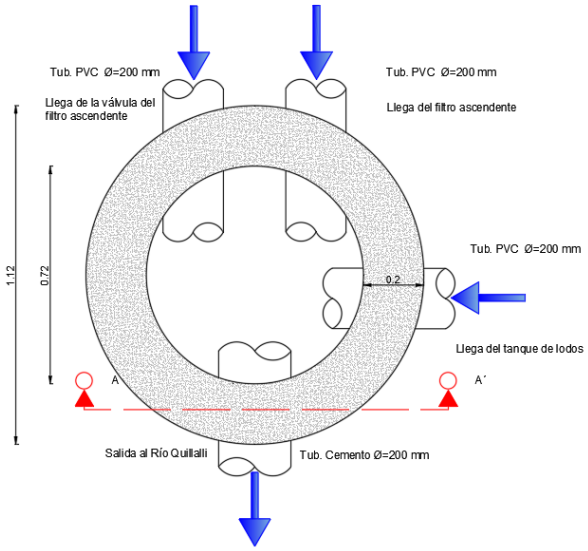



***Figura 45. Vista en planta del pozo de salida.***
***Fuente:*** *Autor.*

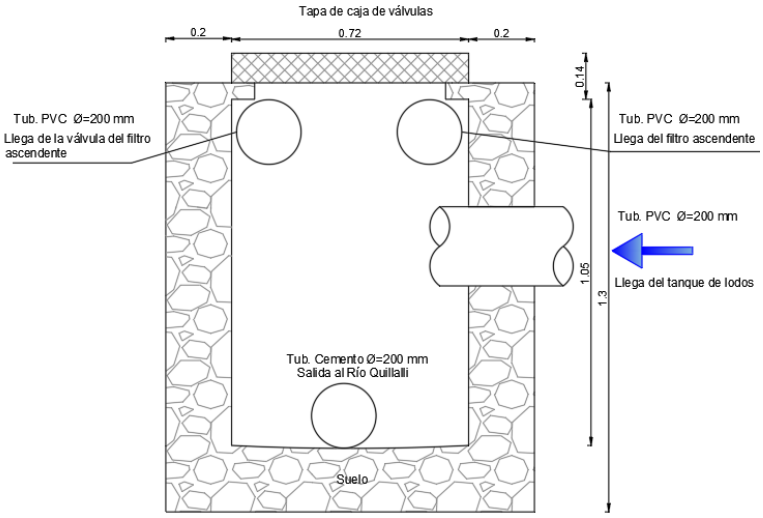



***Figura 46. Vista en corte A-A´ del pozo de salida.***
***Fuente:*** *Autor.*

### 3.1.2 Etapa II Analizar el afluente y efluente de la PTAR

Para medir los caudales de afluente y efluente se usó el método volumétrico, para ello se necesitó de un recipiente con capacidad de 5 litros y un cronómetro; el volumen se determinó observando la velocidad con que el recipiente se llenó y registrando el tiempo hasta que el recipiente se cubría en su totalidad, la toma de muestra se debe tomar tanto a la entrada como a la salida del caudal.

Este procedimiento se realizó por 30 días, desde el lunes 24 de julio hasta el martes 22 de agosto de 2023 desde las 07h00 am hasta las 14h00 pm, obteniendo un total de 8 valores diarios.

Desde la tabla 12 a la 16 se presentan todos los resultados de la toma de afluentes de la PTAR que se obtuvieron de los 30 días.

***Tabla 12. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 1.***

| **Medición de afluentes PTAR (L/s)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 24 de julio al Domingo 30 de julio de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| **7:00- 8:00** | 0.838 | 0.610 | 0.708 | 0.836 | 0.708 | 0.729 | 1.184 |
| **8:00- 9:00** | 0.660 | 0.425 | 0.630 | 0.425 | 0.630 | 0.532 | 0.569 |
| **9:00- 10:00** | 1.204 | 1.389 | 1.204 | 1.748 | 1.204 | 1.322 | 0.986 |
| **10:00- 11:00** | 0.845 | 1.429 | 0.845 | 2.381 | 0.845 | 1.071 | 0.861 |
| **11:00- 12:00** | 1.214 | 1.627 | 1.529 | 1.623 | 1.529 | 1.487 | 0.416 |
| **12:00-13:00** | 1.113 | 1.417 | 1.810 | 1.416 | 1.810 | 1.131 | 0.958 |
| **13:00- 14:00** | 0.990 | 0.893 | 0.610 | 0.971 | 0.617 | 0.779 | 0.780 |
| **14:00- 15:00** | 0.820 | 0.847 | 0.602 | 0.870 | 0.588 | 0.704 | 0.769 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 24 al domingo 30 de julio de 2023, del afluente.

*Tabla 13. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 2.*

| Medición de afluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 31 de julio al Domingo 6 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **31** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **7:00- 8:00** | 0.767 | 0.654 | 0.691 | 0.876 | 0.716 | 0.733 | 1.220 |
| **8:00- 9:00** | 0.828 | 0.464 | 0.640 | 0.464 | 0.638 | 0.578 | 0.565 |
| **9:00- 10:00** | 1.220 | 1.305 | 1.204 | 1.761 | 1.204 | 1.311 | 0.986 |
| **10:00- 11:00** | 0.870 | 1.176 | 0.864 | 2.222 | 0.837 | 1.041 | 0.861 |
| **11:00- 12:00** | 1.111 | 1.574 | 1.545 | 1.572 | 1.529 | 1.440 | 0.416 |
| **12:00-13:00** | 1.139 | 1.357 | 1.865 | 1.066 | 1.760 | 1.073 | 0.931 |
| **13:00- 14:00** | 0.853 | 0.902 | 0.615 | 0.962 | 0.610 | 0.759 | 0.759 |
| **14:00- 15:00** | 0.870 | 0.899 | 0.613 | 0.935 | 0.588 | 0.704 | 0.769 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 31 de julio al domingo 6 de agosto de 2023, del afluente.

*Tabla 14. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 3.*

| Medición de afluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 7 al Domingo 13 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| **7:00- 8:00** | 0.722 | 0.580 | 0.686 | 0.870 | 0.716 | 0.703 | 1.237 |
| **8:00- 9:00** | 0.732 | 0.458 | 0.637 | 0.457 | 0.630 | 0.562 | 0.580 |
| **9:00- 10:00** | 1.204 | 1.055 | 1.204 | 1.730 | 1.220 | 1.248 | 0.986 |
| **10:00- 11:00** | 0.845 | 1.634 | 0.845 | 2.358 | 0.845 | 1.090 | 0.861 |
| **11:00- 12:00** | 0.996 | 1.481 | 1.529 | 1.142 | 1.529 | 1.294 | 0.419 |
| **12:00-13:00** | 1.113 | 1.381 | 1.760 | 1.080 | 1.810 | 1.068 | 0.931 |
| **13:00- 14:00** | 0.990 | 1.059 | 0.610 | 1.096 | 0.610 | 0.814 | 0.759 |
| **14:00- 15:00** | 0.829 | 0.943 | 0.613 | 1.022 | 0.617 | 0.709 | 0.781 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 7 al domingo 13 de agosto de 2023, del afluente.

*Tabla 15. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 4.*

| Medición de afluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 14 de agosto al Domingo 20 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **7:00- 8:00** | 0.767 | 0.767 | 0.767 | 0.767 | 0.767 | 0.767 | 0.767 |
| **8:00- 9:00** | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 | 0.841 |
| **9:00- 10:00** | 1.204 | 1.204 | 1.204 | 1.204 | 1.204 | 1.204 | 1.204 |
| **10:00- 11:00** | 0.845 | 0.845 | 0.845 | 0.845 | 0.845 | 0.845 | 0.845 |
| **11:00- 12:00** | 0.890 | 0.890 | 0.890 | 0.890 | 0.890 | 0.890 | 0.890 |
| **12:00-13:00** | 1.113 | 1.113 | 1.113 | 1.113 | 1.113 | 1.113 | 1.113 |
| **13:00- 14:00** | 0.916 | 0.916 | 0.916 | 0.916 | 0.916 | 0.916 | 0.916 |
| **14:00- 15:00** | 0.839 | 0.839 | 0.839 | 0.839 | 0.839 | 0.839 | 0.839 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 14 al domingo 20 de agosto de 2023, del afluente.

*Tabla 16. Medición de afluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 5.*

| Medición de afluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 21 de agosto al Martes 22 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** |
| **7:00- 8:00** | 0.833 | 0.690 | - | - | - | - | - |
| **8:00- 9:00** | 0.826 | 0.417 | - | - | - | - | - |
| **9:00- 10:00** | 1.190 | 1.109 | - | - | - | - | - |
| **10:00- 11:00** | 0.836 | 2.000 | - | - | - | - | - |
| **11:00- 12:00** | 0.935 | 1.429 | - | - | - | - | - |
| **12:00-13:00** | 0.926 | 1.316 | - | - | - | - | - |
| **13:00- 14:00** | 0.806 | 1.333 | - | - | - | - | - |
| **14:00- 15:00** | 0.980 | 1.389 | - | - | - | - | - |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos del lunes 21 y martes 22 de agosto de 2023, del afluente.

En la tabla 17 se presenta el promedio de los valores que se obtuvieron de las 8 horas diarias con respecto a los 30 días que se tomaron las muestras.

*Tabla 17. Promedio de los afluentes PTAR (L/s).*

| Promedio de afluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 24 de julio al Martes 22 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| **7:00- 8:00** | 0.79 | 0.63 | 0.70 | 0.87 | 0.71 | 0.72 | 1.07 |
| **8:00- 9:00** | 0.78 | 0.44 | 0.63 | 0.48 | 0.63 | 0.57 | 0.53 |
| **9:00- 10:00** | 1.20 | 1.22 | 1.20 | 1.56 | 1.21 | 1.26 | 1.04 |
| **10:00- 11:00** | 0.85 | 1.73 | 0.85 | 1.96 | 0.84 | 1.04 | 1.25 |
| **11:00- 12:00** | 1.03 | 1.55 | 1.53 | 1.19 | 1.53 | 1.29 | 0.72 |
| **12:00-13:00** | 1.08 | 1.38 | 1.80 | 1.12 | 1.80 | 1.08 | 1.06 |
| **13:00- 14:00** | 0.91 | 1.02 | 0.61 | 1.01 | 0.61 | 0.78 | 0.80 |
| **14:00- 15:00** | 0.87 | 0.99 | 0.70 | 0.93 | 0.60 | 0.70 | 0.80 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** los caudales que presentan un mayor valor están entre el horario de 10h00 a 11h00, los datos más representativos están en los días: martes, jueves y domingo.

A continuación, se indica la estadística descriptiva correspondientes a los días de la semana.

*Tabla 18. Estadística descriptiva de los afluentes (L/s).*

| Estadística descriptiva de afluentes PTAR sector Condesan (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| **Media** | 0.94 | 1.1 | 1.0 | 1.14 | 0.99 | 0.93 | 0.91 |
| **Mediana** | 0.89 | 1.1 | 0.8 | 1.07 | 0.78 | 0.91 | 0.92 |
| **Desviación estándar** | 0.15 | 0.5 | 0.5 | 0.50 | 0.47 | 0.27 | 0.24 |
| **Mínimo** | 0.78 | 0.4 | 0.6 | 0.48 | 0.60 | 0.57 | 0.53 |
| **Máximo** | 1.20 | 1.7 | 1.8 | 1.96 | 1.80 | 1.29 | 1.25 |
| **Suma** | 7.50 | 9.0 | 8.0 | 9.11 | 7.93 | 7.44 | 7.27 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se analizó los datos y se obtuvo que el caudal de afluente mayor que ingreso a la PTAR fue el jueves con un valor de 1.96 L/s, esto permitió realizar el análisis de muestra compuesta para llevarlo al laboratorio.

En la figura 47 se evidencia la medición de caudal del afluente.



***Figura 47. Medición de caudal afluente.***

***Fuente:*** *Autor*

Desde la tabla 19 a la 23 se presentan los resultados de la toma de efluentes de la PTAR obtenidos de los 30 días durante las 8 horas.

***Tabla 19. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 1.***

| **Medición de efluentes PTAR (L/s)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 24 de julio al Domingo 30 de julio de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** |
| **7:00- 8:00** | 1.259 | 1.259 | 1.259 | 1.259 | 1.259 | 1.259 | 1.259 |
| **8:00- 9:00** | 1.094 | 1.094 | 1.094 | 1.094 | 1.094 | 1.094 | 1.094 |
| **9:00- 10:00** | 1.587 | 1.587 | 1.587 | 1.587 | 1.587 | 1.587 | 1.587 |
| **10:00- 11:00** | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 |
| **11:00- 12:00** | 1.214 | 1.214 | 1.214 | 1.214 | 1.214 | 1.214 | 1.214 |
| **12:00-13:00** | 1.433 | 1.433 | 1.433 | 1.433 | 1.433 | 1.433 | 1.433 |
| **13:00- 14:00** | 1.220 | 1.220 | 1.220 | 1.220 | 1.220 | 1.220 | 1.220 |
| **14:00- 15:00** | 0.980 | 0.980 | 0.980 | 0.980 | 0.980 | 0.980 | 0.980 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 24 al domingo 30 de julio de 2023, del efluente.

*Tabla 20. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 2.*

| Medición de efluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 31 de julio al Domingo 6 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **31** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **7:00- 8:00** | 0.923 | 0.762 | 0.800 | 1.010 | 0.836 | 1.042 | 1.266 |
| **8:00- 9:00** | 0.996 | 0.508 | 0.719 | 0.541 | 0.772 | 0.768 | 0.637 |
| **9:00- 10:00** | 1.587 | 1.767 | 1.397 | 2.083 | 1.587 | 1.678 | 1.214 |
| **10:00- 11:00** | 1.010 | 1.370 | 1.031 | 2.381 | 1.006 | 1.613 | 1.010 |
| **11:00- 12:00** | 1.149 | 1.695 | 1.695 | 1.754 | 2.203 | 1.953 | 0.444 |
| **12:00-13:00** | 1.404 | 1.563 | 2.381 | 2.242 | 1.953 | 1.266 | 1.176 |
| **13:00- 14:00** | 1.080 | 0.890 | 0.853 | 1.190 | 1.429 | 1.404 | 0.899 |
| **14:00- 15:00** | 1.053 | 0.951 | 0.977 | 1.031 | 1.092 | 0.820 | 0.893 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 31 de julio al domingo 6 de agosto de 2023, del efluente.

*Tabla 21. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 3.*

| Medición de efluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 7 agosto al Domingo 13 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** |
| **7:00- 8:00** | 0.845 | 0.656 | 0.796 | 1.053 | 0.836 | 0.978 | 1.538 |
| **8:00- 9:00** | 0.858 | 0.561 | 0.730 | 0.508 | 0.800 | 0.765 | 0.654 |
| **9:00- 10:00** | 1.266 | 1.333 | 1.587 | 1.953 | 1.404 | 1.538 | 0.996 |
| **10:00- 11:00** | 1.016 | 1.656 | 1.010 | 2.475 | 1.016 | 1.684 | 1.010 |
| **11:00- 12:00** | 1.214 | 1.355 | 1.695 | 1.299 | 1.953 | 1.639 | 0.508 |
| **12:00-13:00** | 1.166 | 1.295 | 2.033 | 2.315 | 1.901 | 1.263 | 1.144 |
| **13:00- 14:00** | 1.211 | 1.031 | 0.760 | 1.263 | 0.712 | 1.031 | 0.894 |
| **14:00- 15:00** | 0.992 | 1.008 | 0.813 | 1.285 | 0.767 | 0.831 | 0.926 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 7 al domingo 13 de agosto de 2023, del efluente.

*Tabla 22. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 4.*

| Medición de efluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 14 agosto al Domingo 20 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
| **7:00- 8:00** | 0.906 | 0.767 | 0.831 | 1.147 | 0.885 | 1.096 | 0.885 |
| **8:00- 9:00** | 1.010 | 0.608 | 0.720 | 0.661 | 0.719 | 0.843 | 0.719 |
| **9:00- 10:00** | 1.244 | 1.266 | 1.538 | 1.235 | 1.266 | 1.678 | 1.938 |
| **10:00- 11:00** | 1.016 | 2.119 | 1.008 | 1.053 | 1.106 | 1.244 | 4.065 |
| **11:00- 12:00** | 1.071 | 1.272 | 1.953 | 0.484 | 1.695 | 1.404 | 2.525 |
| **12:00-13:00** | 1.412 | 1.182 | 1.689 | 1.096 | 0.956 | 1.266 | 2.315 |
| **13:00- 14:00** | 1.121 | 1.073 | 0.690 | 1.160 | 0.759 | 1.096 | 1.420 |
| **14:00- 15:00** | 1.008 | 0.898 | 1.147 | 1.082 | 0.719 | 0.735 | 1.029 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos desde el lunes 14 al domingo 20 de agosto de 2023, del efluente.

*Tabla 23. Medición de efluentes de la PTAR del sector Condesan, semana 5.*

| Medición de efluentes PTAR (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 21 de agosto al Martes 22 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** |
| **7:00- 8:00** | 0.893 | 0.933 | - | - | - | - | - |
| **8:00- 9:00** | 1.096 | 0.473 | - | - | - | - | - |
| **9:00- 10:00** | 1.263 | 1.266 | - | - | - | - | - |
| **10:00- 11:00** | 1.031 | 2.381 | - | - | - | - | - |
| **11:00- 12:00** | 1.149 | 1.558 | - | - | - | - | - |
| **12:00-13:00** | 1.022 | 1.695 | - | - | - | - | - |
| **13:00- 14:00** | 0.891 | 1.818 | - | - | - | - | - |
| **14:00- 15:00** | 1.182 | 1.916 | - | - | - | - | - |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se presentan los datos obtenidos del lunes 21 y martes 22 de agosto de 2023, del efluente.

En la tabla 24 se presenta el promedio de los valores que se obtuvieron de las 8 horas diarias con respecto a los 30 días que se tomaron las muestras.

*Tabla 24. Promedio de los efluentes PTAR (L/s).*

| Promedio de efluentes PTAR sector Condesan (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Período:** | **Desde el Lunes 24 de julio al Martes 22 de agosto de 2023** | | | | | | |
| **Hora toma de muestras** | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| **7:00- 8:00** | 0.97 | 0.76 | 0.85 | 1.05 | 0.85 | 1.01 | 1.31 |
| **8:00- 9:00** | 1.01 | 0.52 | 0.73 | 0.54 | 0.75 | 0.77 | 0.67 |
| **9:00- 10:00** | 1.39 | 1.55 | 1.43 | 1.81 | 1.47 | 1.71 | 1.33 |
| **10:00- 11:00** | 1.02 | 1.85 | 0.98 | 2.08 | 1.05 | 1.49 | 1.77 |
| **11:00- 12:00** | 1.16 | 1.62 | 1.57 | 1.47 | 1.86 | 1.74 | 0.99 |
| **12:00-13:00** | 1.29 | 1.53 | 1.72 | 1.65 | 1.45 | 1.30 | 1.45 |
| **13:00- 14:00** | 1.10 | 1.16 | 0.78 | 1.20 | 0.93 | 1.14 | 1.01 |
| **14:00- 15:00** | 1.04 | 1.17 | 0.92 | 1.12 | 0.84 | 0.80 | 0.95 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** los caudales que presentan un mayor valor están entre el horario de 10h00 a 11h00, los datos más representativos están en los días: martes, jueves y domingo.

A continuación, se indica la estadística descriptiva correspondientes a los días de la semana.

*Tabla 25. Estadística descriptiva de los efluentes (L/s).*

| Estadística descriptiva de efluentes PTAR sector Condesan (L/s) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Lunes** | **Martes** | **Miércoles** | **Jueves** | **Viernes** | **Sábado** | **Domingo** |
| **Media** | 1.12 | 1.3 | 1.1 | 1.37 | 1.15 | 1.24 | 1.19 |
| **Mediana** | 1.07 | 1.3 | 1.0 | 1.33 | 0.99 | 1.22 | 1.16 |
| **Desviación estándar** | 0.15 | 0.5 | 0.4 | 0.55 | 0.40 | 0.40 | 0.35 |
| **Mínimo** | 0.97 | 0.5 | 0.7 | 0.54 | 0.75 | 0.77 | 0.67 |
| **Máximo** | 1.39 | 1.9 | 1.7 | 2.08 | 1.86 | 1.74 | 1.77 |
| **Suma** | 8.98 | 10.2 | 9.0 | 10.93 | 9.20 | 9.94 | 9.49 |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se analizaron los datos, obteniendo que el día con mayor efluente de la PTAR fue el jueves con 2.08 L/s.

En la figura 48 se presenta la evidencia de la medición de caudal del afluente.



***Figura 48. Medición de caudal afluente.***

***Fuente:*** *Autor*

En base al análisis del agua residual de una muestra compuesta que se realizó tomando un porcentaje de agua durante 8 horas diarias, indicada en la tabla 26 para afluentes y efluentes; se recolectó 3 botellas ámbar de 1000 ml para afluente y 3 botellas ámbar de 1000 ml para el agua residual de efluente, colocándolas en un recipiente frío (cooler); se obtuvieron los datos de cada uno de los ensayos realizados en el Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A según la normativa vigente TULSMA 2015.

***Tabla 26. Valores para la toma de muestra compuesta.***

| **Valores para la toma de muestra compuesta** | | |
|---|---|---|
| **Hora de recolección** | **Volumen (ml)** | |
| | **Afluente** | **Efluente** |
| **7:00- 8:00** | 95.23 | 96.37 |
| **8:00- 9:00** | 52.57 | 49.84 |
| **9:00- 10:00** | 170.85 | 165.41 |
| **10:00- 11:00** | 214.72 | 190.66 |
| **11:00- 12:00** | 130.60 | 134.09 |
| **12:00-13:00** | 123.33 | 151.30 |
| **13:00- 14:00** | 110.69 | 110.00 |
| **14:00- 15:00** | 102.00 | 102.33 |
| **Total** | **1000.00** | **1000.00** |

***Fuente:*** *Autor*

**Nota:** Se indica el volumen expresado en mililitros (ml) que se recolectó para la muestra compuesta ensayada.

En la figura 49 se presenta el respectivo envasado de las muestras compuestas de aguas residuales que fueron tomadas de la PTAR del sector Condesan, así como también el transporte de estas en el respectivo cooler con su identificativo.

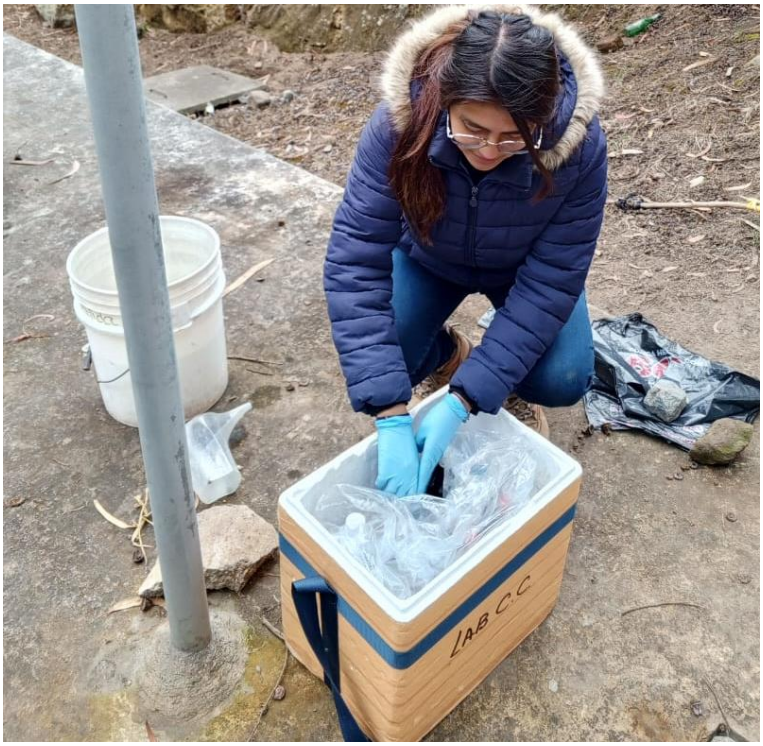



***Figura 49. Envasado de muestras compuestas tomadas en la PTAR.***
***Fuente:*** *Autor*

En la tabla 27 se indican los valores obtenidos del análisis del afluente de la PTAR del sector Condesan de la parroquia Quisapincha.

***Tabla 27. Resultados del análisis del afluente de la PTAR del sector Condesan.***

| Parámetros | Método | Norma Referencial: Tabla 8. Límites de Descarga al Sistema de Alcantarillado Público. | Resultado | Cumple |
|---|---|---|---|---|
| pH | STANDARD METHODS-45OOH+B (SM 4500 B) | 6-9 | **8.11** | **Si** |
| Turbidez (NTU) | STANDARD METHODS- | - | **40.7** | **Si** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2130-B (SM 2130 B) | | | |
| Demanda Química de Oxígeno, DQO (mg/L) | HACH- 8000 | 500 | **181** | **Si** |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, $DBO_5$ (mg/L) | STANDARD METHODS-5210-D (SM 5210 D) | 250 | **79** | **Si** |
| Sólidos Totales, ST (mg/L) | STANDARD METHODS-2540-B (SM 2540 B) | 1600 | **506** | **Si** |
| Sólidos Suspendidos Totales, SST (mg/L) | HACH- 8006 | 220 | **58** | **Si** |
| Nitrógeno amoniacal, $N\text{-}NH_3$ (mg/L) | HACH-8038 | - | **79** | **Si** |
| Fosfato, $P\text{-}PO_3^{4-}$ | HACH-8048 | - | **29.5** | **Si** |
| Sulfatos, $SO_4^{2-}$ (mg/L) | HACH-8051 | 400 | **27** | **Si** |

***Fuente:*** *Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A.*

**Nota:** En base a los datos obtenidos se puede apreciar que existe un cumplimiento de los parámetros con respecto a la normativa TULSMA LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) para el afluente de la PTAR. Puesto que, el pH puesto que se obtuvo 8.11 y está entre el rango 6-9 de normativa y es un pH básico. Con referencia a DQO es mínimo al valor de normativa de 500 mg/L al igual que el $DBO_5$ de 79 mg/L, los sólidos totales y suspendidos de 506 mg/L y 58 mg/L, respectivamente son menores a los establecidos y por último los sulfatos son menores a 400 mg/L, con un resultado de 27 mg/L.

En la tabla 28 se indican los valores obtenidos del análisis del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

*Tabla 28. Resultados del análisis del efluente de la PTAR del sector Condesan.*

| Parámetros | Método | Norma Referencial: Tabla 9. Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce. | Resultado | Cumple |
|---|---|---|---|---|
| pH | STANDARD METHODS-45OOH+B (SM 4500 B) | 6-9 | **7.49** | **Si** |
| Turbidez (NTU) | STANDARD METHODS-2130-B (SM 2130 B) | - | **28.6** | **Si** |
| Demanda Química de Oxígeno, DQO (mg/L) | HACH- 8000 | 200 | **125** | **Si** |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, $DBO_5$ (mg/L) | STANDARD METHODS-5210-D (SM 5210 D) | 100 | **31** | **Si** |
| Sólidos Totales, ST (mg/L) | STANDARD METHODS-2540-B (SM 2540 B) | 1600 | **321** | **Si** |
| Sólidos Suspendidos Totales, SST (mg/L) | HACH- 8006 | 130 | **26** | **Si** |
| Nitrógeno amoniacal, $N\text{-}NH_3$ (mg/L) | HACH-8038 | 30 | **48** | **No** |
| Fosfato, $P\text{-}PO_3^{4-}$ | HACH-8048 | - | **19.80** | **Si** |
| Sulfatos, $SO_4^{2-}$ (mg/L) | HACH-8051 | 1000 | **14** | **Si** |

***Fuente:*** *Laboratorio de Control de Calidad de la Empresa Pública EP-EMAPA-A.*

**Nota:** En base a los resultados obtenidos, se pudo determinar que no todos los valores cumplen con el parámetro establecido en base a la normativa TULSMA LIBRO VI. ANEXO 1 (2015), como es el caso del nitrógeno amoniacal, que tiene un porcentaje alto comparado con la normativa. Los otros parámetros se encuentran dentro de la normativa como es el caso de pH que tiene un valor de 7.49 que es un pH básico y menor al del afluente, el DQO y el $DBO_5$ se encuentran dentro de la normativa obteniendo como resultado 125 mg/L y 31 mg/L, respectivamente. Los sólidos totales con un valor de 321 mg/L y los sólidos suspendidos con 26 mg/L también cumplen. Finalmente, el resultado de los sulfatos fue de 14 mg/L menor al valor especificado en normativa de 1000 mg/L.

***Tabla 29. Análisis de resultados de los parámetros de afluente y efluente.***

| **Análisis de resultados de los parámetros de afluente y efluente** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **PARÁMETROS** | **UNIDADES** | **AFLUENTE** | **EFLUENTE** | **CUMPLE** |
| pH | - | **8.11** | **7.49** | **Si** |
| Turbidez | NTU | **40.7** | **28.6** | **Si** |
| Demanda Química de Oxígeno, DQO | mg/L | **181** | **125** | **Si** |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno, $DBO_5$ | mg/L | **79** | **31** | **Si** |
| Sólidos Totales, ST | mg/L | **506** | **321** | **Si** |
| Sólidos Suspendidos Totales, SST | mg/L | **58** | **26** | **Si** |
| Nitrógeno amoniacal, $N\text{-}NH_3$ | mg/L | **79** | **48** | **Si** |
| Fosfato, $P\text{-}PO_3^{4-}$ | mg/L | **29.5** | **19.8** | **Si** |
| Sulfatos, $SO_4^{2-}$ | mg/L | **27** | **14** | **Si** |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Analizando los parámetros de resultados de entrada y salida del agua residual de la PTAR estos si cumplen en su totalidad, puesto que disminuyen los valores del efluente con respecto a los del afluente; la planta y su sistema está en funcionamiento, por lo tanto, se deberá realizar un plan de mantenimiento y operación para una mejor

depuración de las aguas residuales hacia el río Quillalli que cruza cerca de la planta donde estas aguas desembocan.

### 3.1.3 Etapa III Proponer mejoras y generar un manual de Operación y Mantenimiento para la PTAR

Para la propuesta de mejoras y el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, se debe analizar los componentes de la PTAR en base a la normativa vigente, criterios de diseño y manuales o guías de diseño, para así poder determinar si existe un buen funcionamiento de cada uno de estos y proponer las mejoras adecuadas para cada componente.

#### 3.1.3.1 Comprobación de los componentes de la PTAR en base a parámetros justificados en normativa.

**Tanque de desecho sólidos**

En base a la "Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización, 2005 de la Organización Panamericana de la Salud"; para el análisis del tanque de desecho sólidos se consideró ciertos datos como la población de diseño a futuro, el caudal de aporte, volumen requerido para sedimentación, volumen de digestión y almacenamiento de lodos, volumen de natas y volumen total teórico, para la correcta comprobación y comparación con el tanque de la PTAR. [18].

- **Población de diseño a futuro**

  En base al PDOT del año 2015, última actualización de la parroquia de Quisapincha se indica que 1877 habitantes cuentan con un sistema de agua potable y según la Junta Parroquial de Agua Potable y Alcantarillado de Condesan en el sector alrededor de 180 habitantes en el año en mención, de los cuales solamente el 44% posee alcantarillado; se obtuvo un promedio de las personas por hogar en base a los datos tabulados en la INEC de 3.91; por lo tanto, se estima una población actual atendida en el sector de 310 habitantes, mediante la ecuación 2. [19].

  En la tabla 29 se indica la tasa de crecimiento obtenida mediante el método geométrico.

$$\boldsymbol{Pa = Habitantes * S.Alcantarillado * Promedio} \qquad (\boldsymbol{Ec.2})$$

$$Pa = 180 * \frac{44}{100} * 33.91$$

$$\boldsymbol{Pa = 310\ hab}$$

***Tabla 30. Tasa de crecimiento poblacional mediante método geométrico en los años 1990-2010.***

| MÉTODO GEOMÉTRICO | | |
|---|---|---|
| **CENSO** | **POBLACIÓN INEC** | **r** |
| 1990 | 6472 | - |
| 2001 | 11581 | 5.432% |
| 2010 | 13001 | 1.293% |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** La tasa de crecimiento adecuada en base al análisis geométrico es de 1.293%.

Para el cálculo de la población futura se considerará un periodo de 20 años, puesto que se trata de una planta de tratamiento de aguas residuales, es decir 2037, mediante la ecuación 3 donde n es la diferencia entre el periodo futuro y el periodo actual.

$$\boldsymbol{Pf = Pa * (1 + r)^n} \qquad (\boldsymbol{Ec.3})$$

$$Pf = 310 * (1 + 1.293)^{14}$$

$$\boldsymbol{Pf = 311\ hab}$$

- **Caudal de aporte unitario de aguas residuales (Q)**

Para determinar el caudal de aporte unitario mediante la ecuación 4, se debe considerar la dotación de agua potable y el coeficiente de retorno, para este primer dato en base al "Código Ecuatoriano de la Construcción, Diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, Tabla 5.2 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos sólidos", se considera un nivel de llb, puesto que la zona de Condesan posee conexiones domiciliarias y en algunas zonas un sistema de alcantarillado sanitario; y en base a la "Tabla 5.3 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio", al ser un sector de clima frío se considera el valor de 75 L/hab*día y el coeficiente de retorno (C) se tomó de las "Normas de diseño de sistemas de alcantarillado para la EMAAP-

Q, anexo 2, TABLA N°4.2.3.1 COEFICIENTES DE RETORNO DE AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS", el valor de 0.75 al tener un nivel de complejidad entre bajo y medio. [20], [21].

$$\boldsymbol{Q = C * Da} \qquad (\boldsymbol{Ec.4})$$

$$Q = 0.75 * (75\ L/hab\ * día)$$

$$\boldsymbol{Q = 56.25\ L/hab\ * día}$$

- **Volumen requerido para la sedimentación (Vs)**

Para determinar el volumen requerido por medio de la ecuación 6, es necesario determinar el periodo de retención hidráulica mediante la ecuación 5, que es igual a:

$$\boldsymbol{PR = 1.5 - 0.3\ log\ (P * Q)} \quad (\boldsymbol{Ec.5})$$

$$PR = 1.5 - 0.3\ log\ (311\ hab * 56.25\ L/hab * día)$$

$$\boldsymbol{PR = 0.2\ día}$$

Por lo tanto, el valor de Vs es:

$$\boldsymbol{Vs\ =\ 10^{-3} * (P * Q) * PR} \quad (\boldsymbol{Ec.6})$$

$$Vs\ =\ 10^{-3}(311\ hab * 56.25\ L/hab * día) * 0.23\ días$$

$$\boldsymbol{Vs\ = 3.97\ m^3}$$

- **Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd)**

La depuración para lodos mínima es de 1 año según la normativa C.E.C, por lo tanto, se obtiene el volumen mediante la ecuación 7:

$$\boldsymbol{Vd\ =\ 70 * 10^{-3} * P * N} \quad (\boldsymbol{Ec.7})$$

$$Vd\ =\ 70 * 10^{-3} * 311 * 1$$

$$\boldsymbol{Vd\ =\ 21.77\ m^3}$$

- **Volumen de natas (Vn)**

En base a "Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización, 2005 de la Organización Panamericana de la Salud" se considera un valor de 0.7 $m^3$. [18].

$$\boldsymbol{Vn =\ 0.7\ m^3}$$

- **Volumen total teórico del tanque desecho sólidos (Vt)**

Se resuelve mediante la ecuación 8.

$$\boldsymbol{Vt = Vs + Vd + Vn} \quad \boldsymbol{(Ec.8)}$$

$$Vt = 3.97\ m^3 + 21.77\ m^3 + 0.7 m^3$$

$$\boldsymbol{Vt = 26.44\ m^3}$$

- **Volumen real del tanque de desecho sólidos (Vr)**

Se considera las dimensiones del tanque y se resuelve mediante la ecuación 9.

$$\boldsymbol{Va = B * L * H} \quad \boldsymbol{(Ec.9)}$$

$$Va = 2 * 5.5 * 2.5$$

$$\boldsymbol{Va = 27.50\ m^3}$$

Las dimensiones útiles para obtener el volumen real se muestran en la tabla 6.

***Tabla 31. Comparación del volumen del tanque de desechos sólidos con la normativa.***

| Parámetro del diseño | Unidad | Valor teórico | Valor actual | Cumple con guía OPS |
|---|---|---|---|---|
| **Volumen útil** | m3 | 26.44 | 27.5 | **Si** |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** El valor actual del tanque de desechos sólidos es de 27.50 $m^3$ y el teórico de 26.44 $m^3$ en base a la normativa expuesta, lo que quiere decir que cumplen con el parámetro ideal de este tipo de componente de una PTAR. Sin embargo, se debe realizar un mejor mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar y garantizar el funcionamiento correcto de la PTAR.

**Filtro anaerobio de flujo ascendente**

En base al "Código ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias: código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, 1997; Normas de diseño para sistemas de agua potable y eliminación de residuos líquidos (poblaciones con menos de 1000 habitantes)", se determinará los datos necesarios para poder comprobar el funcionamiento del filtro anaerobio como es el Caudal Máximo Horario, como son el coeficiente de mayoración máximo horario ($K_{maxhorario}$) y la Tabla 5.3 Dotaciones de agua. [20].

Y en base al "Manual EMAAP-Q, anexo 2, TABLA N° 4.2.3.1" se obtiene el coeficiente de retorno. [21].

Se determinará al caudal máximo horario en base a los datos de $K_{maxhorario}$ de 3 (adimensional), la dotación actual de 75 L/hab*día, la población actual servida de 310 hab y el coeficiente de retorno (R) de 0.75 (adimensional).

El caudal medio (Qm) se resuelve mediante la ecuación 10:

$$\boldsymbol{Q_m = \frac{Da * Pa}{86400 \frac{L}{s}}} \quad (\boldsymbol{Ec.10})$$

$$Q_m = \frac{75 \frac{L}{hab * día} * 310\ hab}{86400 \frac{L}{s}}$$

$$\boldsymbol{Q_m = 0.27\ L/s}$$

En base a este dato se puede determinar el caudal medio diario por medio de la ecuación 11.

$$\boldsymbol{Q_{md} = R * Q_m} \quad (\boldsymbol{Ec.11})$$

$$Q_{md} = 0.75 * 0.27\ L/s$$

$$\boldsymbol{Q_{md} = 0.202\ L/s}$$

Para calcular el caudal máximo horario se usará la ecuación 12, considerando el caudal medio diario (Qmd) y el coeficiente de mayoración máxima horaria.

$$\boldsymbol{Q_{MH} = K_{maxhoraria} * Q_{md}} \quad (\boldsymbol{Ec.12})$$

$$Q_{MH} = 3 * 0.202\ L/s$$

$$\boldsymbol{Q_{MH} = 0.61\ L/s}$$

$$\boldsymbol{Q_{MH} = 52.31\ m^3/día}$$

En base al manual "CONAGUA Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente, 2015" se considerará como referencia para evaluar el componente en base a su funcionamiento y dimensionamiento, para ello se deben considerar los siguientes datos de la tabla 31. [22].

*Tabla 32. Datos que considerar para el análisis del filtro anaerobio de flujo ascendente.*

| Datos que considerar | Valor | Unidad |
|---|---|---|
| **Caudal requerido máximo (Q)** | 52.31 | m3/día |
| **Demanda Bioquímica de Oxígeno $DBO_5$ del afluente (So)** | 79 | mg O2/l |
| **Altura real (H)** | 2.3 | m |
| **Diámetro real (D)** | 3.22 | m |
| **Altura del borde libre (h)** | 0.7 | m |
| **Altura del bajo dren (b)** | 0 | m |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Los datos presentados son en base a la altura y diámetro real, altura del borde libre, altura del bajo dren es cero (0), puesto que el material filtrante va desde el suelo, el $DBO_5$ y el caudal requerido máximo.

Estos permiten determinar otros aspectos relevantes para determinar el funcionamiento adecuado el filtro de la PTAR. Como se indican en las siguientes ecuaciones.

- **Área real del filtro (A)**

$$\boldsymbol{A = \pi * \frac{D^2}{4}} \quad \boldsymbol{(Ec. 13)}$$

$$A = \pi * \frac{(3.22)^2}{4}$$

$$\boldsymbol{A = 8.14\ m^2}$$

- **Volumen real del filtro (V)**

$$\boldsymbol{V = A * H}\ \ \boldsymbol{(Ec. 14)}$$

$$V = 8.14\ m^2 * 2.3\ m$$

$$\boldsymbol{V\ =\ 18.73\ m^3}$$

- **Altura del medio filtrante (hm)**

$$\boldsymbol{hm\ =\ H\ -\ h\ -\ b}\quad \boldsymbol{(Ec. 15)}$$

$$hm\ = (2.3\ -\ 0.70\ -\ 0.0)\ m$$

$$\boldsymbol{hm\ =\ 1.60\ m}$$

- **Volumen del medio filtrante (Vm)**

$$\boldsymbol{Vm\ =\ hm\ *\ A}\ \ \boldsymbol{(Ec. 16)}$$

$$Vm = 1.60\ m * 8.14\ m^2$$

$$\boldsymbol{Vm = 13.03\ m^3}$$

- **Tiempo de retención hidráulico (TRH)**

$$\boldsymbol{TRH = \frac{Vm}{Q}} \quad (\boldsymbol{Ec.17})$$

$$TRH = \frac{13.03\ m^3}{52.48\ m^3/día}$$

$$\boldsymbol{TRH = 0.25\ día = 5.98\ horas}$$

- **Eficiencia de depuración teórica (E)**

$$\mathbf{E = 100\left(1 - 0.87 * \left(TRH^{-0.5}\right)\right)} \quad (\boldsymbol{Ec.18})$$

$$\mathrm{E} = 100(1 - 0.87 * (5.98^{-0.5}))$$

$$\mathbf{E = 64.42\ \%}$$

- **Carga hidráulica superficial (CHS)**

$$\boldsymbol{CHS = \frac{Q}{A}} \quad (\boldsymbol{Ec.19})$$

$$CHS = \frac{52.31\ m^3/día}{8.14\ m^2}$$

$$\boldsymbol{CHS = 6.42\ \frac{m^3}{m^2 * día}}$$

***Tabla 33. Comparación del filtro anaerobio con los parámetros de diseño.***

| Parámetros de diseño | Rango | Valor calculado | Unidad | Cumple |
|---|---|---|---|---|
| **Medio filtrante** | Piedra | Piedra | - | Piedra |
| **Diámetro (D)** | 3-8 | 3.22 | m | Si |
| **Altura del medio filtrante (hm)** | 0.8-3.0 | 1.60 | m | Si |
| **Tiempo de retención hidráulico (TRH)** | 3-6 | 5.98 | horas | Si |
| **Carga hidráulica superficial (CHS)** | 6-15 | 6.42 | m3/m2*día | Si |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Los parámetros se encuentran dentro de los rangos establecidos, según la normativa de "CONAGUA: MANUAL DE AGUA POTABLE,

ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO, DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES: FILTROS ANAEROBIOS DE FLUJO ASCENDENTE, 2015"; lo que indica que el filtro anaeróbico de flujo ascendente está en funcionamiento, pero se puede realizar un mejor mantenimiento de este.

**Lecho de secado de lodos**

En base a la "Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización, 2005 de la Organización Panamericana de la Salud"; se determinó si el diseño de la PTAR cumple con los parámetros establecidos en la Guía mencionada puesto que posee criterios y ecuaciones adecuadas (Ec. 20 a la Ec. 25) y es ideal para pequeñas comunidades. [18].

Entre los parámetros establecidos, se considera el tiempo para digestión de lodos, frecuencia de retiro, extracción de lodos, masa de sólidos, carga de sólidos, entre otros. A continuación, se presentan los parámetros indicados.

- **Tiempo requerido para digestión de lodos**

***Tabla 34. Tiempo requerido para la digestión de lodos***

| Temperatura °C | Tiempo de digestión |
|---|---|
| 5 | 110 |
| 10 | 76 |
| 15 | 55 |
| 20 | 40 |
| >25 | 30 |

***Fuente:*** [18].

**Nota:** La zona Condesan de la parroquia Quisapincha, posee una temperatura de clima frío entre 13 a 15°C, por lo tanto, se tomará un tiempo de digestión de 55.

- **Carga de sólidos que ingresa al lecho de secado de lodos (C)**

Se resuelve mediante la ecuación 20, donde el valor de SS son los sólidos en suspensión del afluente.

$$\boldsymbol{C = Q * SS * 0.0864} \quad \boldsymbol{(Ec. 20)}$$

$$C = Q * 58 * 0.0864$$

$$\boldsymbol{C = 3.04\ \frac{kg\ de\ SS}{día}}$$

- **Masa de sólidos que forman lodos (Msd)**

$$\boldsymbol{Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)\ (Ec.21)}$$

$$Msd = ((0.5 * 0.7 * 0.5 * 3.04) + (0.5 * 0.3 * 3.04\ ))\frac{kg\ de\ SS}{día})$$

$$\boldsymbol{Msd = 0.99\ \frac{kg\ de\ SS}{día}}$$

- **Volumen diario de lodos digeridos (Vld)**

Para determinar el volumen diario de lodos se necesita de la densidad de los lodos y el porcentaje de sólidos indicados en la ecuación 22, en base a la Guía de diseño OPS, se considera a este valor como 1.04 Kg/l y el porcentaje varía entre 8% a 12%, tomando el promedio de 10%.

$$\boldsymbol{Vld = \frac{Msd}{\rho\ lodo * \left(\frac{\%\ de\ sólidos}{100}\right)}}\quad \boldsymbol{(Ec.22)}$$

$$Vld = \frac{0.99\ \frac{kg\ de\ SS}{día}}{1.04\frac{Kg}{l} * \left(\frac{10}{100}\right)}$$

$$\boldsymbol{Vld = 9.51\ L/día}$$

- **Volumen de lodos que se extraerán (Vel)**

$$\boldsymbol{Vel = \frac{Vld * Td}{1000}}\ \boldsymbol{(Ec.23)}$$

$$Vel = \frac{9.51\ L/día * 55\ dias}{1000}$$

$$\boldsymbol{Vel = 0.52\ m^3}$$

- **Área del lecho de secado de lodos teórica (Als)**

$$\boldsymbol{Als = \frac{Vel}{Ha}}\ \boldsymbol{(Ec.24)}$$

$$Als = \frac{0.52\ m^3}{0.40\ m}$$

$$\boldsymbol{Als = 1.31\ m^2}$$

- **Área del lecho de secado de lodos real (Arls)**

$$\boldsymbol{Arls = L * B}\ \boldsymbol{(Ec.25)}$$

$$Arls = 3.56\,m * 2.43\,m$$

$$\boldsymbol{Arls = 8.65\,m^2}$$

***Tabla 35. Comparación del área del tanque calculado y el real.***

| Parámetro del diseño | Unidad | Valor teórico | Valor real | Cumple con guía OPS |
|---|---|---|---|---|
| **Área de lecho** | $m^2$ | 1.31 | 8.65 | **Si** |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** El área del lecho actual que se obtuvo es de 8.65 $m^2$ y el valor teórico de 1.31 $m^2$, en base a la Guía OPS es diseño cumple con los parámetros establecidos, puesto que el valor actual es mayor al valor teórico o calculado.

**Eficiencia del tratamiento**

Para su verificación se analizó el afluente y efluente de la PTAR para cada uno de los parámetros, obteniendo los datos presentados en la tabla 36 y en la figura 50.

***Tabla 36. Comparación de parámetros de afluente y efluente de la PTAR Condesan.***

| Parámetros | Afluente | Efluente | Eficiencia del tratamiento |
|---|---|---|---|
| pH | 8.11 | 7.49 | **8%** |
| Turbidez (NTU) | 40.7 | 28.6 | **30%** |
| DQO (mg/L) | 181 | 125 | **31%** |
| $DBO_5$ (mg/L) | 79 | 31 | **61%** |
| Sólidos Totales, ST (mg/L) | 506 | 321 | **37%** |
| Sólidos Suspendidos Totales (mg/L) | 58 | 26 | **55%** |
| Nitrógeno amoniacal (mg/L) | 79 | 48 | **39%** |
| Fosfato (mg/L) | 29.5 | 19.8 | **33%** |
| Sulfatos (mg/L) | 27 | 14 | **48%** |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** La eficiencia del tratamiento, permite que la PTAR tenga un funcionamiento adecuado, por lo que el análisis del agua es importante, así

como también el porcentaje de eficiencia, en este caso se obtiene un pH de 8% que quiere decir que se trata de un pH básico; así como el DQO es de 31% y el $DBO_5$ de 61%, los sólidos totales y suspendidos presentan una eficacia del 37% y 55%, respectivamente. En el caso del nitrógeno amoniacal, como se analizó en la tabla 28, es mayor al rango de la normativa TULSMA, es decir este parámetro no cumple totalmente con la eficacia.

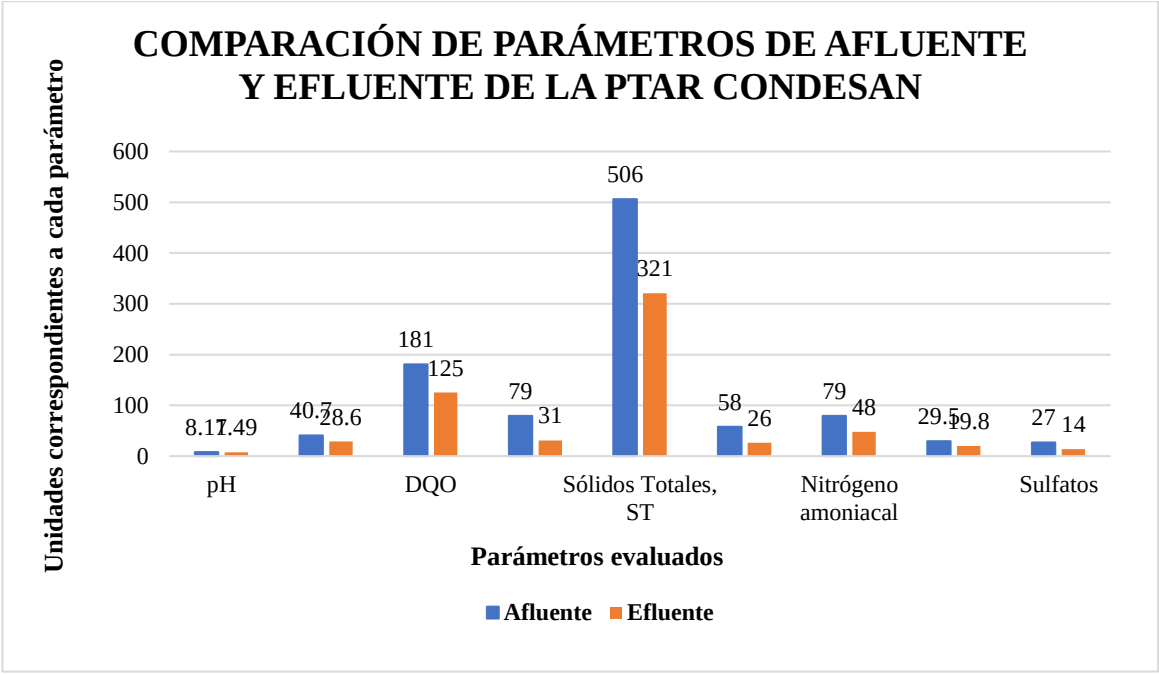



***Figura 50. Comparación de parámetros del afluente y efluente de la PTAR Condesan.***

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Los valores obtenidos no cumplen en su totalidad con los parámetros establecidos por la normativa TULSMA (2015), como es el caso del nitrógeno amoniacal del efluente, es por ello por lo que se debe realizar un plan de mantenimiento y operación de la PTAR.

### 3.1.3.2 Plan de operación y mantenimiento de la PTAR

Dentro del plan de operación y mantenimiento se incluye el diseño de cubierta para el lecho de secado de lodos, un cerramiento adecuado para el mismo, así como identificación de las zonas y componentes del PTAR.

Dentro de las medidas del plan se tiene:

- Diseño de cubierta de lecho de secado de lodos.
- Mantenimiento del lecho de secado de lodos.
- Diseño de cerramiento donde está ubicada la PTAR.

- Mantenimiento de la caja de revisión y de válvula.
- Mantenimiento del tanque de desecho sólidos.
- Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.
- Mantenimiento de la caja de válvula.
- Mantenimiento del área exterior.
- Implementación de señalética.
- Pintura a los componentes de la PTAR.

**Medida 1: Diseño de cubierta de lecho de secado de lodos**

Consiste en diseñar una cubierta que protegerá a los lodos de las lluvias, para evitar el mal olor que genera y poder cumplir la función de deshidratar los lodos para darles un mejor uso.

Según el PDOT hay precipitaciones en la zona entre bajas y medias en especial en el mes de septiembre y mayores en el mes de enero, es por ese motivo que se debe colocar la cubierta para que cumpla con su función, se puede apreciar en la figura 51 el estado actual del lecho de secado de lodos. [17].



***Figura 51. Lecho de secado de lodos.***

***Fuente:*** *Autor*

Para el prediseño de la cubierta se basará en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-CG: cargas no sísmicas). En el cual se considerará la cuantificación de cargas, combinación de cargas, predimensionamiento de columnas y el perfil. [23].

- **Cuantificación de cargas**

  **CM: Carga muerta**

Al ser un prediseño, el peso propio de la estructura se toma el 10% de la carga última (Ec. 26).

$$\boldsymbol{P.p.estructura = 10\%\ CU\ (Ec.26)}$$

Se usará una cubierta del catálogo de DIPAC "DIPANEL DP5 GALVALUME" por ser uno de los más modernos, cumple con los mejores estándares de calidad, además son muy resistentes, su año de vida es alto y es fácil de manejar. [24].

$$\boldsymbol{Peso\ de\ cubierta = 2.40\ kg/m^2}$$

**CV: Carga viva**

Según la normativa NEC-SE-CG: cargas no sísmicas, para este tipo de cubiertas se usa un valor de 24 kg/m$^2$, para evitar caídas de granizo y ceniza.

$$\boldsymbol{CV = 24\ kg/m^2}$$

**Carga de viento**

No se considera en el diseño, debido a que se trata de una estructura pequeña, es decir cargas mínimas, posee un desnivel aproximado de 2 m desde la superficie.

- **Combinación de cargas**

Se calcula mediante la siguiente ecuación 27:

$$\boldsymbol{1.2\ CM + 1.6\ CV\ \ (Ec.27)}$$

$$1.2\ (2.4) + 1.6\ (24)$$

$$\boldsymbol{28.48\ kg/m^2}$$

**Carga ultima**

Se calcula mediante la ecuación 28, adicionando el 10% que se consideró en la CM.

$$\boldsymbol{PU = Combinación\ de\ cargas * 1.10\ \ (Ec.28)}$$

$$PU = 28.48 * 1.10$$

$$\boldsymbol{PU = 31.33\ kg/m^2}$$

Para la tubería estructural que se necesita como son columnas, vigas y correas, se usará el catálogo de IPAC, debido a que los materiales poseen más características y se encuentran en más dimensiones, áreas y pesos.

- **Predimensionamiento de columnas**

***Datos***:

$Longitud\ de\ columna$: 2.0 $m$

$Fy - Acero\ A36$: 2530 $\frac{kg}{cm^2}$

**Carga Puntual (P)**

Se determina en base a la ecuación 29.

$$\boldsymbol{P = PU} * \boldsymbol{Área\ tributaria\ de\ la\ columna}\ (\boldsymbol{Ec.29})$$

$$P = 31.33\ {}^{kg}/_{m^2} * (4.5\ m * 3.5\ m)$$

$$\boldsymbol{P = 493.42\ kg}$$

**Relación de esbeltez**

La normativa AISC, recomienda una relación de esbeltez entre 40-60, para este caso se considerará el promedio:

$$\frac{\boldsymbol{KL}}{\boldsymbol{r}} = \boldsymbol{50}$$

En la siguiente tabla 36 obtenida del manual AISC, para esfuerzos de diseño "Øfcr" para determinar la relación de esbeltez.

***Tabla 37. Estrés crítico disponible para miembros de compresión.***

Table 4-22 (continued)
**Available Critical Stress for Compression Members**

| $F_y$ = 35 ksi | | | $F_y$ = 36 ksi | | | $F_y$ = 42 ksi | | | $F_y$ = 46 ksi | | | $F_y$ = 50 ksi | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{KL}{r}$ | $F_{cr}/\Omega_c$ ksi | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{KL}{r}$ | $F_{cr}/\Omega_c$ ksi | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{KL}{r}$ | $F_{cr}/\Omega_c$ ksi | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{KL}{r}$ | $F_{cr}/\Omega_c$ ksi | $\phi_c F_{cr}$ ksi | $\frac{KL}{r}$ | $F_{cr}/\Omega_c$ ksi | $\phi_c F_{cr}$ ksi |
| | ASD | LRFD | | ASD | LRFD | | ASD | LRFD | | ASD | LRFD | | ASD | LRFD |
| 41 | 19.2 | 28.9 | 41 | 19.7 | 29.7 | 41 | 22.7 | 34.1 | 41 | 24.6 | 37.0 | 41 | 26.5 | 39.8 |
| 42 | 19.2 | 28.8 | 42 | 19.6 | 29.5 | 42 | 22.6 | 33.9 | 42 | 24.5 | 36.8 | 42 | 26.3 | 39.5 |
| 43 | 19.1 | 28.7 | 43 | 19.6 | 29.4 | 43 | 22.5 | 33.7 | 43 | 24.3 | 36.6 | 43 | 26.2 | 39.3 |
| 44 | 19.0 | 28.5 | 44 | 19.5 | 29.3 | 44 | 22.3 | 33.6 | 44 | 24.2 | 36.3 | 44 | 26.0 | 39.1 |
| 45 | 18.9 | 28.4 | 45 | 19.4 | 29.1 | 45 | 22.2 | 33.4 | 45 | 24.0 | 36.1 | 45 | 25.8 | 38.8 |
| 46 | 18.8 | 28.3 | 46 | 19.3 | 29.0 | 46 | 22.1 | 33.2 | 46 | 23.9 | 35.9 | 46 | 25.6 | 38.5 |
| 47 | 18.7 | 28.1 | 47 | 19.2 | 28.9 | 47 | 22.0 | 33.0 | 47 | 23.8 | 35.7 | 47 | 25.5 | 38.3 |
| 48 | 18.6 | 28.0 | 48 | 19.1 | 28.7 | 48 | 21.8 | 32.8 | 48 | 23.6 | 35.4 | 48 | 25.3 | 38.0 |
| 49 | 18.5 | 27.9 | 49 | 19.0 | 28.5 | 49 | 21.7 | 32.6 | 49 | 23.4 | 35.2 | 49 | 25.1 | 37.7 |
| 50 | 18.4 | 27.7 | 50 | 18.9 | 28.4 | 50 | 21.6 | 32.4 | 50 | 23.3 | 35.0 | 50 | 24.9 | 37.5 |
| 51 | 18.3 | 27.6 | 51 | 18.8 | 28.3 | 51 | 21.4 | 32.2 | 51 | 23.1 | 34.8 | 51 | 24.8 | 37.2 |
| 52 | 18.3 | 27.4 | 52 | 18.7 | 28.1 | 52 | 21.3 | 32.0 | 52 | 23.0 | 34.5 | 52 | 24.6 | 36.9 |
| 53 | 18.2 | 27.3 | 53 | 18.6 | 28.0 | 53 | 21.2 | 31.8 | 53 | 22.8 | 34.3 | 53 | 24.4 | 36.7 |
| 54 | 18.1 | 27.1 | 54 | 18.5 | 27.8 | 54 | 21.0 | 31.6 | 54 | 22.6 | 34.0 | 54 | 24.2 | 36.4 |
| 55 | 18.0 | 27.0 | 55 | 18.4 | 27.6 | 55 | 20.9 | 31.4 | 55 | 22.5 | 33.8 | 55 | 24.0 | 36.1 |

***Fuente:*** *AISC – Tabla 4.22.* [25]

**Nota:** En tabla la relación de esbeltez es de 50 y para un factor de $\emptyset Fcr$ se obtiene 28.4 $Ksi$ que equivale a 1996.718 $kg/cm^2$.

**Cálculo del área requerida**

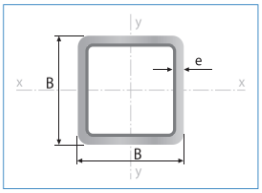
El área se determina en base a la ecuación 30.

$$\boldsymbol{Areq = \frac{P}{\emptyset Fcr} \quad (Ec.30)}$$

$$Areq = \frac{493.42\ kg}{1996.18\ kg/cm^2}$$

$$\boldsymbol{Areq = 0.25\ cm^2}$$

***Tabla 38. Tubo estructural cuadrada.***

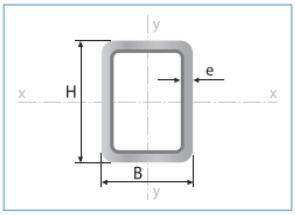



| Designaciones | | Área | Peso | Propiedades Estáticas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Eje x-x = y-y | | |
| | | | | Momento de inercia | Módulo de resistencia | Radio de giro |
| B | e | A | P | I | W | i |
| mm | mm | cm² | kg/m | cm⁴ | cm³ | cm |
| 150 | 3,00 | 17,41 | 13,67 | 622,76 | 83,03 | 5,98 |
| | 4,00 | 22,95 | 18,01 | 807,92 | 107,72 | 5,93 |
| | 5,00 | 28,36 | 22,26 | 982,37 | 130,98 | 5,89 |
| | 6,00 | 33,63 | 26,40 | 1146,43 | 152,86 | 5,84 |

***Fuente:*** [26]

**Nota:** Debido a que el área requerida es menor al área de acero del catálogo IPAC, se recomienda usar una tubería de 150 mm x 150 mm x 3 mm. [26].

***Tabla 39. Tubo estructural rectangular.***




| Designaciones | | | Área | Peso | Propiedades Estáticas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Eje x-x | | | Eje y-y | | |
| | | | | | Momento de inercia | Módulo de resistencia | Radio de giro | Momento de inercia | Módulo de resistencia | Radio de giro |
| B | H | e | A | P | I | W | i | I | W | i |
| mm | mm | mm | cm² | kg/m | cm⁴ | cm³ | cm | cm⁴ | cm³ | cm |
| 100 | 150 | 3,00 | 14,41 | 11,31 | 460,67 | 61,42 | 5,65 | 247,67 | 49,53 | 4,15 |
| | | 4,00 | 18,95 | 14,87 | 594,71 | 79,29 | 5,60 | 318,67 | 63,73 | 4,10 |
| | | 5,00 | 23,36 | 18,33 | 719,46 | 95,93 | 5,55 | 384,27 | 76,85 | 4,06 |
| | | 6,00 | 27,63 | 21,69 | 835,21 | 111,36 | 5,50 | 444,72 | 88,94 | 4,01 |

***Fuente:*** [26].

**Nota:** Al no tener una carga representativa, puesto que se usará una cubierta básica se asume un perfil rectangular de las dimensiones de 100 mm x 150 mm x 3.0 mm para una viga.

- **Correas metálicas**

Para determinar la correa se considerará una separación entre las correas de 1 m, una luz libre de correa especial de 3 m y un traslape de plancha de 10 cm. Para ello se determina la carga última y se verifica en la tabla 39, una correa que soporte una carga mayor admisible.

$$P = 28.48 * (1.10\ m - 0.10\ m)$$

$$\boldsymbol{P = 28.48 \frac{kg}{m}}$$

***Tabla 40. Correas estructurales.***

| Descripción | Espesor | P = Carga admisible (kg/m) incluido peso propio de viga | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | L = Luz (m) | | | | | |
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 60 x 30 x 10 | 2 | 62,06 | 34,91 | 22,34 | 15,51 | 11,40 | 8,73 |
| | 3 | 87,08 | 48,98 | 31,35 | 21,77 | 15,99 | 12,25 |
| 80 x 40 x 15 | 2 | 110,23 | 62,00 | 39,68 | 27,56 | 20,25 | 15,50 |
| | 3 | 153,90 | 86,57 | 55,40 | 38,47 | 28,27 | 21,64 |
| 100 x 50 x 15 | 2 | 168,91 | 95,01 | 60,81 | 42,23 | 31,02 | 23,75 |
| | 3 | 245,24 | 137,94 | 88,28 | 61,31 | 45,04 | 34,49 |
| 125 x 50 x 15 | 2 | 232,72 | 130,91 | 83,78 | 58,18 | 42,75 | 32,73 |
| | 3 | 331,57 | 186,51 | 119,36 | 82,89 | 60,90 | 46,63 |
| 150 x 50 x 15 | 2 | 297,79 | 167,50 | 107,20 | 74,45 | 54,70 | 41,88 |
| | 3 | 425,41 | 239,29 | 153,15 | 106,35 | 78,14 | 59,82 |
| 200 x 50 x 15 | 2 | 444,18 | 249,85 | 159,90 | 111,04 | 81,58 | 62,46 |
| | 3 | 638,11 | 358,94 | 229,72 | 159,53 | 117,20 | 89,73 |

***Fuente:*** [26].

**Nota:** Para las correas se eligieron las de 60 mm x 30 mm x 10 mm, con un espesor de 2 mm debido a que solo sostendrá el peso de la cubierta.

- **Diseño final de la cubierta metálica.**

En la figura 52 se indica el diseño final de la cubierta metálica en planta y en la figura 53 el corte.

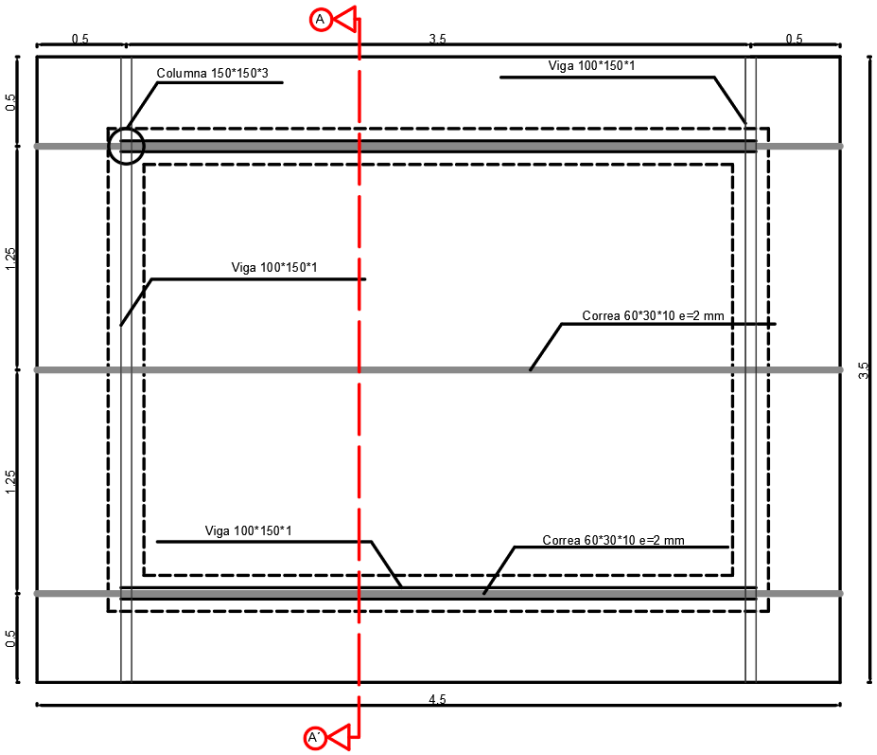



***Figura 52. Vista en planta de la cubierta metálica.***

***Fuente:*** *Autor.*

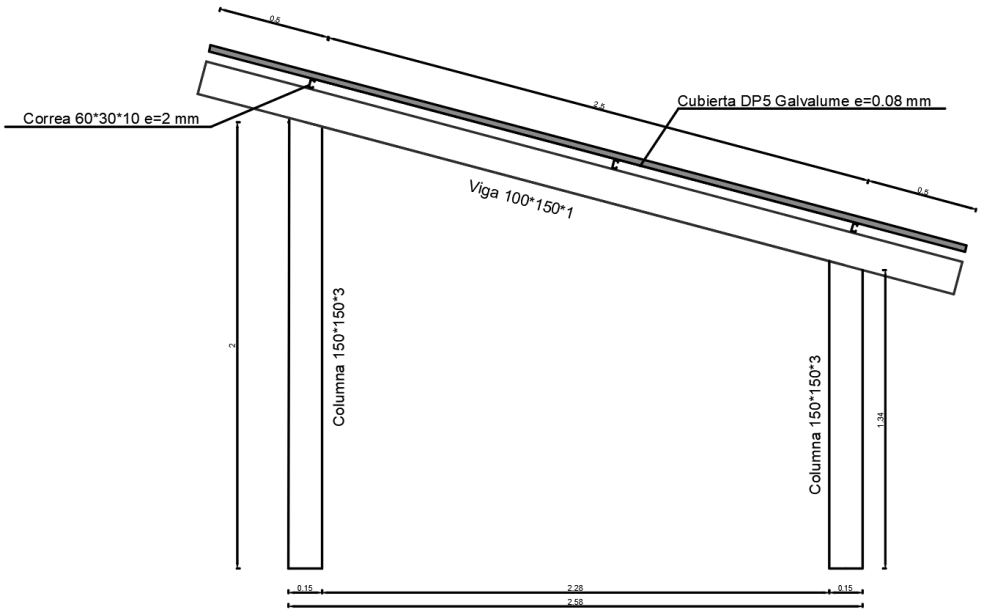



***Figura 53. Vista en corte A-A´ de la cubierta metálica.***

***Fuente:*** *Autor.*

*Tabla 41. Diseño de cubierta metálica.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Instalar la estructura metálica, acero A36.<br>• Instalar techo DIPANEL DP5 GALVALUME. |
| **Frecuencia:** | - |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor.<br>• Taladro eléctrico. |
| **Responsable:** | Constructor a cargo de la ejecución del cerramiento. |
| **Costo:** | $ 40.32 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** El responsable de realizar estas mejoras será el personal necesario para la construcción del cerramiento, siempre y cuando se haya aprobado por parte de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado del sector Condesan. Y el presupuesto o costo de la instalación de la estructura metálica, acero A36 es de $10.01 y la instalación del techo DIPANEL DP5 GALVALUME de $30.31, se determina en base a los rubros necesarios para realizarlo, que se indicará de manera detallada en los anexos 1 y 2.

**Medida 2: Mantenimiento del lecho de secado de lodos.**

El lecho de secado de lodos debe extraerse adecuadamente para evitar malos olores, una vez que estén deshidratados.

*Tabla 42. Mantenimiento del lecho de secado de lodos.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Limpiar la instalación antes del depósito de lodos nuevos, evitando que los lodos antiguos se mezclen con los nuevos porque generan malos olores.<br>• Espesor uniforme entre 20-25 cm de lodos.<br>• Retirar los lodos cuando tengan grietas. |
| **Frecuencia:** | Mensualmente |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $ 11.91 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Para la ejecución de las actividades se tiene un presupuesto de $11.91, para la dispersión de lodos ($1.70) y el retiro de lodos ($10.21) indicados en los anexos de rubros N° 3 y 4.

**Medida 3: Diseño de cerramiento donde está ubicada la PTAR**

Para el diseño del cerramiento se propuso levantar las paredes con bloque hueco de hormigón unidos con mortero de cemento y arena, serán ancladas a los elementos estructurales de hormigón que son las columnas de confinamiento, por medio de varillas de acero de 8 mm por cada 60 cm de longitud, para evitar que existe inestabilidad el cerramiento tendrá una altura de 2.5 metros de mampostería y 2 metros de malla. Es decir, de mampostería sobre esta, se colocará malla galvanizada y tubos metálicos cada 3 metros para soporte de la malla, puesto que al ser una PTAR si necesita de aireación.

En base a la normativa INEN 638, se propuso usar un bloque tipo B, paredes exteriores de carga con revestimiento y un espesor de 15 mm. [27].

***Tabla 43. Dimensiones reales del bloque.***

| DIMENSIONES REALES DEL BLOQUE | | | |
|---|---|---|---|
| **TIPO** | **ALTO** | **ANCHO** | **LARGO** |
| A, B | 19 | 15 | 40 |

***Fuente:*** [27].

**Nota:** Se indican las medidas del bloque para el diseño del cerramiento.

Para ello se unen hileras con mortero, limpiando la zona donde se realizará el levantamiento del cerramiento; se midió el cerramiento provisional que posee la planta y se determinó el número de bloques que se necesitan, así como también el metraje total de la malla.

- **Diseño de cerramiento.**

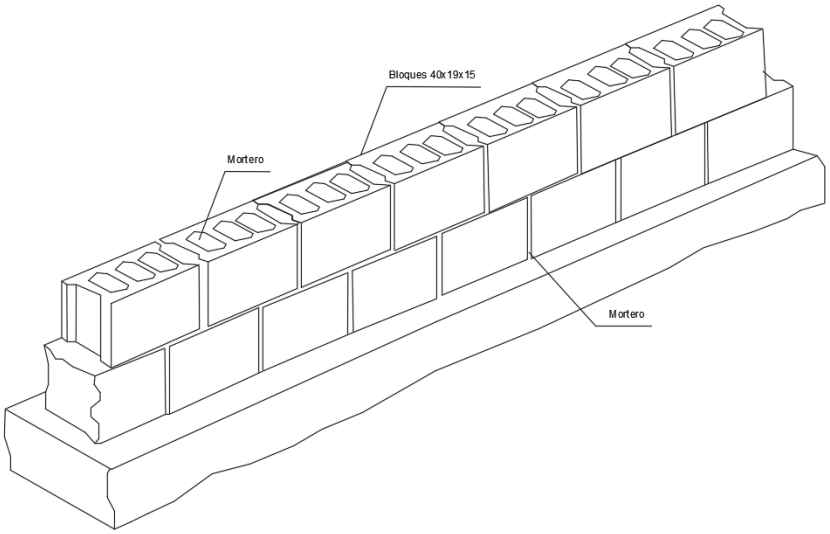



***Figura 54. Diseño de cerramiento mampostería de bloque.***

***Fuente:*** *Autor.*

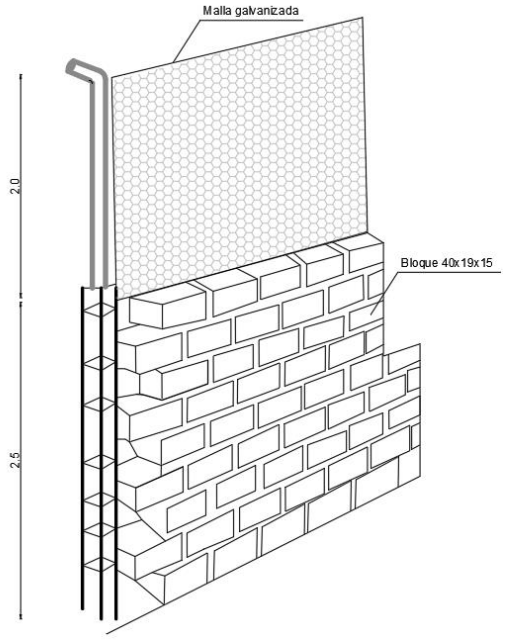



***Figura 55. Vista del diseño de cerramiento con malla galvanizada.***

***Fuente:*** *Autor.*

En la tabla 43 se presentan las actividades para el diseño de la mampostería.

*Tabla 44. Actividades para el diseño de mampostería.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Construcción de mampuesto de pared adecuadamente.<br>• Colocar la malla galvanizada sobre la mampostería. |
| **Frecuencia:** | - |
| **Herramientas:** | • Herramienta manual.<br>• Bloque hueco de hormigón 40x19x15.<br>• Cemento Portland.<br>• Arena negra.<br>• Agua.<br>• Andamios Metálicos. |
| **Responsable:** | Constructor a cargo de la ejecución del cerramiento. |
| **Costo:** | $ 628.15 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** El responsable de ejecutar esta actividad será el personal necesario para la construcción del cerramiento, siempre y cuando se haya aprobado por parte de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado del sector Condesan. El presupuesto del cerramiento, de la mampostería es de $14.55 por $m^2$ y la malla galvanizada es de $613.6 y se indica en los anexos rubro N°5 y 6.

**Medida 4: Mantenimiento de la caja de revisión y de válvula.**

Realizar un mantenimiento mensual de la caja de revisión y de la válvula, puesto que la primera en mención no se ha limpiado y la segunda se encuentra inundada debido a que no se cierra la tapa de la válvula. Es por ello por lo que se debe realizar un buen mantenimiento. En la tabla 44 se indica el mantenimiento de la caja de revisión y válvula.

*Tabla 45. Mantenimiento de la caja de revisión y de válvula.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Revisar que la caja de revisión esté limpia y sin desechos externos, al igual que la caja de válvula.<br>• Comprobar que la tapa de la caja de revisión y de la válvula se encuentre cerrada.<br>• Extraer el material (desechos) que pueden estar dentro de las cajas al estar abiertas a la intemperie. |
| **Frecuencia:** | Mensualmente |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $3.78 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Las actividades propuestas, permitirán que la caja de revisión y válvula trabajen de manera adecuada. El presupuesto para la ejecución es de $3.78 y se encuentra detallado en los anexos rubro N° 7.

**Medida 5: Mantenimiento del tanque de desecho sólidos.**

El tanque de desechos sólidos recibe las aguas residuales en el cual los líquidos pasan y los sólidos se mantienen en el fondo del tanque.

El mantenimiento del tanque consiste en sacar el material sólido manualmente para que este no se acumule y provoque taponamientos, así como escobillar la superficie de las natas que pueda tener el agua del tanque, eliminar el exceso de lodos que se generan y limpiar el tanque de desechos sólidos.

En la tabla 45 se indican actividades, herramientas, frecuencia, el responsable y el costo de esta medida.

*Tabla 46. Mantenimiento del tanque de desechos sólidos.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Escobillar las natas flotantes. |
| | • Expulsar los lodos del tanque manualmente si estos sobrepasan el nivel de la tubería, si no desalojarlos por las válvulas al lecho de secado de lodos. |
| | • Limpiar totalmente la unidad. |
| **Frecuencia:** | Semanalmente |
| | Mensualmente |
| | Anualmente |
| **Herramientas:** | • Pala.<br>• Carretilla.<br>• Vara metálica.<br>• Equipo de seguridad.<br>• Manguera (30 m Ø3/8”).<br>• Rastrillo.<br>• Escoba de madera.<br>• Carro cisterna con bomba de vacío. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $105.45 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** las actividades a realizarse serán responsabilidad del operador de la PTAR con la debida autorización, el presupuesto es de $105.45 que se encuentra en los anexos de rubros N°8 al N°10.

**Medida 6: Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.**

El filtro anaerobio de flujo ascendente es una de las partes fundamentales de la PTAR, puesto que se encarga de tratar las aguas, el agua entra desde el fondo y fluyen hacia arriba.

En la tabla 46 se indican las actividades para cumplir con la medida 5.

***Tabla 47. Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.***

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Remoción de los sólidos del material filtrante.<br>• Abrir las válvulas para la eliminación de lodos directo al lecho de secado de lodos.<br>• Eliminar los sedimentos que se acumulen en el medio filtrante.<br>• Limpiar el material filtrante, limpiando con agua limpia desde la parte superior.<br>• Colocar y controlar los lechuguines. |
| **Frecuencia:** | Anualmente |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor (pala, carretilla, tamiz, rastrillo).<br>• Manguera (30 m Ø3/8”).<br>• Carro cisterna con bomba de vacío. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $38.70 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Las actividades a realizar necesitarán de un técnico de mantenimiento y un peón, el presupuesto establecido para la ejecución de las actividades es de $38.70, indicados en el rubro N°11 al N°13.

Al usar los lechuguines, se deberán realizar ensayos de laboratorio del agua residual después de 3 meses, para comprobar si estos reducen el nitrógeno amoniacal y su eficiencia. En la figura 56 se indica la implantación de los lechuguines en el filtro anaerobio de flujo ascendente.

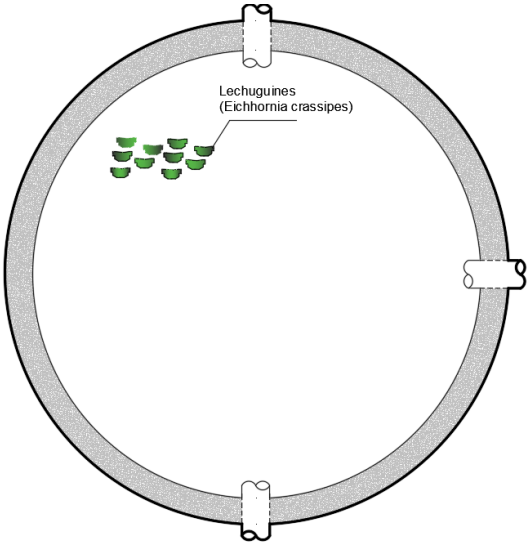



***Figura 56. Implantación de lechuguines en el filtro anaerobio de flujo ascendente.***

***Fuente:*** *Autor.*

### Medida 7: Mantenimiento de la caja de válvula.

Las cajas de válvula de la PTAR se encargan de permitir el paso o cierre de las aguas residuales cuando ser realizan mantenimiento de las unidades.

***Tabla 48. Mantenimiento de la caja de válvula.***

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Limpieza de la caja de válvula.<br>• Mantener la caja con la tapa cerrada, para evitar la acumulación de agua lluvia y otros desechos externos.<br>• Inspeccionar que la válvula este en buen funcionamiento y sus accesorios no estén oxidados. |
| **Frecuencia:** | Mensualmente |
| **Herramientas:** | • Pala.<br>• Carretilla.<br>• Herramienta menor.<br>• EPP |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $17.05 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Se deben cumplir con todas las actividades mencionada en la tabla 47 para una mejor operación de la PTAR Condesan, el presupuesto es de $17.05 y se lo indica a detalle en los anexos de rubros N°14.

**Medida 8: Mantenimiento del área exterior.**

Es muy importante que el área externa donde está ubicada la PTAR se encuentre limpia para evitar malos olores y que los operadores, así como también habitantes y autoridades puedan ingresar a las instalaciones sin ningún inconveniente.

***Tabla 49. Mantenimiento del área exterior.***

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Desbroce del terreno (zona en la que se encuentra la PTAR).<br>• Limpiar los desechos orgánicos e inorgánicos de la PTAR. |
| **Frecuencia:** | Mensualmente |
| **Herramientas:** | • Pala.<br>• Carretilla.<br>• Herramienta menor. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $2.47 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** Las actividades a realizarse en el plan de mantenimiento tendrán un presupuesto de $2.47 detallado en los anexos de rubros N°15.

**Mantenimiento 9: Implementación de señalética.**

Es importante colocar la señalética respectiva en las instalaciones de la PTAR, para que se conozcan cada uno de los componentes de esta, así como también las vías se evacuación, puntos de encuentro y los EPP que se deben usar en la planta.

*Tabla 50. Implementación de señalética.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Colocar las señaléticas de: Identificación, Evacuación, Puntos de encuentro, Uso obligatorio de EPP. |
| **Frecuencia:** | - |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor. |
| **Responsable:** | • Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $ 91.34 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** El costo para realizar todas las actividades de la tabla 49 es de $91.34 y se especifica en los anexos de rubros del N°16 al N°19.

**Medida 10: Pintura a los componentes de la PTAR.**

Se deberá pintar los componentes con pintura de caucho para poder protegerlas de la intemperie, en las tapas se colocará una pintura anticorrosiva.

*Tabla 51. Pintura a los componentes de la PTAR.*

| | |
|---|---|
| **Actividades:** | • Lijar los componentes de la PTAR.<br>• Lijar las tapas de los componentes.<br>• Pintar los componentes de la PTAR con pintura de caucho.<br>• Pintar las tapas de los componentes con pintura anticorrosiva. |
| **Frecuencia:** | Anualmente |
| **Herramientas:** | • Herramienta menor (lija, brochas, rodillos, guantes, recipientes). |
| **Responsable:** | • Pintor de exteriores (Estr..Oc. D2).<br>• Peón (Estr.. Oc. E2). |
| **Costo:** | $ 218.25 |

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** el presupuesto total para cumplir con la medida 10 es de $218.25, este se divide en pintura de caucho ($208.43) y pintura anticorrosiva ($9.81), se indican detallados en los anexos de rubros N° 20 y N° 21.

A continuación, se presenta el presupuesto referencial anual:

***Tabla 52. Presupuesto referencial anual.***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Rubros**
**Detalle:**

| Rubro | Descripción | U | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **Medida 1: Diseño de cubierta de lecho de secado de lodos** | | | | **2961.82** |
| 1 | Instalación de la estructura metálica, acero A36 | kg | 12.0000 | 4.34 | 52.12 |
| 2 | Instalación de techo DIPANEL DP5 GALVALUME | M2 | 96.00 | 30.31 | 2909.70 |
| **B** | **Medida 2: Mantenimiento del lecho de secado de lodos.** | | | | **68.08** |
| 3 | Dispersión de lodos | U | 10.00 | 1.70 | 17.05 |
| 4 | Retiro de lodos | U | 5.00 | 10.21 | 51.03 |
| **C** | **Medida 3: Diseño de cerramiento donde está ubicada la** | | | | **1227.19** |
| 5 | Mampostería de carga e=15 cm | M2 | | 14.55 | 0.0000 |
| 6 | Cerramiento malla galvanizada 50/10 H=2m | M | 2.00 | 613.60 | 1227.19 |
| **D** | **Medida 4: Mantenimiento de la caja de revisión y de** | | | | **7.57** |
| 7 | Mantenimiento de la caja de revisión y válvula. | U | 2.00 | 3.78 | 7.57 |
| **E** | **Medida 5: Mantenimiento de tanque de desecho sólidos.** | | | | **427.44** |
| 8 | Escobillado de natas flotantes | U | 25.00 | 7.57 | 189.25 |
| 9 | Eliminación de exceso de lodos | U | 5.00 | 35.08 | 175.39 |
| 10 | Limpieza de tanque de desecho sólidos. | U | 1.00 | 62.81 | 62.81 |
| **F** | **Medida 6: Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente.** | | | | **36.09** |
| 11 | Implementación de Eichhomia crassipes (lechuguines). | U | 1.00 | 23.59 | 23.59 |
| 12 | Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente. | U | 1.00 | 4.93 | 4.93 |
| 13 | Control de Eichhomia crassipes (lechuguines). | U | 2.00 | 3.78 | 7.57 |
| **G** | **Medida 7: Mantenimiento de la caja de válvula.** | | | | **17.05** |
| 14 | Mantenimiento de la caja de válvula. | U | 1.00 | 17.05 | 17.05 |
| **H** | **Medida 8: Mantenimiento del área exterior.** | | | | **9.87** |
| 15 | Limpieza y desbroce del área exterior. | U | 4.00 | 2.47 | 9.87 |
| **I** | **Medida 9: Implementación de señalética.** | | | | **480.79** |
| 16 | Implementación de señalética de identificación | U | 11.00 | 31.55 | 347.07 |
| 17 | Implementación de señalética de evacuación | U | 3.00 | 14.15 | 42.46 |
| 18 | Implementación de señalética de punto de encuentro | U | 2.00 | 29.60 | 59.21 |
| 19 | Implementación de señalética de uso obligatorio de EPP | U | 2.00 | 16.03 | 32.06 |
| **J** | **Medida 10: Pintura a los componentes de la PTAR.** | | | | **218.24** |
| 20 | Pintura de caucho | U | 1.00 | 208.43 | 208.43 |
| 21 | Pintura anticorrosiva | U | 1.00 | 9.81 | 9.81 |
| | | | | | 5454.15 |
| | | | | **Costo total** | 5454.15 |

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** CINCO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO CON 15/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

***Fuente:*** *Autor.*

**Nota:** En la tabla 52 se indica cada uno de los rubros presupuestados para el plan y mantenimiento de la PTAR Condesan, así como sus unidades, cantidad, precio unitario, precio y costo totales.

## 3.2 Prueba de hipótesis

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del sector Condesan de la parroquia Quisapincha cantón Ambato, provincia Tungurahua está operando adecuadamente en base a la normativa vigente.

La PTAR del sector Condesan de la parroquia de Quisapincha, cumple con todos los parámetros establecidos en la normativa TULSMA y se puede verificar en los parámetros de diseño indicados y calculados anteriormente, así como también en las tablas 35, existe en el parámetro de nitrógeno amoniacal un incumplimiento con respecto al valor límite de la normativa TULSMA, es por ello que se indicará las mejores en el plan de operación y mantenimiento de la PTAR con la implantación de lechuguines. Por lo tanto, se logró verificar la hipótesis planteada y se propuso las medidas de mantenimiento de la PTAR, para que esta tenga una mejor operación y cumpla con el propósito de depurar las aguas residuales y desembocar en el río.

# CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 4.1 Conclusiones

- La planta de tratamiento de aguas residuales de Condesan se encuentra ubicada en la parroquia de Quisapincha, fue construida en el año 2008, tiene un área de 586.15 $m^2$ aproximadamente, existen pocas viviendas a su alrededor y la población servida es de 311 personas; además, el agua residual que ingresa a la PTAR es solamente de uso doméstico.
- Durante 30 días consecutivos se registró el caudal de ingreso y salida de la PTAR, determinándose que los días jueves tienen un incremento del caudal tratado en la PTAR, siendo un valor promedio de 1.96 L/s el caudal de afluente y 2.08 L/s de efluente.
- Una vez identificado el caudal tratado en la PTAR se procedió con la toma de muestra compuesta del agua residual que ingresa y sale de la PTAR, esto con la finalidad de realizar un análisis de parámetros físico químicos del agua y evaluar de esta manera el desempeño del tratamiento, de los análisis realizados se puede observar que las variables analizadas cumplen con los criterios establecidos en el TULSMA 2015 Libro VI, Anexo I, tablas 8 y 9; a excepción del nitrógeno amoniacal.
- Existe un incumplimiento del parámetro nitrógeno amoniacal, el mismo que se encuentra fuera del criterio de control para el agua de salida de la PTAR en un 60%.
- Al comparar los resultados del análisis físico químico realizados del afluente y efluente de la PTAR se concluye que el funcionamiento de la planta es adecuada y eficaz, debido a que la carga contaminante disminuye una vez terminado el proceso de depuración de las aguas residuales.
- Una vez analizado cada componente de la estructura de la PTAR del sector Condesan, se concluye que la misma cumple con los criterios mínimos establecidos en la guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización; es así que, para el caso del tanque de desechos sólidos de la PTAR tiene un volumen de 27.5 $m^3$ mayor al teórico de 26.44 $m^3$, garantizando de esta manera el correcto funcionamiento del sistema.
- En lo referente al filtro anaerobio de flujo ascendente se evidenció que el mismo cumple con los parámetros de diseño establecidos en la normativa de

CONAGUA, es así que el diámetro del filtro es de 3.22 m cuando lo requerido tiene un rango de 3m a 8m; en cuanto a la altura del medio filtrante, lo obtenido es de 1.60 m y lo establecido es de 0.8m a 3.0m; de igual mamera existe cumplimiento para los parámetros de tiempo de retención hidraúlico y carga hidráulica superficial.

- El área del lecho de secado de lodos de la planta es de 8.65$m^2$, siendo mayor a lo indicado como valor mínimo en la guía OPS 1.31 $m^2$; por lo tanto, cumple con el parámetro establecido.

### 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar un adecuado mantenimiento del área externa de la PTAR con la finalidad de mantener en buen estado el acceso y las instalaciones de la misma; además, esto permitirá reducir errores cuando se requiera realizar un nuevo levantamiento topográfico de la planta.
- Colocar el techo galvanizado y la estructura metálica en el lecho de secado de lodos para evitar malos olores y mejorar el funcionamiento de la PTAR.
- Realizar un cerramiento de mampuesto de bloque alrededor de la PTAR para una mayor seguridad de las instalaciones, evitar contaminación y desechos orgánicos e inorgánicos.
- Colocar los Eichhomia crassipes (lechuguines) en el filtro anaerobio para reducir la concentración de nitrógeno amoniacal y evitar resultados de descarga mayores a los establecidos en la normativa TULSMA.
- Mantener un adecuado mantenimiento del área externa e interna de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Condesan; es decir, desbroce del área verde, mantener las cajas y componentes cerrados con sus respectivas tapas.
- Colocar las señaléticas de información, evacuación, puntos de encuentro y uso de EPP en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Evitar la oxidación de cada componente y de las tapas de la PTAR, pintando cada una de ellas con los materiales adecuados.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFIA


[1] M. Sánchez, L. Fernández, and P. Espinoza, "Generación de energía eléctrica y tratamiento de aguas residuales mediante celdas de combustible microbianas," *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, vol. 4, no. 1, pp. 164–180, Jun. 2021, doi: 10.37135/ns.01.07.10.

[2] ODS, "ODS 6 Agua limpia y saneamiento | Pacto Mundial ONU · Pacto Mundial." Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: https://www.pactomundial.org/ods/6-agua-limpia-y-saneamiento/

[3] G. Alabaster, R. Johnston, F. Thevenon, and A. Shantz, *Progreso en el tratamiento de las aguas residuales*. 2021.

[4] UNESCO, *AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO*. Paris, 2020. [Online]. Available: www.unesco.org/open-access/

[5] J. Carrera, "CAF Y SU APOYO AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AMÉRICA LATINA," vol. 4, p. 1, Apr. 2016.

[6] B. Guzmán, G. Nava, and P. Díaz, "La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012," *Biomedica*, vol. 35, no. 3, pp. 177–190, 2015, doi: 10.7705/biomedica.v35i0.2511.

[7] Norma Ecuatoriana Vial, "MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE VOLUMEN Nº 1 PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES," 2013.

[8] R. Guadarrama, J. Kido, G. Roldan, and M. Salas, "Contaminación del agua," *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* , vol. 2, no. 5, pp. 1–10, 2016.

[9] Y. Azabache, K. Rojas, S. Irigoín, R. Rodriguez, and B. Quispe, "Propuesta de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises que disminuiría el consumo de agua potable en viviendas familiares," *Manglar*, vol. 17, 2020.

[10] J. MARTIN and I. MARMANILLO, "Tres soluciones para una mejor gestión de las aguas residuales en Guayaquil, Ecuador." Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/tres-soluciones-para-una-mejor-gestion-de-las-aguas-residuales-en-guayaquil-ecuador

[11] J. Velasco, "MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBILLUS.," 2017.

[12] M. Spérandio and J.-M. Choubert, "Traitement de l'eau usée," *L'eau à découvert*, pp. 230–231, Oct. 2015, doi: 10.4000/BOOKS.EDITIONSCNRS.10009.

[13] I. Isaza, F. González, and Y. Gómez, "COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO ANAERÓBICOS DE AGUAS RESIDUALES DE CARACTERÍSTICAS HOMOGÉNEAS PARA ESCUELAS SIN SISTEMA DE TRATAMIENTO," *Revista Científica Centros*, vol. 10, no. 1, pp. 54–67, Dec. 2021, [Online]. Available: https://orcid.org/0000-0002-8582-9306

[14] E. Recurso Desaprovechado, *AGUAS RESIDUALES*. 2017. [Online]. Available: www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en

[15] S. Guerra, P. Oulego, E. Rodríguez, D. N. Singh, and J. Rodríguez-Chueca, "Towards the implementation of circular economy in the wastewater sector: Challenges and Opportunities," *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 5, May 2020, doi: 10.3390/w12051431.

[16] MAE, "REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516," 2017. [Online]. Available: www.lexis.com.ec

[17] PDOT, "El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Quisapincha," 2015.

[18] Organización Panamericana de la Salud, "GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN," Lima, 2005.

[19] "Información Censal." Accessed: Nov. 21, 2023. [Online]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/

[20] INEN, *CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. (C.E.C) DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS: CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*. doi: 10.07-610.

[21] EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE, *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*, Primera. Quito, 2009.

[22] Comisión nacional del agua, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente*. 2015. [Online]. Available: www.conagua.gob.mx

[23] NEC, "NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN-NEC NEC-SE-CG CARGAS (NO SÍSMICAS)," 2019.

[24] DIPAC, "CATÁLOGO GENERAL DE PRODUCTOS DIPAC," 2023.

[25] AISC, "DESIGN OF COMPRESSION MEMBERS," 2016.

[26] IPAC, "CATALOGO-IPAC-NACIONAL," 2023.

[27] INEN, "Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria BLOQUES HUECOS DE HORMIGON. DEFINICIONES, CLASIFICACION Y CONDICIONES GENERALES INEN 638."

# ANEXO 1: FOTOGRAFÍAS EN EL SECTOR CONDESAN



***Anexo 1.*** *Levantamiento topográfico*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 2.*** *Levantamiento de los componentes de la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 3.*** *Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 4****. Dimensionamiento de los componentes de la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 5.*** *Componentes de la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 6.*** *Toma de muestras de agua.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 7.*** *Envasado de muestras compuestas tomadas en la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*



***Anexo 8.*** *Recolección de muestras compuestas de la PTAR.*

***Fuente:*** *Autor*

# ANEXO 2: ANÁLSIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

**INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**17025-RG-CC-71-11**

SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO
Acreditación N° OAE LEC 14-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

| DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE | | DATOS GENERALES | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:** | **GENESIS BETSABE CAMPAÑA AVILA** | **CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** | **23110995** |
| **DIRECCIÓN:** | **AMBATO. HUACHI CHICO. AV. JACOME CLAVIJO PASAJE BASANTES** | **FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:** | 2023-11-16; 14h16min |
| **PERSONA DE CONTACTO** | GENESIS BETSABE CAMPAÑA AVILA | **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** | 2023-11-16 |
| **TELÉFONO DE CONTACTO:** | 0962715394 | **FECHA DE FIN DE ANÁLISIS:** | 2023-11-22 |
| **PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** | QUISAPINCHA PTAR SECTOR CONDESAN | **FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:** | 2023-11-22 |
| **LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA:** | INGRESO DE AGUA | **CONDICIONES AMBIENTALES:** | |
| **FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:** | 2023-11-16; de 07h00min a 14h00min | **Humedad (%):** 49 | |
| **TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta)** | COMPUESTA | **Temperatura (°C):** 21,4 | |
| **TIPO DE MUESTRA (MATRIZ):** | AGUA RESIDUAL | | |
| **RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:** | GENESIS CAMPAÑA | | |

**ANALISIS REALIZADOS**

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO UTILIZADO | Norma de referencia: **TABLA 8.** LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO. **TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015)**** | RESULTADOS |
|---|---|---|---|---|
| DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO($DBO_5$) | mg/L | Standard Methods-5210-D | 250,0 | **79** |
| DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) | mg/L | HACH 8000 | 500,0 | **181** |
| FOSFATO | mg/L | HACH-8048 | - | **29,50** |
| NITRÓGENO AMONIACAL* | mg/L | HACH-8038 | - | **79,00** |
| pH | U pH | Standard Methods-4500H+B | 6 - 9 | **8,11** |
| SOLID.TOT.SUSPENDIDOS * | mg/L | Standard Methods-2540-D | 220,0 | **58** |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | Standard Methods-2540-B | 1 600,0 | **506** |
| SULFATO * | mg/L | HACH-8051 | 400,0 | **27** |
| TURBIDEZ | NTU | Standard Methods-2130-B | - | **40,7** |

*** Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.**
**** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.**

| PARÁMETRO ACREDITADO | RANGO DE ACREDITACIÓN | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO |
|---|---|---|---|
| **Demanda Bioquímica de oxigeno $DBO_5$** | (52 a 1535) mg/L | 11 % | 17025-PR-CC-27-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 5210 D. |
| **DQO** | (55 a 16 330)mg/L | 12% | 17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000 |
| **Fosfato** | (0,36 a 40,89) mg/L | 4 % | 17025-PR-CC-41-XX; Método de referencia: HACH 8048 |
| **pH** | (4,22 a 12,44) UpH | 2 % | 17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 4500 H+B. |
| **Sólidos Totales** | (102 a 3328)mg/L | 9 % | 17025-PR-CC-49-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 2540 B |
| **Turbidez** | (0,51 a 321) NTU | 10 % | 17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23, 2017 2130 B. |

**NOTA:** ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO. EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE, POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIO.
NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GA 04)
NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

**OBSERVACIONES:** NINGUNA

**PROFESIONALES RESPONSABLES:**

VERÓNICA SORAYA CASHABAMBA PADILLA

Ing. Verónica S. Cashabamba P.
**ANALISTA DE LABORATORIO**

JACQUELINE DEL ROCIO AVILA JACOME

Ing. Jacqueline Ávila J.
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**PAG 1 DE 1**

**INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS**

**17025-RG-CC-71-11**

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

| DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE | | DATOS GENERALES | |
|---|---|---|---|
| CLIENTE: | GENESIS BETSABE CAMPAÑA AVILA | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: | 23110996 |
| DIRECCIÓN: | AMBATO. HUACHI CHICO. AV. JACOME CLAVIJO PASAJE BASANTES | FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: | 2023-11-16; 14h16min |
| PERSONA DE CONTACTO | GENESIS BETSABE CAMPAÑA AVILA | FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: | 2023-11-16 |
| TELÉFONO DE CONTACTO: | 0962715394 | FECHA DE FIN DE ANÁLISIS: | 2023-11-22 |
| PROCEDENCIA DE LA MUESTRA: | QUISAPINCHA PTAR SECTOR CONDESAN | FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME: | 2023-11-22 |
| LUGAR DONDE SE TOMÓ LA MUESTRA: | DESPUES DE TRATAMIENTO | CONDICIONES AMBIENTALES: | |
| FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA: | 2023-11-16; de 07h00min a 14h00min | Humedad (%): 49 | |
| TIPO DE TOMA DE MUESTRA: (Puntual/compuesta) | COMPUESTA | Temperatura (°C): 21,4 | |
| TIPO DE MUESTRA (MATRIZ): | AGUA RESIDUAL | | |
| RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA: | GENESIS CAMPAÑA | | |

**ANALISIS REALIZADOS**

| PARÁMETROS | UNIDADES | MÉTODO UTILIZADO | Norma de referencia: TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE. TULSMA. LIBRO VI. ANEXO 1 (2015) ** | RESULTADOS |
|---|---|---|---|---|
| DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO($DBO_5$) * | mg/L | Standard Methods-5210-D | 100 | 31 |
| DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (DQO) | mg/L | HACH 8000 | 200 | 125 |
| FOSFATO | mg/L | HACH-8048 | - | 19,80 |
| NITRÓGENO AMONIACAL* | mg/L | HACH-8038 | 30,0 | 48,00 |
| pH | U pH | Standard Methods-4500H+B | 6 - 9 | 7,49 |
| SOLID.TOT.SUSPENDIDOS * | mg/L | Standard Methods-2540-D | 130 | 26 |
| SOLIDOS TOTALES | mg/L | Standard Methods-2540-B | 1 600 | 321 |
| SULFATO * | mg/L | HACH-8051 | 1 000 | 14 |
| TURBIDEZ | NTU | Standard Methods-2130-B | - | 28,6 |

*** Ensayos fuera del alcance de acreditación del SAE.**
**** Los límites permisibles de la Norma de referencia descrita en el presente informe están fuera del alcance de acreditación del SAE.**

| PARÁMETRO ACREDITADO | RANGO DE ACREDITACIÓN | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DEL MÉTODO | MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO |
|---|---|---|---|
| DQO | (55 a 16 330)mg/L | 12% | 17025-PR-CC-28-XX; Método de referencia: HACH 8000 |
| Fosfato | (0,36 a 40,89) mg/L | 5 % | 17025-PR-CC-41-XX; Método de referencia: HACH 8048 |
| pH | (4,22 a 12,44) UpH | 2 % | 17025-PR-CC-20-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 4500 H+B. |
| Sólidos Totales | (102 a 3528)mg/L | 9 % | 17025-PR-CC-49-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 2540 B. |
| Turbidez | (0,51 a 321) NTU | 10 % | 17025-PR-CC-21-XX; Método de referencia: Standard Methods Ed. 23. 2017 2130 B. |

**NOTA:** ESTE INFORME SOLO AFECTA A LA MUESTRA QUE SE HA SOMETIDO A ENSAYO, EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EP-EMAPA-A NO SE RESPONSABILIZA DEL ORIGEN DE LA MUESTRA, TRANSPORTACIÓN DE LA MISMA Y VERACIDAD DE LOS DATOS DADOS POR EL CLIENTE, POR LO TANTO LOS RESULTADOS SE APLICAN A LA MUESTRA COMO SE RECIBIÓ.
NO SE PERMITE A LOS USUARIOS EL USO DEL LOGOTIPO DEL SAE NI DE LA CONDICION DE ACREDITADO (CR GA 04)
NO SE DEBE REPRODUCIR EL INFORME DE ENSAYO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.

**OBSERVACIONES:** NINGUNA

**PROFESIONALES RESPONSABLES:**

LORENA CAROLINA VARGAS VELASTEGUI

Ing. Lorena C. Vargas V.
**ANALISTA DE LABORATORIO**

JACQUELINE DEL ROCIO AVILA JACOME

Ing. Jacqueline Ávila J.
**RESPONSABLE TÉCNICO**

**PAG 1 DE 1**

# ANEXO 3: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 1 **Hoja N°** 1

**Rubro:** Instalación de la estructura metálica, acero A36 **Unidad:** kg

**Rendimiento:** 0.30019

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.1291 |
| Soldadora eléctrica 300A | 1.00 | 1.88 | 1.88 | 0.30019 | 0.56 |
| Compresor de aire 250 m+CFM | 0.10 | 15.00 | 1.50 | 0.30019 | 0.45 |
| Amoladora | 2.00 | 3.75 | 7.50 | 0.30019 | 2.25 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **3.40** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad A | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Maestro soldador especializado (Estr.. Oc. C1) | 1.00 | 4.55 | 4.55 | 0.30019 | 1.37 |
| Ayudante de fierrero (Estr. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.30019 | 1.22 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.58** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| Electrodo AGA 7018 1/8" | kg | 0.05 | 7.39 | 0.37 |
| Alamabre galvanizado N° 18 | kg | 1.05 | 1.50 | 1.58 |
| Thinner comercial | gal | 0.01 | 16.52 | 0.17 |
| Disco de corte metal 350x2.8x25.4 mm | u | 0.05 | 7.50 | 0.38 |
| Anticorrosivo gris mate | gal | 0.01 | 16.45 | 0.16 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **2.65** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 8.63 |
| | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 1.38 |
| | **UTILIDAD** | | % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **10.01** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:**

DIEZ CON 01/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 2 **Hoja N°** 2

**Rubro:** Instalación de techo DIPANEL DP5 GALVALUME **Unidad:** M2

**Rendimiento:** 0.10000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=A*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.0408 |
| Taladro eléctrico | 0.30 | 1.10 | 0.33 | 0.10000 | 0.03 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.07** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=A*R** |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.10000 | 0.41 |
| Albañil (Estr. Oc. D2) | 1.00 | 4.10 | 4.10 | 0.10000 | 0.41 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **0.82** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Techo DIPANEL DP5 GALVALUME | | plancha | 1.00 | 25.00 | 25.00 |
| Gancho J 3" | | u | 2.00 | 0.08 | 0.16 |
| Capuchon | | u | 2.00 | 0.04 | 0.08 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **25.24** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 26.13 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 4.18 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **30.31** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** TREINTA CON 31/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 3 **Hoja N°** 3

**Rubro:** Dispersión de lodos. **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.16700

**Detalle:**

| EQUIPOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=A*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.0700 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.07** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=A*R** |
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.16700 | 0.72 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.16700 | 0.68 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **1.40** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **0.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 1.47 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 0.24 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **1.70** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:**
UNO CON 70/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 4 **Hoja N°** 4

**Rubro:** Retiro de lodos **Unidad:** U

**Rendimiento:** 1.00000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=A*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.4190 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.42** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad A | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=A*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 1.00000 | 4.33 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 1.00000 | 4.05 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **8.38** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| **SUBTOTAL O** | | | | **0.00** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 8.80 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 1.41 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **10.21** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:**

DIEZ CON 21/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 5 **Hoja N°** 5

**Rubro:** Mampostería de carga e=15 cm **Unidad:** M2

**Rendimiento:** 0.30019

**Detalle:**

| EQUIPOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.25 |
| Andamio metálico | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.30019 | 0.06 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.31** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.30019 | 1.22 |
| Albañil (Estr. Oc. D2) | 2.00 | 4.10 | 8.20 | 0.30019 | 2.46 |
| Maestro mayor en ejecucion de obras civiles (Estr.Oc.C1) | 1.00 | 4.55 | 4.55 | 0.30019 | 1.37 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **5.04** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Bloque 15x20x40 | | u | 13.00 | 0.38 | 4.94 |
| Pegablock | | saco | 0.70 | 2.94 | 2.05 |
| Agua | | kg | 0.10 | 2.00 | 0.20 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **7.19** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 12.54 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 2.01 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **14.55** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** CATORCE CON 55/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 6 **Hoja N°** 6

**Rubro:** Cerramiento malla galvanizada 50/10 H=2m **Unidad:** M

**Rendimiento:** 1.00000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 1.04 |
| Soldadora elétrica 300 A | 1.00 | 1.88 | 1.88 | 1.00000 | 1.88 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **2.92** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 3.00 | 4.05 | 12.15 | 1.00000 | 12.15 |
| Fierrero (Estr. Oc. D2) | 1.00 | 4.10 | 4.10 | 1.00000 | 4.10 |
| Maestro mayor en ejecucion de obras civiles (Estr.Oc.C1) | 1.00 | 4.55 | 4.55 | 1.00000 | 4.55 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **20.80** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| Alambre galvanizado N° 14 | kg | 0.10 | 2.38 | 0.24 |
| Tubo negro L=6 m E= 2 mm D=3" | u | 0.21 | 55.00 | 11.66 |
| Electrodo Aga 6011 1/8" | kg | 0.30 | 5.80 | 1.74 |
| Platina 12x3 mm | u | 0.50 | 2.69 | 1.35 |
| Malla de cerramiento galvanizado 50/10 H=2 | m2 | 2.06 | 237.99 | 490.26 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **505.24** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 528.96 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 84.63 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **613.60** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** SEISCIENTOS TRECE CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 7 **Hoja N°** 7
**Rubro:** Mantenimiento de la caja de revisión y válvula. **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% | 1.00 | | | | 0.16 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.16** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 0.25000 | 2.03 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **3.11** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | 0.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **0.00** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 3.26 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 0.52 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **3.78** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** TRES CON 78 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 8 **Hoja N°** 8
**Rubro:** Escobillado de natas flotantes. **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.50000

**Detalle:**

| EQUIPOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% | | | | | 0.31 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.31** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.50000 | 2.17 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 0.50000 | 4.05 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **6.22** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **0.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 6.53 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 1.04 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **7.57** |

**E PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** SIETE CON 57 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 9 **Hoja N°** 9
**Rubro:** Eliminación de exceso de lodos **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| Manguera de 30 m Ø 3/8" | u | 0.08 | 50.50 | 4.04 |
| Carro cisterna con bomba de vacío | u | 0.20 | 120.00 | 24.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **28.04** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 30.24 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 4.84 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **35.08** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** TREINTA Y CINCO CON 08 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 10 **Hoja N°** 10

**Rubro:** Limpieza del tanque de desecho sólidos. **Unidad:** U

**Rendimiento:** 2.00000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 1.24 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **1.24** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 2.00000 | 8.66 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 2.00000 | 16.20 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **24.86** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Manguera de 30 m Ø 3/8" | | u | 0.08 | 50.50 | 4.04 |
| Carro cisterna con bomba de vacío | | u | 0.20 | 120.00 | 24.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **28.04** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 54.14 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 8.66 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **62.81** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** SESENTA Y DOS CON 81 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 11 **Hoja N°** 11
**Rubro:** Implementación de Eichhomia crassipes (lechuguines). **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% | | | | | 0.11 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.11** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| Residente de Obra | 1.00 | 4.56 | 4.56 | 0.25000 | 1.14 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.15** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Echhomia crassipes | | u | 1.00 | 23.59 | 23.59 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **23.59** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 25.85 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 4.14 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **29.99** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** VEINTE Y NUEVE CON 99 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 12 **Hoja N°** 12

**Rubro:** Mantenimiento del filtro anaerobio de flujo ascendente. **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.20 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.20** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 2.03 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 0.25000 | 2.03 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **4.05** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | 0.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **0.00** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 4.25 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 0.68 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **4.93** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** CUATRO CON 93 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 13 **Hoja N°** 13
**Rubro:** Control de Eichhomia crassipes (lechuguines). **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.16 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.16** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 0.25000 | 2.03 |
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **3.11** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | 0.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **0.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 3.26 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 0.52 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **3.78** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** TRES CON 78 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 14 **Hoja N°** 14
**Rubro:** Mantenimiento de la caja de válvula. **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% | | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico de mantenimiento (Estr.. Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| EPP | | u | 5.00 | 2.50 | 12.50 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **12.50** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 14.70 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 2.35 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **17.05** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** DIECISIETE CON 05 /100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 15 **Hoja N°** 15
**Rubro:** Limpieza y desbroce del área exterior. **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 0.25000 | 2.03 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.03** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | 0.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **0.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 2.13 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 0.34 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **2.47** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:**
DOS CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 16 **Hoja N°** 16
**Rubro:** Implementación de señalética de identificación **Unidad:** U
**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% | 1.00 | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico en mantenimiento (Estr..Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Letrero de identificación 0.50x0.30 m, inc. Accesorios y tornillería | | u | 1.00 | 25.00 | 25.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **25.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 27.20 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 4.35 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **31.55** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** TREINTA Y UNO CON 55/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 17 **Hoja N°** 17

**Rubro:** Implementación de señalética de evacuación **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | 1.00 | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico en mantenimiento (Estr..Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Letrero de identificación 0.60x0.40 m, inc. Accesorios y tornillería | | u | 1.00 | 10.00 | 10.00 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **10.00** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 12.20 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 1.95 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **14.15** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** CATORCE CON 15/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 18 **Hoja N°** 18

**Rubro:** Implementación de señalética de punto de encuentro **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | 1.00 | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Técnico en mantenimiento (Estr..Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Letrero de identificación 0.80x0.60 m, inc. Accesorios y tornillería | | u | 1.00 | 23.32 | 23.32 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **23.32** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 25.52 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 4.08 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **29.60** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** VEINTE Y NUEVE CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 19 **Hoja N°** 19

**Rubro:** Implementación de señalética de uso obligatorio de EPP **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.25000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% M.O.) | 1.00 | | | | 0.10 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.10** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Técnico en mantenimiento (Estr..Oc. C2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.25000 | 1.08 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.25000 | 1.01 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **2.10** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| Letrero de identificación 0.60x0.40 m, inc. Accesorios y tornillería | u | 1.00 | 11.62 | 11.62 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **11.62** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |

| | | |
|---|---|---|
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | 13.82 |
| | **INDIRECTOS** 16.00% | 2.21 |
| | **UTILIDAD** % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | **16.03** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** DIECISÉIS CON 03/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.
**Código:** 20 **Hoja N°** 20
**Rubro:** Pintura de caucho **Unidad:** U
**Rendimiento:** 8.00000

**Detalle:**

**EQUIPOS**

| Descripción | Cantidad A | Tarifa B | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Herramienta menor (5% | 1.00 | | | | 4.97 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **4.97** |

**MANO DE OBRA**

| Descripción | Cantidad | Jornal/hr | Costo hora C=A*B | Rendimiento R | Costo D=C*R |
|---|---|---|---|---|---|
| Pintor de exteriores (Estr..Oc. D2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 8.00000 | 34.64 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 2.00 | 4.05 | 8.10 | 8.00000 | 64.80 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **99.44** |

**MATERIALES**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Precio unitario B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| Yeso | kg | 7.00 | 0.65 | 4.55 |
| Látex supremo int/ext | gal | 4.00 | 16.00 | 64.00 |
| Lija N° 100 | u | 10.00 | 0.35 | 3.50 |
| Cemento blanco | u | 7.00 | 0.46 | 3.22 |
| **SUBTOTAL O** | | | | **75.27** |

**TRANSPORTE**

| Descripción | Unidad | Cantidad A | Tarifa B | Costo C=A*B |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | **0.00** |
| | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 179.68 |
| | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 28.75 |
| | **UTILIDAD** | | % | |
| | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **208.43** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** DOSCIENTOS OCHO CON 43/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Nombre del proyecto:** EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

**Nombre del oferente:** Génesis Campaña A.

**Código:** 21 **Hoja N°** 21

**Rubro:** Pintura anticorrosiva **Unidad:** U

**Rendimiento:** 0.50000

**Detalle:**

| **EQUIPOS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Herramienta menor (5% M.O.) | 1.00 | | | | 0.21 |
| **SUBTOTAL M** | | | | | **0.21** |
| **MANO DE OBRA** | | | | | |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Jornal/hr** | **Costo hora C=A*B** | **Rendimiento R** | **Costo D=C*R** |
| Pintor (Estr..Oc. D2) | 1.00 | 4.33 | 4.33 | 0.50000 | 2.17 |
| Peon (Estr.. Oc. E2) | 1.00 | 4.05 | 4.05 | 0.50000 | 2.03 |
| **SUBTOTAL N** | | | | | **4.19** |
| **MATERIALES** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Precio unitario B** | **Costo C=A*B** |
| Pintura anticorrosiva | | gal | 0.10 | 17.15 | 1.72 |
| Thinner comercial | | gal | 0.16 | 13.90 | 2.22 |
| Lija N°100 | | u | 0.30 | 0.40 | 0.12 |
| **SUBTOTAL O** | | | | | **4.06** |
| **TRANSPORTE** | | | | | |
| **Descripción** | | **Unidad** | **Cantidad A** | **Tarifa B** | **Costo C=A*B** |
| | | | | | |
| **SUBTOTAL P** | | | | | **0.00** |
| | | **TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)** | | | 8.46 |
| | | **INDIRECTOS** | | 16.00% | 1.35 |
| | | **UTILIDAD** | | % | |
| | | **COSTO TOTAL DEL RUBRO** | | | **9.81** |

**ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA.**

**Son:** NUEVE CON 81/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

# ANEXO 4: PLANOS

CUNETA

VIA PUBLICA

3038.84
3039.06
3040.13
3040.10
3040.00
3041.00
3041.28
3041.33
3041.00
3039.00
3038.00
3037.00
3036.00
3035.00
3034.00
3033.00
3032.00
3031.00
3030.00
3029.00
3030.77
3030.65
3035.43
3034.68
3034.12
3033.42
3033.44
3032.95
3032.93
3033.00
3025.71
3025.92
3025.78
3024.81
3027.00
3026.00
3025.00
3029.53
3029.56
3030.62
3030.66
3030.69
3030.39
3030.42
3032.43
3032.42
3030.16
3030.46
3030.49
3030.64
3030.69
3030.70
3029.87
3031.35
3035.68
3032.99
3030.90
3025.00
Lecha de secado de lodos
Cajas de válvulas
Tanque de desechos sólidos
Pozo de salida
Caja de revisión
Filtro anaerobio de flujo ascendente
Caja de revisión
Caja de revisión
Caja de válvula
Pozo de entrada
A
B
C

759200.000 759208.000 759216.000 759224.000 759232.000 759240.000 759248.000

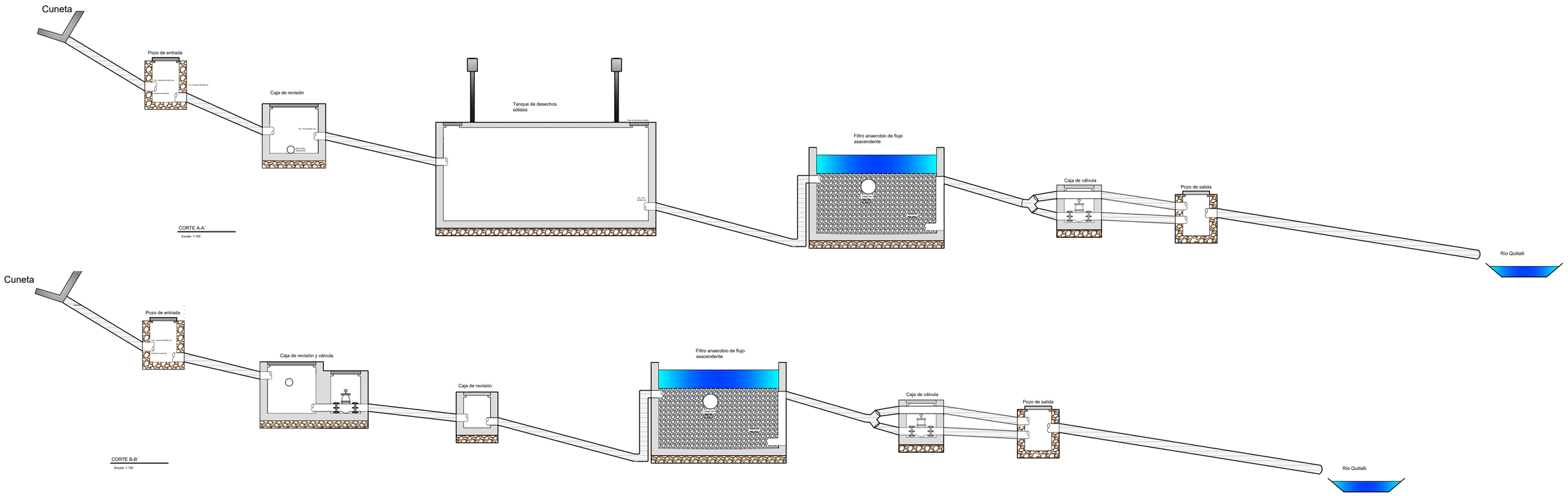
**UBICACIÓN DE LA PTAR**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

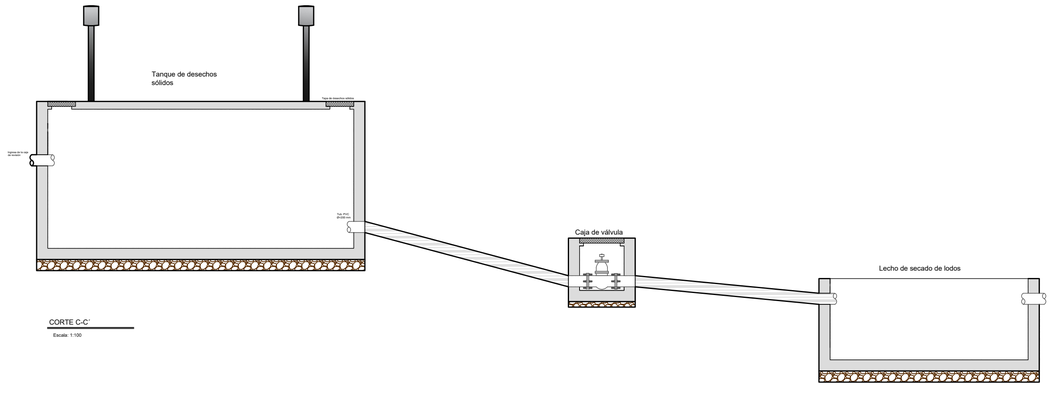
| | | |
|---|---|---|
| PROYECTO: | "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: | PLANO DE UBICACIÓN DE LA PTAR | HOJA: 1/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA / DATUM: WGS-84 ZONA 17 S |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. |

# SISTEMAS DE LA PTAR










FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÌA CIVIL

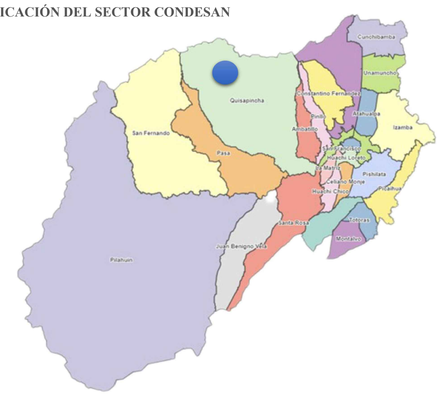
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: SISTEMAS DE PTAR | | | HOJA: 2/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |




**REFERENCIA CARTOGRÁFICA DEL CANTÓN AMBATO**



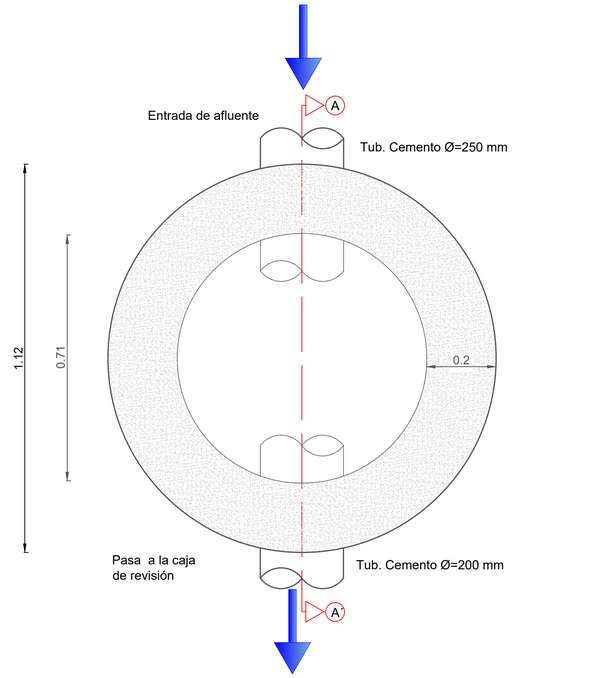

**UBICACIÓN DEL SECTOR CONDESAN**




FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

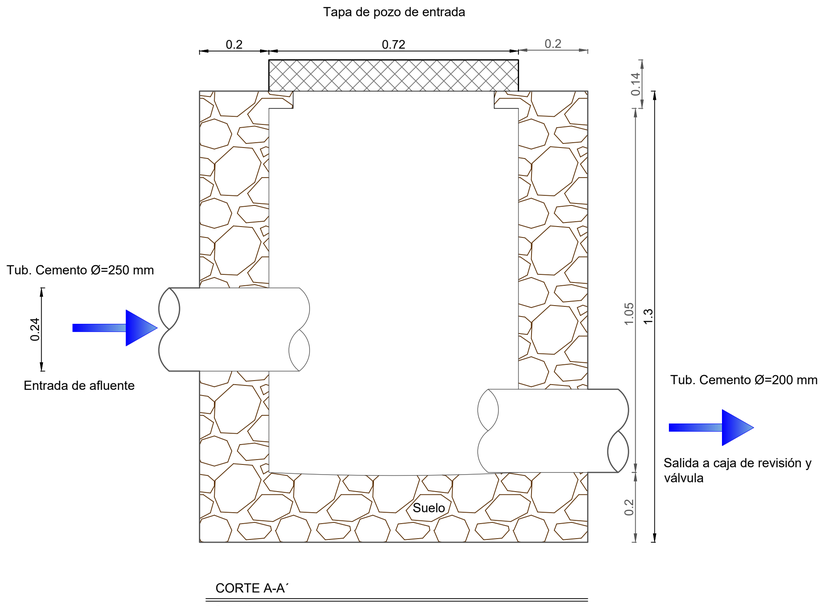
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: | "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: | UBICACIÓN DE LA PTAR | | HOJA: 3/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | DATUM: WGS-84 ZONA 17 S |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# POZO DE ENTRADA




VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10



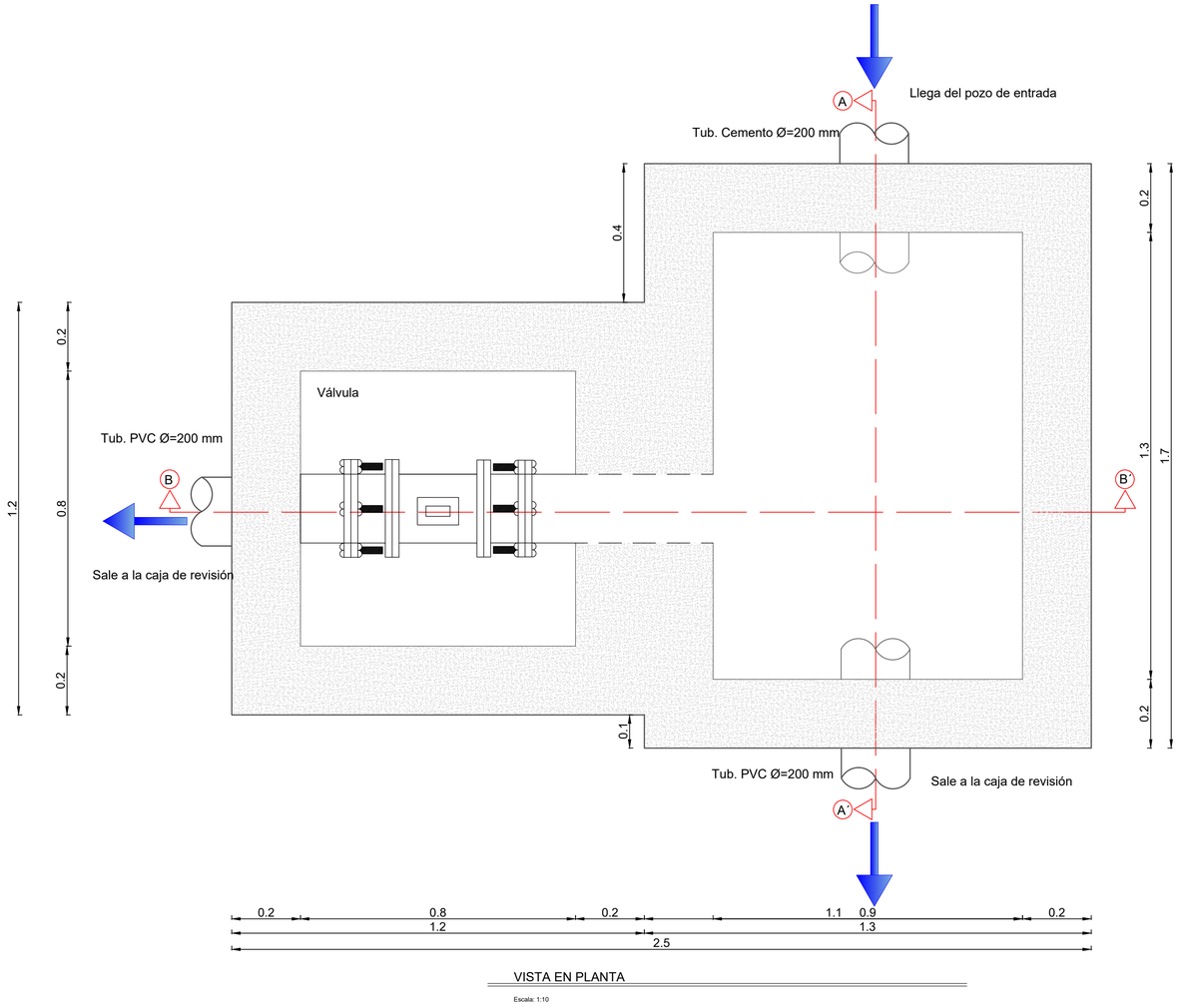

CORTE A-A´

Escala: 1:15

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

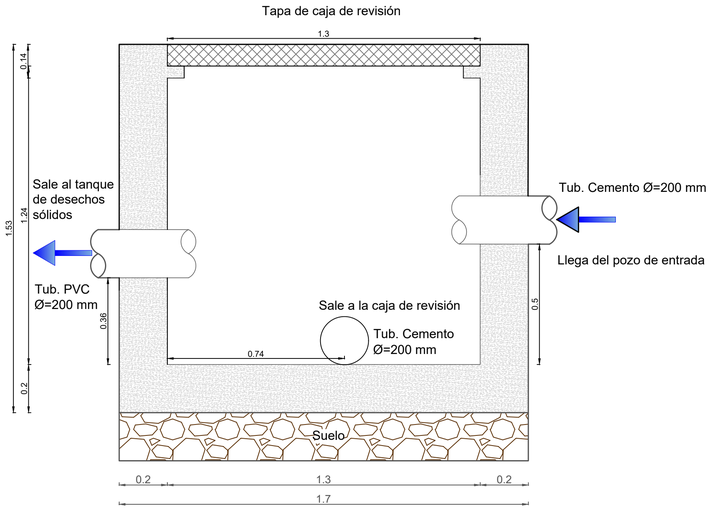
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: POZO DE ENTRADA | | | HOJA: 4/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# CAJA DE REVISIÓN Y VÁLVULA



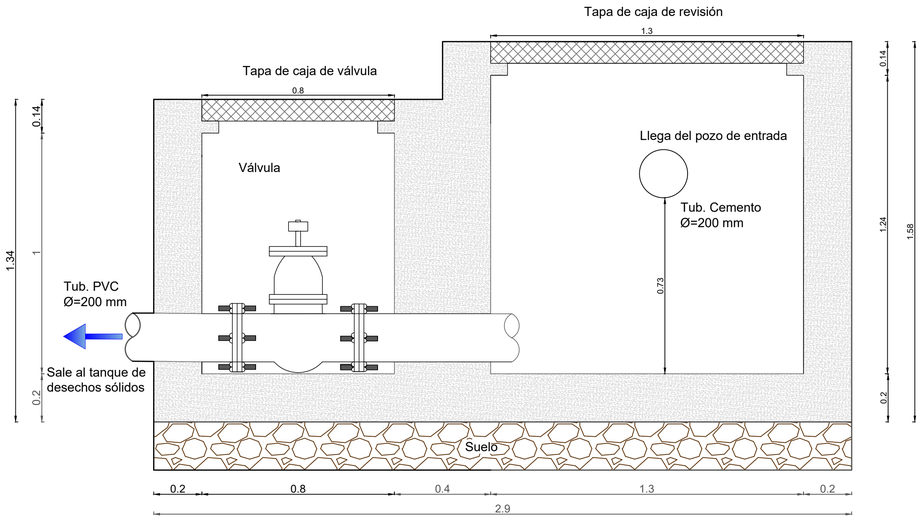

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10



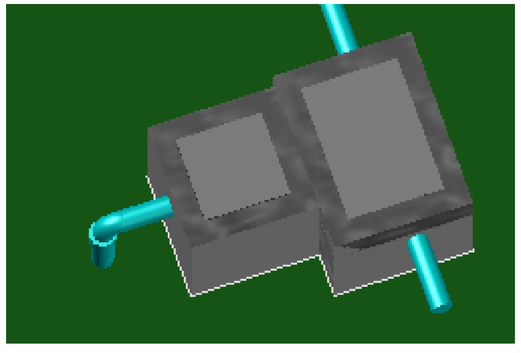

CORTE A-A´

Escala: 1:15




CORTE B-B´

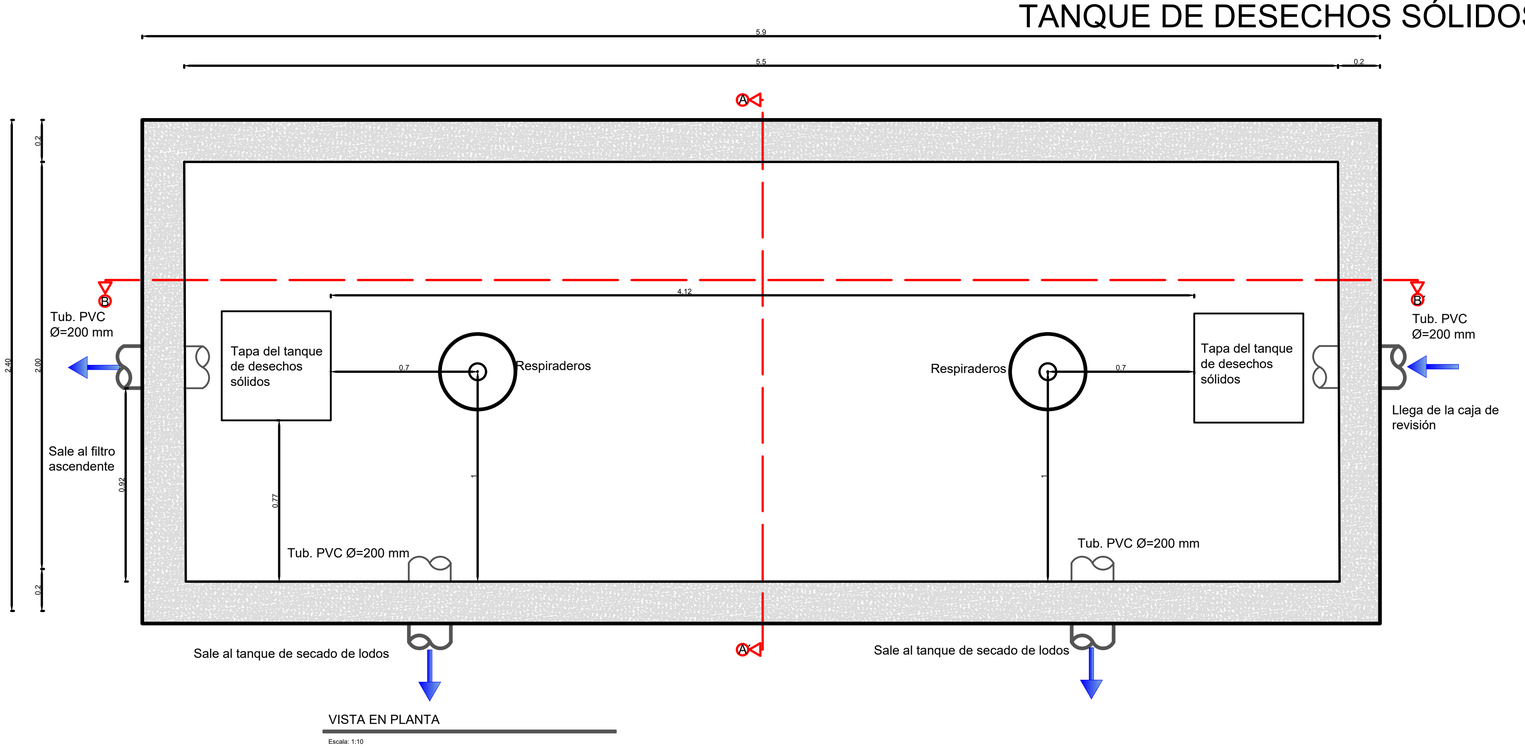
Escala: 1:15



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

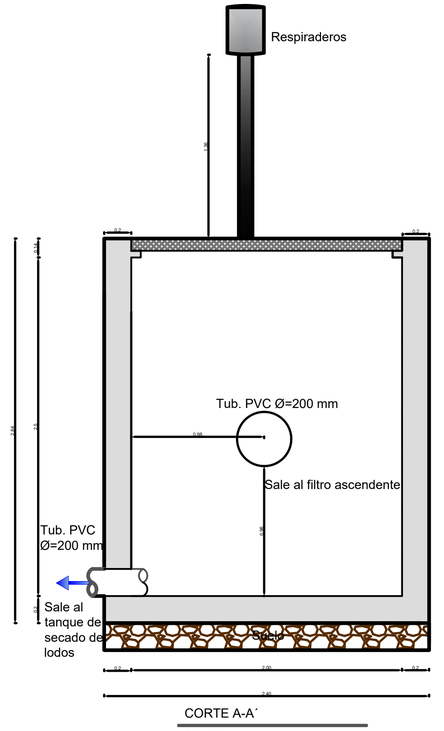
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: CAJA DE REVISIÓN Y VÁLVULA | | | HOJA: 5/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# TANQUE DE DESECHOS SÓLIDOS



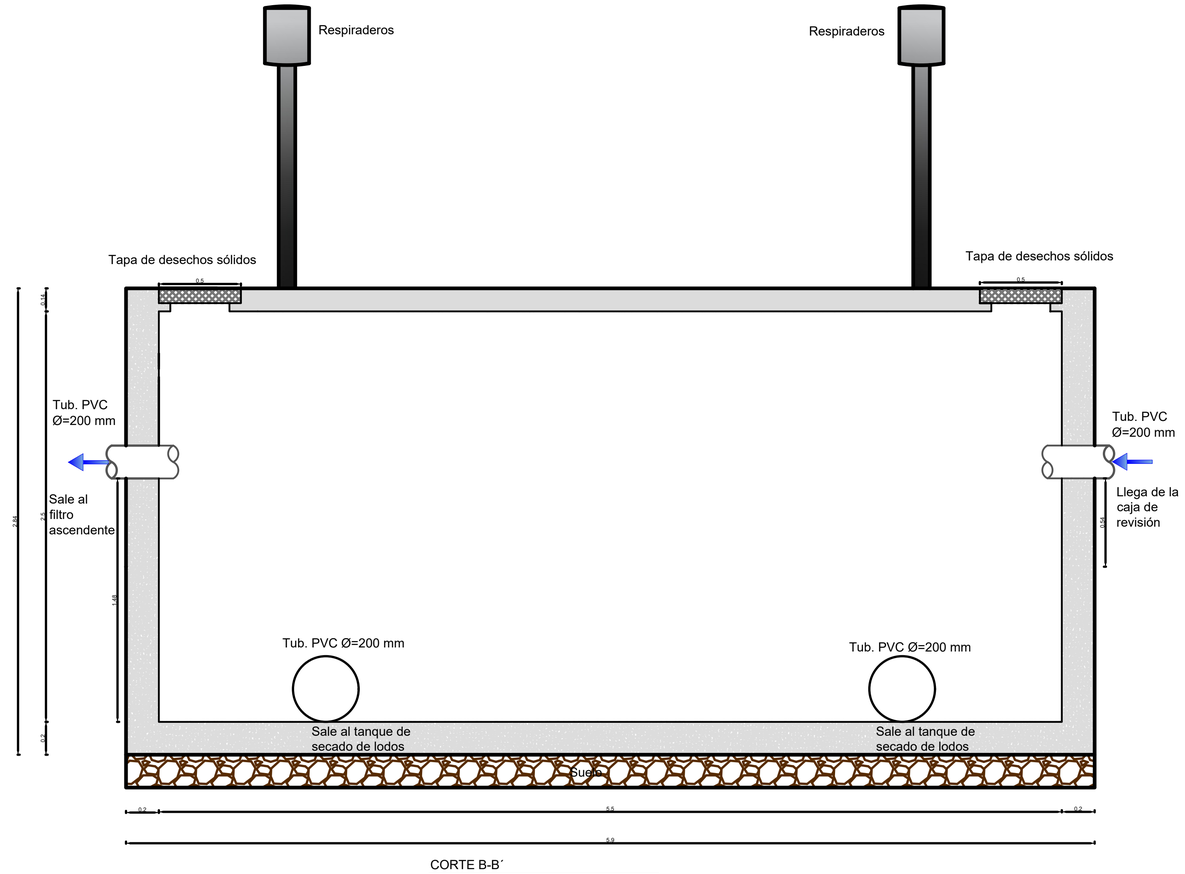

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10



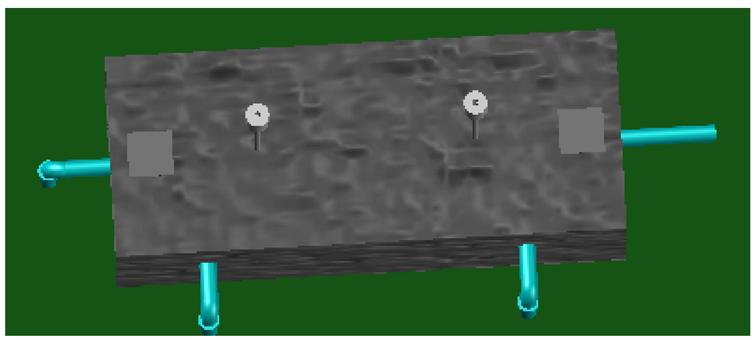

CORTE A-A´

Escala: 1:15




CORTE B-B´

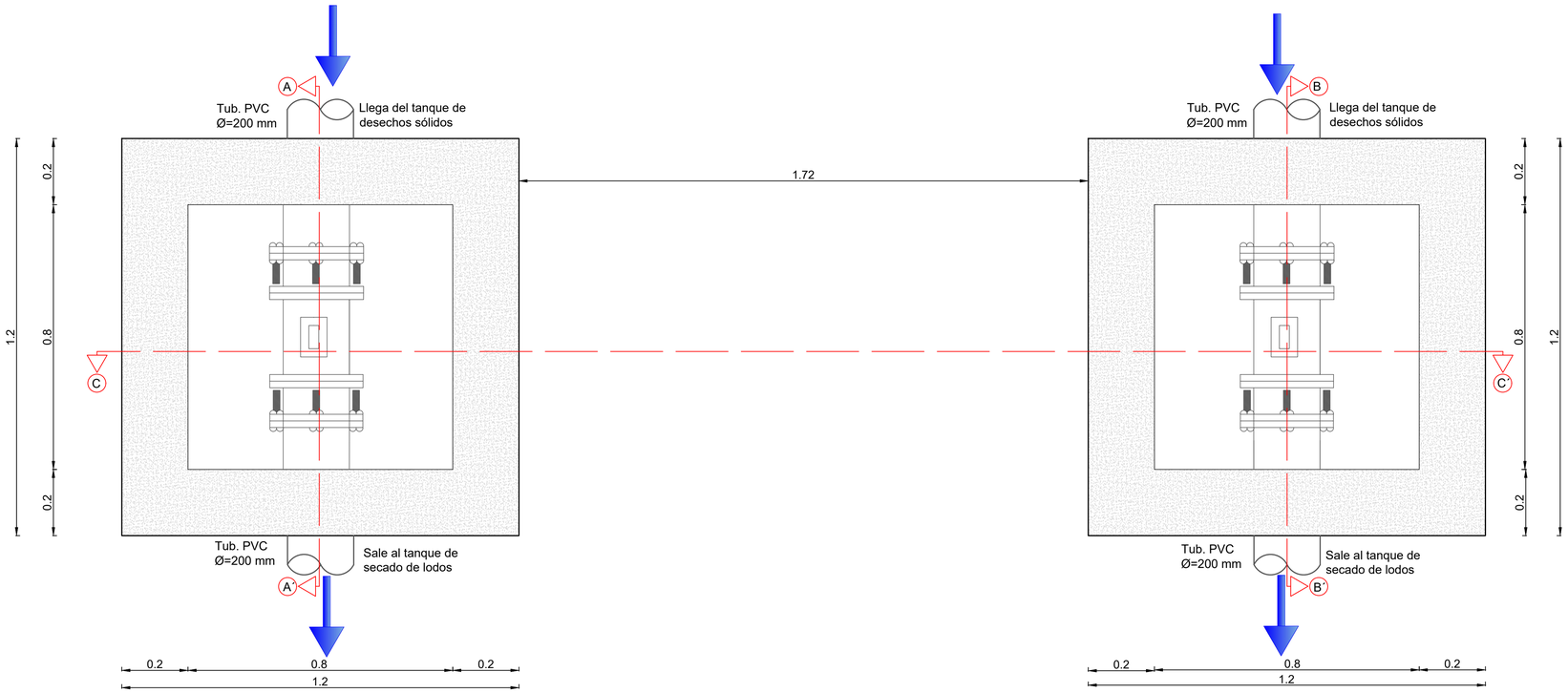
Escala: 1:15



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

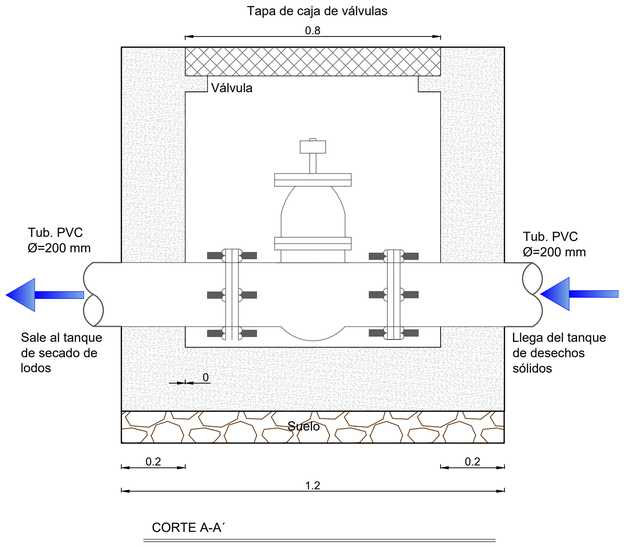
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: TANQUE DE DESECHOS SÓLIDOS | | | HOJA: 6/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# CAJAS DE VÁLVULAS



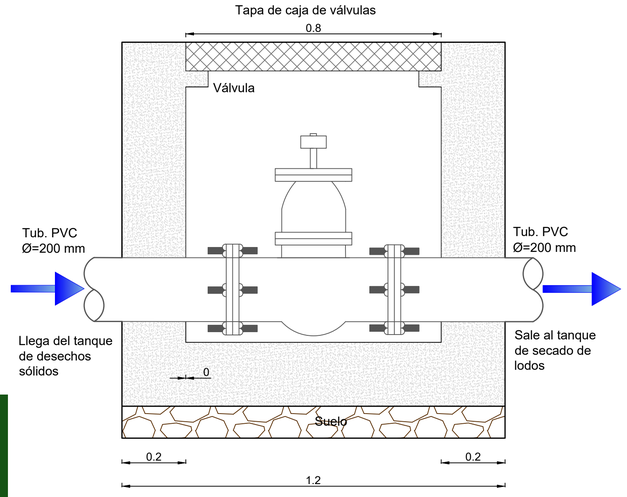

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10




CORTE A-A´

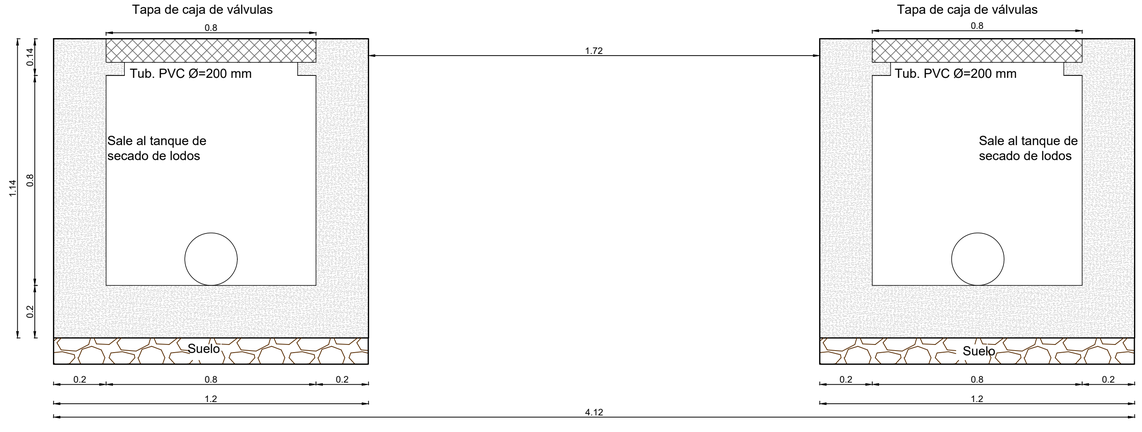
Escala: 1:15




CORTE B-B´

Escala: 1:15





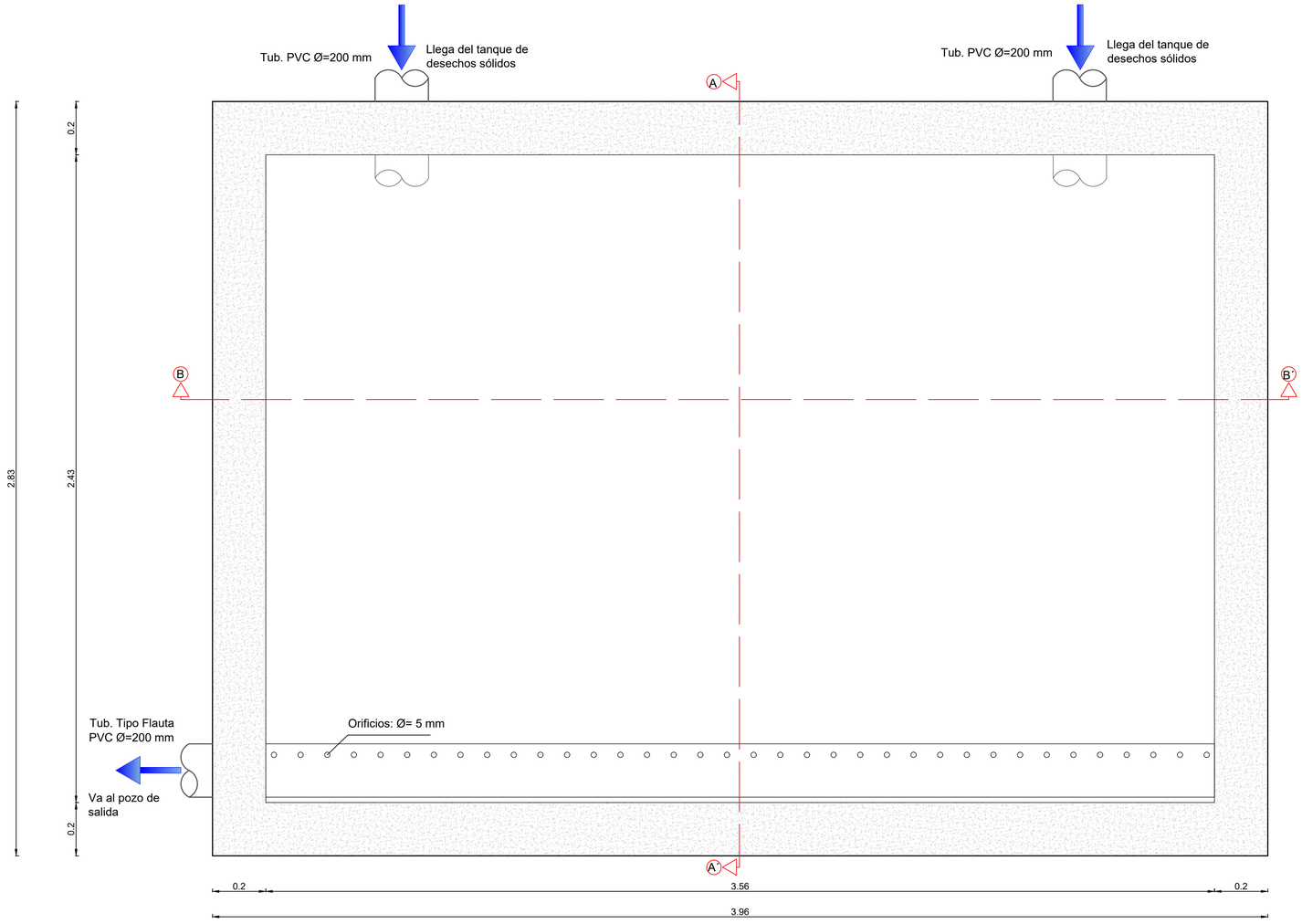

CORTE C-C´

Escala: 1:15

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

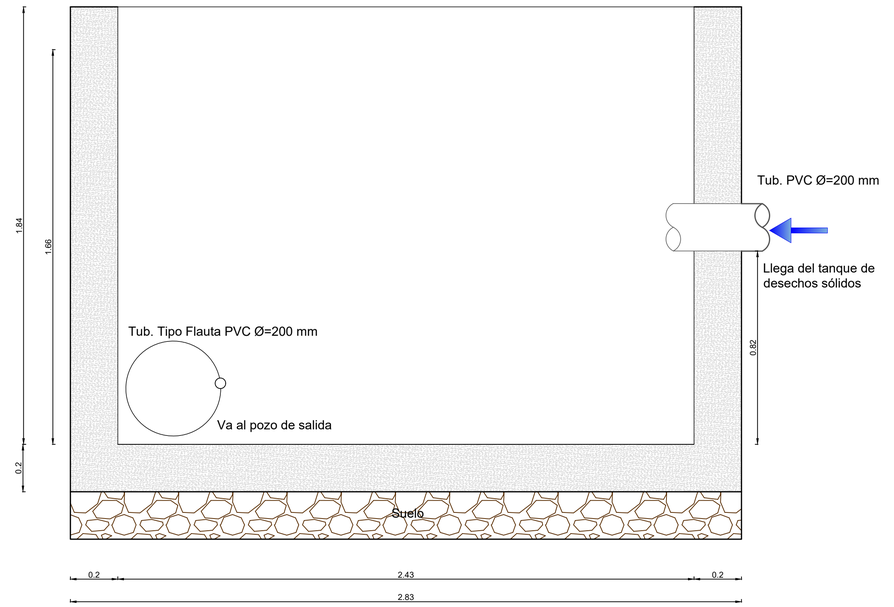
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: CAJA DE VÁLVULAS | | | HOJA: 7/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# LECHO DE SECADO DE LODOS



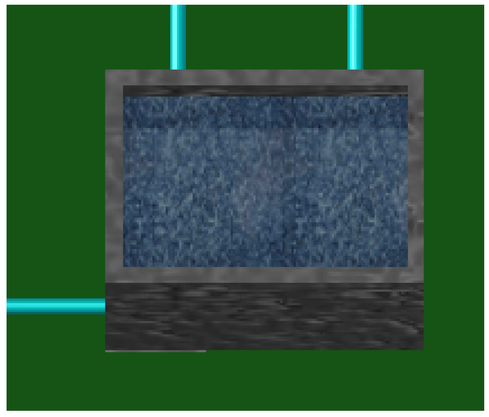

VISTA EN PLANTA

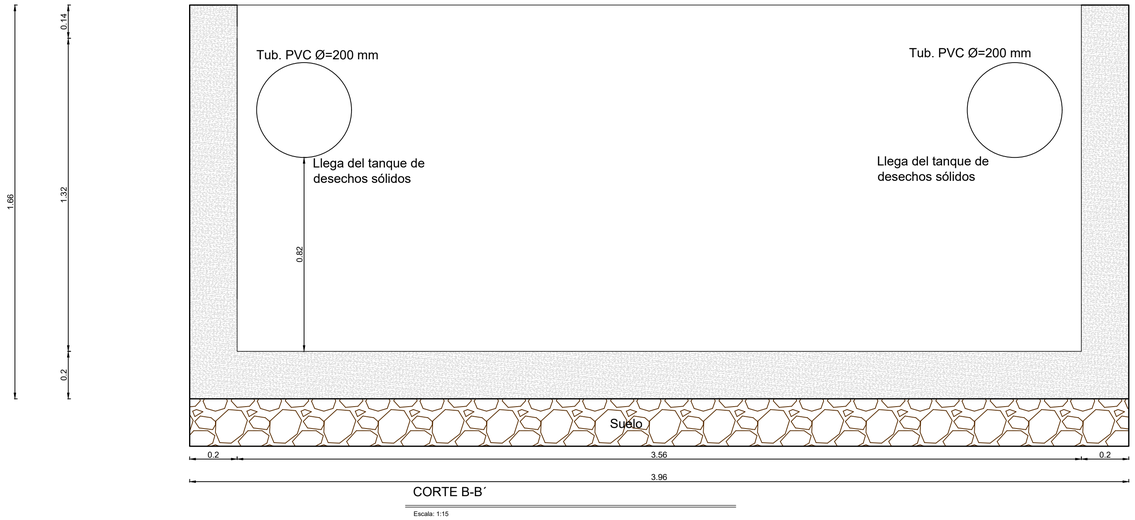
Escala: 1:10




CORTE A-A´

Escala: 1:15





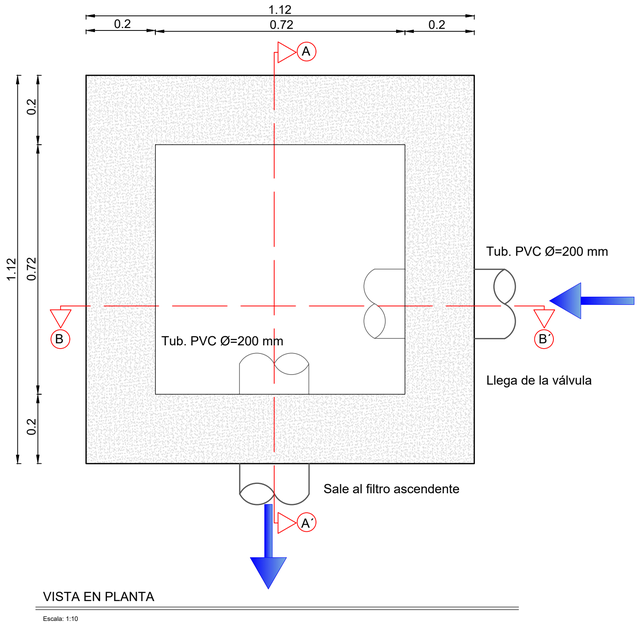

CORTE B-B´

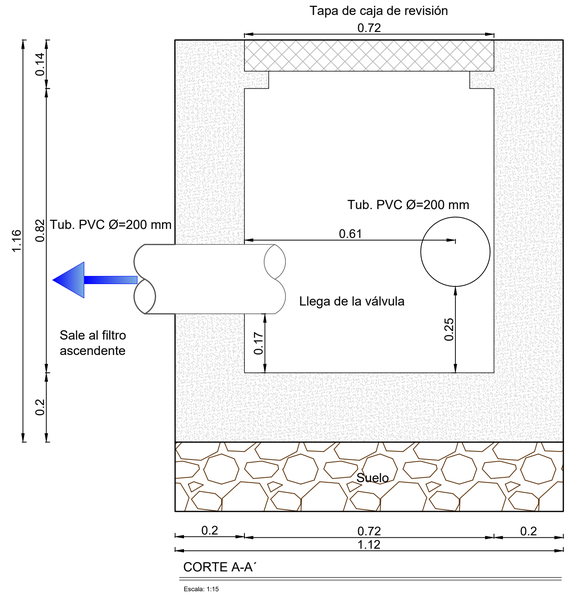
Escala: 1:15

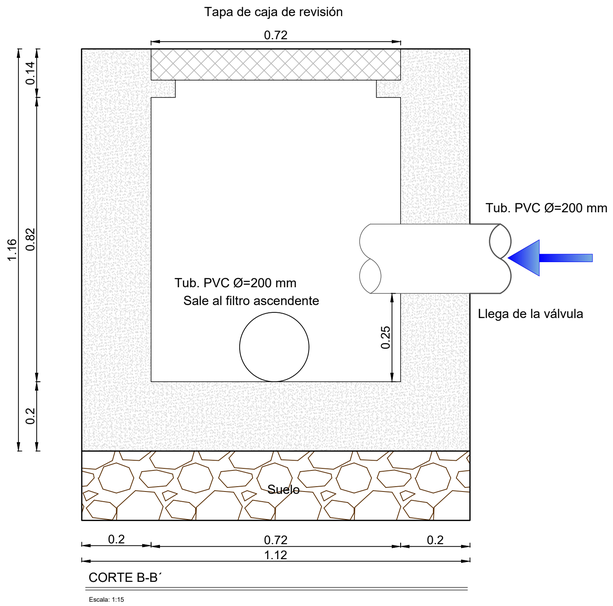
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

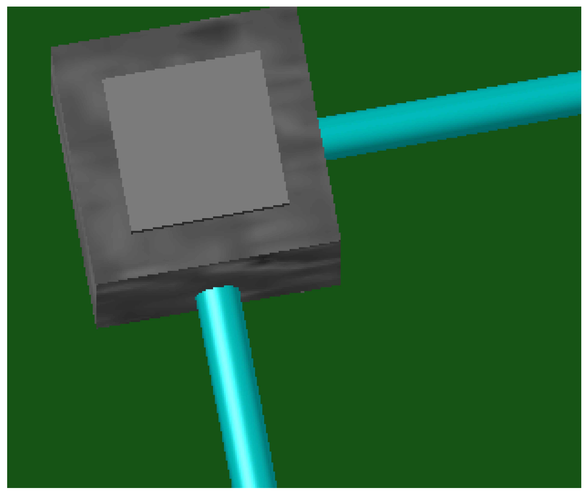
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: | "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: | LECHO DE SECADO DE LODOS | | HOJA: 8/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# CAJA DE REVISIÓN



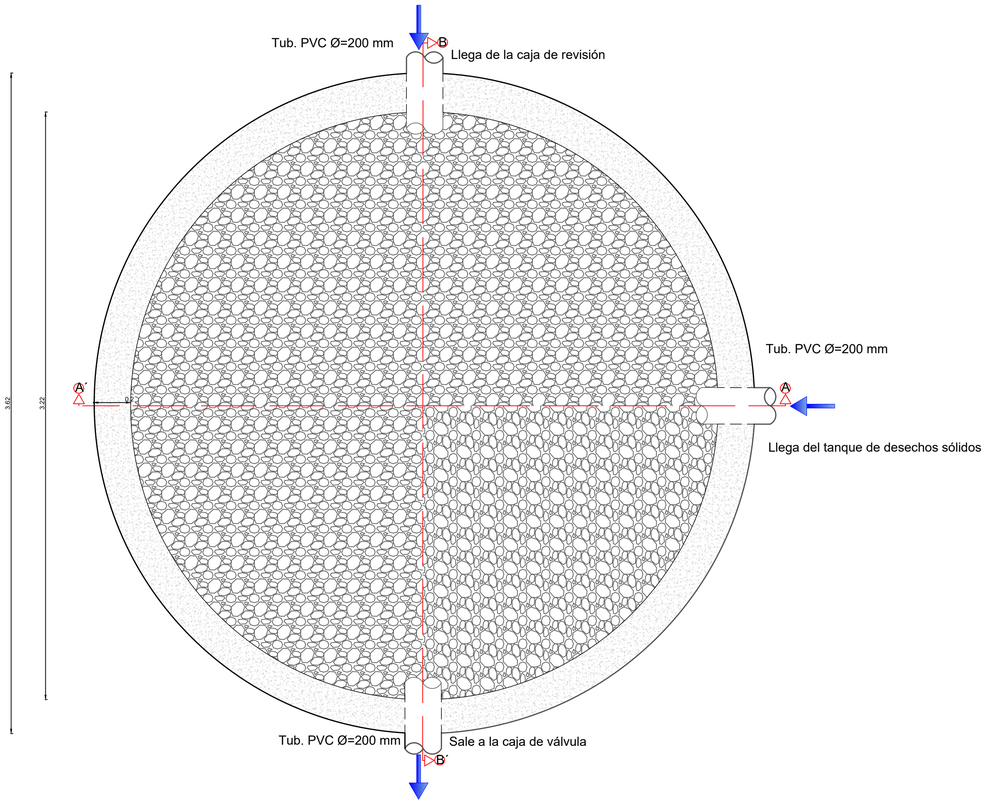
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: CAJA DE REVISIÓN | | | HOJA: 9/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |

REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila

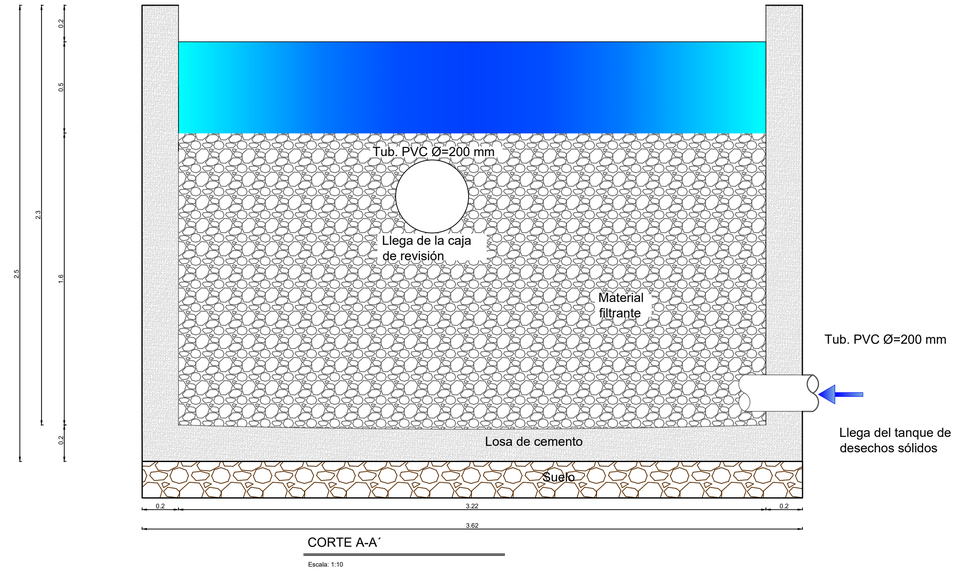
REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.

# FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE



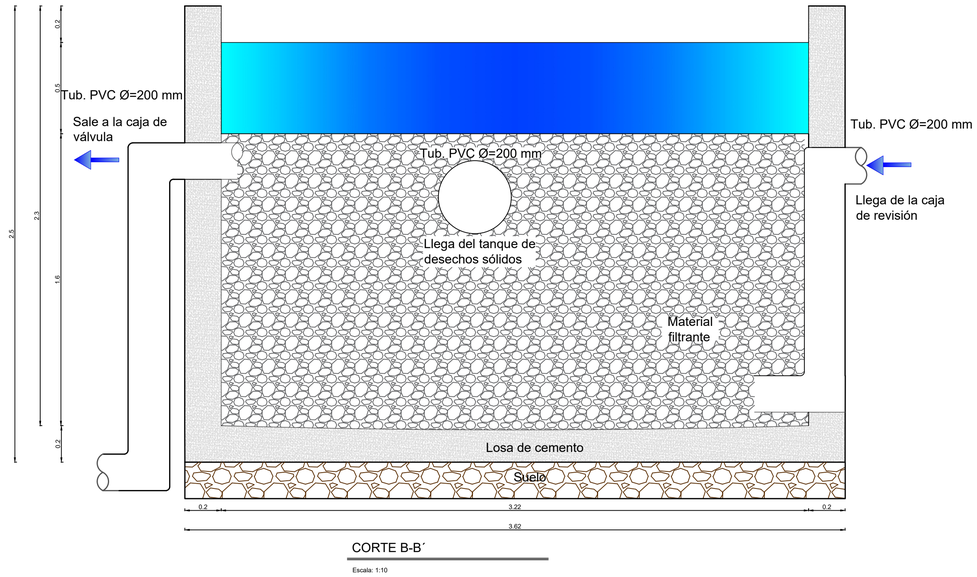

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10



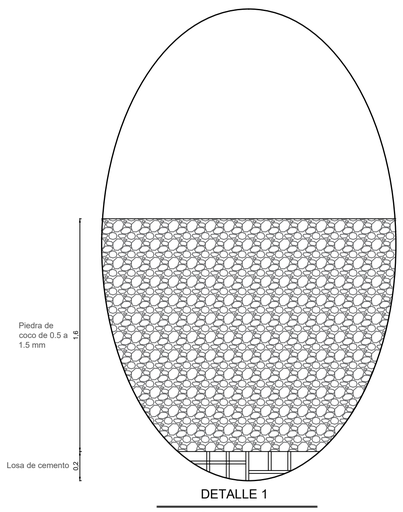

CORTE A-A´

Escala: 1:10



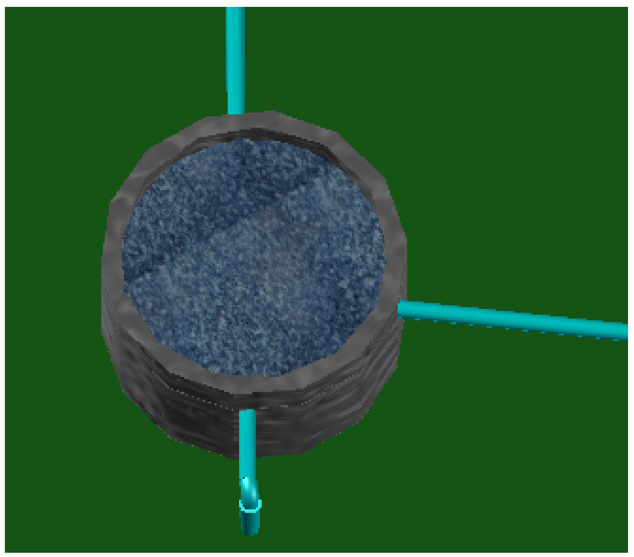

CORTE B-B´

Escala: 1:10




DETALLE 1

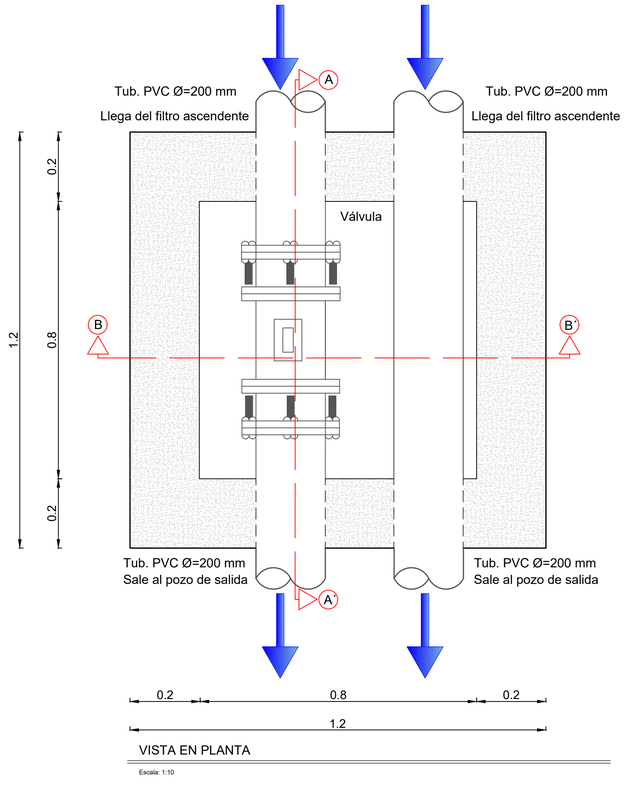
Escala: 1:20



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

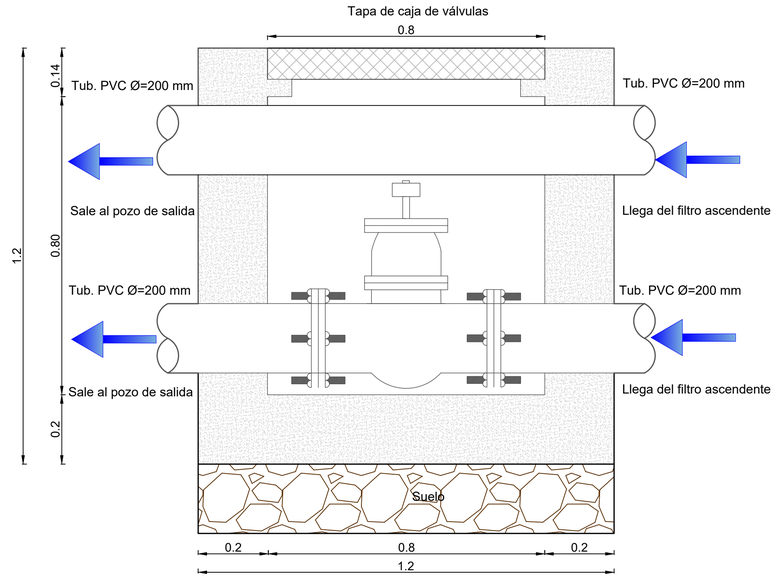
| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE | | | HOJA: 10/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# CAJA DE VÁLVULA



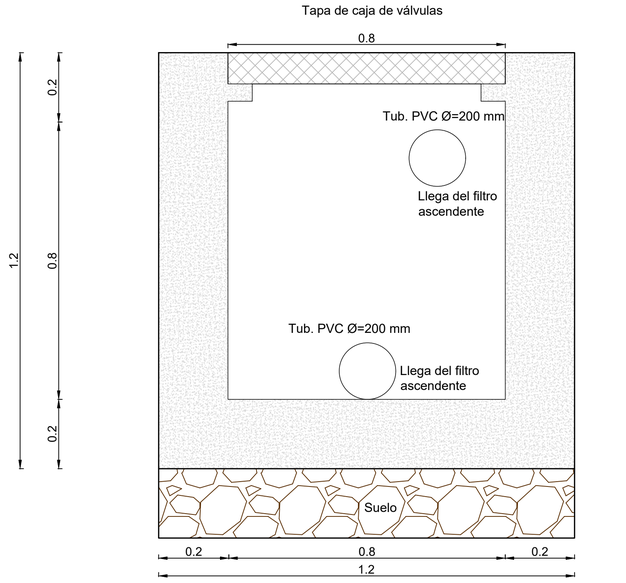

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10



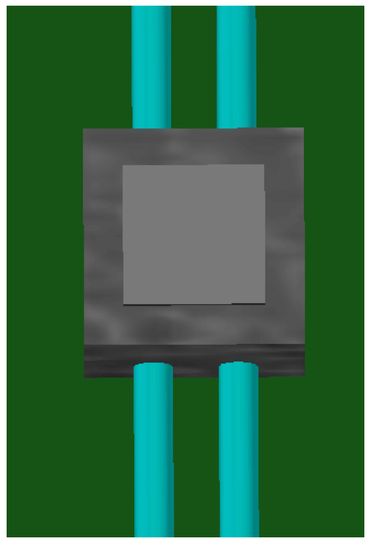

CORTE A-A´

Escala: 1:15



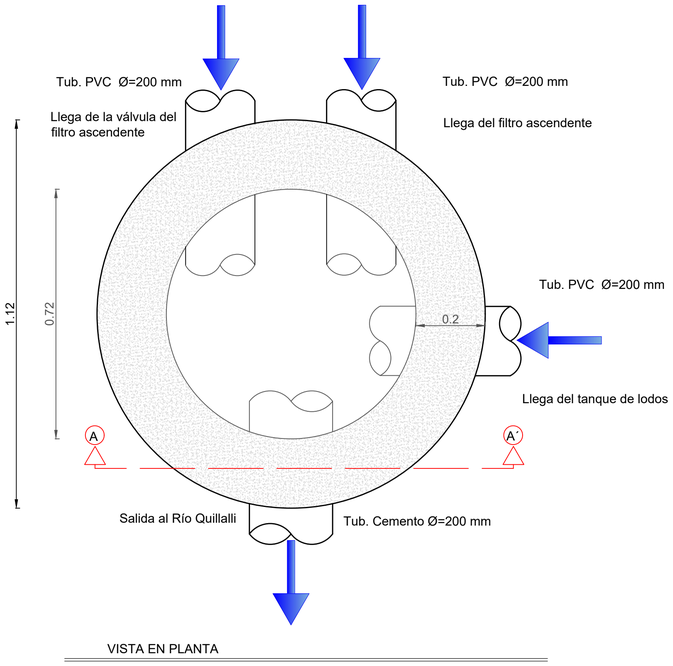

CORTE B-B´

Escala: 1:15



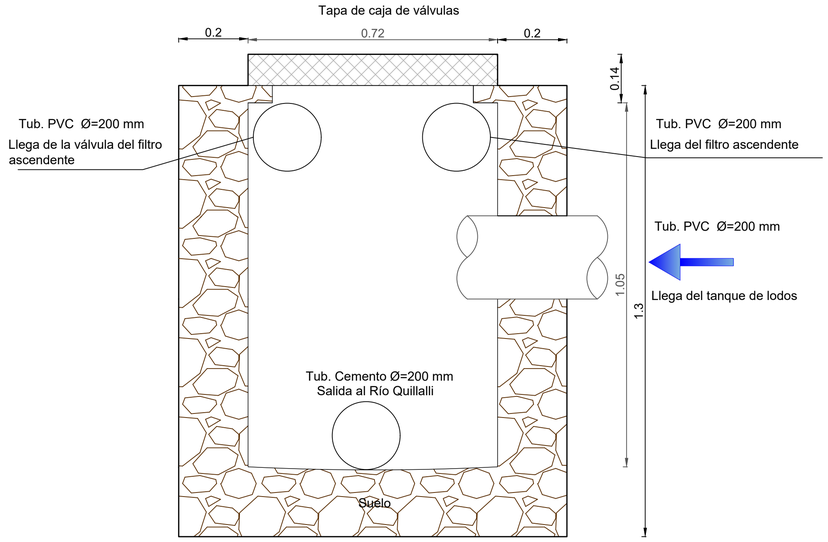
| | | | |
|---|---|---|---|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023<br>HOJA: 11/13 |
| CONTIENE: CAJA DE VÁLVULA | | | |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

# POZO DE SALIDA



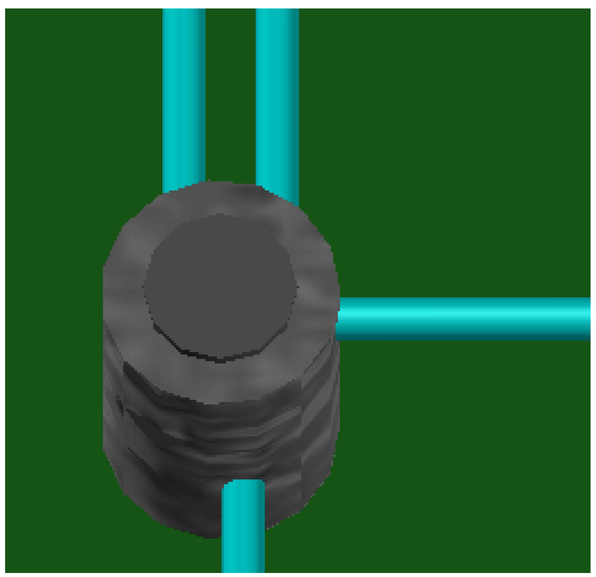

VISTA EN PLANTA

Escala: 1:10




CORTE A-A´

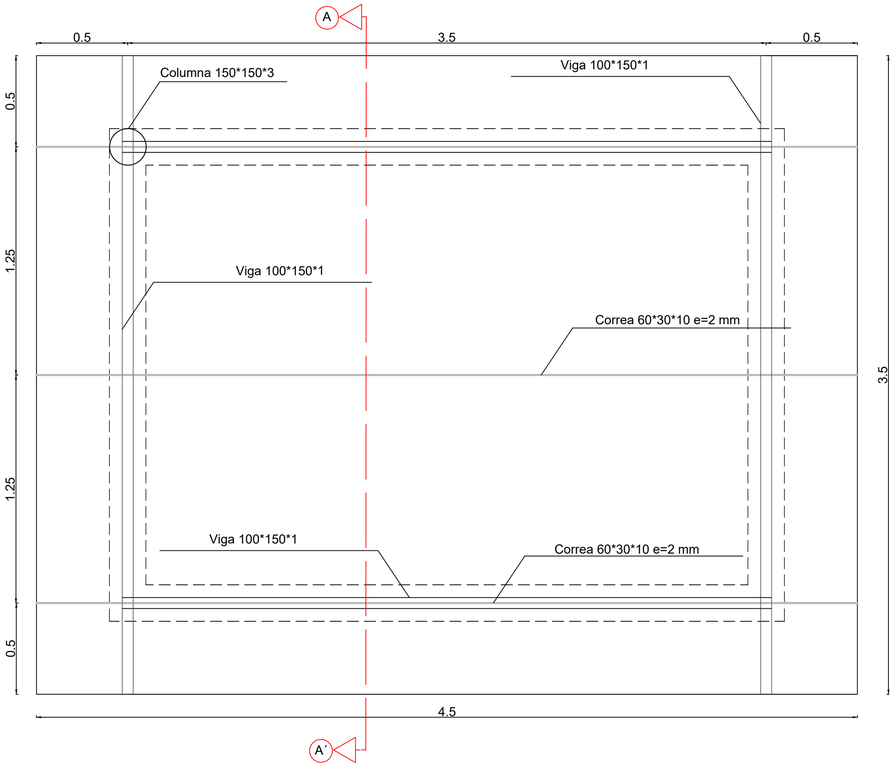
Escala: 1:15



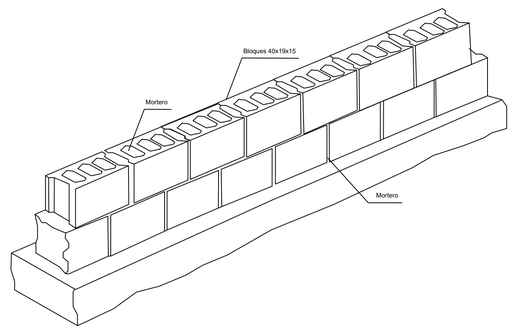
| | | | |
|---|---|---|---|
| FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA<br>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | | |
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023<br>HOJA: 12/13 |
| CONTIENE: POZO DE SALIDA | | | |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |

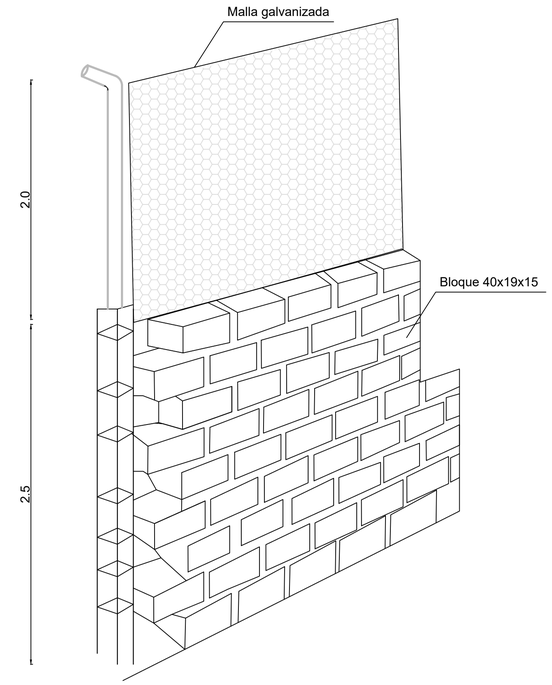
# DISEÑO DE CUBIERTA GALVALUME



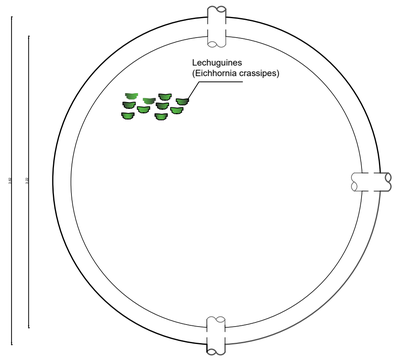




# DISEÑO DE CERRAMIENTO




# IMPLANTACIÓN DE LECHUGUINES




FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

| | | | |
|---|---|---|---|
| PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR CONDESAN DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA DEL CANTÓN AMBATO DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA." | | | FECHA: 15/11/2023 |
| CONTIENE: DISEÑO DE CUBIERTA, CERRAMIENTO E IMPLANTACIÓN DE LECHUGUINES | | | HOJA: 13/13 |
| SECTOR: CONDESAN | CANTÓN: AMBATO | PROVINCIA: TUNGURAHUA | ESCALA: INDICADAS |
| REALIZADO POR: Génesis Betsabé Campaña Ávila | | REVISADO POR: Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg. | |