



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

Propuesta de Mejoramiento de planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana-Piura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Montalban Ancagima, Jean Carlos Ivan (ORCID:0000-0002-7494-304X)

Sullón Sandoval, Aldair Junior (ORCID:0000-0003-3626-0122)

ASESOR:

Mgtr. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (ORCID:0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento.

PIURA – PERÚ.

2021

DEDICATORIA

A nuestros padres por habernos forjado para ser profesionales con buenos valores y ser capaces de conseguir nuestros objetivos trazados, en especial al difunto padre de Aldair Sullón, que le dejo una gran enseñanza de vida y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres por habernos brindado su apoyo mutuo durante toda nuestra carrera y por animarnos a seguir esforzándonos y perseverar ante nuestras metas. Asimismo, a nuestros docentes que nos inculcaron sus valores y nos compartieron sus conocimientos y vivencias profesionales.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Resumen	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización.....	21
3.3. Escenario de estudio.....	22
3.4. Participantes.....	23
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.6. Procedimiento	24
3.7. Rigor científico	24
3.8. Método de análisis de datos	24
3.9. Aspectos éticos.....	25
IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	26
4.1. Recursos y presupuesto	26
4.1.1. Recursos humanos	26
4.1.2. Materiales e insumos	26
4.1.3. Equipos y bienes duraderos	26
4.2. Financiamiento	28
4.3. Cronograma de ejecución	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	83
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de los tipos de agua.....	30
Tabla 2. Consideraciones iniciales de diseño	60
Tabla 3. Cálculo del número de Hazen.....	62
Tabla 4. Cálculo de velocidades y diámetro de la partícula	63
Tabla 5. Empuje activo + acción sísmica	66
Tabla 6. Empuje en suelo en reposo sometido a sobrecargas	66
Tabla 7. Empuje de agua a nivel de inundación	67
Tabla 8. Actividades de mantenimiento del desarenador.	73

Índice de figuras

Figura 1. Presupuesto de mantenimientos	35
Figura 2. Conexión de viga y cúpula	38
Figura 3. Cálculo de R en cúpula	38
Figura 4. Valores del predimensionamiento	40
Figura 5. Detalle de profundidad del reservorio circular	41
Figura 6. Cálculo de momentos flectores	42
Figura 7. Cálculo de esfuerzos cortantes	42
Figura 8. Momento de volteo.....	43
Figura 9. Diagrama de momentos en reservorio lleno.....	44
Figura 10. <i>Disposición de acero vertical</i>	44
Figura 11. Cálculo y medidas de los anillos	45
Figura 12. Disposición final del acero en paredes del reservorio.	46
Figura 13. Diagrama de momentos en losa	46
Figura 14. <i>Cargas en la losa de fondo</i>	47
Figura 15. <i>Cálculo del peralte de la zapata</i>	49
Figura 16. Disposición del acero en zapatas.....	49
Figura 17. Diseño de viga perimetral.....	50
Figura 18. Disposición final de acero en viga.	53
Figura 19. <i>Fuerzas actuantes en cúpula</i>	53
Figura 20. <i>Efecto de excentricidad entre cúpula y viga</i>	54
Figura 21. <i>Disposición final de acero en cúpula</i>	55
Figura 22. <i>Detalle de la armadura del reservorio</i>	56
Figura 23. <i>Detalle de buzón de entrada y caja de rebose</i>	56
Figura 24. <i>Plano de cimentación de caseta de válvulas</i>	57
Figura 25. <i>Plano de losa aligerada de caseta</i>	57
Figura 26. <i>Presupuesto total del reservorio circular</i>	59
Figura 27. <i>Proyección de la población futura</i>	61
Figura 28. Cargas estáticas y sísmicas a usar	65
Figura 29. <i>Plano de planta del desarenador</i>	68
Figura 30. <i>Cortes y detalles del desarenador</i>	68
Figura 31. <i>Disposición final de acero en el desarenador</i>	69
Figura 32. <i>Presupuesto del desarenador de dos módulos</i>	70

Resumen

La presente investigación se enfoca en el deficiente abastecimiento de agua potable durante el mantenimiento que se le realiza al canal de regadío Miguel Checa en el Caserío San Juan de la Virgen, este proyecto tiene como objetivo principal realizar la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana-Piura. Con respecto a la metodología, la investigación fue básica de enfoque cualitativo, poseyó un diseño no experimental – transversal, y nivel descriptivo. Los resultados que se obtuvieron fueron que la planta de tratamiento es de tipo convencional, y posee como unidades de tratamiento 6 prefiltros de grava, 4 filtros lentos de arena y una caseta de cloración, asimismo se ha identificado que necesita de una unidad de tratamiento que realice la función de sedimentación y también de una mayor capacidad de almacenamiento de agua potable. Finalmente, como conclusión se consideró que es necesario implementar un desarenador para poder realizar una adecuada eliminación de sedimentos del agua cruda mediante la acción de la gravedad, y un reservorio circular de 50 m³ para tener una mayor capacidad de almacenamiento durante los meses que se le realiza mantenimiento a la fuente de captación.

Palabras clave: PTAP, mejoramiento, procesos unitarios de tratamiento.

Abstract

The present investigation focuses on the deficient supply of drinking water during the maintenance that is carried out to the Miguel Checa irrigation canal in the San Juan de la Virgen Village, this project's main objective is to carry out the proposal to improve the treatment plant of drinking water, San Juan de la Virgen village, Ignacio Escudero, Sullana - Piura. Regarding the methodology, the research was basic with a qualitative approach, had a non-experimental design - cross-sectional, and a descriptive level. The results obtained were that the treatment plant is of the conventional type, and has as treatment units 6 gravel prefilters, 4 slow sand filters and a chlorination house, it has also been identified that it needs a treatment unit that Perform the sedimentation function and also of higher drinking water storage capacity. Finally, as a conclusion, it was considered that it is necessary to implement a sand trap to be able to carry out an adequate elimination of sediments from raw water through the action of gravity, and a 50 m³ circular reservoir to have a greater storage capacity during the months that it is used. performs maintenance on the catchment source.

Keywords: PTAP, improvement, unit treatment processes.

I. INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es vital para la subsistencia y desarrollo de cualquier sociedad. Por ello, en el Perú desde hace ya varios años se ha venido trabajando en muchas obras de saneamiento para beneficiar a la población en los distintos lugares con dicho recurso de primera necesidad. Tal y como se hizo en la provincia de Sullana donde invirtió más de 148 millones de soles, incluyendo obras de saneamiento y pavimentación en el distrito de Ignacio Escudero (Andina, 2014). Sin embargo, a pesar de esto, existen muchos lugares en el país y la provincia en los cuales la falta de agua para su consumo sigue siendo un importante problema e incluso cuando ya cuentan con una PTAP. Asimismo, las zonas aledañas a los sectores agrícolas son muy afectadas en gran medida, puesto que, al realizar el mantenimiento o presentarse algún problema en los canales de regadío, dejan por largos periodos sin agua a la gente de estas zonas.

El caserío San Juan de la Virgen del distrito Ignacio Escudero – Sullana no es ajeno a esta realidad; puesto que durante los meses de enero, febrero, agosto, septiembre y diciembre existe un abastecimiento de agua deficiente, de menor cobertura y con una mala calidad, debido a que existen deficiencias de infraestructura y equipamiento en la planta de tratamiento de la zona, el cual capta directamente del canal de regadío Miguel Checa. Razón por la cual, la población tiende a desesperarse y buscar el modo de obtener este recurso, tomando medidas como acercarse a los filtros de agua ubicados cerca de los canales de regadío aun sabiendo que esta se encuentra contaminada y no es apta para su consumo, pudiendo contraer enfermedades gastrointestinales. Por otro lado, diferentes moradores a falta de este recurso recurren a aquellos que venden agua a precios elevados sin ni siquiera saber si esta agua es saludable, siendo los más afectados aquellos que tienen una economía precaria y no pueden acceder a la compra de este recurso vital para sus actividades diarias, sin olvidar que la densidad poblacional cada vez está aumentando excesivamente, lo que demandaría un mayor gasto del recurso.

Esto afecta demasiado la calidad de vida de la población porque debido al deficiente abastecimiento de agua se dificulta la realización de las diferentes actividades diarias y básicas que son esenciales para tener una buena calidad de vida e incluso

la ausencia de este recurso durante ciertos periodos puede comprometer la salud de la población, puesto que, la propagación de enfermedades diarreicas será más grande y rápida.

Por otro lado, esta problemática puede ser el motor para realizar proyectos innovadores que ayuden a solucionar la misma, mejorando considerablemente la gestión y el uso de este importante recurso, a fin de contrarrestar las consecuencias a la futura población. Asimismo, en esta investigación se planteó como pregunta general: ¿Cuál es la propuesta de Mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura?, y como preguntas específicas: ¿Cuál es la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura?, ¿Cuáles son las acciones de mejora en los componentes de la planta de tratamiento de agua potable en el caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura?, y ¿Cuál es el costo de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana – Piura?.

El siguiente proyecto de investigación se justifica con la finalidad de aliviar la gran problemática del deficiente abastecimiento de agua potable en el caserío de San Juan de la Virgen del Distrito de Ignacio Escudero, teniendo en cuenta que en la zona ya existe una PTAP, la cual presenta una reducida capacidad de almacenamiento para el recurso durante los meses que se hace el mantenimiento a su principal canal de captación Miguel checa, y problemas para realizar el mantenimiento de la PTAP, lo cual podría ocasionar muchas enfermedades gastrointestinales. Por otro lado, se pretenderá mejorar la calidad de vida de la población y el servicio de agua ampliando su capacidad de almacenamiento, a fin de permitir que la distribución sea constante aún en épocas de sequía, ahorrando gastos innecesarios, y mejorando la calidad de vida de los habitantes de escasos recursos económicos.

Por su parte, se tiene como objetivo general: Realizar la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura., y como objetivos específicos: Determinar la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la

Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura., Identificar acciones de mejora en los componentes de la Planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura., y Calcular el costo de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura.

Por último, se tiene como hipótesis general que: La propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable sería ampliar el almacenamiento del tanque de agua potable y/o encontrar una nueva fuente de captación.

II. MARCO TEÓRICO

Existen muchos proyectos de investigación sobre el tema abordado, de los cuales se consideraron los siguientes. Entre los internacionales tenemos:

OTERO TORRES, Ana María y RODRÍGUEZ RIVERA, Luis Miguel (2020), en su proyecto de investigación titulado “Propuesta De Mejoramiento De La PTAP En El Corregimiento Pradilla Del Municipio De Mesitas Del Colegio” realizado en la Universidad de La Salle de Bogotá – Colombia”; tuvo como objetivo general proponer el mejoramiento de la PTAP en el corregimiento Pradilla del municipio de Mesitas del colegio, asegurando la continuidad en el funcionamiento de la PTAP y calidad del agua. Los autores no presentan metodología de investigación en su proyecto. Además, como conclusión se determinó que los diseños presentados y la alternativa seleccionada son los requerimientos que se necesitan implementar, para que con estos se puede garantizar el tratamiento continuo y mejorar la calidad del recurso tratado, debido a que no se están cumpliendo estos requisitos en la planta de potabilización.

GARCIA BAUTISTA, Brandon Hainover y CORREA BELLIDO, Ludwig (2018), en su proyecto de investigación “Diagnóstico Y Propuesta De Mejoramiento De La Planta De Tratamiento De Agua Potable Del Municipio De La Palma - Departamento Cundinamarca- Colombia”, realizado en la Universidad Católica de Colombia, tuvo como objetivo general proponer el mejoramiento de la PTAP en el municipio de La Palma Cundinamarca. La metodología usada fue diseño experimental, de tipo aplicada-descriptiva. Asimismo, se concluyó que, la mejor opción dentro de los tipos de floculadores analizados, es el floculador hidráulico horizontal, debido a que la PTAP presenta espacios adecuados, además de tener la ventaja de ser más económico, ya que, requiere un mantenimiento mínimo y cumple con las condiciones necesarias que exige la resolución 0330 de 2017.

ULLAURI GRANDA, Ileana Olinda (2015), en su proyecto de investigación “Estudio Para El Mejoramiento De La Planta Potabilizadora De Agua En Casacay Cantón Pasaje Provincia De El Oro” realizado en la Universidad técnica de Machala de Ecuador, cuyo objetivo general fue proponer el diseño de una PTAP utilizando la tecnología de filtración en múltiples etapas en la Parroquia Casacay- Cantón Pasaje. La autora no presenta metodología de investigación en su proyecto.

Asimismo, se concluyó que, al evaluar la planta de filtración lenta en arena realizando aforos en el caudal de entrada a los filtros, ésta no cumple con la velocidad de filtración que establece la norma para filtros lentos en arena y que tampoco abastece la capacidad de los tanques de reserva.

A nivel Nacional encontramos los siguientes trabajos previos:

ZEGARRA PINO, Cisley (2019), en su tesis titulada "Modelos De Operación De Reservorios De Almacenamiento De Agua Potable Del Distrito Puente Piedra, Provincia De Lima En El 2018" de la Universidad César Vallejo-Lima. Tuvo como objetivo general presentar un modelo de operación de reservorios de almacenamiento con tres fuentes de alimentación para el distrito de Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018. La metodología empleada fue de tipo aplicada- nivel descriptivo – explicativo con un diseño no experimental. Finalmente se concluyó que la capacidad del reservorio actual es de 500 m³, por consecuencia no es la adecuada, ya que la población requiere un total de 1156 m³, por lo tanto, se tendrá que diseñar un nuevo reservorio con las siguientes dimensiones: altura= 10m, Diámetro= 21.50m; con el fin de tener un servicio de alimentación de las 24 horas, llegando a mejorar el abastecimiento que actualmente se tiene de 17 horas al día.

CRUZ CORCINO, Rita Magdalena y MARCELO PONCE, Irving Francis (2018), en su proyecto de investigación "Mejoramiento Y Ampliación Del Sistema De Agua Potable Del C.P. De Barrio Piura Y Puerto Casma, Distrito De Comandante Noel, Provincia De Casma – Ancash" realizado en la Universidad Nacional del Santa de Nuevo Chimbote del departamento de Ancash, se planteó como objetivo general mejorar y ampliar el servicio de agua potable del C. P. Barrio Piura y Puerto Casma, Distrito de Comandante Noel, Provincia de Casma — Ancash. Los autores no presentan metodología de investigación en su proyecto, concluyendo así que, el diseño propuesto fue realizado para que sea eficiente y funcional, para que la población del Barrio Piura y Puerto Casma sea abastecida de manera equitativa hasta el año 2038.

DUEÑAS CORRALES, Rodrigo Luis (2016), en su proyecto de investigación denominado "Evaluación Y Mejoramiento De Planta De Tratamiento De Agua Potable Del Centro Poblado De Yauri, Distrito De Yauri, Provincia De Espinar,

Región Cusco”, realizado en la Universidad Católica de Santa María de Arequipa-Perú, se planteó como principal objetivo examinar la funcionalidad y eficiencia de la PTAP convencional, y proponer una adecuada alternativa para su mejoramiento. El autor no presenta metodología de investigación en su proyecto, y su conclusión final fue que su dosificación ha mejorado con la instalación de un sistema de bombeo automático de agua filtrada que consta de bombas dosificadoras para regular y mantener la distribución del caudal requerido que, a su vez, cuenta con una óptima capacidad en sus tanques de almacenamiento, los cuales, cumplen con los parámetros óptimos necesarios.

A nivel Local ubicamos los siguientes trabajos previos:

ORDINOLA SAAVEDRA, Evelyn (2019), en su proyecto de investigación “Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero” realizado en la Universidad de Piura, Piura – Perú, cuyo objetivo fundamental fue mejorar la calidad de vida de la población. Este proyecto no presenta metodología de investigación. Asimismo, se concluyó que al implementar unidades de tratamiento de agua potable basados en principios hidráulicos ayudará eficientemente a emplear un recurso mínimo de mano de obra calificada y equipo mecánico.

ROMAN GARCIA, Eugenio Alfredo (2019), en su proyecto de investigación “Mejoramiento Y Ampliación Del Servicio De Agua Potable En El Centro Poblado Bellavista De Cachiaco, Distrito Pacaipampa, Provincia Ayabaca, Piura – Marzo 2019” de la universidad Católica los Ángeles Chimbote-Piura”; cuyo objetivo principal fue mejorar y ampliar el sistema de agua potable en el Centro Poblado Bellavista de Cachiaco, con una metodología de investigación correlacional-predictiva de nivel cualitativo. Finalmente se concluyó que, para asegurar un servicio satisfactorio en sus horas pico, se debe ejecutar la construcción de 01 reservorio de concreto armado con una capacidad de 10m³, que regule aproximadamente el 30 % del consumo máximo diario anual.

ADRIANZÉN GÓMEZ, Mellissa Antonella y NUÑERA DÍAZ, Luis Alejandro (2018), en su proyecto de investigación titulado “Diseño Del Mejoramiento Y Ampliación Del Sistema De Agua Potable Y Saneamiento Nuevo San Martín, Distrito De Huarmaca,

Huancabamba, Piura, 2018”, realizado en la Universidad César vallejo de Piura – Perú, se planteó como principal objetivo modelar el sistema de agua potable y saneamiento a fin de mejorar la calidad del servicio en el caserío Nuevo San Martín distrito de Huarmaca, Huancabamba – Piura. En cuanto a la metodología tuvo un diseño no experimental, transversal y descriptiva. Por consiguiente, se tuvo como conclusión que, para el modelamiento del sistema de agua potable, se tomó en cuenta una población actual de 910 habitantes, un índice de crecimiento de 5%, un periodo de diseño 20 años, obteniendo como resultado una población futura de 1071 moradores. Asimismo, sus componentes fueron captación de tipo manantial de fondo concentrado, una línea de conducción de 6507.37 ml con diámetros de tuberías desde 2” hasta ¾”, un reservorio de 40m³ capacidad, y una red de distribución de 3489.89ml.

Por otro lado, con respecto a las teorías relacionadas a la variable en estudio se han encontrado las siguientes:

Existen diferentes infraestructuras que ayudan a brindar un adecuado servicio de agua, una de ellas es la PTAP, por lo que en el proceso de lectura de fuentes de información hemos creído conveniente tomar en cuenta el criterio y los puntos de vista de algunos de los autores que mencionaremos a continuación; según Dueñas (2016, p.23), una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) es el conjunto de transformaciones que son elegidas para separar totalmente los contaminantes microbiológicos, químicos y físicos que hay en el agua cruda, con la finalidad de conseguir los límites admisibles determinados en las normas correspondientes. En la misma línea, Salamanca (2014, p.35), menciona que ésta es el conjunto de instalaciones que tienen el propósito de mejorar la calidad del agua en todos sus aspectos; es decir, darle las condiciones necesarias y adecuadas a este recurso a través de diferentes tratamientos que pueden ser físicos, químicos o biológicos dependiendo del diseño de la PTA y el origen de captación. Asimismo, Najul y Blanco (2014, p.38), recalcan que ésta puede asemejarse a cualquier proceso fructífero donde el agua cruda o proveniente de alguna fuente de suministro puede convertirse en agua potable a través de un conjunto de procesos y operaciones, adicionando sustancias químicas.

Según lo mencionado por los autores, se puede interpretar que una planta de tratamiento es una infraestructura que cuenta con diferentes ambientes, donde se realizan procesos que transforman el agua de mala calidad, separando los diferentes contaminantes presentes en ella. Los distintos procedimientos abarcan desde recibir el agua en bruto, procesarla con sus diferentes métodos de tratamiento, hasta obtener agua potabilizada que cumpla con los parámetros exigidos en las disposiciones para la calidad del agua de consumo humano, además de luego ser distribuida de manera razonable y eficiente.

Además, es esencial conocer las diferentes plantas de purificación de agua que existen, con la finalidad de determinar el modelo de la planta utilizado en la zona de estudio. Por ello, Dueñas (2016, p.23) menciona que, existen diferentes tipos de PTAP:

En primer lugar, está la de filtración rápida, compuesta por filtros que operan a altas velocidades de 80 a 300 m³/m² dependiendo de las propiedades del agua, recursos disponibles para operar y conservar estas instalaciones, y del medio filtrante, causando que los filtros se llenen de sedimentos en lapsos cortos con un promedio de 40 a 50 horas. Razón por la cual, el filtro se debe limpiar, empleando el lavado ascensional o retro lavado del dispositivo con un periodo de 5 a 15 de acuerdo al método empleado, ya que esto permite que el filtro vuelva a tener su porosidad igual que al inicio y reanude su funcionamiento. Conforme con la calidad del agua por purificar, dentro de este tipo de plantas se presentan dos soluciones: las plantas de filtración rápida completa y las de filtración directa., y en segundo lugar se tiene a las de filtración lenta; las cuales poseen filtros que funcionan con bajas tasas que varían de 0,10 a 0,30 m/h. Los dispositivos utilizan procesos biológicos y físicos, por lo que una planta con estas propiedades podrá contar con filtros lentos. Empero, una adecuada calidad del agua puede comprender procesos de desarenado, pre filtración en grava, filtración lenta y sedimentación.

Existen diferentes plantas para tratar el agua, las más destacadas son las plantas de filtración rápida, cuya funcionalidad depende de varios factores especialmente de los recursos disponibles, pero presenta una notable desventaja, ya que los filtros que se utilizan para el tratamiento del agua se llenan de sedimentos, lo que implica un mayor mantenimiento a estos elementos., y las plantas de filtración lenta, estas

también utilizan filtros, pero con una menor velocidad de transporte además presentan dispositivos que utilizan procesos físicos y biológicos en el tratamiento.

Es fundamental saber los tipos de tratamiento que se utilizan para remover contaminantes y proporcionar agua de calidad, puesto que se obtienen mejores resultados cuando se emplean los tratamientos adecuados. Por esta razón, se ha creído conveniente mencionar que Salamanca (2014, pp.35-43) resalta el uso de diferentes tipos de tratamiento de agua, los cuales son de tres grupos: físicos, químicos y biológicos. El primer grupo no genera sustancias nuevas, además, comprende métodos como la filtración, adsorción, aereación, floculación, clarificación o sedimentación; el segundo grupo está compuesto por procesos como coagulación, desinfección, ablandamiento y oxidación; y por último el tercer grupo comprende la digestión aerobia y anaerobia. Sin embargo, Suquet et al (2020) enfatiza a la coagulación como un proceso esencial para eliminar los contaminantes del agua, el cual es implementado en la mayoría de las plantas de tratamiento, agregando así que es recomendable que al final del tratamiento se implemente un proceso de oxidación a base de cloro para evitar la formación de subproductos de desinfección en la red de distribución (p.2).

Generalmente existen tres procesos para tratar el agua y aprovecharla para consumo humano; los procesos físicos, químicos y biológicos, cada uno de ellos cuenta con diferentes métodos que se utilizan para lo mismo, y en muchos casos suelen combinarse o emplear más de uno. Se podría decir que todos los métodos que se utilizan son importantes, pero para Suquet et al (2020), la coagulación es el proceso de mayor categoría utilizado para eliminar los contaminantes del agua y obtener un agua de buena calidad. Desde nuestro punto de vista la sedimentación es el proceso físico más sencillo que se puede utilizar, pero el uso de estos métodos dependerá netamente del diseño de la PTAP.

Por otra parte; es preciso reconocer que los servicios de agua potable muchas veces presentan fallas o deficiencias, las cuales se podrían evitar si se realizaran estudios previos. Respecto a esto, Varón, Restrepo y Guerrero (2019, pp. 18-19) y Barjoveanu et al (2014, pp. 449-456), mencionan que al realizar un análisis del ciclo de vida del servicio de agua potable se pueden encontrar aspectos o impactos ambientales del mismo, además de mejorar la gestión de recursos hídricos. Por

consiguiente, los primeros autores señalaron que el agua potable utilizada en el ámbito doméstico está conformada por cinco etapas, siendo la primera la preservación de la fuente de agua cruda y la captación de la misma; la segunda es el tratamiento del agua cruda, donde este recurso se purifica químicamente añadiéndole cal hidratada y carbón activado a fin de eliminar las partículas orgánicas en suspensión y mejorar la alcalinidad. Este pretratamiento finaliza con un proceso que consiste en retirar grava, arena y material particulado llamado filtración de arena. Luego, para finalizar con la purificación se realizan procesos como coagulación, ajuste de PH, sedimentación, desinfección, filtración y floculación; el servicio de agua potable es la tercera etapa, la cual necesita de una buena capacidad de almacenamiento; la cuarta inicia cuando el agua llega a los usuarios (uso doméstico) y la quinta etapa es la recolección, transporte y disposición del agua residual.

El consumo del recurso será más eficaz siempre y cuando se implemente un apropiado sistema que abarca desde la captación hasta su distribución, a fin de abastecer con agua de buena calidad a la sociedad. Es por ello, que es necesario realizar un análisis al servicio de agua potable para identificar las posibles fallas de este. Asimismo, se debe tener en cuenta las cinco etapas del servicio de agua potable que mencionan los primeros autores, que abarcan desde la preservación de la fuente de agua cruda hasta la recolección, transporte y disposición del agua residual.

Cabe recalcar que, dentro de todos los tratamientos, el más conocido es el método de filtración, dado que en este se transporta agua a través de material poroso para remover partículas pequeñas, donde conjuntamente con el proceso de adsorción permite la filtración del agua a través de lechos de arena que retienen las partículas en los vacíos que hay entre los granos o en la superficie de los mismos, controlando la contaminación biológica y la turbiedad del recurso. Así también, para tratar el agua existen una serie de normas que exigen ciertos límites aceptables para que esta sea de consumo humano; sin embargo, estas deben considerarse como las especificaciones que permiten la aceptación del producto que se va a distribuir públicamente, así como también es necesario el control de todas las operaciones en la planta de tratamiento.

Por su parte Torres et al (2017, p.453), proponen un modelo de sistema de purificación de agua que consta de cuatro espacios donde se realizan procesos de clarificación utilizando material pétreo de alumbre; y procesos de filtración empleando agregados como piedra pómez, gravilla, carbón activado y arenas con una granulometría variada. Dicho prototipo permite la reducción de un 99.9 % en coliformes fecales y totales, 98 % en turbiedad y 83 % en coloración, catalogando el recurso hídrico tratado como apto para consumo humano, lo que hace posible el control de patologías de origen sanitario.

Cuando los proyectos no cumplen con la función para la que fueron diseñados, es necesario pensar en ideas innovadoras que ayuden a mejorar su funcionalidad o condición estructural; como el sistema de purificación de agua que genera excelentes resultados de eliminación de contaminantes a través de materiales diferentes a los utilizados comúnmente. Proyectos como estos se relacionan e influyen directamente en la población, y su mal funcionamiento podría afectar negativamente la salud de los moradores. Por este motivo, es necesario que todo profesional diseñe adecuadamente los proyectos que tiene a su cargo, a fin de evitar aquellas posibles consecuencias que impliquen que la integridad física de los moradores se vea afectada.

Así mismo, el mantenimiento que se les brinda a las PTAP es esencial para que estas funcionen de una manera eficiente también su operación influye mucho en su funcionalidad. Maguvu et al (2020, pp. 1-3), indican que la mala gestión y el inadecuado mantenimiento de las infraestructuras de agua potable pueden causar la degradación de la calidad del recurso hídrico. Por eso, es necesario implementar un marco de calidad donde se regularice y monitoree el servicio en base a estándares de las normas de calidad.

La implementación de un marco de calidad que este regularizado y monitoreado mejorará el servicio de agua potable considerando los estándares de calidad que propone la normativa, además de esa manera se velara por la realización de una buena gestión y un adecuado mantenimiento en las PTAP.

Se puede señalar que, en el caserío San Juan de la Virgen muchos de los pobladores consumen agua que no es apta para consumo humano debido al

deficiente mantenimiento que se le realiza a la planta de tratamiento, además de tener un reducido o ineficiente abastecimiento del recurso. No obstante, según Guzmán, Nava y Díaz (2015), “La calidad del agua demostró tener un impacto importante en la mortalidad infantil, por lo que se requiere la adopción de políticas que fortalezcan los sistemas de suministro de agua en el país” (p.177). Así mismo Pérez et al (2016, p. 276) afirman que, “El 88 % de los casos de diarrea en el mundo, son atribuibles al consumo de agua no segura o deficiencias en higiene y saneamiento que resultan en la muerte [...] de personas, siendo en su mayoría niños [...]”. De igual manera Molina et al (2018, pp. 28-30) coinciden con lo mencionado anteriormente, ya que, indican que la mala calidad, uso y gasto del recurso produce enfermedades como la amebiasis, hepatitis, cólera y diarrea.

Se debe tener en cuenta que existen diversas patologías vinculadas con el mal servicio de agua para el gasto de los individuos, en su mayoría intestinales, que involucran en gran parte la salud de los infantes. Por ello, es indispensable que se adopten políticas que le den solidez a las estructuras de suministro de agua, agregando que también se debe implementar programas de vigilancia en salud ambiental, ya que la mala gestión del recurso hídrico produce severas enfermedades.

Por consiguiente, para proponer el mejoramiento de la PTAP se tomará en cuenta las especificaciones técnicas o parámetros de diseño, condiciones de salubridad, etc., que se encuentran en el Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual incluye a las normas de obras de saneamiento (OS) como: “Norma Os. 010” Captación y conducción de agua para consumo humano, “Norma Os. 020” Plantas de tratamiento de agua para consumo humano, “Norma Os. 030” Almacenamiento de agua para consumo humano”, “Norma Os. 040” Estaciones de bombeo de agua para consumo humano”, “Norma Os. 100” Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria, “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” (RCA, 2011), “Organización Mundial de la Salud” (OMS, 2015), entre otros.

Cabe añadir que, se definirán términos relacionados a la planta de agua potable, para ello se debe tener en cuenta la normativa de saneamiento del reglamento

nacional de edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009, pp. 2-4).

En primer lugar, se define a la captación como el diseño de toda obra que deberá cumplir o garantizar con captar el caudal máximo diario requerido, sin contaminar el medio. Esta puede ser de aguas superficiales o aguas subterráneas, estas pueden ser de pozos profundos, de pozos excavados, de manantiales o de galerías filtrantes.

En segundo lugar, se define a la conducción como una obra conformada por estructuras o elementos que facilitan el transporte del recurso hídrico desde el lugar de captación hasta la PTAP, cuya finalidad es trasladar como mínimo, el caudal máximo diario de su diseño. La cual puede ser por de conducción por gravedad o por bombeo. En conducción por gravedad se tiene a los canales, cuyo material y características predominantes para su construcción serán determinados de acuerdo la calidad y cantidad del agua, de tal forma que garantice un funcionamiento permanente. Se recomienda usar una velocidad mayor a 0.6 m/s, para evitar erosiones y depósitos., las tuberías, dicho diseño para su línea de conducción tendrá en cuenta la geología, topografía y climatología a fin encontrar el tipo de tubería adecuado. Asimismo, se sugiere que la velocidad mínima sea de 0.6 m/s para evitar erosiones y depósitos.

Al igual que los accesorios, cuyas estructuras son básicamente las válvulas de purga y aire que se utilizan en las redes de conducción por bombeo y/o gravedad. Se debe tener en cuenta que las válvulas de aire son usadas en zonas con inclinaciones de orientación positiva y en terrenos con pendientes firmes a una distancia no mayor a 2 km, considerando también que se deben dimensionar de acuerdo a su caudal, diámetro de tubería y presión, mientras que las válvulas de purga por lo contrario se utilizan en depresiones de terreno o puntos bajos, considerando para su dimensionamiento la velocidad de desagüe o drenaje, donde el diámetro de la válvula debe de ser menor al de la tubería. Ambas son colocadas en ambientes adecuados, seguros, con elementos que faciliten su mantenimiento y funcionalidad, y en caso de colapsar se instalará una cámara de doble acción (admisión y expulsión).

Mientras que, en conducción por bombeo sólo tenemos al bombeo mismo, dicho dimensionamiento está relacionado con el estudio diámetro económico y para efectos de su cálculo hidráulico se recomienda usar las fórmulas de Hazen y Williams. Por otro lado, se aconseja seguir las mismas recomendaciones de las válvulas de aire y válvulas de purga.

El agua que se utiliza en las PTAP puede ser captada tanto de aguas superficiales como de aguas subterráneas dependiendo de la disponibilidad de la zona, luego de definir este proceso de captación se debe identificar el modo de transportarla hacia la planta para su respectivo tratamiento, existen dos formas de transportarla ya sea por gravedad o por bombeo; en la primera destacan los canales y las tuberías y en la segunda el mismo bombeo; ambos utilizan accesorios para su pleno funcionamiento como las válvulas de purga y las válvulas de aire, estas son instaladas en ambientes adecuados dependiendo de las especificaciones de las mismas y sirven para facilitar el mantenimiento y funcionamiento de la planta.

El proceso de purificación es la separación de los agentes microbiológicos fisicoquímicos del agua, considerando los límites estipulados en las Normas Nacionales de Calidad del Agua, sin utilizar sustancias que produzcan un efluente con efectos negativos a la salud (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009, P.7). Por eso, es necesario conocer que la turbidez es una notable medida de la calidad del agua y su exceso representa una amenaza para la salud, siendo necesario realizar un modelo confiable y esencial para la eliminación de la misma en la planta de tratamiento de agua (Gaya et al, 2017, p. 666).

En la misma línea, se resalta la importancia de consumir los estándares presentados en la normativa, ya que, de eso dependerá la salud de la población que consumirá este recurso y la calidad del servicio que se brinda. Dado que, cuando el servicio de agua no es de calidad y no se controla la turbidez, se producen enfermedades gastrointestinales que son el mayor indicador de mortalidad, sobre todo en aquellas zonas donde el recurso hídrico potabilizado es deficiente y/o la población tiende a consumirlo directamente de los ríos o filtros de riego ubicados en las zonas agrícolas como se evidencia en el caserío de San Juan de la Virgen.

Ante lo mencionado, la OMS ha sugerido la implementación de un plan de seguridad para poder suministrar agua potable, el cual plantea un enfoque de barreras múltiples que cubre todos los procesos del tratamiento en todas sus etapas. Para Canh, Furumai y Katayama (2019, pp.1-2), un tratamiento de desinfección puede reducir eficazmente los virus que se encuentran en el agua cruda; sin embargo, es necesario conocer el desempeño de otros procesos convencionales de tratamiento de agua como la coagulación, sedimentación y filtración rápida de arena. Además, para Xia et al (2020, pp.1-2), el principal objetivo de las empresas de agua debería ser asegurar la satisfacción estética del agua potable; puesto que, este recurso está expuesto a malos olores como la floración de algas que resulta del exceso de nutrientes.

El plan de seguridad permitirá suministrar adecuadamente el agua, sin embargo, es necesario realizar tratamientos de desinfección u otros más convencionales, y sobre todo asegurar la calidad del servicio de agua potable. Asimismo, se debe verificar que las aguas tratadas cumplan con los requerimientos acordados en las normas nacionales que velan por calidad del servicio de agua en el país. Adicionalmente, la infraestructura deberá localizarse en un lugar accesible, que no sea inundable y que sea de bajo riesgo sísmico; considerando la disponibilidad de las vías de acceso y factibilidad de construcción, facilidad del suministro de energía eléctrica, disposiciones referentes al centro de consumo y a la fuente, el elemento para recibir las descargas de agua y disposiciones de los lodos. La naturaleza del suelo influye demasiado, puesto que, con la atención adecuada se pueden prevenir problemas de cimentación y construcción.

Es importante agregar que, es indispensable que la infraestructura posea una capacidad suficiente para cumplir con el gasto del día de máximo consumo dependiendo del periodo de diseño elegido. Además, para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009, P.7), los proyectos de este tipo deben considerar una capacidad adicional que no exceda el 5%, puesto que, de esa manera se compensara perdidas en la remoción de lodos, consumos de agua para el lavado de los filtros, etc.

Por consiguiente, se debe tener un permanente acceso del tránsito de aquellos vehículos que trasladan productos químicos esenciales para el tratamiento del

recurso, y cuando el gasto diario general de insumos químicos supere los 500 kg, la cimentación de la carpeta de rodadura que permite el transporte deberá tener un ancho mínimo de 6 m, 10% de pendiente máxima y 30 m de radio mínimo de curvas, además de admitir como mínimo una carga de 10 t por eje. De la misma forma, cuando la planta se encuentra en zonas inundables, el acceso se prevé que el tránsito no se interrumpa en cualquier época del año.

Cualquier proyecto de este tipo debe considerar una capacidad de almacenamiento adicional a la establecida, además los accesos del transporte de los químicos que se utilicen para el tratamiento deben ser permanentes y cumplir con las especificaciones establecidas en la norma OS.020.

Por otro lado, el inadecuado servicio público que se brinda en algunas zonas no permitirá el pleno desarrollo de la calidad de vida de las personas, al mismo tiempo se verá afectado el bienestar y la salud de las mismas. Es por ello que Lombana, León y Ruidíaz (2016) en su artículo, plasmaron la planeación y desarrollo de un proyecto que consiste en construir y operar una miniplanta potabilizadora de agua a fin de suministrar agua que cumpla con los estándares de calidad (pp. 24-25).

El desarrollo de nuevos proyectos puede ayudar a mejorar la calidad de los servicios de agua potable y a la vez la salud de la población, que se ve afectada por las consecuencias del inadecuado servicio. Por ejemplo, se presentó la construcción de una miniestación de potabilización que cumpla con los parámetros de calidad establecidos en la norma, la cual está conformada por procesos de tratamiento como la coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección que permitirán obtener agua potable apta para suministro humano.

Así también, es importante que toda planta de tratamiento de agua potable cuente con un área mínima reservada y necesaria para realizar futuras ampliaciones, el emplazamiento y la ejecución de obras importantes como los puestos de bombeo, conducciones, portería, reservorios, áreas y edificios para almacenamiento, talleres de mantenimiento, maniobra y descarga de vehículos y vías de acceso vehicular y peatonal; mientras que para la disposición de lodos se considera un área prevista diferente a la mencionada anteriormente.

Por otra parte, para los procesos de tratamiento se tendrá que realizar un levantamiento sanitario de la cuenca y tener en cuenta los siguientes tipos de aguas de origen natural para consumo humano, empezando por las de tipo I, que son aguas superficiales o subterráneas que provienen de cuencas con propiedades básicas y esenciales para su potabilidad; tipo II-A, al igual que en el tipo I cumple las mismas exigencias, sin embargo, en este no se exige el proceso de coagulación; y de tipo II-B, referentes a aguas superficiales derivan de cuencas, con propiedades básicas que a diferencia del tipo II-A, si exigen la coagulación para cumplir con las determinaciones de potabilidad.

En cuanto a la purificación mínima de los tipos de agua, las de tipo I se purificarán mediante la desinfección; las de tipo II-A deben tener procesos de desinfección, además de la decantación; y las de tipo II-B que necesitan de coagulación, adicionalmente seguida o no de la decantación, filtración en filtros rápidos y desinfección (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009, pp. 8-10).

Cada tipo de agua de origen natural necesita su respectivo tratamiento, estas dependiendo de su tipo poseen sus propias características. Las de categoría I al igual que las demás necesitan procesos de desinfección, pero con la diferencia que las de tipo II-A necesitan decantación y las de tipo II-B requieren de filtración y desinfección.

Con respecto a esto, la manera más adecuada de brindar un correcto servicio de agua es escogiendo el tratamiento que mejor se adapte a las circunstancias y el que mejores resultados brinde con respecto a la eliminación de los contaminantes del agua. Es por ello que cabe destacar a Orozco et al (2020, p. 509), quienes propusieron el diseño e implementación de un sistema de recolección y cloración para la purificación automatizada del agua. Ellos plantearon tres sistemas de cloración, los cuales tenían como misión ajustarse a las necesidades de los consumidores, por lo que los aspectos más relevantes fueron el costo, la modalidad de funcionamiento, y el número de habitantes. Carreño et al (2019, pp. 97-98) coinciden con el autor anterior, puesto que, el uso del tratamiento con cloro luego del proceso de filtrado reduce en un 87 % la presencia de coliformes fecales, valor que está dentro de los parámetros permitidos. Empero, Garfí et al (2016, p. 997), mencionan que el agua purificada con equipos domésticos de ósmosis inversa es

la solución más ecológica y económica para mejorar las características organolépticas del agua doméstica.

Por otra parte, Liu y Yu (2020, pp.3-5), menciona que el cromo hexavalente (Cr VI) es un contaminante de preocupación emergente en el agua potable debido a su toxicidad, pero esto se puede corregir utilizando tecnologías de tratamiento reductor de este elemento basadas en la aplicación de estaño o el fotocatalizador de dióxido de titanio que libera electrones.

La implementación de un nuevo sistema puede ser la mejor opción para brindar un adecuado servicio de agua, pero se debe tener en cuenta las necesidades de los clientes, además el tratamiento más destacado es el de cloración, puesto que, genera mejores resultados con respecto a la eliminación de los contaminantes del agua y es el que mejor se adapta a los parámetros en la normativa de calidad, eso permitirá que el suministro de este recurso sea más accesible a la población. Las tecnologías de tratamiento aplicando estaño o dióxido de titanio son muy prometedoras para el tratamiento de agua en el futuro, ya que, se minimizan los riesgos de la reaparición de cromo (VI) debajo de la planta potabilizadora, se realiza una gestión eficaz del recurso y promueve el nivel socioeconómico del país; sin embargo, se debe considerar lo ecológico y económico en las tecnologías que se apliquen.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que un sistema de almacenamiento tiene el propósito de suministrar agua suficiente para las actividades diarias en las redes de repartición, que al mismo tiempo cumpla con los parámetros de diseño propuestos, además de ser indispensable que este cuente con un volumen de reserva de suministro para casos de emergencia.

Por ello, se ha considerado que una manera de mejorar la PTAP en el Caserío San Juan de la Virgen es ampliar la capacidad de almacenamiento de su instalación, además se podría implementar uno de los métodos que se utiliza en los tipos de planta de tratamiento mencionados anteriormente. Así mismo, se debe tener en cuenta el funcionamiento de los accesorios y lo que propone la norma OS.030 porque un volumen adicional para el abastecimiento del agua en la zona podría

ayudar en casos de emergencia como en el mantenimiento de la planta o problemas técnicos.

El presente trabajo de investigación busca brindar una propuesta de mejoramiento de la PTAP del caserío San Juan de la Virgen, debido a que no suministra agua a la población de la zona en épocas de mantenimiento de los canales, que son fuente de abastecimiento de la planta. La PTAP podría mejorarse de diferentes maneras, dependiendo de las características y procesos que se utilicen para tratar el agua; sin embargo, lo primordial debe ser ampliar la capacidad de almacenamiento, ya sea construyendo un reservorio con mejores procesos de tratamiento donde se almacene suficiente agua para abastecer a la población del lugar o buscando otra fuente de captación superficial del agua cruda a tratar, dado que de esa manera se podrá suministrar adecuadamente el agua potable sin necesidad de paralizar el abastecimiento a la red de distribución a causa del mantenimiento de canales, así como también se evitará que la población pueda contraer enfermedades.

Finalmente, con respecto al marco conceptual se han encontrado las siguientes palabras:

- Adsorción: es un método de tratamiento físico, en el cual las partículas se detienen entre los espacios vacíos de los materiales granulares finos
- Cal hidratada: es un polvo seco, incoloro y cristalino que sirve como un recurso para el tratamiento químico del agua;
- Calidad: es la capacidad que posee el agua para satisfacer necesidades según los parámetros y requisitos especificados en la normativa.
- Carbón activado: es un compuesto poroso que atrapa elementos orgánicos presentes en los líquidos, además se utiliza como purificante en los tratamientos químicos del agua.
- Desarenador: es una unidad de tratamiento de agua cruda que consiste en la eliminación de las partículas por acción de la gravedad.
- Desinfección: es cuando al agua tratada se le aplica principalmente cloro u ozono con la finalidad de conseguir la inactivación de los microorganismos.
- Drenaje: elemento que es parte de las unidades de tratamiento que sirven para la limpieza y desinfección de las estructuras sanitarias.

- Estación de bombeo: es una estructura, cuya actividad es captar el agua cruda y conducirla a estructuras más altas a través de una bomba de agua.
- Filtración lenta: esta es un tipo de planta de tratamiento de agua potable que posee filtros que operan a bajas velocidades.
- Filtración rápida: esta es un tipo de planta de tratamiento de agua potable compuesta por filtros que operan a altas velocidades.
- Filtración: es un tratamiento físico que sirve para separar las partículas sólidas de una sustancia líquida a través de material poroso como arena o carbón activado.
- Gasto diario: es el consumo diario del servicio de agua potable que presenta la población de una comunidad.
- Mantenimiento: son aquellas acciones que tienen como objetivo preservar y reparar un objeto o infraestructura para que pueda cumplir su función principal.
- Parámetro: es el valor o rango que debe cumplir el agua que es tratada.
- PH: es un parámetro muy importante de la calidad del agua, cuyo valor inaceptable puede afectar negativamente a la salud.
- Potable: término que se refiere al agua cuando está en condiciones de ser consumida sin contraer daños a la salud.
- Reservorio: estructura donde se almacena el agua potable que será distribuida a la población a través de conexiones.
- Sedimentación: es una operación unitaria que consta de la separación de las fases sólida y líquida de una suspensión diluida por acción de la gravedad.
- Tratamiento: es el procedimiento que se le realiza al agua cruda con la finalidad de obtener agua que sea apta para consumo humano.
- Turbiedad: es uno de los parámetros de mayor importancia en la calidad del agua potable.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue básica y tuvo un enfoque cualitativo porque se recopilaron las características que presenta la PTAP. “la Investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista fresco, natural y completo de los fenómenos” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 20).

Asimismo, tuvo un diseño no experimental transversal porque no hay manipulación expresa de la variable y se realiza en un tiempo único, y nivel descriptivo-explicativa. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), un estudio descriptivo busca detallar particularidades y propiedades esenciales de algún fenómeno, producto, objeto o persona que se llegase a analizar; por otro lado, un estudio explicativo está orientado a manifestar las causas de los fenómenos y eventualidades físicas o sociales (pp. 92-96).

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

Para la categorización de esta variable se necesitó realizar una matriz de operacionalización de variables, la cual es una estructura ordenada que alberga la descomposición de las variables, estas se descomponen en dimensiones e indicadores. El proceso de operacionalización es esencial ya que precisa los aspectos y componentes que se desean medir, comprender y registrar (Espinoza, 2019, pp. 172-173).

La variable en estudio es PTAP

Definición conceptual:

La PTAP es el conjunto de instalaciones que sirven para separar totalmente los contaminantes microbiológicos, químicos y físicos que hay en el agua cruda, con la finalidad de conseguir los límites admisibles determinados en las normas correspondientes, Dueñas (2016, p.23).

Definición operacional:

Se utilizaron las técnicas de observación y encuesta

Dimensiones:

- Situación actual de la PTAP.
- Acciones de mejora en los componentes de la PTAP.
- Costo de la propuesta de mejoramiento de la PTAP.

Indicadores:

Situación actual de la PTAP	Acciones de mejora en los componentes	Costo de propuesta de mejoramiento de la PTAP.
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad funcional del servicio de agua. • Reconocimiento de los elementos que componen la PTAP. • Periodo de distribución del servicio de agua potable. • Estado actual de los elementos estructurales de la PTAP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de planta de tratamiento. • Elementos que componen la PTAP. • Procesos unitarios de tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de la propuesta de mejoramiento de la PTAP. • Metrado de la propuesta de mejoramiento de la PTAP. • Presupuesto de la propuesta de mejoramiento de la PTAP.

Escala: nominal y razón

3.3. Escenario de estudio

El escenario de estudio fue la planta de tratamiento de agua potable ubicada en el caserío San Juan de la Virgen del distrito de Ignacio Escudero, la cual produce un deficiente abastecimiento de agua y recibe un inadecuado mantenimiento por parte de los responsables. El caserío presento una topografía mayormente ondulada con superficies planas y llanas, cuya vegetación natural son especies arbóreas y arbustivas, asimismo el uso principal del suelo es para la agricultura, pero dependerá de la disponibilidad del recurso hídrico, además su clima es cálido, húmedo y lluvioso en los meses de verano, y tiene una temperatura promedio de 25°C.

La Población mayormente está compuesta por el género femenino, la actividad económica predominante es la agricultura, aunque la producción no es constante, lo que produce que el empleo y los ingresos varíen desfavorablemente para la mayoría de familias (Municipalidad Distrital De Ignacio Escudero, 2020). La zona se abastece del canal Miguel Checa a través de la planta de tratamiento, se debe tener en cuenta que la falta de control de la distribución de agua en los canales dificulta la operatividad del sistema en la época de estiaje, por esto, la población es seriamente afectada cuando se hace mantenimiento a los canales o se disminuye el volumen del reservorio Poechos, ya que reciben agua 2 o 3 veces a la semana. Por otro lado, las casas mayormente están construidas con material noble, pero aún existen algunas con material rustico (adobe, cañas), y en relación al sector salud el caserío cuenta con un solo establecimientos de salud de baja complejidad.

3.4. Participantes

Los participantes que intervendrán en el estudio fueron los propios investigadores, asimismo se le aplico un cuestionario a las personas que operan la PTAP y a la población de la zona. Por otro lado, la información técnica se obtendrá de la planta de tratamiento, para ello se deberá ir a la municipalidad de la zona y pedir el expediente técnico de la infraestructura, además se consultarán algunas fuentes de internet para completar la información obtenida.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron en la investigación son la observación, la cual es una técnica de recolección de datos que permite almacenar y sistematizar información sobre un hecho o situación social en estudio considerando el diseño y el propósito de la investigación, para ello se utiliza como instrumento la guía de observación, la cual es un documento que permite encaminar la observación, es decir, su estructuración consiste en columnas que facilitan la organización y recolección de los datos (pulido, 2015, p.1143).

La encuesta, es un procedimiento que consiste en obtener información de los sujetos de estudio, aunque también se podría entender como la búsqueda sistemática de información en la que el investigador realiza preguntas sobre los datos

que pretende obtener a través de un cuestionario, el cual es elaborado por el propio investigador teniendo en cuenta que deben contener una serie de preguntas o ítems relacionadas a la variable en estudio.

3.6. Procedimiento

Para la recolección de la información se tuvo que ir a la PTAP del caserío San Juan de la Virgen del distrito de Ignacio Escudero, y a través de la guía de observación se apuntaron qué procesos unitarios de tratamiento se realizan en la planta de tratamiento, además de las características de la planta considerando el expediente técnico de la misma; por otro lado, se aplicó un cuestionario a las personas que operan la PTAP con la finalidad de recolectar información acerca de la problemática y del deficiente mantenimiento que se realiza a la infraestructura, entre otros aspectos que se consultarán, también se tendrá en cuenta la opinión de los pobladores de la zona acerca de la funcionalidad de la PTAP.

3.7. Rigor científico

El trabajo de investigación cumple con el rigor científico, puesto que, se han agregado teorías reconocidas internacionalmente teniendo en cuenta la norma ISO para las citas, asimismo se han interpretado de manera clara y precisa. El cuestionario se aprobará por un ingeniero de la rama de hidrología, esta investigación tiene credibilidad porque la situación que se ha tomado es real y se propondrá una mejora en la PTAP para que el servicio de agua abastezca a la población eficientemente.

Esta investigación se elaboró utilizando el método científico, así como también, para la interpretación de las teorías se ha empleado nuestra habilidad y competencia como investigadores, asimismo se han seguido los lineamientos metodológicos planteados.

3.8. Método de análisis de datos

El análisis de la información se realizó en base a todos los datos recolectados de los diferentes instrumentos (guía de observación y cuestionario) utilizados, para ello también se tuvo en cuenta lo especificado en la norma OS.0.20; se utilizó un método sistemático a través de un diagrama.

3.9. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación cumplió con el principio de la ética investigativa además del respeto a la propiedad intelectual de los diferentes autores mencionados, esto fue posible mediante el uso de la norma ISO 690, que sirve para realizar citas y referencias bibliográficas teniendo en cuenta las fuentes de donde se extraen los artículos o tesis relacionadas al tema de investigación.

Durante el proceso investigativo, los investigadores asumimos la responsabilidad de demostrar los siguientes aspectos éticos: Honestidad, en relación a la autenticidad de las afirmaciones recolectadas y a la información citada en el proyecto; así como Reserva, con respecto a no revelar la identidad de las personas que brindaron información del tema en estudio; Respeto a la autoría, puesto que se cumplió con citar a los autores consultados y a sus ideas textuales; y Beneficencia, ya que se pretende ayudar a solucionar la problemática presentada en la zona en estudio. Adicionalmente se ha respetado escrupulosamente las normas establecidas por la UCV respecto a los trabajos de investigación.

IV. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. Recursos y presupuesto

4.1.1. Recursos humanos

- Autores del proyecto (2)
- Asesor metodológico de tesis (1)
- Personal técnico que opera en la PTAP del caserío San Juan de la Virgen (2)

4.1.2. Materiales e insumos

- Bibliografía utilizada
- Expediente técnico de la PTAP
- Encuesta
- Guía de observación
- Memoria USB
- Materiales de escritorio

4.1.3. Equipos y bienes duraderos

- 2 laptops
- 2 celulares
- Servicio de internet
- Transporte

Cuadro 1. *Aporte no monetario de los recursos*

Rubros	Aporte no monetario
Equipos y bienes duraderos	<ul style="list-style-type: none">• Laptop (1)• Celulares (2)
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none">• Asesor metodológico de tesis• Autores del proyecto (2)• Personal técnico que opera en la PTAP del caserío San Juan de la Virgen (2)
Materiales e insumos	<ul style="list-style-type: none">• Encuesta• Guía de observación• Bibliografía utilizada• Expediente técnico de la PTAP

Fuente: elaborado por los autores

Cuadro 2. *Aporte monetario de los recursos*

Rubros	Aporte monetario
Equipos y bienes duraderos	<ul style="list-style-type: none">• Laptop• Servicios de internet
Recursos humanos	
Materiales e insumos	<ul style="list-style-type: none">• Materiales de escritorio• Memoria USB• Servicios de internet• Transporte

Fuente: elaborado por los autores

Cuadro 3. Presupuesto monetario detallado

PRESUPUESTO MONETARIO DETALLADO				
Código del clasificador MEF	Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Útiles y materiales de oficina				
2.3.15.12	Lapiceros	4	1.30	5.20
	Folder	2	1.00	2.00
	Corrector	2	1.80	3.60
	Lápices	2	1.00	2.00
	borradores	2	0.80	1.60
Servicios				
2.3.22.21	Recargas Bitel	15	5.00	75.00
2.3.22.23	Internet hogar	3	70.00	210.00
2.3.22.44	Impresiones	20	0.50	10.00
2.3.21.21	Pasajes y gastos de transporte	3	40.00	120.00
Repuestos y accesorios				
2.6.32.31	Memoria USB	1	30.00	30.00
2.3.15.11	Laptop	1	3000.00	3000.00
Costo total				3449.4

Fuente: Elaborado por los autores

4.2. Financiamiento

La presente investigación ha sido autofinanciada.

Cuadro 4. Financiamiento del proyecto de investigación

Entidad financiera	Monto	Porcentaje
Autofinanciado	S/. 3449.4.4	100%

Fuente: elaborado por los autores

4.3. Cronograma de ejecución

Cuadro 5. Cronograma de ejecución

N°	Actividades	Año: 2020															
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1	Presentación del esquema del proyecto de investigación.	■															
2	Elección del título del proyecto de investigación		■														
3	Realidad problemática			■													
4	Preguntas de investigación y objetivos.				■												
5	Justificación de la investigación				■												
6	Revisión bibliográfica (búsqueda de antecedentes y teoría)					■	■										
7	Marco teórico (antecedentes y teorías) y matriz de operacionalización					■	■										
8	Primera jornada de sustentación del trabajo de investigación							■									
9	Metodología (diseño y tipo de investigación)								■								
10	Aspectos administrativos (recursos y presupuesto, etc.)									■							
11	Referencias y anexos										■	■					
12	Presentación de la encuesta y guía de observación											■					
13	Presentación del proyecto de investigación y observaciones												■				
14	Presentación del proyecto de investigación y levantamiento de observaciones.													■			
15	Sustentación final del proyecto de investigación															■	
16	Sustentación final del proyecto de investigación																■

Fuente: Elaborado por los autores

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al primer resultado y de acuerdo a los objetivos específicos, se observó que la planta es de tipo convencional y teniendo en consideración lo estipulado en la norma OS.020 “planta de tratamiento de agua para consumo humano”, se ha determinado que el tipo de agua que se capta es un tipo II-A porque cumple con las siguientes características mediante un proceso de tratamiento que no exige coagulación.

Tabla 1. Parámetros de los tipos de agua.

Parámetro	TIPO I	TIPO II-A	TIPO II-B
DBO <i>.media</i> (mg/L)	0 – 1.5	1.5 – 2.5	2.5 – 5
DBO <i>.maxima</i> (mg/L)	3	4	5
Coliformes totales	< 8.8	< 3000	< 20000
Coliformes termoresistentes (+)	0	< 500	< 4000

Fuente: elaboración propia

Según la norma antes mencionada el tratamiento mínimo que se debe presentar en una PTAP depende del tipo de agua, para el tipo de agua II-A se necesita realizar un tratamiento de desinfección y de filtración para aguas cuya turbiedad natural, que se mide en la entrada del filtro lento es siempre inferior a 40 UNT (Unidades nefelométricas de turbiedad).

En la planta potabilizadora de San Juan de la Virgen para la eliminación de partículas en el agua cruda, se realizan tratamientos por medios físicos, según la norma cuando esto ocurre pueden emplearse las siguientes unidades de tratamiento.

- Desarenadores
- Sedimentadores
- Prefiltros de grava
- Filtros lentos
- Desinfección como proceso terminal

El procedimiento para tratar agua en la planta del caserío San Juan de la Virgen es el siguiente: la captación se realiza directamente desde el canal de regadío Miguel

Checa a través de una estación de bombeo ubicada en la planta de tratamiento antigua, la cual a través de una tubería de 8" traslada el agua hacia una caja rectangular de concreto (caja de distribución) que recibe el agua del canal de regadío y luego la conduce mediante tres salidas hacia la fuente de almacenamiento de agua cruda, la cual está rodeada por una geomembrana de polietileno de alta densidad, este cumple la función de eliminar las partículas suspendidas en el agua a través de la acción de la gravedad, pues, mientras más tiempo el agua se mantenga retenida, la cantidad de sólidos detenidos que se depositaran en la base del contenedor será mayor, además esta fuente se ubica aproximadamente a 800 m de la estación de bombeo. Sin embargo, esta unidad técnicamente no forma parte de los elementos de tratamiento porque la norma OS.020 no indica una estructura de esas características y solo se le definiría como un elemento artesanal que almacena agua cruda.

Posteriormente, el agua cruda es enviada a unas cajas de registro de concreto que conectan una tubería de 6" con las cajas de llegada de los prefiltros de grava, esta tubería es controlada por llaves de paso de 6", los pre filtros de grava son de flujo horizontal y están compuestos por tres compartimientos, el primero contiene grava de 3-4 cm, el segundo de 2-3 cm y el tercero de 1-2 cm. Asimismo, se pudo apreciar que en la PTAP se utilizan 6 pre filtros de grava donde una vez que el agua es pre filtrada esta es dirigida mediante una serie de agujeros ubicados en la pared divisora de los prefiltros hacia una canaleta de concreto que reparte el agua prefiltrada hacia los 4 filtros lentos de arena, estos sirven para eliminar los sedimentos y contaminantes que se encuentran suspendidos en el agua, además cuentan con unas cajas de filtro rectangulares con su respectivo sistema de drenaje.

Después de ese proceso el agua es depositada en una cámara de recepción de agua filtrada, el cual cuenta con compuertas que son utilizadas en el mantenimiento de la infraestructura; además dentro de esta unidad se encuentra una bomba sumergida que dirige el agua a través de una tubería hacia la caseta de cloración donde existe una botella de cloro gas de 68 kg que contiene un regulador de vacío para dosificar gas cloro, este mide la cantidad de cloro en estado gaseoso en lb/día o kg/h que se está utilizando, este aparato trabaja de forma automática durante

el tratamiento; también tiene dos salidas, una que va unida a la tubería que viene de la bomba y otra que va a la toma de aire como ventilación, la tubería que viene de la bomba permite la combinación entre el agua filtrada y la dosificación de cloro a través de una válvula de incorporación, la cual está diseñada para inyectar el cloro gas de forma uniforme en la tubería; finalmente el agua clorificada sale a través de la tubería hacia un depósito de concreto que consta de dos compartimientos con sus respectivas tapas metálicas que se abren cuando se realiza el mantenimiento respectivo, luego el agua es conducida hacia el reservorio de almacenamiento para luego ser distribuida a través de la red de distribución.

El canal de regadío Miguel Checa es de tierra, pero la parte de donde se capta el agua que será tratada esta revestida de concreto y tiene forma trapezoidal aproximadamente 7.56 m de largo, en el fondo de la estructura se presenta acumulación de sedimentos como limos, arenas, materiales granulares y presencia de algas. En esta parte se encuentra una tubería de 10" de diámetro ubicada hasta el centro del canal, esta tiene una tapa ciega con agujeros de 10 mm, la norma indica que como parte del pre tratamiento debe haber una cámara de rejillas entre 10 – 25 mm que forme parte del sistema de captación o del sedimentador, la tapa con agujeros reemplaza las rejillas, pero el mantenimiento de la zona de captación es más complicada porque las algas pueden introducirse dentro de los agujeros e impedir el paso del agua cruda.

La fuente que almacena el agua cruda acumula demasiados lodos e incluso la presencia de algas es muy particular, la acumulación de lodos obliga a que se realice un mantenimiento consecutivo y cuando esto ocurre el proceso de tratamiento se detiene. Por otra parte, se pudo apreciar que algunos muros de separación de prefiltros de grava están en mal estado porque se encuentran agrietados, además la pintura de la cúpula del reservorio sufre descascamiento y en la parte exterior del muro circular se presenta desprendimiento del tarrajeo, la caseta presenta una válvula en mal estado, ya que el agua filtra lentamente cuando se le realiza la operación al reservorio.

Además, se investigó que la PTAP del caserío San Juan de la Virgen tiene una antigüedad de 5 años, pero actualmente esta infraestructura necesita un mantenimiento en sus unidades de filtración lenta de arena. Según lo investigado,

en la planta se realizan procedimientos de filtración y desinfección en lo que concierne al tratamiento del agua. Agregando que, para el proceso de desinfección del agua se utiliza un 9.9 LPD de cloro o 0.187 kg/h.

Según la entrevista que se les realizó a los operarios que se encargan del funcionamiento de la planta, se obtuvo que el servicio de agua potable si abastece a todos los domicilios de la zona. Sin embargo, la PTAP solo abastece el servicio de agua potable por dos días a la semana y el suministro diario de agua durante esos días es de 2.5 horas. Esto es un gran problema porque el servicio no es continuo, lo cual no es recomendable, puesto que, cuando se diseña una PTAP, se busca mejorar el servicio, y por ende la calidad de vida de la población a través de un servicio de agua continuo, además el desabastecimiento ocurre generalmente cuando se le da mantenimiento al canal de regadío Miguel Checa.

Los operarios mencionaron que el servicio de agua potable no es continuo porque la capacidad de almacenamiento de la cisterna es reducida y existe un deficiente abastecimiento de la fuente de captación, pues, durante los meses que se le realiza mantenimiento al canal de regadío la planta no recibe agua y por tanto no puede abastecer el servicio de agua potable. Por esta razón, los encuestados calificaron como regular la funcionalidad de la PTAP.

El caserío de San Juan de la Virgen cuenta con una JASS (junta administrativa de servicios de saneamiento), la cual es una agrupación encargada de brindar los servicios de saneamiento en los centros poblados y comunidades rurales y es importante porque esta administra, opera y mantiene eficientemente los servicios de saneamiento. La JASS del caserío San Juan de la Virgen fue conformada en marzo del 2020 por el alcalde de la zona, esta no supervisa completamente la operación y mantenimiento de la PTAP, esto se debe a la falta de capacitación que debería brindar la municipalidad del distrito y a la ausencia de un manual de operación y mantenimiento de las diferentes unidades de tratamiento.

Respondiendo al segundo objetivo se ha identificado que, la fuente que almacena el agua que proviene de la estación de bombeo no presenta ningún inconveniente, pero es considerable realizarle limpieza y mantenimiento a corto plazo porque mayormente se presenta una acumulación excesiva de sedimentos y algas en esta

zona, y debido a que este elemento no forma parte del tratamiento porque solo es una estructura artesanal se tendrá que implementar un desarenador de dos módulos para poder realizar una adecuada sedimentación de las partículas que contiene el agua cruda, y con la finalidad de cumplir con lo indicado en la norma OS.020 se debe añadir una compuerta de rejas en la caja de recepción de la fuente de almacenamiento para evitar la excesiva acumulación de las algas y que el tratamiento sea más eficiente. Cabe recalcar que la zona que cuenta con una geomembrana se podría seguir utilizando para almacenar agua, especialmente durante los meses que se le realiza mantenimiento al canal de captación.

Los muros fisurados de los prefiltros de grava necesitan reparación, para ello es necesario que el funcionamiento en el primer prefiltro se detenga y así se pueda empezar con la reparación de los muros, además el pintado debe realizarse tanto en las estructuras de los prefiltros como en la cúpula y caseta de válvulas del reservorio, el desprendimiento del tarrajeo en la parte exterior del reservorio que se encuentra dentro de la caseta necesita reparación y la válvula que está filtrando agua necesita cambiarse por una nueva unidad para que el funcionamiento de la PTAP no se interrumpa.

Con respecto al reservorio de sección circular de concreto armado y que distribuye el agua potable al caserío, tiene un almacenamiento insuficiente, puesto que, el volumen requerido es de 170 m³ y el reservorio actual tiene un volumen de 120 m³, lo más adecuado para esta situación es implementar un nuevo reservorio circular que compense el volumen necesario para que el servicio de agua sea continuo durante los meses que se le realiza mantenimiento al canal de captación y mejore la calidad de vida de la población. Así también implementar un nuevo reservorio ayudará que se realice un mejor mantenimiento al reservorio existente porque mientras se le realiza la desinfección a uno el otro seguirá cumpliendo su función para lo cual ha sido diseñada. Por otra parte, cuando se le realice mantenimiento al canal de captación se podrá abastecer a la población durante los meses que se quedan sin agua teniendo en cuenta una adecuada distribución del recurso hídrico.

Debido a la inadecuada gestión y uso de los recursos hídricos en el caserío San Juan de la Virgen el área donde se encuentran los filtros lentos de arena necesita

un respectivo mantenimiento, puesto que, se ha identificado la acumulación de lodos en el fondo de estos. Para ello, es esencial reconocer que tratamiento realizar uno físico o un retro lavado que demanda de menor tiempo y dinero.

El resultado del tercer objetivo es el presupuesto que representara el costo de los diferentes mantenimientos o reparaciones que se tienen que realizar en la PTAP, estos mantenimientos son los de la fuente de captación, fuente de almacenamiento de agua cruda, y el de filtros lentos, además, dentro de la caseta de válvulas se presenta el desprendimiento del enlucido y eso necesita ser reparado, también se debería cambiar la válvula que esta malograda porque el agua está filtrando y no permite el correcto funcionamiento de la PTAP. El costo de los mantenimientos y reparaciones antes mencionados es de S/.1763.84 (dicho costo se ha obtenido considerando algunos precios de tablas de CAPECO, pero el valor del presupuesto es referencial porque el costo de materiales puede cambiar dependiendo del año en que se realice la ejecución de estos trabajos.

Presupuesto					
Presupuesto	1102001	COSTO DE MANTENIMIENTO Y REPARACION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO.			
Subpresupuesto	001	COSTO DE MANTENIMIENTO Y REPARACION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO			
Cliente	CASERIO SAN JUAN DE LA VIRGEN			Costo al	24/06/2021
Lugar	PIURA - SULLANA - IGNACIO ESCUDERO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	MANTENIMIENTOS DE ELEMENTOS UNITARIOS DE LA PTAP				1,288.89
	mantenimiento del tramo del canal de regadio Miguel Checa donde se realiza la captacion.	m2	10.21	9.67	98.73
	mantenimiento de la fuente de almacenamiento de agua cruda	glb	1.00	307.07	307.07
	mantenimiento de filtros lentos de arena	glb	1.00	91.96	91.96
	reparacion de las paredes de los prefiltros	m2	6.00	33.69	202.14
	reparacion del desprendimiento de tarrajeo	m2	1.50	14.13	21.20
	cambio de valvula malograda	glb	1.00	270.95	270.95
	PINTURA	glb	1.00	296.84	296.84
	COSTO DIRECTO				1,288.89
	GASTOS GENERALES				64.44
	UTILIDAD 10%				128.89

	SUBTOTAL				1,482.22
	IMPUESTO (IGV 19%)				281.62
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				1,763.84
	SON : UN MIL SETECIENTOS SESENTITRES Y 84/100 NUEVOS SOLES				

Figura 1. Presupuesto de mantenimientos

Por otra parte, con respecto al diseño del reservorio circular de 50 m³ que se debería implementar en la planta de tratamiento para evitar el desabastecimiento y discontinuidad del servicio de agua, lo primero que se realizó fue el diseño de la estructura empleando la norma OS.030, OS.100, Norma de concreto E. 060, esto sirvió para elaborar los planos del reservorio y proceder con el metrado hasta obtener el presupuesto que represente el costo que implicará la implementación de un nuevo reservorio.

El diseño del reservorio ha requerido de ciertos criterios como los siguientes: el reservorio que se diseño fue superficialmente apoyado, sus paredes estarán sujetas al esfuerzo producido por la presión del agua, tendrá una cúpula de losa de concreto armado que estará apoyada sobre una viga perimetral que a su vez se apoyará sobre las paredes de la estructura, la losa de la base estará ubicada encima de una cobertura de concreto simple. Además, se diseñó una zapata corrida que debe soportar el peso de las paredes y en menor magnitud el peso de la cúpula y la viga que rodea el perímetro, sin olvidar que este tipo de estructuras debe contar con una caseta de válvulas, dentro de la cual se colocarán los elementos que controlarán el ingreso, salida y limpieza de la estructura.

Para el diseño se utilizarán los siguientes datos:

- $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
- $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- $q \text{ adm} = 0.80 \text{ Kg/cm}^2 = 8.00 \text{ Ton/m}^2$

PREDIMENSIONAMIENTO:

V:	Volumen del reservorio	50 m³	
d _i :	Diámetro interior del Reservorio	et:	Espesor de la losa del techo.
d _e :	Diámetro exterior del Reservorio	H:	Altura del muro.
ep:	Espesor de la Pared	h:	Altura del agua.
f:	Flecha de la Tapa (forma de bóveda)	a:	Brecha de Aire.

Para empezar con el diseño del reservorio se debe asumir: $h_{\text{agua}} = 2.20 \text{ m}$.

(Altura Libre) $a = 0.40 \text{ m}$.

Altura de salida de agua (h_s) = 0.00 m .

$H = h + a + h_s = 2.60 \text{ m}$.

$HT = H + E_{\text{losa}} = 2.80 \text{ m}$.

Cálculo de d_i :

$$d_e/HT \geq 1.5 \text{ (ok)}$$

Reemplazando los valores:

$$V = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot h}{4}$$

$d_i = 5.38 \text{ m}$.

se optó un: $d_i = 5.50 \text{ m}$.

Calculo de f : Se desarrolla $f = 1/6 \cdot d_i = 0.92 \text{ m}$.

Calculo de e_p : se calculó tomando en cuenta los siguientes criterios:

1. Según company: **$e_p \geq (7 + 2h/100) \text{ cm}$** .

$h = \text{altura de agua} = 2.20 \text{ m}$.

al reemplazar, se obtiene: **$e_p \geq 11.40 \text{ cm}$** .

2. Según Normatividad: **$e_p \geq h / 12$**

Al reemplazar, se obtiene: **$e_p \geq 21.67 \text{ cm}$** .

El mínimo valor que tendrá el espesor del muro y que cumple con los criterios es el siguiente: $e_p \geq 21.67 \text{ cm}$.

En consecuencia, se tomará un $e_p = 25 \text{ cm}$.

Cálculo de d_e : $d_e = d_i + 2 \cdot e_p = 6.00 \text{ m}$.  Diámetro exterior

Cálculo del espesor de la losa del techo (e_t):

La cubierta tendrá forma de bóveda, y se apoyará sobre los muros separada por una junta de cartón asfáltico, de esa manera se evitarán empotramientos que ocasionarían aberturas en los muros por flexión. Además, la viga perimetral tendrá un comportamiento de zuncho que contrarrestará el empuje, esto gracias a la forma de la cúpula. El empuje total horizontal en el techo es:

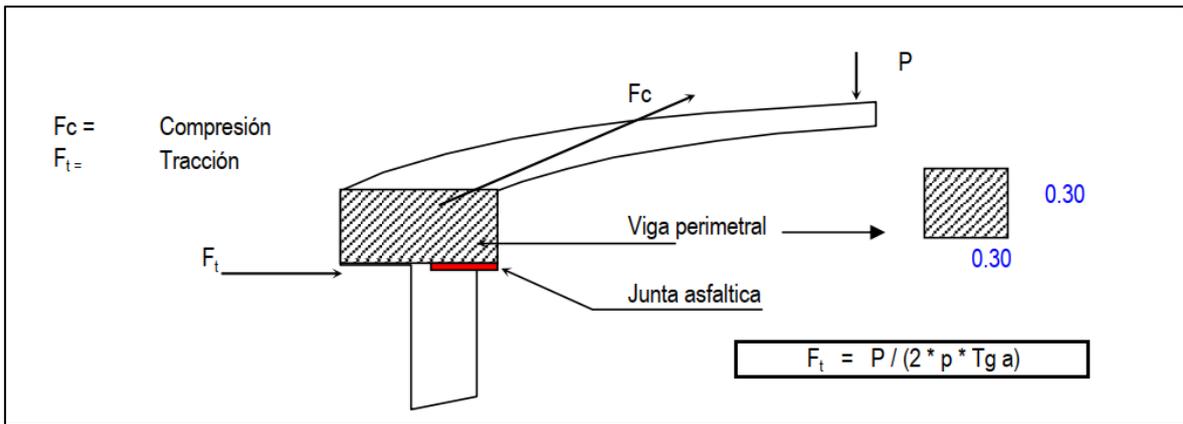


Figura 2. Conexión de viga y cúpula

Se calcularon dos espesores de techo, considerando el esfuerzo a la compresión y el esfuerzo cortante del concreto. Lo primordial fue hallar los esfuerzos de Compresión y Tracción ocasionados por el peso y forma de la cúpula (F_c y F_t).

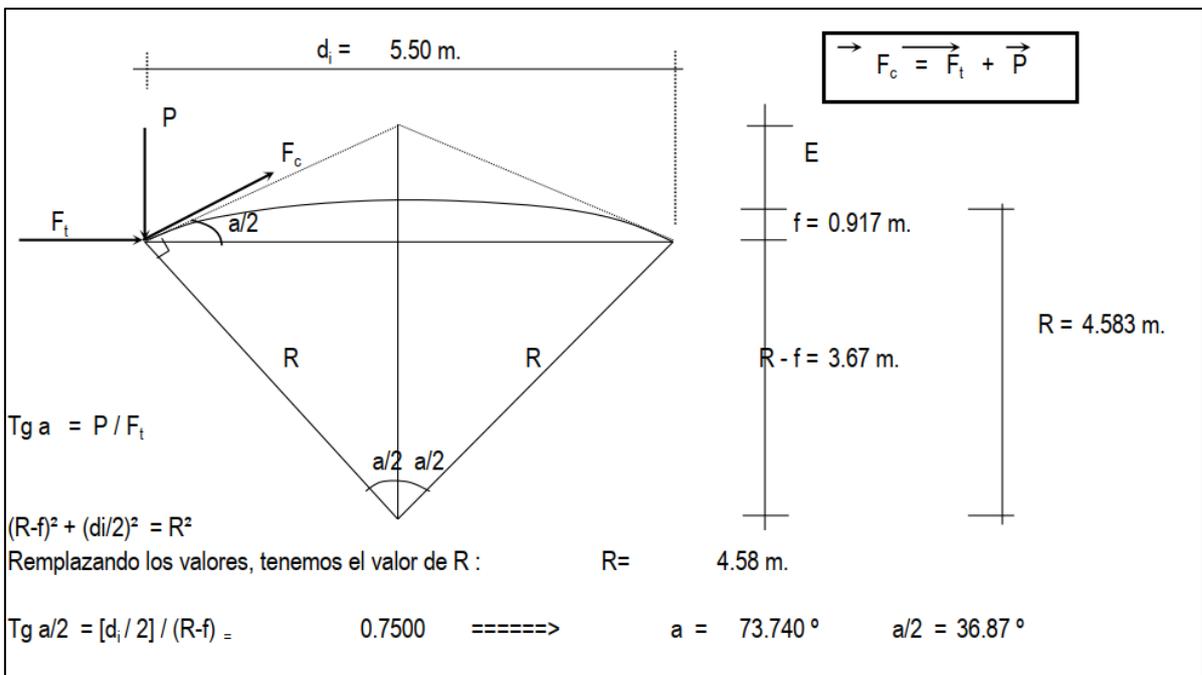


Figura 3. Cálculo de R en cúpula

De la gráfica: **$F_c = P / \text{Seno } a$**

Metrado de Cargas:

Peso propio = 168 Kg/m², Sobre carga = 150 Kg/m², Acabados = 100 Kg/m², Otros = 50 Kg/m² \implies TOTAL = 468 Kg/m²

Área de la cúpula = $2 * \pi * r * f = 15.84 \text{ m}^2$ (casco esférico)

Peso = $P = 468 \text{ Kg/m}^2 * 15.84 \text{ m}^2 \rightarrow P = 7,412.59 \text{ Kg}$.

Al reemplazar en las fórmulas, se tiene que: $F_t = 1,573.0 \text{ Kg}$ y $F_C = 12,354.31 \text{ Kg}$.

El desarrollo de la longitud de la circunferencia descrita es L_c : $L_c = \pi * d_i = 5.50 * \pi = 17.28 \text{ m}$.

Presión por metro lineal de circunferencia de arranque = P / ml :

$P / \text{ml} = F_c / L_c = 12354.31 / 17.28 = 715.00 \text{ Kg/ml}$.

Esfuerzo a la compresión del concreto P_c :

Por seguridad: $P_c = 0.45 * f'_c * b * e_t$

se asumió para un ancho de 100 cm, e_t representa el espesor de la losa del techo

Al igualar la ecuación al valor de la Presión por metro lineal: P / ml

$0.45 * 280 * e_t = 715.00$

Primer espesor: $e_t = 0.06 \text{ cm}$

Dicho espesor no puede soportar las cargas mencionadas anteriormente porque su valor es insuficiente totalmente.

Esfuerzo cortante por metro lineal en la viga perimetral = V / ml :

$V / \text{ml} = P / L_c = 7412.59 / 17.28 = 429.00 \text{ Kg/ml}$

Esfuerzo permisible al corte por el concreto (V_u):

$V_u = 0.5 * (f'_c)^{1/2} * b * e_t$, para un ancho (b) de 100 cm

La ecuación se iguala al valor del cortante por metro lineal: V / ml

$0.5 * 280^{1/2} * e_t = 429 \rightarrow$ Segundo espesor: $e_t = 0.51 \text{ cm}$

al igual que el valor anterior dicho espesor es insuficiente totalmente, el R.N.E recomienda como mínimo un espesor de 5 cm para losas, por tanto, se optó por un espesor de: $e_t = 7.00 \text{ cm}$.

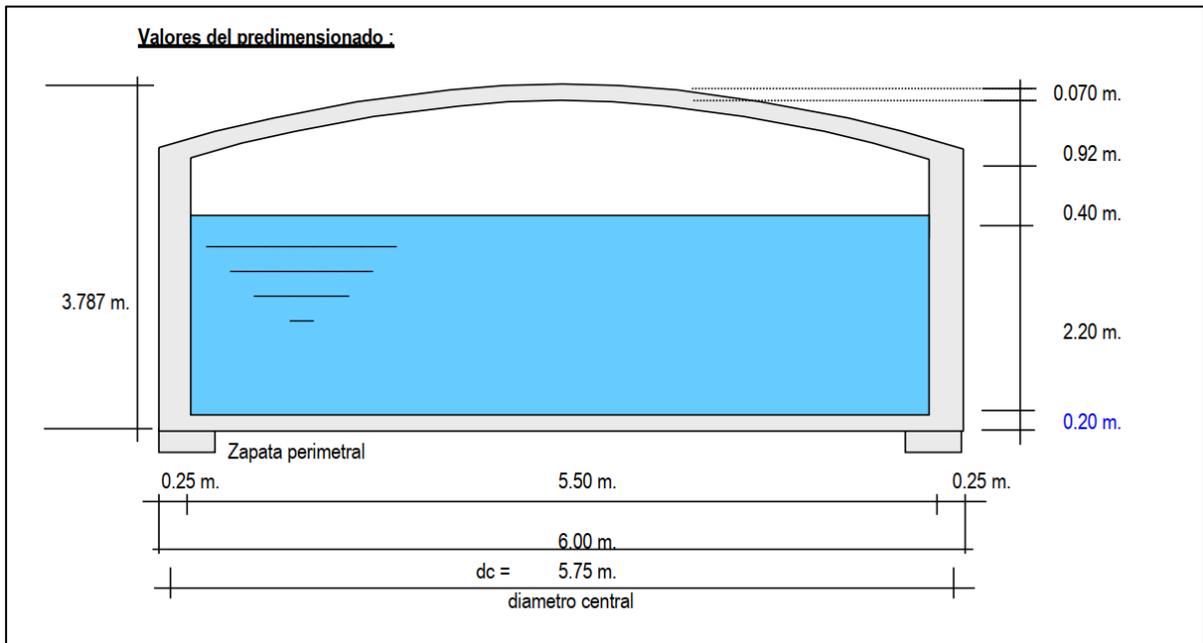


Figura 4. Valores del predimensionamiento

Para el cálculo del acero se necesitaron los siguientes datos:

- Peso específico del concreto $\gamma_c = 2.40 \text{ Tn/m}^3$
- Peso específico del agua $\gamma_a = 1.00 \text{ Tn/m}^3$
- Zapata perimetral: $b = 1.00 \text{ m}$; $h = 0.40 \text{ m}$.

METRADO DEL RESERVORIO

Losa de techo: $e = 7.00 \text{ cm}$	$(\pi \times d_i \times f^*) e \cdot \gamma_c = 2.90 \text{ Ton.}$
Viga perimetral:	$\pi \times d_c \times b \cdot d \cdot \gamma_c = 3.90 \text{ Ton.}$
Muros o pedestales laterales	$\pi \times d_c \times e \cdot h \cdot \gamma_c = 28.18 \text{ Ton.}$
Peso de zapata corrida	$\pi \times d_c \times b \cdot h \cdot \gamma_c = 17.34 \text{ Ton.}$
Peso de Losa de fondo	$\pi \times d_i^2 \times e \cdot \gamma_c / 4 = 11.40 \text{ Ton.}$
Peso del agua	$\pi \times d_i^2 \times h \cdot \gamma_a / 4 = \underline{52.27} \text{ Ton.}$
Peso Total a considerar:	116.00Ton.

DISEÑO Y CÁLCULOS

- El reservorio cuando se encuentra vacío está sometido a la acción del suelo y se produce un empuje lateral; como un aro sujeto a una carga repartida uniformemente en su perímetro.
- El reservorio cuando se encuentra lleno está sometido a la acción del agua, y se comporta como un pórtico invertido.

a.- Diseño del reservorio (Vacío).

Momentos flectores:

$$M = M_o * M1 * X1 = qt. r^2 / 2(1 - \cos\theta) - qt. r^2 / 6$$

Cálculo del Valor de qt:

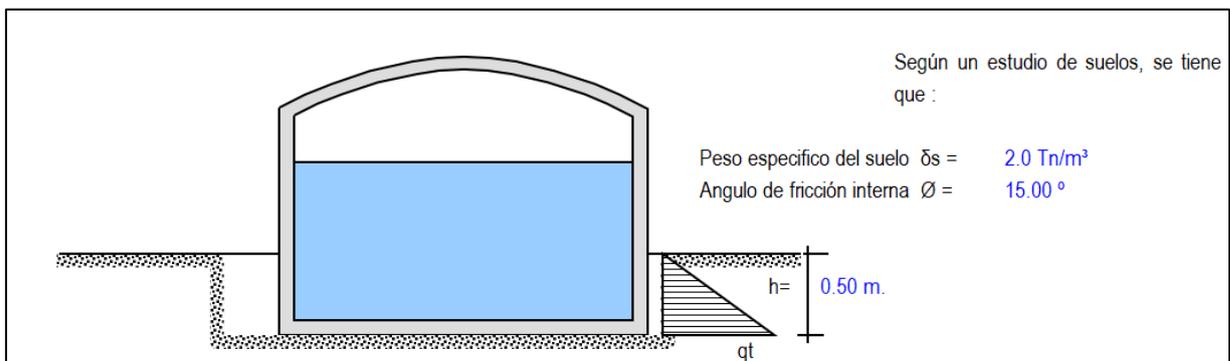


Figura 5. Detalle de profundidad del reservorio circular

La presión del terreno sobre los muros del reservorio se consideró a una altura de $h = 0.50 \text{ m}$, en otras palabras, la estructura estará enterrada a esta profundidad. Por mecánica de suelos se sabe que el coeficiente de empuje activo $K_a = \tan^2(45 + \theta/2)$, asimismo cuando la carga es uniforme se tiene que: $W_s/c \implies P_s/c = K_a * W_s/c$, siendo: $W_s/c = qt$

$$P_s/c = \text{Presión de la sobrecarga} = \delta_s. h = K_a. qt$$

$$qt = \delta_s. h / K_a$$

Al reemplazar se ha obtenido: $K_a = 1.698$

$$\text{entonces: } qt = 0.59 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Aplicando el factor de carga útil: } qt_u = 1.55 * qt = 0.91 \text{ Tn/m}^2$$

Cálculo de los Momentos flectores:

Datos necesarios: $r = \text{radio} = 3.00 \text{ m}$, $qt_u = 0.91 \text{ Tn/m}^2$, $L_{\text{anillo}} = 18.85 \text{ m}$.

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$ $Mu = qt \cdot r^2/2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2/6$			Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/6$ $Mu = qt \cdot r^2/2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2 [1 - \cos(30 - \theta)]$		
θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)	θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)
0.00°	-1.369	-0.073	0.00°	3.006	0.159
10.00°	-1.307	-0.069	5.00°	2.979	0.158
20.00°	-1.121	-0.059	10.00°	2.898	0.154
30.00°	-0.819	-0.043	15.00°	2.764	0.147
40.00°	-0.408	-0.022	20.00°	2.577	0.137
48.15°	-0.002	0.000	25.00°	2.340	0.124
60.00°	0.684	0.036	30.00°	2.053	0.109

Figura 6. Cálculo de momentos flectores

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$ $Q = (1/r) \cdot dM/d\theta = qt \cdot r \cdot \sin\theta / 2$		Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/6$ $Mu = qt \cdot r \cdot [-\cos\theta/2 + \sin(30 - \theta)]$	
θ	Mu (T-m / anillo)	θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000	0.00°	0.000
10.00°	0.238	5.00°	-0.207
20.00°	0.468	10.00°	-0.412
30.00°	0.684	15.00°	-0.614
40.00°	0.880	20.00°	-0.811
50.00°	1.049	25.00°	-1.002
60.00°	1.186	30.00°	-1.186

Figura 7. Cálculo de esfuerzos cortantes

Cálculo de acero en las paredes del Reservorio debido a los esfuerzos calculados:

Acero Horizontal

Ep = 25 cm	Recubrimiento = 4 cm	f' c = 280 kg/cm ²	$\beta = 0.85$
p min = 0.0020	-----	f y = 4200 kg/cm ²	$\phi = 0.90$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	As diseño	ϕ	Total	Disposición
0.16	100.00	21.00	0.035	0.20	4.20	4.20	1/2 "	5.07	ϕ 1/2 @ 0.25

Acero Vertical

Se calculó con el momento de volteo (Mv):

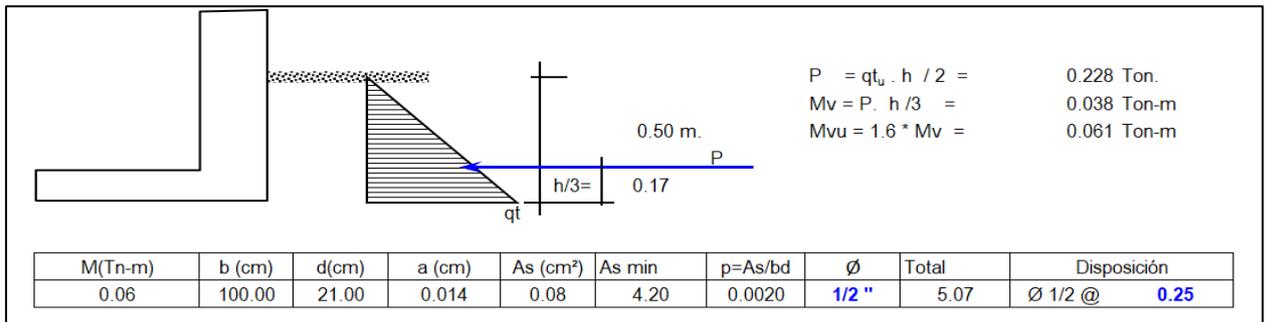
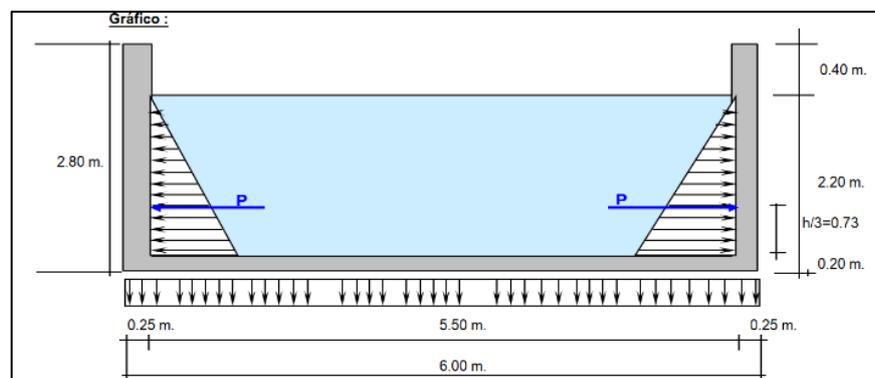


Figura 8. Momento de volteo

b.- Diseño del reservorio (Lleno) considerando la unión de fondo y pared rígida (empotramiento).

Al considerar las paredes y el fondo de la losa empotrados, ocurrirán momentos de flexión en estos elementos, entonces estos deberán compartir una armadura para impedir el agrietamiento. Por esa razón, es esencial no tomar en cuenta la presión del suelo (si fuera semi enterrado), también se consideró el reservorio lleno para una mayor seguridad en el diseño. La base de la losa como los muros se han considerado dos elementos que resisten la presión del agua. Es necesario tener en cuenta que:

- Los anillos horizontales que están resistiendo los esfuerzos de tracción.
- Las franjas verticales en "U", nombrados pórticos invertidos que están sujetos a flexión, estos resistirán esfuerzos de tracción en el umbral o pieza de la base. En otras palabras, la presión se repartirá en los anillos (directrices) y en los marcos (generatrices).



Se analizó una franja de un metro de ancho, de los marcos en "U", tenemos el siguiente diagrama de momentos:

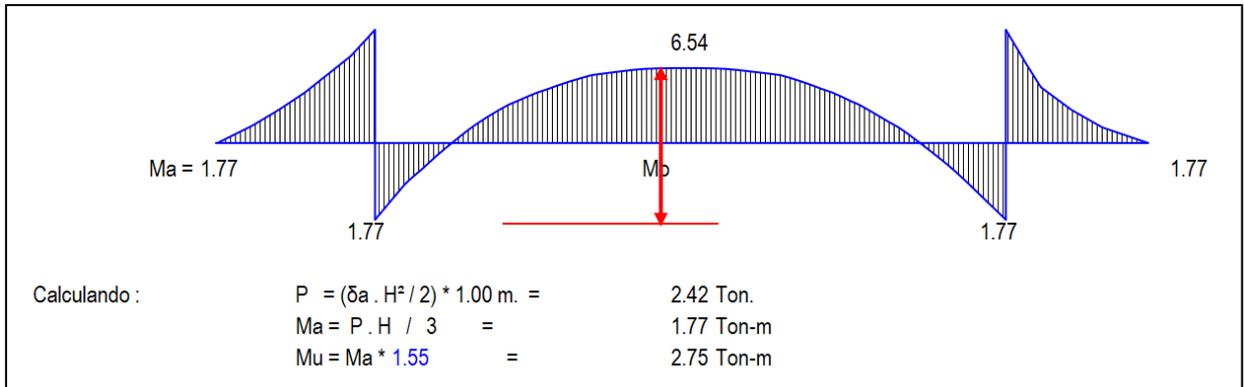


Figura 9. Diagrama de momentos en reservorio lleno

La resistencia del suelo se despreció completamente cuando se realizó el cálculo del momento en la base de la losa.

Presión en el fondo $W = \delta a \cdot H = 2.20 \text{ Ton/m} =$ Carga repartida

$M_o = W \cdot D^2 / 8 = 8.32 \text{ Ton-m.}$

La tracción en el fondo será: $T = W \cdot D/2 = 6.05 \text{ Ton.}$

Cálculo de acero en las paredes del Reservorio debido a los esfuerzos calculados:

Acero Vertical

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	$\rho = A_s/bd$	Ø	Total	Disposición
2.75	100.00	21.00	0.83	3.54	4.20	0.0020	1/2 "	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

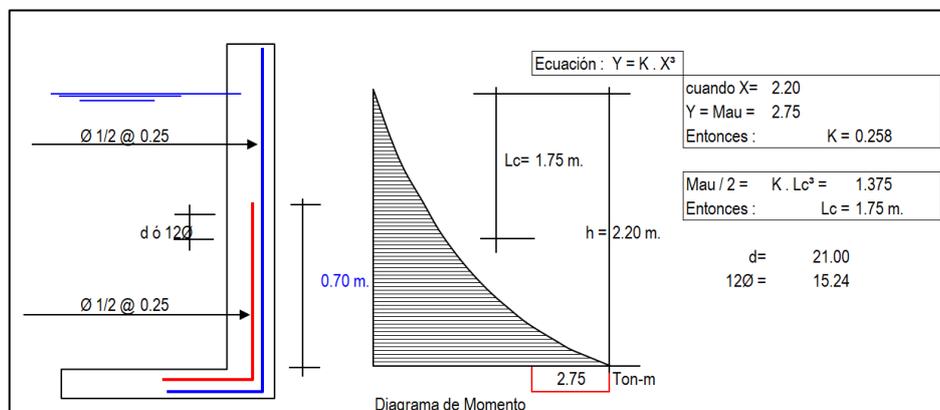


Figura 10. Disposición de acero vertical

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m:

$$V_c = \emptyset 0.5 \sqrt{210} * b * d \quad \text{siendo: } b = 100\text{cm}, \emptyset = 0.85, d = 0.21 \text{ m.}$$

$$V_c = 12.93 \text{ Ton.}$$

La tracción en el fondo de la losa $V_u = T = 6.05 \text{ Ton.}$

$\dot{T} < V_c$, Ok!

Acero Horizontal:

Las tracciones en un anillo, se encontrarán en las presiones máximas en cada uno de estos, puesto que, dependiendo de la profundidad los esfuerzos son distintos.

El anillo total lo dividimos en 5 anillos de 0.52 m de altura.

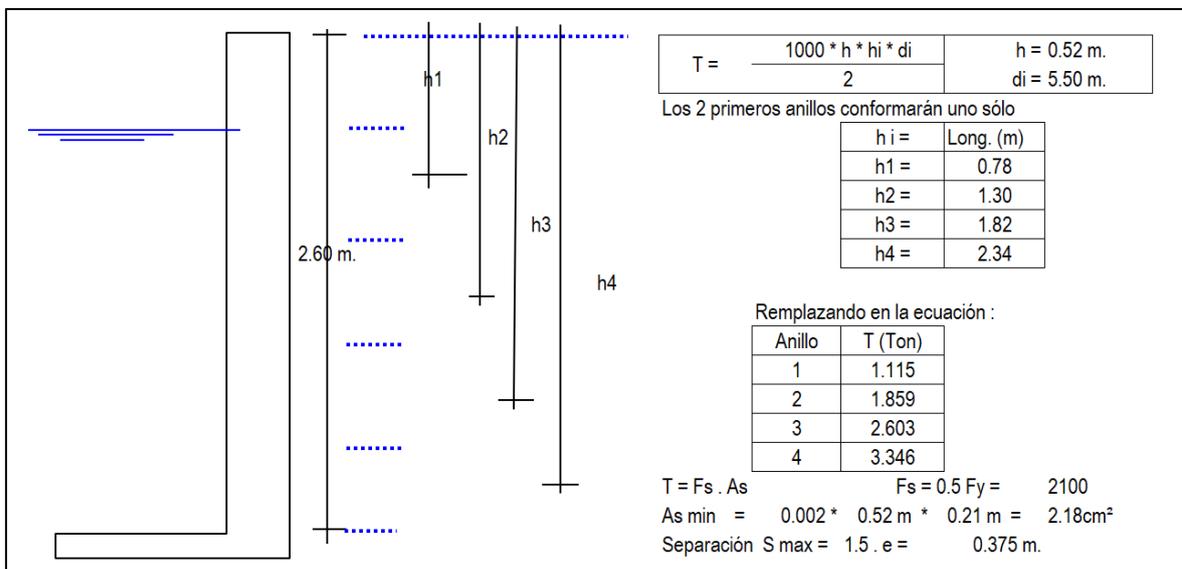


Figura 11. Cálculo y medidas de los anillos

Por esfuerzo de tracción, tenemos que:

Anillo	T(Kg)	As (cm ²)	As (usar)	Ø	Total, cm ²	Disposición
1	1115.40	0.53	2.18	3/8"	2.96	Ø 3/8@ 0.25
2	1859.00	0.89	2.18	1/2"	2.96	Ø 1/2@ 0.22
3	2602.60	1.24	2.18	1/2"	2.96	Ø 1/2@ 0.22
4	3346.20	1.59	2.18	1/2"	2.96	Ø 1/2@ 0.22

Asimismo, se consideró acero mínimo en la otra cara de la pared; el acero longitudinal que se consideró como acero de montaje será: Ø ½ @ 0.25 y el acero horizontal que se consideró (2/3) del acero mínimo: 2/3 * 2.18cm² = 1.46cm², por eso se usará Ø 1/2 @ 0.50 m.

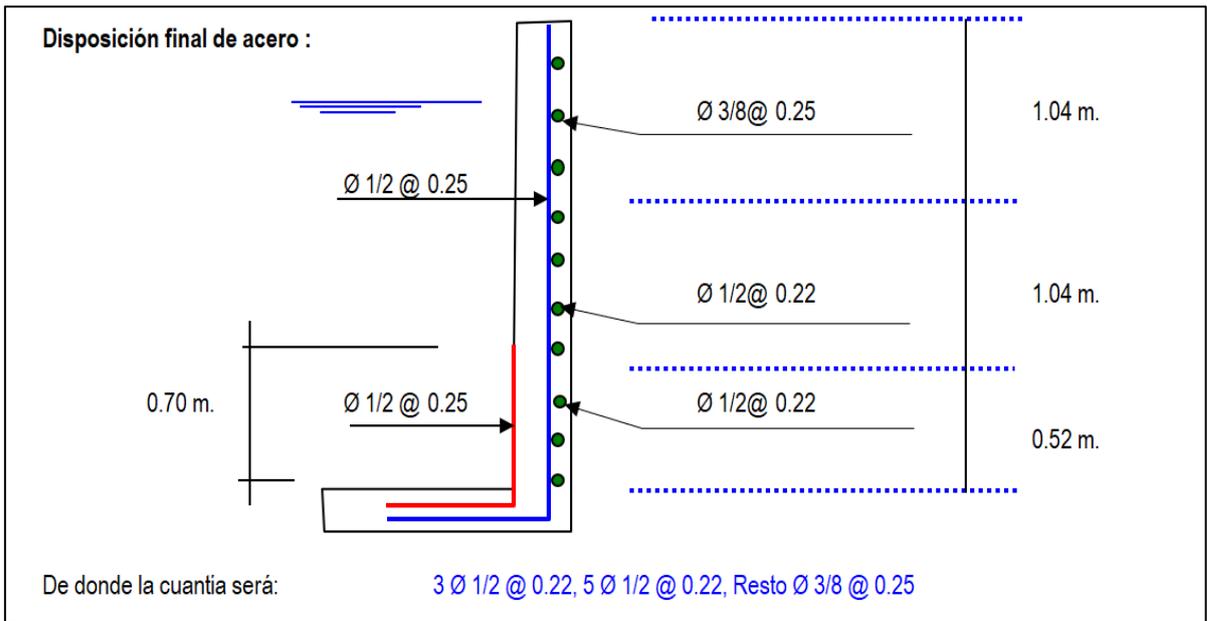


Figura 12. Disposición final del acero en paredes del reservorio.

Diseño y Cálculo de acero en la losa de fondo del Reservorio:

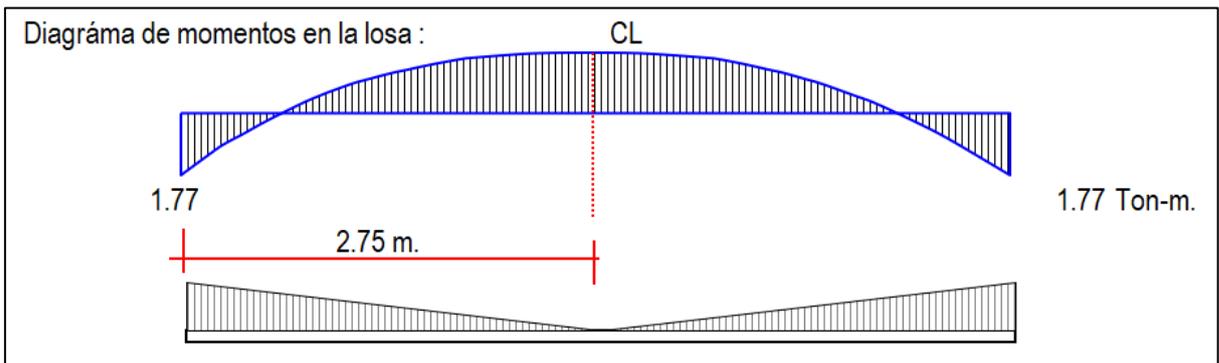


Figura 13. Diagrama de momentos en losa

Peso Total = $\delta a * H * R^2 = 52.27 \text{ Ton.}$

Carga unitaria por unidad de longitud = $q = H * \delta a / \text{Longitud del circulo} = 0.13 \text{ Tn/m}$

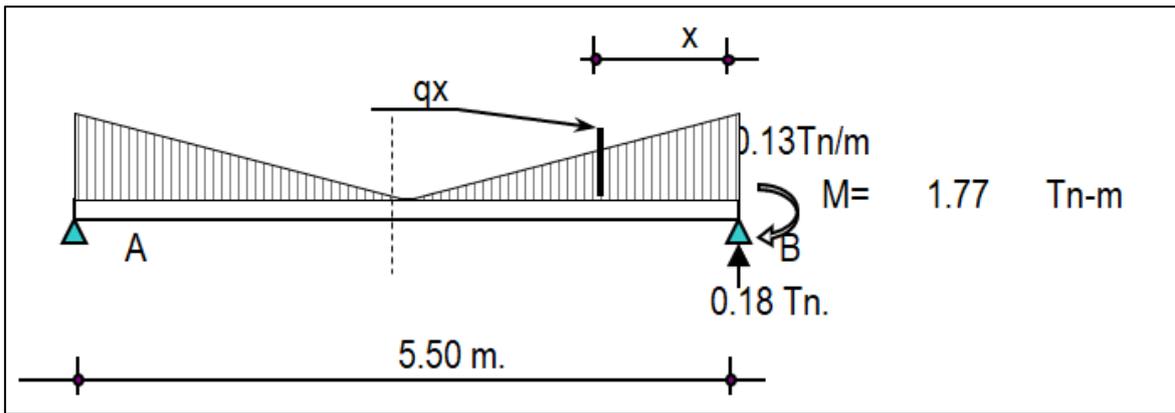


Figura 14. Cargas en la losa de fondo

Cálculo del cortante a una distancia "X":

Se obtuvo el valor de "qx" en función de "x", $qx = 0.046 * (2.75 - X)$

Cortante "Vx": $Vx = R - P - 0.5 * (q' + qx) * X = 0.175 - 0.127 X + 0.023 X^2$

Momento "Mx": $Mx = -M + (R - P) * X - qx * X^2 / 2 - (q' - qx) * X^2 / 3$

$$Mx = -1.77 + 0.175 x - 0.064 X^2 + 0.008 X^3$$

Valores:

X (m) =	0.00	0.46	0.92	1.38	1.83	2.29	2.75
V (Ton) =	0.18	0.24	0.31	0.39	0.49	0.59	0.70
M (Tn-m) =	-1.77	-1.71	-1.66	-1.63	-1.62	-1.61	-1.61

Chequeo por cortante: en una franja de 1 m se ha asumido un cortante de:

$Vc = \phi 0.5 \sqrt{210} * b * d$, siendo $b = 100\text{cm}$, $d = 0.20 \text{ m}$, $\phi = 0.85$

$Vc = 12.32 \text{ Ton}$.

La tracción máxima en la losa es $Vu = T = 0.70 \text{ Ton}$

$\checkmark T < Vc, \text{ Ok!}$

$Mau = 1.55 * 1.6 = 2.50 \text{ Tn - m}$

Recubrimiento = 2.50 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	$\rho = As/bd$	ϕ	Total	Disposición
2.50	100.00	17.50	0.91	3.88	3.50	0.0022	1/2 "	3.88	$\phi 1/2 @$ 0.33

Acero de repartición, se usará el $As \text{ min} = 3.50$

ϕ	Total	Disposición
1/2 "	3.51	$\phi 1/2 @$ 0.36

Diseño y Cálculo de acero en la cimentación:

Acero Negativo:

$$M_{au} = 2.75 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Longitud} = L_c = (12\varnothing \text{ ó } d) = 1.30 \text{ m.}$$

$$d = 17.50 \text{ cm}$$

$$12\varnothing = 130.44 \text{ cm}$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	$\rho=As/bd$	\varnothing	Total	Disposición
2.75	100.00	17.50	1.01	4.28	3.50	0.0024	1/2 "	4.28	$\varnothing 1/2 @ 0.30$

Diseño de la zapata corrida:

La zapata corrida soportará una carga lineal uniforme de:

$$\text{Losa de techo:} \quad 2.90 \text{ Ton.} \quad L = 17.28 \text{ m.}$$

$$\text{Viga perimetral:} \quad 3.90 \text{ Ton.}$$

$$\text{Muro de reservorio:} \quad 28.18 \text{ Ton.}$$

$$\text{Peso de zapata:} \quad \underline{17.34 \text{ Ton.}}$$

$$52.33 \text{ Ton.}$$

$$\text{Peso por metro lineal} = 3.03 \text{ Ton/ml}$$

$$q_u = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Ancho de zapata corrida (b), } b = \text{Peso por metro lineal} / q_u = 3.03 / 8.00 = 0.38 \text{ m.}$$

Se asumió un $b = 1.00 \text{ m}$ para efectos de construcción, permitiendo una reacción

$$\text{neta de: } \sigma_n = \text{Peso por metro lineal} / b = 3.03 / 1.00 = 0.303 \text{ Kg/cm}^2$$

se pudo apreciar que la reacción neta $< q_u$, Ok!

La presión neta de diseño o rotura:

$$\sigma_{nd} = \delta_s * \text{Peso por metro lineal} / A_{zap} = \delta_s * \sigma_n = 2.00 \text{ Tn/m}^3 * 0.303 = 6.06 \text{ Ton}$$

El peralte efectivo de la zapata se calculó tomando 1 m lineal de zapata:

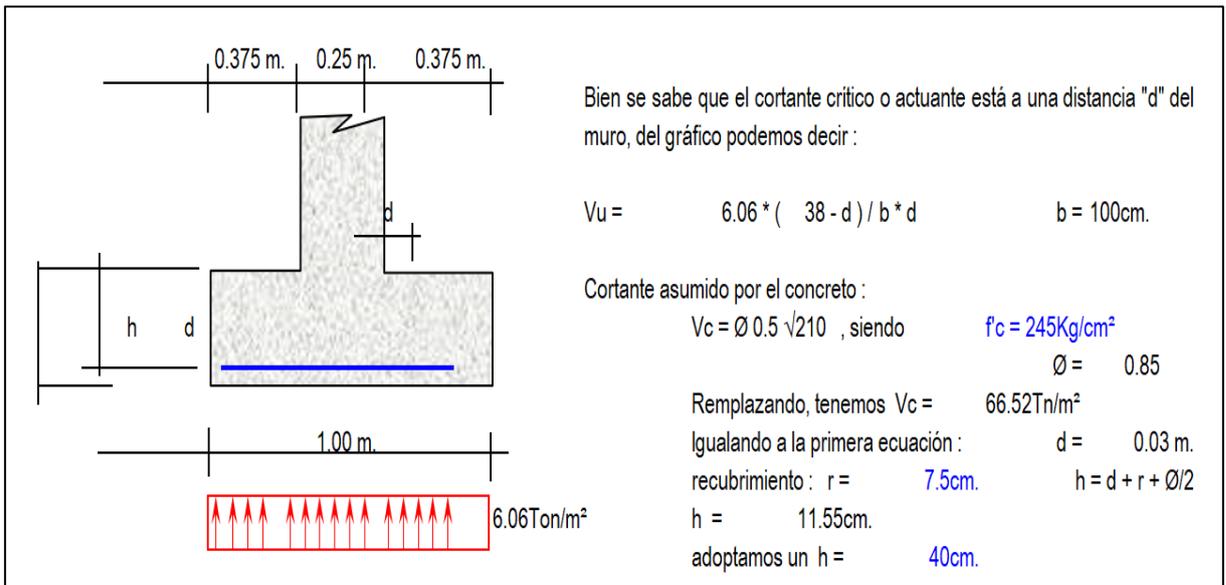


Figura 15. Cálculo del peralte de la zapata

Momento actuante en la sección crítica (cara del muro):

$$M = 6.06\text{Ton/m}^2 * 0.375^2 / 2 = 0.426 \text{ Tn-m}$$

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.426	100.00	32.50	0.082	0.35	6.50	0.0020	1/2	6.50	Ø 1/2 @ 0.20

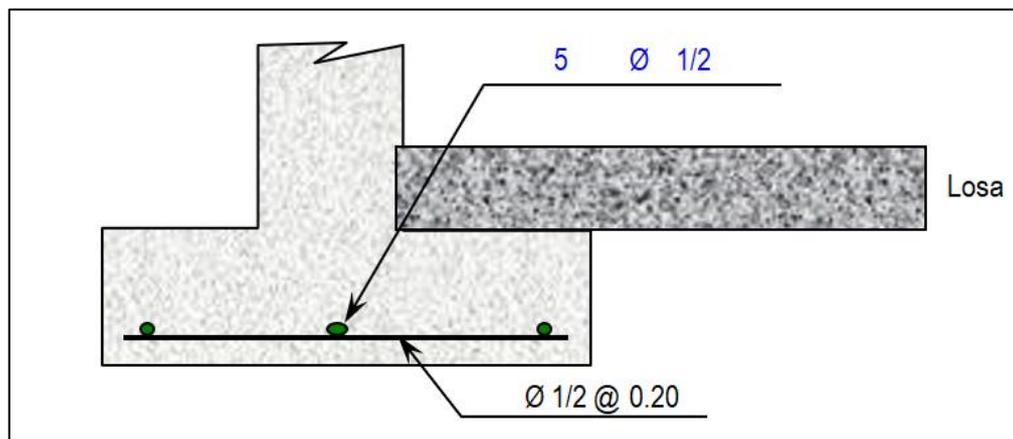


Figura 16. Disposición del acero en zapatas

Diseño de la viga perimetral o de arranque.

Diseño por tracción: Se considera que la viga perimetral está sometida a tracción

$$F_t = P / (2 * p * \text{Tg } \alpha)$$

$$P = 7412.59 \text{ Kg.}$$

$$\text{Reemplazando: } F_t = 344.09 \text{ Kg}$$

$$\alpha = 73.74^\circ$$

$$A_s = F_t / f_s = F_t / (0.5 * F_y) = 0.16\text{cm}^2$$

Diseño por torsión:

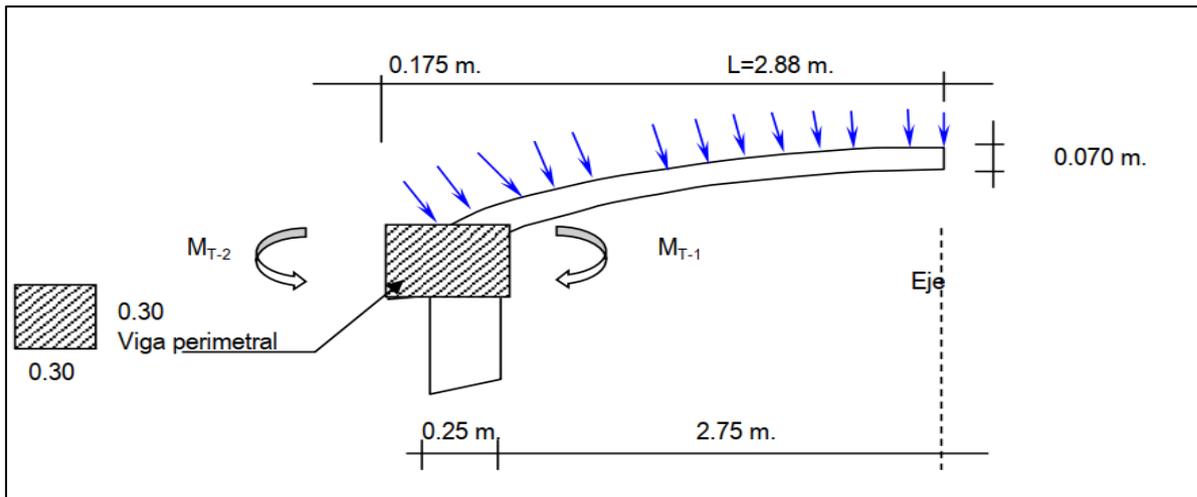


Figura 17. Diseño de viga perimetral

Se aplicó un factor de carga para peso propio de 1.40 y un factor por sobrecarga de 1.70.

Metrado de Cargas:

Peso propio de viga: $1.40 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.40 = 0.302 \text{ Ton/m}$

Peso propio de losa: $1.40 \times 0.070 \times 2.40 = 0.2352 \text{ Ton/m}^2$

Sobre carga: $1.70 \times 0.150 = 0.255 \text{ Ton/m}^2$

Carga Total por m^2 de losa = 0.490 Ton/m^2

Carga Total por ml de viga = $[0.490 \times (2.75 \text{ m} + 0.30/2)] + 0.30 = 1.724 \text{ Ton/ml}$

Cálculo de acciones internas:

Momento torsionante:

$$MT-1 = 0.490 \times 2.75^2 / 2 = 1.854 \text{ Tn-m}$$

$$MT-2 = 0.302 \times 0.18^2 / 2 = 0.005 \text{ Tn-m}$$

$$MT = MT-1 / 2 - MT-2 = 1.854 / 2 - 0.005 = 0.922 \text{ Tn-m}$$

Momento flexionante:

$$M F = W * L^2 / 2 = 1.724 \times 1.00^2 / 2 = 0.862 \text{ Tn-m}$$

Fuerza Cortante:

$$Q = W * L / 2 = 1.724 \times 1.00 / 2 = 0.862 \text{ Tn/m}$$

$$Vu = Vc / (\emptyset \times b \times h) = 11.268 \text{ Tn/m}^2$$

$$\emptyset = 0.85$$

Cálculo de acero:

Refuerzo transversal:

Por Fuerza Cortante: Cortante asumido por el concreto: $0.5 * (F'c)^{1/2}$

$$Vu = 11.268 \text{ Tn/m}^2 \quad Vc = 83.666 \text{ Tn/m}^2$$

$Vc > Vu$, **Entonces no se necesita acero por cortante**

Por Torsión:

$$MT = 0.922 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente por el concreto:

$$Mc = \Sigma [b^2 h (f'c)^{1/2} / b^{1/2}] \text{ (viga + losa)}$$

$$Mc = \frac{0.30^2 \times 0.30 \times 210^{1/2}}{0.3^{1/2}} + \frac{2.75^2 \times 7.00 \times 210^{1/2}}{2.75^{1/2}}$$

$$Mc = 71,435.3 + 462.60 = 71,897.89$$

$$Mc = 0.719 \text{ Ton-m}$$

$$\text{Se sabe que: } Ts = MT - Mc = 0.922 - 0.719 = 0.203 \text{ Ton-m}$$

$$As / S = Ts / [\emptyset c * Fy * b1 * d]$$

$$\text{Siendo: } \emptyset c = 0.66 + 0.33 * (b1/d) < 1.50$$

$$\emptyset c = 0.9900 \quad \emptyset c < 1.5, \text{ Ok!}$$

S = Espaciamiento del acero

As= Área de acero por torsión.

Reemplazando:

$$As / S = 0.0068 \text{ cm}^2 / \text{cm} \quad \longrightarrow \quad S = \text{Avarilla} / 0.0068$$

$$\text{Usando } \emptyset = 3/8 \quad \text{A varilla} = 0.71 \text{ cm}^2 \quad S = 1.05 \text{ m.}$$

Se usará = $\emptyset 3/8 @ 1.05\text{m}$ y se colocará @ 0.22m

$b1 = b - r - \emptyset/2$
$d = h - r - \emptyset/2$
$r = \text{recubrimiento} = 2.50 \text{ cm}$
$b1 = 26.87 \text{ cm}$
$d = 26.87 \text{ cm}$

Refuerzo Longitudinal:

Por Flexión: $A_s = MF / F_y * Z$, Siendo $Z = 0.90 * d = 24.18 \text{ cm}$

$$MF = W * L^2 / 8 = 1.724 \times 1.00^2 / 8 = 0.215 \text{ Tn-m}$$

Reemplazando:

$$A_s = 21549.75 / 4200 * 24.18 \text{ cm} = 0.212 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 * b * d = 1.612 \text{ cm}^2$$

Por Torsión: Empleando la fórmula: $A_1 = 2 * (A_s / S) * (b_1 + d) = 0.73 \text{ cm}^2$

Según el reglamento se tiene que la resistencia de la viga reforzada debe ser mayor que la resistencia de la viga sin refuerzo, aplicaremos la siguiente formula: $Tr_s = 0.6 * b^2 * h * f'_c / 2 = 2.348 \text{ Tn-m/m}$, $MT = 0.922 \text{ Tn-m}$.

Se tiene que $Tr_s > MT$, Por lo tanto, el porcentaje total de refuerzo por torsión debe ser menor que el siguiente valor:

$$P_{it} \leq 6.40 * (F'_c / F_y) / 2 = 1.431$$

$$P_{it} = A_1 * (1 + 1/\phi_c) / (b * h); \text{ Siendo } A_1 = 0.73 \text{ cm}^2, \phi_c = 0.9900$$

Reemplazando, tenemos que: $P_{it} = 0.0016$

Como se puede apreciar: $0.0016 < 1.431$, Ok!

Solo se considera acero por Tracción y Flexión:

$$A_{s \text{ total}} = A_{s \text{ flexión}} + A_{s \text{ tracción}} = 1.612 + 0.16 \text{ cm}^2 = 1.78 \text{ cm}^2$$

Usando: $1 \text{ } \emptyset \frac{1}{2} + 2 \text{ } \emptyset \frac{1}{2} A_{\text{ total}} = 3.80 \text{ cm}^2$, ok.

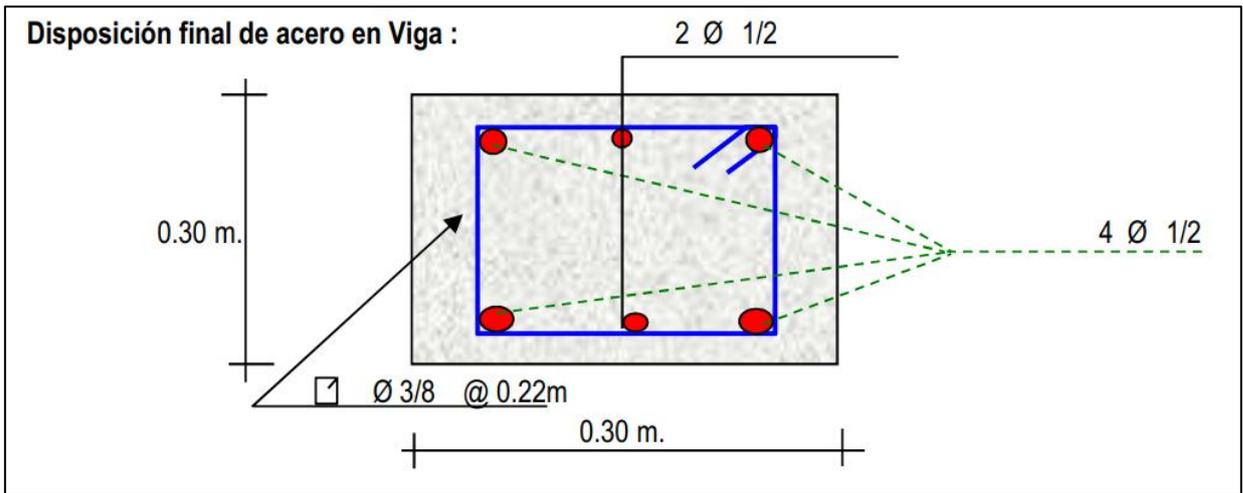


Figura 18. Disposición final de acero en viga.

Diseño de la cúpula:

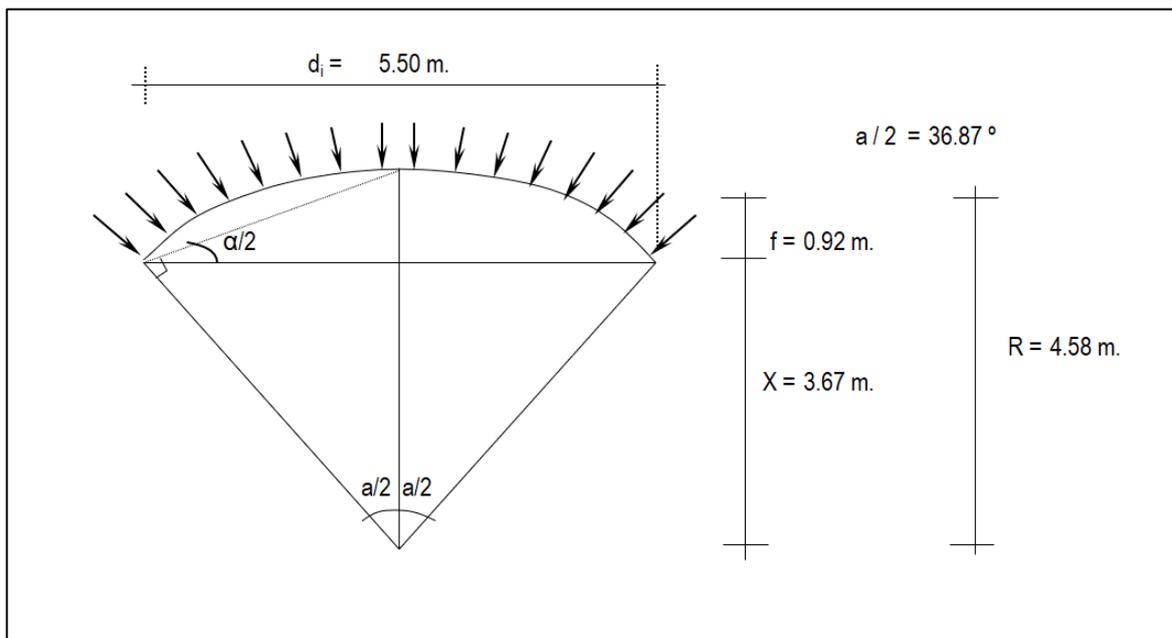


Figura 19. Fuerzas actuantes en cúpula

Analizando la estructura se tiene que:

$M = 0$; $N_T = W \cdot r$, en la estructura existe un solo esfuerzo normal, además el encuentro entre la viga y la cúpula causan un efecto de excentricidad a causa de la resultante de la cúpula y la fuerza que transmiten las paredes.

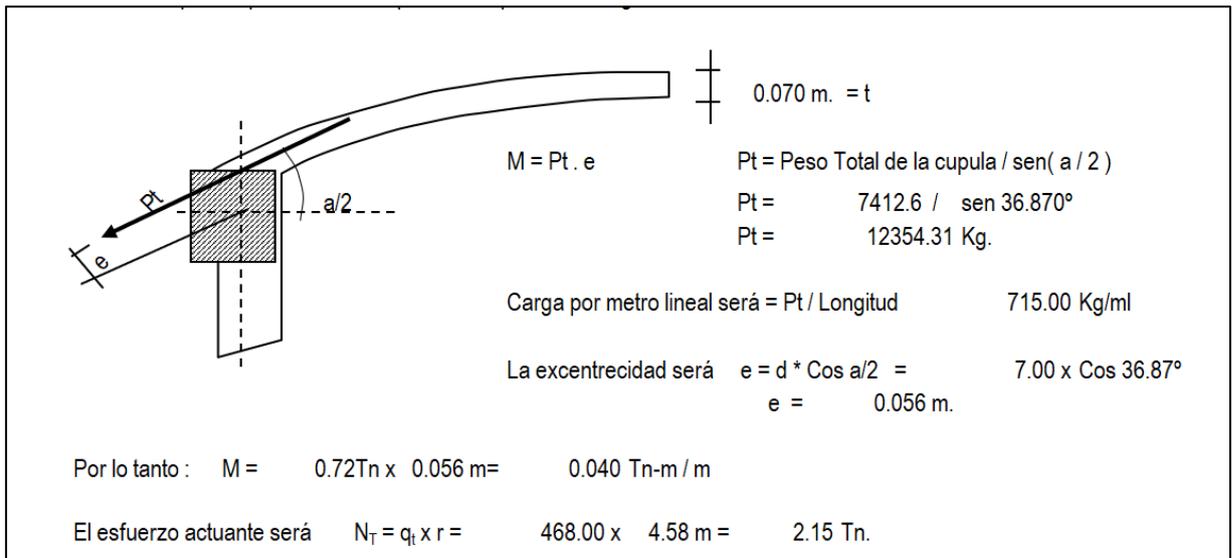


Figura 20. Efecto de excentricidad entre cúpula y viga

Cálculo de acero:

En las paredes el acero por metro lineal no debe excederse a:

$As = 30 \cdot t \cdot f'c / fy$, siendo: $t = \text{espesor de la losa} = 0.070 \text{ m.}$

Reemplazando, se tiene que: $As = 14 \text{ cm}^2$

Acero por efectos de tensión (At):

$At = T / Fs = T / (0.5 \cdot Fy) = 2.15 / (0.5 \cdot 4200) = 1.02 \text{ cm}^2$

Acero por efectos de Flexión (Af):

Para este caso se colocará el acero mínimo: $Af \text{ min} = 0.002 \times 100 \times 4.50 = 0.90 \text{ cm.}$

Acero a tenerse en cuenta: $At + Af < 14.00 \text{ cm}^2$, $At + Af = 1.92 \text{ cm}^2$

Como se puede apreciar: $At + Af < As \text{ máx. ¡Ok!}$

$5 \text{ } \emptyset 3/8$, $A_{\text{total}} = 3.56 \text{ cm}^2$, como si cumple con el acero requerido entonces se usará $\emptyset 3/8 @ 0.20\text{m.}$

Acero por efectos de la excentricidad:

$M = 0.040 \text{ Tn-m}$

Recubrimiento = 2.5 cm

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	Ø	Total	Disposición	
0.040	100.00	4.50	0.056	0.24	0.90	3/8 "	0.90	Ø 3/8 @	0.79

Acero de repartición:

$$As_r = 0.002 \times 100 \times 4.50 = 0.90 \text{ cm}^2$$

5 Ø 3/8, A total = 3.56 cm², Si cumple con el acero requerido

Usar: Ø 3/8 @ 0.20m

Disposición final de acero: en el acero principal se usará el mayor acero entre el At + Af y Acero por excentricidad.

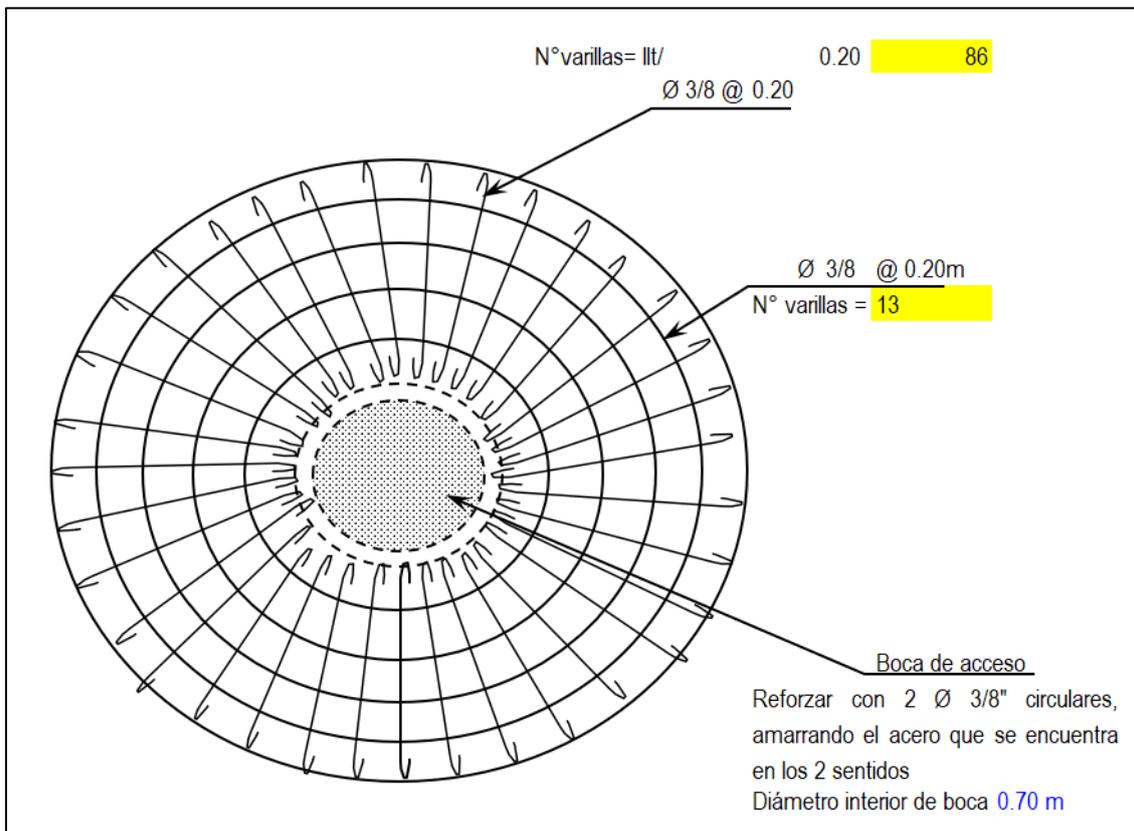


Figura 21. *Disposición final de acero en cúpula*

Una vez terminado con el cálculo de acero que se utilizará en los diferentes elementos del reservorio se procedió a elaborar los planos de la infraestructura en el programa AutoCAD. A continuación, se presentan los diferentes planos elaborados en el programa.

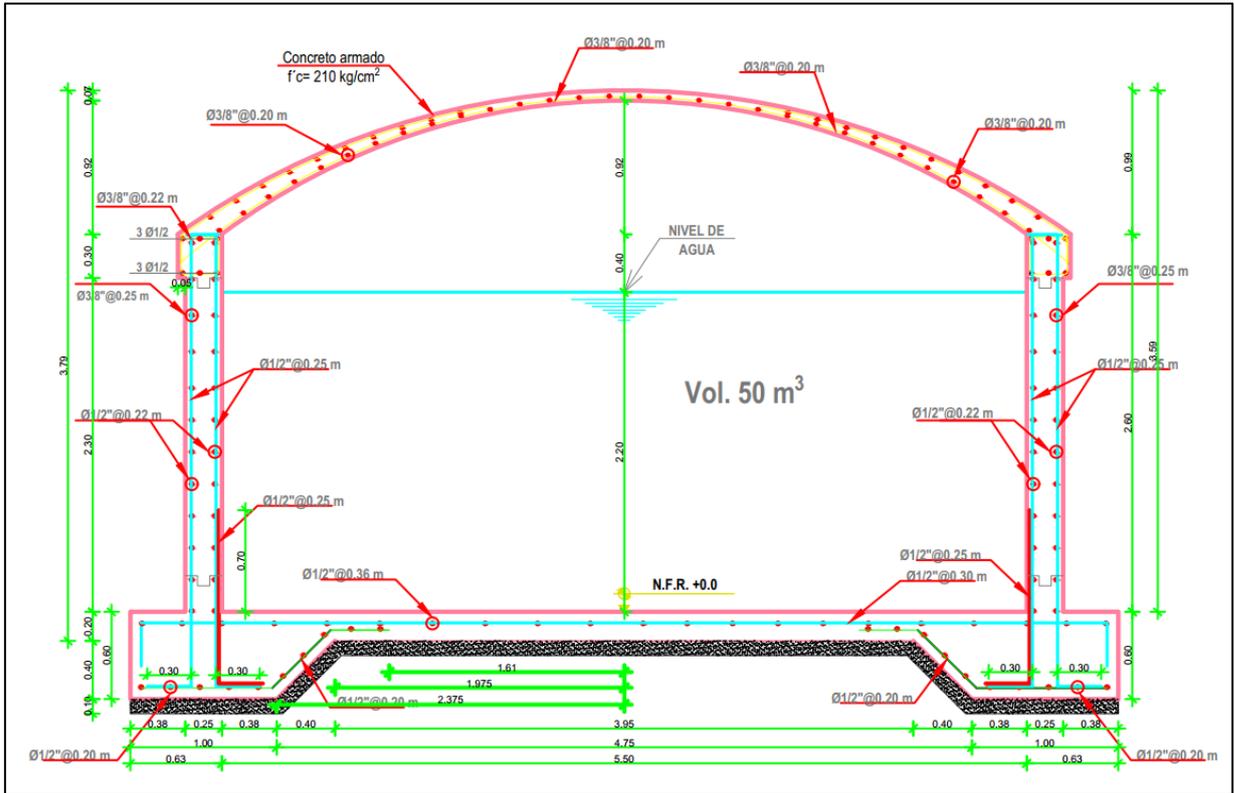


Figura 22. Detalle de la armadura del reservorio.

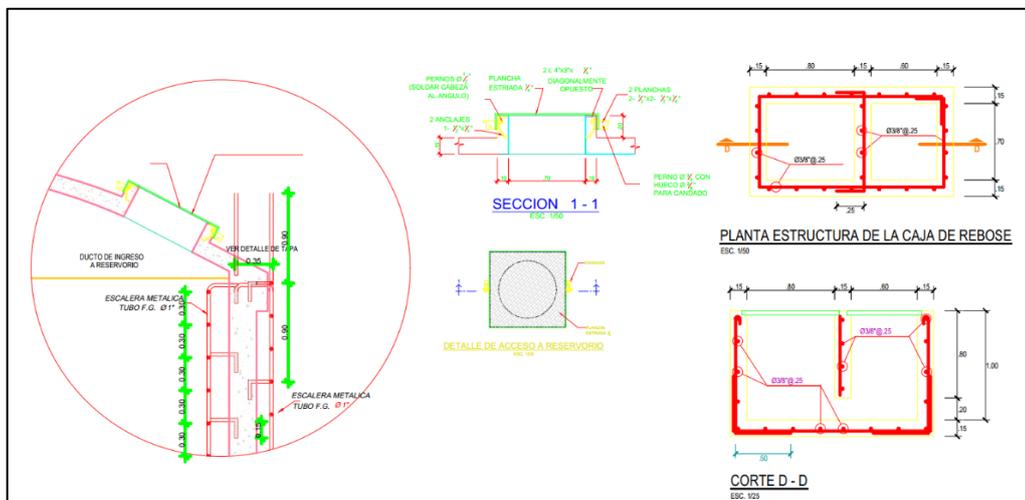


Figura 23. Detalle de buzón de entrada y caja de rebose.

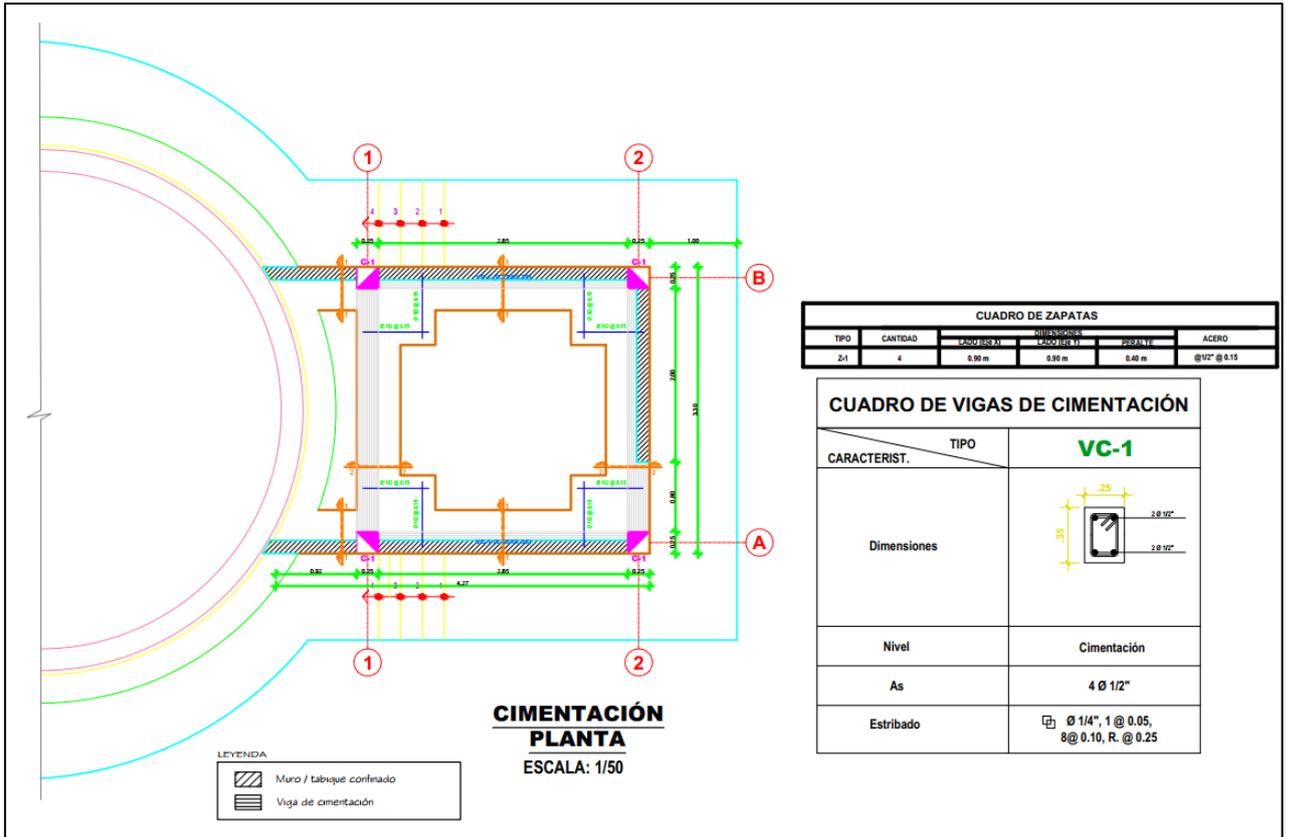


Figura 24. Plano de cimentación de caseta de válvulas.

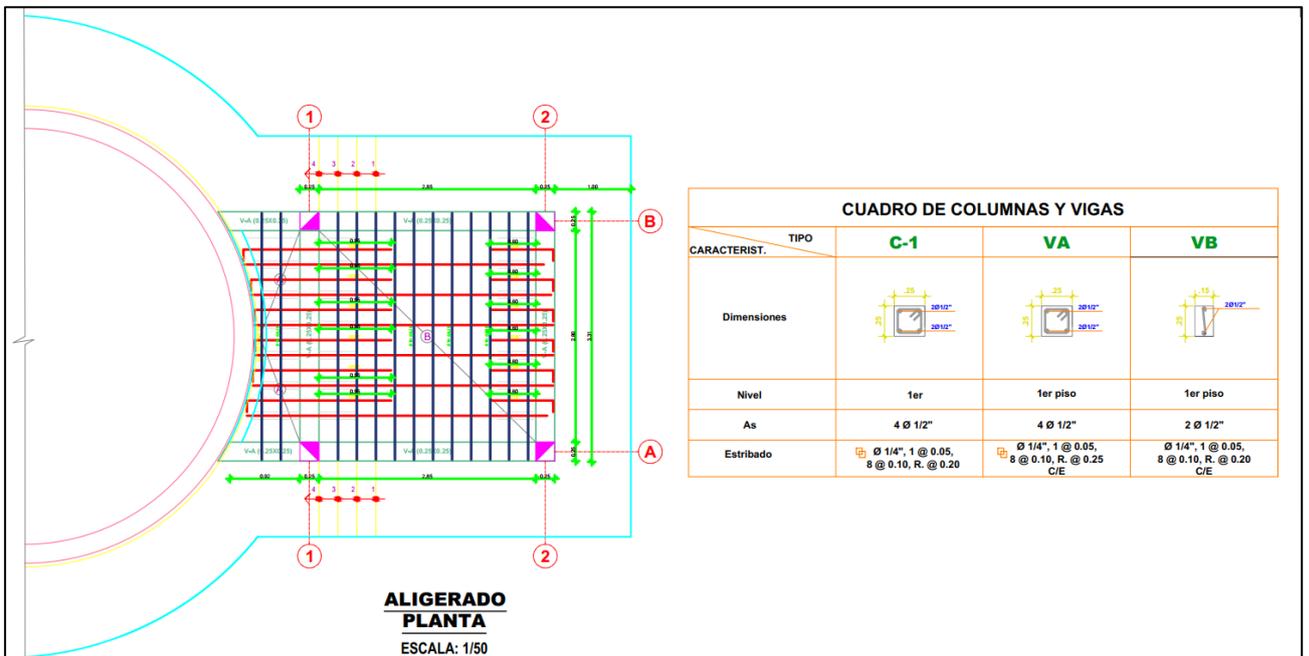


Figura 25. Plano de losa aligerada de caseta.

Al finalizar la elaboración de los planos se procedió a elaborar el metrado de la infraestructura teniendo en cuenta las diferentes partidas del proceso constructivo, este metrado sirvió para elaborar el presupuesto que demandaría la implementación de un reservorio de 50 m³ en el caserío San Juan de la Virgen, para ello fue esencial el uso del programa S10 “costos y presupuestos”, cabe resaltar que la implementación de un reservorio de 50 m³ en la PTAP del caserío San Juan de la Virgen costaría S/. 66215.31, sin embargo, este valor es referencial porque el costo de materiales puede variar dependiendo del año de ejecución de la obra, también se debe mencionar que el costo de mano de obra se ha obtenido de tablas de CAPECO actualizadas, pero al momento de ejecución se puede hacer un trato con los trabajadores de la zona y el costo obtenido cambiaria.

Presupuesto

Presupuesto 1101001 COSTO DE UN RESERVORIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PTAP DEL CASERIO SAN JUAN DE LA VIRGEN DEL DISTRITO DE IGNACIO ESCUDERO, SULLANA-PIURA
 Cliente CASERIO SAN JUAN DE LA VIRGEN Costo al 04/06/2021
 Lugar PIURA - SULLANA - IGNACIO ESCUDERO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	OBRAS PRELIMINARES				449.38
	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	76.56	3.90	298.58
	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	45.56	3.31	150.80
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,190.88
	RESERVORIO DE 50M3				2,516.48
	EXCAVACION MANUAL DEL RESERVORIO	m3	21.36	76.10	1,625.50
	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO (E=0.30%).	m3	31.73	28.08	890.98
	CASETA DE VALVULAS				674.40
	EXCAVACION EN ZAPATAS	m3	4.21	41.01	172.65
	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS EN CASETA DE VALVULAS	m3	3.42	76.10	260.26
	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO (E=0.30%).	m3	5.97	28.08	167.64
	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO IIEE	m3	3.96	18.65	73.85
	CONCRETO SIMPLE				414.20
	RESERVORIO DE 50M3				171.93
	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.10 m. EN ZAPATAS	m2	18.06	9.52	171.93
	CASETA DE VALVULAS				242.27
	CONCRETO CICLOPEO PARA CIMENTACIONES MEZCLA 1:12 + 30% P.G.	m3	1.43	147.85	211.43
	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.10 m. EN ZAPATAS	m2	3.24	9.52	30.84
	CONCRETO ARMADO				37,119.99
	RESERVORIO DE 50M3				29,488.23
	ZAPATAS				3,548.63
	CONCRETO EN ZAPATAS f _c =245 kg/cm ²	m3	7.23	212.84	1,538.83
	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	345.92	5.81	2,009.80
	LOSA DE FONDO				3,742.88
	CONCRETO LOSA DE FONDO f _c = 280 kg/cm ²	m3	5.66	338.04	1,913.31
	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	314.90	5.81	1,829.57
	MURO CIRCULAR				14,832.92
	CONCRETO PARA MUROS f _c =280 kg/cm ² (aditivo plastificante)	m3	10.39	338.04	3,512.24
	ACERO CORRUGADO F _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	884.55	5.81	5,139.24
	ENCOFRADO MURO CIRCULAR DOS CARAS h=2.30 m	m2	88.75	69.65	6,181.44
	VIGA COLLARIN				2,213.16
	CONCRETO EN VIGA COLLARIN f _c =210 kg/cm ²	m3	1.64	295.54	484.69
	ACERO DE REFUERZO f _y =4,200 kg/cm ²	kg	159.80	5.81	928.44
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA COLLARIN	m2	11.84	67.57	800.03
	CUPULA				5,150.64
	CONCRETO EN CUPULA f _c =210 kg/cm ²	m3	1.66	294.19	488.36
	ACERO CORRUGADO F _y = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	561.34	5.81	3,261.39
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUPULA	m2	23.76	58.96	1,400.89

CASETA DE VALVULAS					7,631.76
ZAPATAS					524.25
CONCRETO ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	1.61	218.01		351.00
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	29.82	5.81		173.25
COLUMNAS					2,203.15
CONCRETO COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	0.63	379.47		239.07
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	258.22	5.81		1,500.26
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m ²	7.00	66.26		463.82
VIGA DE CIMENTACION					913.46
CONCRETO EN VIGA DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	m ³	1.06	348.70		369.62
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	37.38	5.81		217.18
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	m ²	4.25	76.86		326.66
VIGAS					1,661.51
CONCRETO VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m ³	1.07	303.84		325.11
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	141.78	5.81		823.74
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS	m ²	6.67	76.86		512.66
MURO DE CONCRETO BAJO					1,059.20
CONCRETO EN MURO BAJO f _c =210 kg/cm ²	m ³	1.09	282.20		307.60
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	38.62	5.81		224.38
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO BAJO	m ²	7.25	72.72		527.22
LOSA ALIGERADA					1,270.19
CONCRETO EN LOSA ALIGERADA f _c =210 kg/cm ²	m ³	0.93	282.23		262.47
ACERO DE REFUERZO f _y =4200 Kg/cm ² .	kg	42.70	5.81		248.09
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m ²	10.68	58.96		629.69
LADRILLO DE TECHO DE ARCILLA DE 30 x 30 x 15 cm	und	89.00	1.46		129.94
ALBAÑILERIA					866.51
MUROS DE ALBAÑILERIA AMARRE DE SOGA DE 0.15M	m ²	11.77	73.62		866.51
REVOQUES Y ENLUCIDOS					3,759.27
RESERVORIO DE 50M³					2,956.23
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO					1,040.21
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO EN PAREDES CARA INTERIOR	m ²	38.01	16.84		640.09
TARRAJEO IMPERMEABILIZADO EN LOSA DE FONDO	m ²	23.76	16.84		400.12
TARRAJEO SIN IMPERMEALIZANTE					1,916.02
TARRAJEO MUROS INTERIORES	m ²	1.73	14.83		25.66
TARRAJEO MUROS EXTERIORES	m ²	49.01	14.83		726.82
TARRAJEO DE VIGA COLLARIN	m ²	11.84	17.48		206.96
TARRAJEO DE CUPULA	m ²	47.52	20.13		956.58
CASETA DE VALVULAS					803.04
TARRAJEO DE MUROS DE CASETA	m ²	23.54	14.83		349.10
TARRAJEO DE COLUMNAS	m ²	7.00	17.48		122.36
TARRAJEO DE VIGAS	m ²	6.67	17.48		116.59
TARRAJEO DE LOSA ALIGERADA	m ²	10.68	20.13		214.99
PISOS Y PAVIMENTOS					185.09
PISOS ACABADOS SEMIPULIDOS	m ²	11.30	16.38		185.09
CARPINTERIA METALICA					900.00
PUERTA METALICA	und	1.00	300.00		300.00
ESCALERA METALICA	und	1.50	400.00		600.00
INSTALACION DE ACCESORIOS EN CASETA DE VALVULAS					1,000.00
INSTALACION DE ACCESORIOS EN CASETA DE VALVULAS	gib	1.00	1,000.00		1,000.00
INSTALACION DE ELECTRICAS EN CASETA					500.00
INSTALACION DE ELECTRICIDAD	gib	1.00	500.00		500.00
COSTO DIRECTO					48,385.32
GASTOS GENERALES					2,419.27
UTILIDAD 10%					4,838.53
SUBTOTAL					55,643.12
IMPUESTO (IGV 19%)					10,572.19
TOTAL PRESUPUESTO					66,215.31

Figura 26. Presupuesto total del reservorio circular.

DISEÑO DE DESARENADOR DE DOS MÓDULOS

El desarenador es una unidad de tratamiento cuya función es separar arena y partículas gruesas en suspensión presentes en el agua cruda a fin de evitar que se originen depósitos en las tuberías de conducción y sobrecarga de arena en los posteriores procesos de tratamiento, esta unidad está compuesta por cuatro zonas: entrada, desarenación, salida, depósito y eliminación de la arena sedimentada.

1. Cálculo hidráulico

Para el diseño se ha considerado algunas recomendaciones de la normativa vigente: NORMA OS. 020 “plantas de tratamiento de agua para consumo humano” y de la guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el Ámbito Rural (RM N° 173 – 2016/ VIVIENDA) y sus actualizaciones.

1.1. Parámetros de diseño

Para el cálculo del desarenador se ha de tomar el caudal máximo diario (Qmd), para ello es esencial encontrar el valor de los caudales a utilizar.

Cálculo de demanda - tasa de crecimiento

Datos:

Tabla 2. Consideraciones iniciales de diseño

r (tasa crecimiento del Distrito)	1.51%	
Viviendas proyectadas	716	viviendas de acuerdo al INEI
población total Año 2017	2,582	habitantes según INEI
Densidad	4.00	hab/viv
periodo de diseño	20.00	Años
Dotación	90	(lt/hab/día) Según guía, zona costera con arrastre hidráulico
Coeficiente de Variación Diaria (K1)	1.30	Según RNE
Coeficiente de Variación Horaria (K2)	2.00	Según RNE 1.8-2.5
Caudal Promedio (Qp)	3.851	Lps
Caudal Máximo Diario (Qmd)	5.006	(Pf*K1) lps
Caudal Máximo Horario (Qmh)	7.702	(Pf*K2) lps

Fuente: elaboración propia

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Tiempo (Años)	Año	Población
0	2021	2,741
1	2022	2,782
2	2023	2,824
3	2024	2,867
4	2025	2,910
5	2026	2,954
6	2027	2,998
7	2028	3,044
8	2029	3,089
9	2030	3,136
10	2031	3,183
11	2032	3,231
12	2033	3,280
13	2034	3,329
14	2035	3,380
15	2036	3,430
16	2037	3,482
17	2038	3,535
18	2039	3,588
19	2040	3,642
20	2041	3,697

Figura 27. *Proyección de la población futura*

1.2. Cálculo de las dimensiones del sedimentador

Las dimensiones del desarenador se calcularon a fin de cumplir con la velocidad horizontal del agua por medio de la sección transversal de la unidad y la velocidad de sedimentación de la arena.

Datos:

- $Q_d = 3.851 \text{ l/s} = 0.0039 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q \text{ máx. diario} = 5.006 \text{ l/s} = 0.005 \text{ m}^3/\text{s}$ (se usará este caudal)
- $N^\circ \text{ de módulos} = 2$

propiedades del agua

- $T^\circ = \text{temperatura del agua} = 22^\circ$
- $\mu = \text{viscosidad cinemática} = 0.01007 \text{ cm}^2/\text{s}$
- $\rho = \text{densidad del agua} = 0.998 \text{ gm/cm}^3$

propiedades de la partícula a remover

- $d_s = \text{diámetro de la partícula} = 0.05 \text{ mm} = 0.005 \text{ cm}$
- $\rho_s = \text{densidad de la partícula de la arena} = 2.650 \text{ gm/cm}^3$

Velocidad de sedimentación de la partícula (Vs) a partir de la fórmula de Hazen y Stokes.

$$V_s = \frac{g}{18} \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} d^2 = \frac{981}{18} * \frac{(2.650 - 0.998)}{0.01007} * (0.005)^2 = 0.224 \text{ cm/s}$$

El tiempo que tarda la partícula en llegar al fondo se calcula teniendo en cuenta una recomendación del libro “Diseño de acueductos y alcantarillado”, este recomienda que H este entre 1.50 y 4.50 m, en cambio la norma OS. 020 recomienda que H este entre 1 m y 3 m, por eso se asumirá una altura que cumpla con ambos.

H = 1.50 m = 150 cm, la altura asumida cumple con ambos parámetros

$$t = H / V_s = 150 / 0.224 = 671.080 \text{ s} \longrightarrow = 11.18 \text{ min}$$

Se tuvo en cuenta que las condiciones ideales no existen, que las velocidades no son constantes, que existen zonas muertas y puede haber partículas no removidas con Vs mayor que Vo. Por tal razón se hace uso de un factor de seguridad, además la eficiencia de las pantallas deflectoras que intentan distribuir uniformemente la velocidad del flujo influyen y esta eficiencia tendrá un valor numérico.

Con respecto a lo mencionado anteriormente, se calculó el número de Hazen teniendo los siguientes datos: porcentaje de remoción (% R) = 75 % y grado del desarenado (n) = 1

$$\#Hz = (V_s/V_o) = \Theta/t$$

Tabla 3. Cálculo del número de Hazen.

Condiciones	Porcentaje de remoción								Observacion
	87.50%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	
n=1	7	4	3	2.3	1.8	1.5	1.3	1	Deflectores deficientes o ausencia de ellos
n=3	2.75		1.66					0.76	Deflectores buenos
n=4	2.37		1.52					0.73	Deflectores buenos
n=max.teo	0.88		0.75					0.5	Caso teorico

fuentes: libro de Ricardo López Cualla

$$\#Hz = (V_s/V_o) = \Theta/t = 3$$

Cálculo del periodo de retención hidráulico (tr)

#Hz= Θ/t $\longrightarrow \Theta = \#Hz * t = 3 * 671.0798143 = 2013.239 \text{ s} = 33.554 \text{ min} = 0.559 \text{ Hr.}$, se recomienda que " Θ " este entre 0.5 y 4 hr entonces esto si se cumple.

Calculo del volumen del desarenador

$$\theta = \frac{V}{Q} \rightarrow V = \theta * Q = 2013.239 \text{ s} * 0.005 = 10.07 \text{ m}^3 = \text{volumen de desarenador}$$

Calculo superficial del desarenador

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{10.07 \text{ m}^3}{1.50 \text{ m}} = 6.711 \text{ m}^2$$

Calculo de las dimensiones del desarenador:

B= 1.12, redondeo = 1.5 m (relación considerada B: L= 1: 3)

L= 4.5 m

Calculo de la carga hidráulica superficial del desarenador:

$$q = \frac{Q}{A_s}, B = \sqrt{\frac{A_s}{Z}}$$

Carga hidráulica = $0.005 / 6.711 = 0.0007451 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{s} = 64.3739 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$

Chequeo del diámetro de la partícula crítica, esta debe ser menor a la partícula de diseño

$$q = V_o = \frac{Q}{A} \Rightarrow V_o = q \quad d_o = \sqrt{\frac{V_o \cdot 18 \cdot \mu_s}{g(\rho_s - \rho)}}$$

Tabla 4. Cálculo de velocidades y diámetro de la partícula

V0	=0.000745	m/s	0.0745	cm/s
d0	0.00289	Cm	0.0289	mm

Fuente: elaboración propia

Partícula de diseño= 0.05 mm, ($d_0 > m$, OK)

También se debe chequear que: $\frac{\theta}{t} = \frac{V_s}{V_0}$,

(Θ/t) = 3 entonces $V_s/V_0 = 3.0$ OK

Chequeo de velocidad horizontal respecto a la máxima recomendada:

$$V_h = \frac{Q}{W} \equiv \frac{V_o \cdot L}{H} < V_{m\acute{a}x} = 20 \cdot V_s \quad V_h < 0.25 \text{ m/s}$$

$$W = 0.005 / 0.00224 = 2.24 \text{ m}^2$$

$$V_h = (0.0745 \cdot 4.5 \cdot 100) / 4.50 = 0.224 \text{ cm/s} = 0.00224 \text{ m/s OK.}$$

$$V_h \text{ m\acute{a}x.} = 20 \cdot 0.224 = 4.470 \text{ cm/s}$$

C\`alculo de elementos de desarenador

vertedero de salida

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84B} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.005}{1.84 \cdot 1.5} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.015 \text{ m}$$

$$V_v = \frac{Q}{B \cdot H_v} = \frac{0.005}{1.5 \cdot 0.015} = 0.224 \text{ m/s}$$

En teor\`ia la velocidad sobre la cumbre del vertedero debe ser mayor de 0.30m/s para poder aplicar en rigor la ecuaci3n del alcance horizontal de la vena vertiente. El valor de 0.224 m/s puede ser aproximado a 0.3 m/s, con lo cual se obtiene:

$$X_s = 0.36 (V_v)^{\frac{2}{3}} + 0.60 (H_v)^{\frac{4}{7}} = 0.36 \cdot 0.224^{\frac{2}{3}} + 0.60 \cdot (0.015)^{\frac{4}{7}} = 0.187 \text{ m, entonces}$$

$$L_v = 0.35 \text{ m.}$$

C\`alculo de acero en desarenador:

Para este c\`alculo se utilizaran los siguientes datos: ancho de muro (a) = 0.1 m, alto muro (inundaci3n) H = 1.35 m, altura agua operaci3n (h) = 1.05 m, altura de suelo (Hs) = 0.5 m, densidad del suelo (qs) = 1.8 Tn/m³, Carga viva en techos de concreto s/c = 200 kg/m², peso del concreto = 2400 kg/m³, peso del acero = 7850 kg/m³, y peso del agua = g = 1,000 kg/m³

El suelo de cimentaci3n tendr\`a una profundidad de 1.50 m, presi3n admisible: $\sigma = 1.00 \text{ kg/cm}^2$, \`angulo de fricci3n interna: $\phi = 30^\circ$ y coeficiente de fricci3n concreto-suelo: $\delta = \frac{2}{3} \phi = 19.33^\circ$ $C_f = \text{tang}(\delta) = 0.35$

Empuje lateral de materiales

Cargas estáticas	
Las cargas de presión lateral del suelo y del agua serán tratadas como cargas vivas en el diseño.	
Presión hidrostática	$K_w = 1.0 @ \frac{1}{3} \text{Hagua}$
Presión lateral en reposo	$K_0 = 1 - \text{sen} \phi = 0.50 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$
Presión activa	$K_A = \tan^2 (45 - \phi/2) = 0.333 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$
Acción sísmica	
Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)	$K_{hd} = 7/8 S_a = 0.21 @ 0.4 \text{Hagua}$
Presión lateral activa incluyendo acción sísmica	(Mononobe-Okabe)
Seudo aceleración horizontal para relleno	$C_h = 0.20g$
Seudo aceleración vertical para relleno	$C_v = 0.10g$
Para suelo seco:	$\theta = \text{Arc tan} (C_h / (1 - C_v)) = 12.53^\circ$
Angulo de inclinación del muro con la vertical	$i = 0^\circ$
Angulo del suelo con la horizontal	$\beta = 0^\circ$
Angulo de fricción entre la pared y el suelo	$\delta = \frac{2}{3} \phi = 20^\circ$
K_{AE}	$= \cos^2 (\phi - \theta - i) / \cos \theta * \cos 2i * \cos (\delta + i + \theta) * A$
A	$= [1 + \sqrt{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta - \theta) / \cos(i + \delta + \theta) * \cos(i - \beta)}] / 2$
K_{AE}	$= 0.493$
Incremento dinámico de presión activa	$\Delta K_{AE} = K_{AE} - K_A = 0.163 @ \frac{2}{3} \text{Hsuelo}$

Figura 28. Cargas estáticas y sísmicas a usar

Los elementos estructurales se diseñan a fin de conseguir una resistencia de diseño en todas las secciones igual a la resistencia requerida.

Notación: U = Carga factorizada, D = Carga muerta, L = Carga viva, E = Carga de sismo, H = Carga de presión del suelo, W = Carga de presión de agua.

Resistencia requerida según ACI 350-01: $U = 1.4D + 1.7L$, $U = 1.4D + 1.7L + 1.7H$, $U = 0.9D + 1.7H$, $U = 1.4D + 1.7L + 1.7W$, $U = 0.9D + 1.7W$, $U = 1.05D + 1.275L \pm 1.4E$, $U = 0.9D \pm 1.43E$

Tabla 5. Empuje activo + acción sísmica

Empuje Activo + acción sísmica + sobrecarga		
Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
$P_A = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_a$		
$= 0.5 * 1.8 * (0.5)^2 * 0.33 = 0.075 \text{ ton}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$	0.012 Tn-m
$\Delta P_{AE} = \frac{1}{2} g_s H_s^2 \Delta K_{AE}$		
$= 0.5 * 1.8 * (0.5)^2 * 0.163 = 0.037 \text{ ton}$	$\frac{2}{3} H_s = 0.333 \text{ m}$	0.0122 Tn-m
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$		
$P_{s/c} = 0.33 * 0.20 * 0.50 = 0.033 \text{ ton}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.25 \text{ m}$	0.0083 Tn-m
$U = 1.3 (1.05H + 1.275L + 1.4E)$ $U = 1.3 * (1.05 * 0.012 + 1.275 * 0.0122 + 1.4 * 0.0083) = 0.05232 \text{ tn-m}$ Mu = 0.052 tn-m		

Fuente: elaboración propia

Tabla 66. Empuje en suelo en reposo sometido a sobrecargas

Empuje de suelo en reposo + sobrecarga		
Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
$P_o = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_o =$		
$= 0.5 * 1.8 * (0.5^2) * 0.5 = 0.113 \text{ ton}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$	0.019 Tn-m
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$		
$= 0.33 * 0.20 * 0.50 = 0.033 \text{ ton}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.250 \text{ m}$	0.0083 Tn-m
$U = 1.3 (1.7H + 1.7L)$ $U = 1.3 (1.7 * 0.019 + 1.7 * 0.0083) = 0.05967 \text{ ton-m}$ Mu = 0.05967 ton-m		

Fuente: elaboración propia.

Tabla 77. Empuje de agua a nivel de inundación

<Empuje de agua a nivel de inundación sin relleno exterior		
Fuerza	Pto. Aplicación	Momento
Pw = ½ g H² =		
= 0.5 * 1* 0.911 ton	⅓ H = 0.450 m	0.410 Tn-m
U = 1.3 (1.7W) 0.906 tn-m Mu= 0.906 tn-m		

Fuente: elaboración propia.

El caso más desfavorable es el empuje de agua a nivel de inundación:

Diseño por Flexión:

To<<mando momento respecto a la base del muro, se tiene que: b= 150 cm, d= 5 cm, Fy= 4200 k g/cm², f'c= 280 kg/cm², Mu= 0.906 tn-m, As = 12.80 cm².

Se emplearán las siguientes formulas: $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$; $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c b}$

As= 10.655 cm², a= 1.254 cm

As= 12.80 cm²

Para Ø 3/8": S = 12.80/0.71 = 18.03 ➡ 19 Varillas @ 7.89 cm, por motivos constructivos se utilizará un espaciamiento de 20 cm.

S (3/8) = 0.71 cm²

Refuerzo mínimo:

ρ mín = 0.0020, As min = 0.002bd: ➡ 2 cm²

Para Ø3/8": S = 0.71/(0.0020x100*15) = 23.67 cm

Corte de fierros:

Refuerzo: USAR Ø3/8" @ 25 cm

As (cm²) = 19 * 0.71= 13.49, OK.

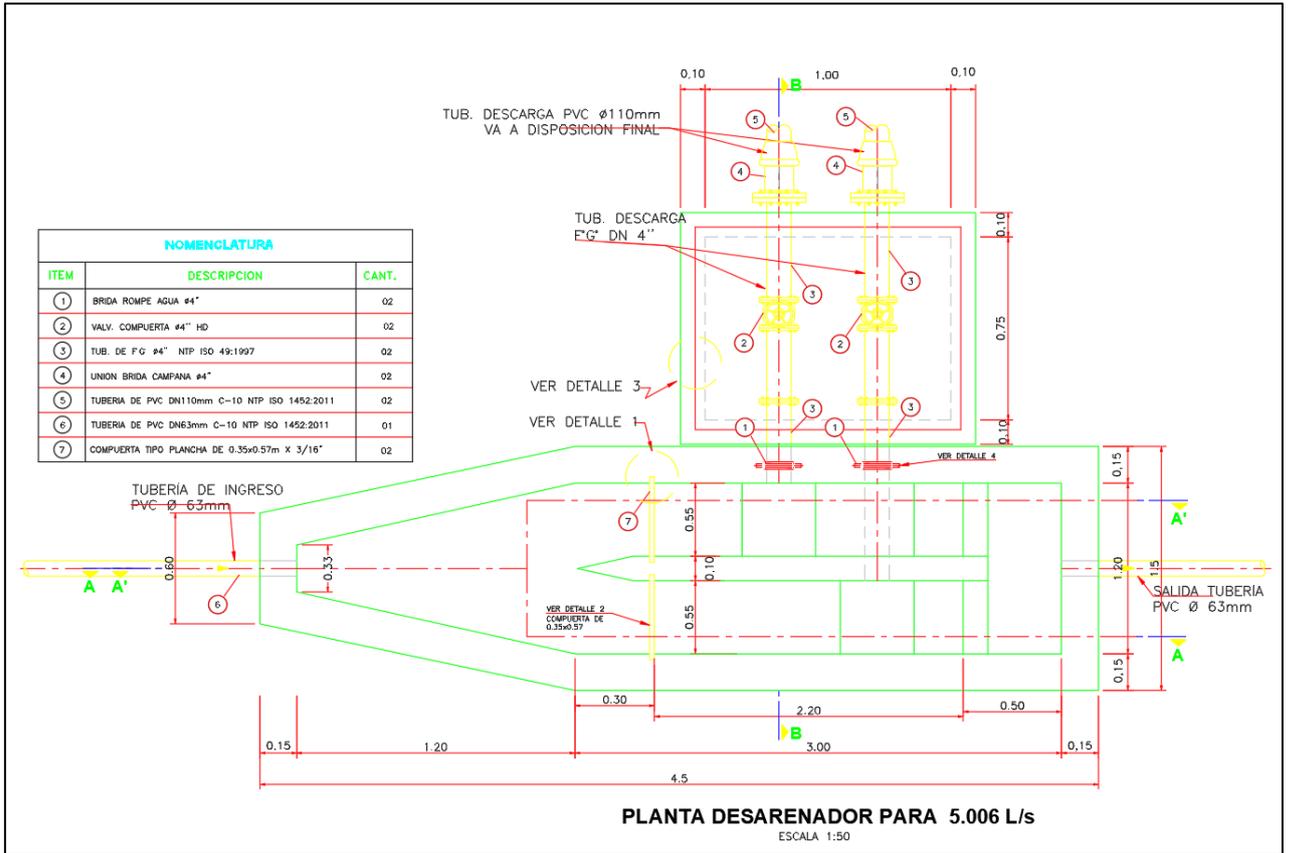


Figura 29. Plano de planta del desarenador

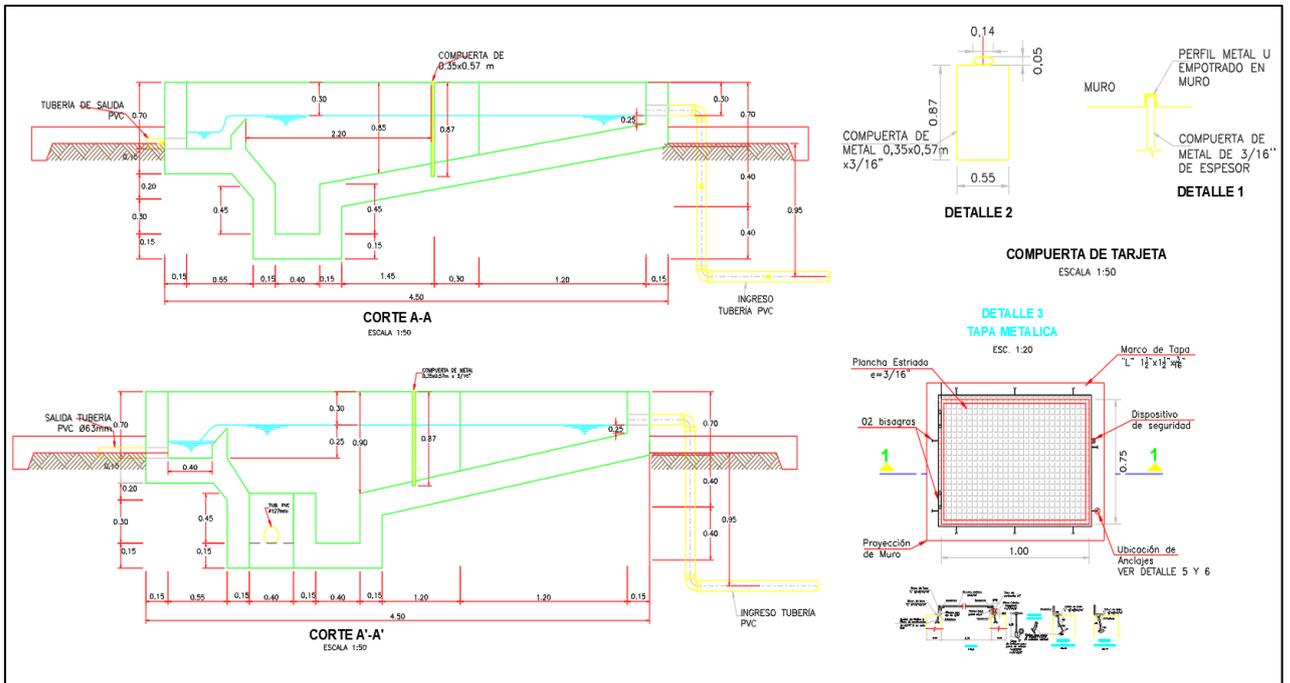


Figura 30. Cortes y detalles del desarenador.

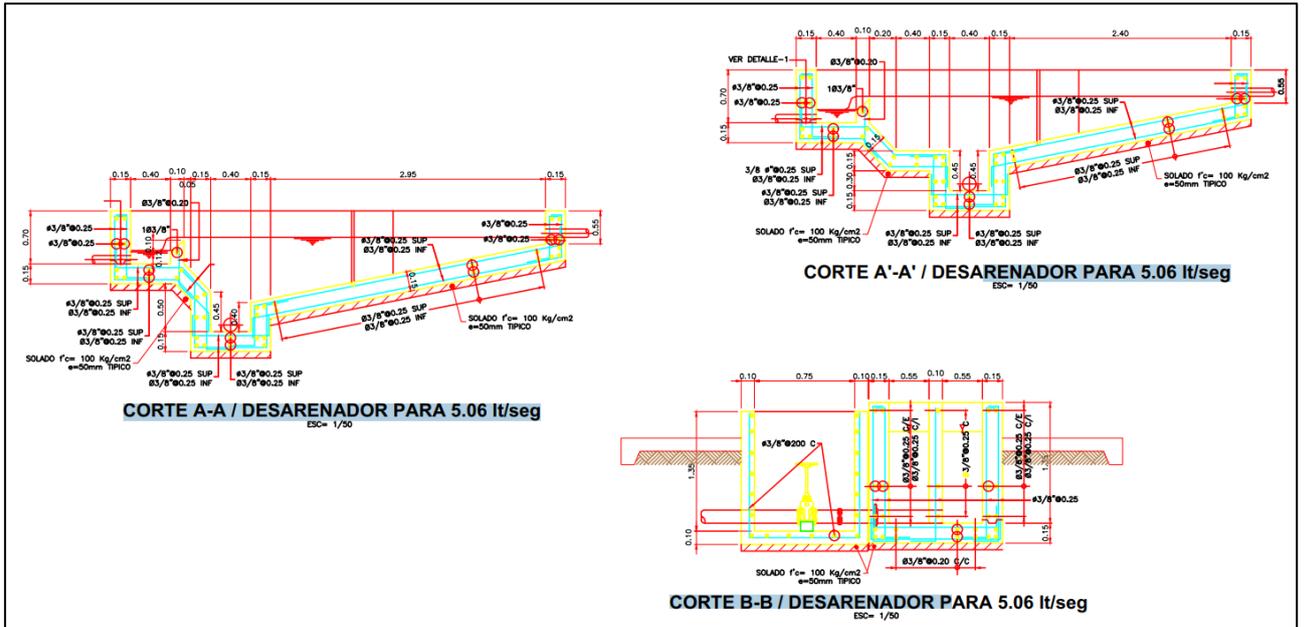


Figura 31. Disposición final de acero en el desarenador

Al finalizar la elaboración de los planos del desarenador se procedió a elaborar el metrado de la infraestructura, este proceso sirvió para elaborar el presupuesto que demandaría la implementación de un desarenador de dos módulos el caserío San Juan de la Virgen, para ello fue esencial el uso del Excel, cabe resaltar que la implementación de un desarenador de dos módulos en el caserío antes mencionado costaría S/. 12223.657 soles, se debe mencionar que el costo de mano de obra se ha obtenido de tablas de CAPECO actualizadas.

PRESUPUESTO DE DESARENADOR					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01.01.	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	9.00	3.9	35.1
01.01.02	TRAZOS Y REPLANTEOS DEL PROYECTO DE OBRA	M2	9.00	3.31	29.79
01.02.	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	10.92375	76.1	831.30
01.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3	6.4737	18.65	120.73
01.02.03	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO	M2	7.2825	5.84	42.530
01.02.04	ELIMINACION DE TERRENO NATURAL 25% DE ESPONJAMIENTO	M3	5.563	28.08	156.197
01.03.	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
01.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS.	M2	0.728	9.52	6.931
01.04.	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
01.04.01	LOSA DE FONDO-PISO				
01.04.01.01	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/LOSA DE FONDO-PISO (Cemento P-V)	M3	1.035	338.04	349.998
01.04.01.02	ENCOFRADO (IHABILITACION DE MADERA) P/LOSA DE FONDO	M2	3.91	69.65	272.332
01.04.01.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARA LOSA DE PISO	KG	80.56	5.81	468.054
01.04.02	MUROS REFORZADOS				
01.04.02.01	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/MUROS REFORZADOS (Cemento P-V)	M3	1.98	338.04	669.319
01.04.02.02	ENCOFRADO TIPO CARAVISTA (WHABILITACION DE MADERA) P/MUROS REFORZADOS	M2	23.3	69.65	1622.845
01.04.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PARA MUROS	KG	120.45	5.81	699.815
01.04.03	OTROS				
01.04.03.01	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE PARA CONCRETO	KG	9.5	10	95
01.04.03.02	CURADOR DE CONCRETO SUPERFICIAL	M2	14.3	15.5	221.65
01.04.03.03	JUNTA HIDROEXPANSIVA 1/2"X1"	ML	16.4	17.92	293.888
01.04.03.04	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	UND	9	19.37	174.33
01.05.	REVOQUES ENLUCIDOS Y VARIOS				
01.05.01	APLICACIÓN DE DOS CAPAS P/IMPERMEABILIZACIÓN (3 X 1 AGUA) DE LOSA DE FONDO	M2	9.74	16.84	164.022
01.05.02	APLICACIÓN DE DOS CAPAS P/IMPERMEABILIZACIÓN (3 X 1 AGUA) DE MUROS REFORZ.	M2	22.04	16.84	371.154
01.06.	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
01.06.01	BRIDA ROMPE AGUA DN 4"	UND	2	220	440
01.06.02	UNION BRIDA CAMPANA DN 4"	UND	2	60	120
01.06.03	TUBERIA PVC P/AGUA U.F. ISO-1452 C-10, DN 63MM	M	5	9	45
01.06.04	TUBERIA PVC P/AGUA U.F. ISO-1452 C-10, DN 110MM	M	10	10.5	105
01.06.05	TUBERIA DE F*G* DN 4" NTP ISO 49:1997	M	5	45	225
01.06.06	COMPUERTA METALICA TIPO TARJETA (0.55x0.87M)	UND	2	200	400
01.06.07	VALVULA DE COMPUERTA HD DN 4"	UND	2	300	600
				COSTO DIRECTO	8559.984
				GASTOS GENERALES	855.998
				UTILIDAD (10%)	855.998
				SUBTOTAL	10271.981
				IGV(19%)	1951.6764
				TOTAL PRESUPUESTO	S/12223.657

Figura 32. Presupuesto del desarenador de dos módulos.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Con la finalidad de lograr un adecuado funcionamiento de la PTAP se brindará un pequeño alcance del contenido que debe tener un manual que brinde especificaciones sobre el mantenimiento del desarenador y del reservorio; la norma OS. 100 “consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria” menciona que la operación y mantenimiento de elementos pertenecientes al sistema de agua potable son esenciales para lograr el correcto funcionamiento y el incremento de la vida útil de dichos elementos.

Unidades de sedimentación

El mantenimiento en las unidades de sedimentación permite que estas trabajen de manera efectiva, ya que, si se descuida esta actividad las unidades de tratamiento como desarenadores o sedimentadores podrían no remover las materias suspendidas en el agua, y esto generaría que los sistemas de filtración u otros se obstruyan. Además, la descomposición de estos sedimentos puede causar sabores y olores en el agua.

Indicaciones previas para la limpieza del desarenador:

- El operador debe contar con elementos adecuados porque la limpieza se realizará manualmente.
- Todos los días el operador debe verificar el nivel de sedimentos en el desarenador porque el mantenimiento consiste en remover totalmente las arenas u otros materiales que estén depositados en el fondo de cada módulo.
- Esta operación debe ejecutarse obligatoriamente cuando el nivel de la arena sobrepasa la altura de 0.30 m.
- Para la limpieza de la unidad es esencial sacar de operación el módulo al que se le realizara mantenimiento, para ello se hace uso de la compuerta tipo plancha.

Herramientas y materiales

Se pueden utilizar diferentes materiales, herramientas y equipos, eso dependerá de la actividad que se realice, sin embargo, se debe tener como mínimo las siguientes herramientas: turbidímetro de campo, pala, carretilla, llave steelson, llave francesa, balde, escobilla, escoba, y brocha y como materiales se debe tener pintura anticorrosiva y repuestos de válvulas.

Equipo de Protección Personal

Es recomendable que todo el personal de la planta utilice equipos de protección personal cuando realicen el mantenimiento.

- cascos de seguridad
- Mascarilla
- Guantes de protección de goma o de cuero para labores mayores, como abertura de compuertas, limpieza, etc.
- Uniforme completo
- Botas de hule

Mantenimiento

El mantenimiento de estas unidades incluye diferentes actividades periódicas que consisten en el drenaje y eliminación de los sedimentos consisten en el drenaje y eliminación de los sedimentos acumulados en el fondo de las estructuras de sedimentación.

Este mantenimiento debe realizarse cada 6 o 8 semanas dependiendo de la calidad del agua cruda y el volumen, si el agua es muy turbia se debe realizar con mayor frecuencia.

Tabla 88. Actividades de mantenimiento del desarenador.

Actividad	Acciones de mantenimiento
Lavado de la unidad	Se debe cerrar las válvulas de entrada del agua cruda.
Limpieza de la cámara de entrada del desarenador	Se debe sacar el material que está depositado en la losa y paredes de la estructura, empleando escobillas.
Limpieza de la cámara de sedimentación	<ul style="list-style-type: none">• Abrir la válvula de drenaje para la eliminación de lodos y dejar que estos sean eliminados por acción del agua.• Con palas, baldes y carretillas sacar los sedimentos hasta dejar limpia la estructura.• Rociar los sedimentos del fondo con una manguera o un balde.• Enjuagar la unidad de sedimentación antes de restaurar el funcionamiento del mismo.
Limpieza de la cámara de salida	Eliminar el material adherido en la losa y paredes de la cámara.
Poner en funcionamiento	Cerrar los drenajes y abrir la válvula para llenar el desarenador y esperar a que el volumen del mismo este lleno para que realice sus funciones.

Fuente: elaboración propia

Es importante no realizar los cortes de suministro en horas de máxima demanda, es recomendable realizarlas durante el medio día o en la tarde, además se debe advertir a los usuarios sobre los cortes de agua, así estos pueden regular su consumo durante el periodo de corte.

Reservorio

Para el reservorio se debe realizar una inspección y limpieza periódica con la finalidad de localizar defectos, grietas u otros desperfectos que puedan ocasionar

fugas o la contaminación del agua potable. Asimismo, al menos 2 veces al año deberá realizarse lavado y desinfección de la estructura utilizando cloro con una dosificación de 50 ppm, también se puede utilizar otro producto similar que garantice las condiciones de potabilidad del recurso hídrico.

Actividades de mantenimiento

- El operador de la planta debe limpiar el área circundante y eliminar cualquier superficie que contenga suciedad o este contaminado
- Se debe revisar si en el reservorio existen grietas o fugas que pueden ocasionar una deficiente funcionalidad de la estructura, de presentarse estos problemas el operador debe reparar dichas fallas.
- Periódicamente se debe limpiar el interior del reservorio, pero la frecuencia dependerá de la calidad del agua y de las condiciones ambientales, para esta limpieza se utiliza una espátula y un cepillo.
- La limpieza se realiza inmediatamente cuando se detecta sedimentos dentro del reservorio, asimismo, se debe tener en cuenta que las válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso deben cuidarse de la corrosión para que eso se cumpla periódicamente se protegen con pintura anticorrosiva y se lubrican cuando se requiera.
- Al igual que el desarenador, en el proceso de mantenimiento del reservorio se deben utilizar equipos de protección personal, especialmente cuando se está en contacto con sustancias tóxicas en espacios semicerrados se debe utilizar la mascarilla adecuadamente.
- Finalmente, la limpieza y mantenimiento se deben programar con la finalidad de no afectar la distribución del servicio de agua, es decir, evitar suspender totalmente el servicio de agua potable.

La parte de discusión correspondiente al proyecto de investigación implica la breve descripción de los resultados obtenidos, los cuales se compararon con los trabajos previos que forman parte de los antecedentes. Con respecto al primer objetivo específico, identificar la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable del caserío San Juan de la Virgen se obtuvo que la planta es de tipo convencional de filtración lenta, su proceso de tratamiento que sirve para eliminar partículas o sedimentos del agua cruda comprende medios físicos como prefiltración, filtración

y desinfección como proceso terminal, las unidades de tratamientos presentes en la PTAP son seis prefiltros de grava, cuatro filtros de arena, y una caseta de cloración, estas unidades están definidas en la norma de saneamiento OS.020, sin embargo, en la planta se encuentra una poza donde se almacena el agua cruda que viene desde la estación de bombeo, además es importante mencionar que en la PTAP existe un deficiente abastecimiento del servicio de agua potable, especialmente durante los meses que se le realiza mantenimiento al canal de regadío Miguel checa a causa de la reducida capacidad de almacenamiento del reservorio, asimismo se observaron diferentes mantenimientos y reparaciones que se deben realizar en las diferentes unidades de tratamiento.

Ullauri, Ileana (2015) en base a un estudio que realizó con la finalidad de mejorar la planta potabilizadora de agua en Casacay, Cantón Pasaje (Ecuador), concuerda con algunas características que presenta la PTAP del Caserío San Juan de la Virgen, ya que se hace mención a que la fuente de captación es de tipo superficial. Sin embargo, la planta potabilizadora de Casacay capta el agua cruda desde el río Casacay que pertenece a la subcuenca hidrográfica del río Casacay, una vez captada el agua cruda esta es transportada a través de una tubería de 200 mm hacia el desarenador y luego hacia la planta de tratamiento, cuyo tipo es una planta de filtración lenta de arena que consta de un cajón de entrada, tres filtros lentos, caseta de cloración que no funcionaba, dos reservas bajas de 80 y 100 m³, caseta de guardianía y dos cajones de salida a las redes de distribución, sus estructuras de hormigón se encuentran en buen funcionamiento y tres operadores se encargan del mantenimiento y operación de la planta.

El proceso de tratamiento del agua cruda en ambas plantas de tratamiento es diferente, sin embargo, como último proceso se realiza la desinfección, para asegurar la calidad del agua potable que se distribuirá y además en el caso peruano es obligatorio que este proceso sea el último que se utilice cuando se realizan procesos de tratamiento físicos, en la norma peruana OS. 020 "Plantas de tratamiento de agua para consumo humano" se brindan diferentes parámetros y características que debe presentar una planta de tratamiento. Otra de las diferencias que se presentan en las plantas es que la planta del caserío San Juan de la Virgen presenta un solo reservorio, mientras que la otra presenta dos

reservorios, por esa razón es necesario mencionar que cuando existen dos reservorios en una PTAP, el mantenimiento de estas unidades es más eficiente porque mientras a un reservorio se le realiza la correcta desinfección el otro seguirá cumpliendo la función de almacenar agua potable y distribuirla, esto ayudara a evitar la discontinuidad del servicio de agua.

En ambas plantas existen operarios que se encargan del mantenimiento y operación de la planta, pero en ninguna de ellas el personal recibe capacitación técnica, sin embargo, es esencial que el personal reciba capacitación con la finalidad de aprender a realizar adecuados mantenimientos considerando los parámetros de las normas de saneamiento, los autores García y Correa (2018) no están de acuerdo con que se contrate personal poco calificado porque el operador calificado puede brindarle capacitación a los pobladores acerca del mantenimiento de las diferentes unidades de tratamiento y puede brindar soluciones a los problemas que se presenten en campo. La planta que estudian los últimos autores presenta deficiencias causa de la antigüedad de la estructura, en cambio la PTAP de estudio presenta fisuras y otras reparaciones a pesar de tener una antigüedad de 5 años,

Con respecto al segundo objetivo específico, identificar las acciones de mejora en las diferentes unidades de tratamiento de la PTAP del caserío San Juan de la Virgen se ha identificado que se necesita de la implementación de un desarenador de dos módulos para que se puede realizar una adecuada eliminación de los sedimentos mediante la acción de la gravedad, puesto que , la estructura que almacena el agua cruda no cumple adecuadamente esta función y solo se utilizaría para almacenar agua durante los periodos que se corta el agua de la captación a causa del mantenimiento que se le realiza a su principal fuente de captación (canal de regadío miguel checa) además se necesitan realizar diferentes mantenimientos y reparaciones de los elementos de tratamiento como el mantenimiento de los filtros lentos de arena, reparaciones de los muros de prefiltros de grava, pintura en la cúpula, desprendimiento de enlucido, cambiado de válvula compuerta, además se deberá implementar un nuevo reservorio circular de 50 m³ con la finalidad de reducir el desabastecimiento de agua potable durante los periodos que se le realiza mantenimiento al canal de regadío Miguel Checa, asimismo la implementación de

esta estructura permitirá proporcionar una adecuada distribución del servicio de agua elevando la cantidad de horas de repartición y la cantidad de días.

En base a esto Zegarra, Cisley (2019) obtuvo los siguientes resultados: que la capacidad del reservorio actual es de 500 m³, por lo tanto, se deberá implementar un nuevo reservorio a fin de tener un suministro de las 24 horas, llegando a mejorar el abastecimiento que se presenta en la zona que es de 17 horas al día.

Asimismo, Dueñas, Rodrigo (2016) menciona en su proyecto de investigación que la evaluación permite identificar las fallas que se presentan en los elementos de saneamiento y concuerda con lo mencionado porque el mantenimiento que se le realiza a los diferentes elementos de tratamiento ayuda a prolongar su vida útil, a pesar de tener estructuras completamente diferentes la finalidad de estos trabajos de investigación es identificar fallas en estructuras que brindan un servicio a la comunidad, se debe tener en cuenta que para estructuras de esta calidad es vital que lo primordial sea asegurar la calidad del recurso que se distribuirá. Mientras que la planta del caserío san juan de la virgen necesita de la implementación de dos elementos estructurales, la PTAP del distrito de Yauri necesita de la instalación de un sistema de bombeo automático de agua filtrada para aumentar el tiempo de retención en el proceso de floculación.

La propuesta de mejoramiento que el investigador proponga debe cumplir con ciertos requisitos que son esenciales en los proyectos de saneamiento, por esa razón para el diseño de elementos de saneamiento se debe utilizar el reglamento nacional de edificaciones, en especial la norma OS.020 Y OS.100.

Con respecto al tercer objetivo específico, calcular el costo de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío San Juan de la Virgen, se ha obtenido que el costo de los mantenimientos y reparaciones que se necesitan realizar en la PTAP es de S/.1763.84 soles, este costo se ha obtenido teniendo en cuenta algunas tablas de CAPECO, por esa razón el presupuesto es referencial ya que los precios pueden variar dependiendo del lugar y del año en que se realice la construcción, además se debe mencionar que el costo que se necesitara para la implementación de un reservorio circular de 50 m³ de capacidad

en la PTAP es de S/.66215.31 soles, este precio incluye la caseta de válvulas que es esencial en todo reservorio.

Es esencial que cuando se proponga una alternativa de solución como la construcción de un reservorio, se brinde un valor monetario para tener un alcance del costo que supondría la ejecución de una nueva obra. Ullauri, Ileana (2015) concuerda con lo mencionado, puesto que, en su proyecto de investigación ha brindado el costo de su propuesta de solución para el mejoramiento de la planta potabilizadora Casacay, la autora menciona que la implementación de una planta potabilizadora utilizando la tecnología de filtración en múltiples etapas tendrá un costo total de 103785.4 dólares. Sin embargo, esto depende de los objetivos que se presenten en el proyecto de investigación pues Zegarra, Cisley (2018) en su trabajo de investigación menciona que es necesario implementar un reservorio de 10 m de altura y 21 m de diámetro a fin de suministrar un adecuado servicio por 24 horas. Por otro lado, Otero, Ana y Rodríguez, Luis (2020) en su proyecto mencionan alternativas de mejora de la PTAP del Corregimiento Pradilla, Municipio Mesitas del Colegio y una de ellas es la adición de un desarenador cuyas dimensiones cumplen con las recomendaciones de REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO.

A pesar de que los antecedentes son diferentes presentan soluciones similares con la finalidad de mejorar la planta de tratamiento de la zona que están estudiando y mejorar el suministro de agua potable, cabe recalcar que el suministro de agua debe ser continuo y a las unidades de tratamiento presentes en una PTAP se le debe realizar un adecuado mantenimiento con la finalidad de ampliar su vida útil de cada elemento.

VI. CONCLUSIONES

1. Se ha identificado que la PTAP del caserío San Juan de la Virgen es de tipo convencional, su principal fuente de captación es el canal de regadío Miguel Checa, tiene una estructura de tierra rodeada por una geomembrana de alta densidad cuya función es almacenar el agua cruda proveniente desde la fuente de captación, asimismo, las unidades de tratamiento que tiene son 6 prefiltros de grava, 4 filtros lentos de arena y una caseta de cloración, una vez que termina el proceso de tratamiento el agua se almacena en su reservorio circular. Esta PTAP presenta deficiencias como el desprendimiento del enlucido en las paredes externas del reservorio, fisuras del enlucido en algunas paredes de los prefiltros de grava, descascaramiento de la pintura en la cúpula del reservorio, acumulación de algas en la fuente de almacenamiento de agua cruda, los filtros lentos de arena requieren de mantenimiento, y la capacidad del reservorio es insuficiente porque cuando se le realiza mantenimiento al canal de regadío, la planta deja de recibir agua y por tanto no puede distribuir agua hacia la localidad. La PTAP reparte el servicio de agua potable durante dos días a la semana, específicamente dos horas cada día.
2. Las alternativas de solución que se han identificado para mejorar la planta de tratamiento de agua potable del caserío san juan de la virgen, es realizar diferentes mantenimientos en los filtros lentos de arena, la fuente de almacenamiento de agua cruda, la fuente de captación porque presenta acumulación de sedimentos. Asimismo, se deben realizar trabajos para reparar los desprendimientos del enlucido o fisuras, además lo más esencial es realizar el diseño de un reservorio circular de 50 m³ con la finalidad de compensar el volumen faltante que se necesita para poder distribuir adecuadamente el recurso hídrico, asimismo con la finalidad de realizar un adecuado mantenimiento al agua cruda y teniendo en cuenta que la poza que almacena el agua cruda no cumple ninguna función más que de la de almacenamiento se ha creído conveniente proponer la implementación de un desarenador de dos módulos.

3. El costo de los mantenimientos y las reparaciones que se necesitan realizar en la PTAP es de S/.1763.84 soles, reservorio que se ha propuesto para mejorar el deficiente abastecimiento de agua es de 50 m³ y tiene 6 m de diámetro y 3.787 m de alto, la implementación de este nuevo reservorio tendría un costo de S/. 66215.31 soles. La implementación de este elemento será esencial para mejorar el suministro de agua en el caserío san juan de la virgen y sobre todo aumentar la capacidad de almacenamiento de agua potable en especial para evitar cortes durante el mantenimiento del canal de regadío Miguel Checa. Por ultimo y no menos importante se ha obtenido que se necesita de un desarenador de dos módulos para poder realizar un adecuado tratamiento al agua potable y evitar la acumulación de sedimentos en las unidades de tratamiento posteriores. Esta estructura tendrá un ancho de 1.50 m, un largo de 4.5 metros y una profundidad de 1.5 m y tendría un costo de 12223.657 soles, además cabe mencionar que las dimensiones cumplen con lo recomendado en la norma de saneamiento OS.020.

VII. RECOMENDACIONES

1. La operación y mantenimiento de la PTAP del caserío San Juan de la Virgen es realizado por la JASS de la zona, pero esta organización no realiza una adecuada función porque la eficiencia de la planta en parte depende de la JASS. Por esa razón, es necesario que reciban una capacitación por parte del área técnica de la municipalidad del distrito Ignacio Escudero para que puedan conocer cómo realizar una adecuada operación y mantenimiento de las diferentes unidades de tratamiento de la PTAP, ya que de esta manera se evitará inconvenientes que puedan ocasionar la discontinuidad del servicio de agua potable, además es recomendable realizar una capacitación sobre la organización y las diferentes funciones que debe cumplir una JASS a fin de mejorar la organización de la junta administrativa de la zona.
2. Los nuevos investigadores podrían realizar un estudio para identificar si la calidad del agua cumple con los parámetros indicados en la normativa de calidad de agua para consumo humano, esto permitirá complementar el proyecto de investigación porque de esa manera se comprobará si los parámetros de las características del agua que se suministra a la población de la zona son los adecuados o se encuentran dentro de los rangos admisibles, este estudio servirá más que todo para corroborar si la dosificación de cloro gas es la adecuada o si es necesario aumentar o disminuir la dosificación.
3. Los nuevos investigadores pueden realizar la elaboración de un manual técnico de operación y mantenimiento para la PTAP de la zona especificando las actividades que se deben realizar para conseguir un adecuado mantenimiento de las diferentes unidades de tratamiento, los plazos que son necesarios para brindar mantenimiento ya sean mensuales o anuales, las herramientas y materiales que se necesitan para realizar las actividades preventivas o correctivas según corresponda, dosificación de cloro gas que se necesita para la desinfección del agua filtrada, también se puede agregar la dosificación de hipoclorito de sodio que se necesita para desinfectar las diferentes unidades de tratamiento, y las especificaciones para llevar un correcto control de la funcionalidad de la PTAP.

4. El costo de las propuestas de mantenimiento de la PTAP puede reducir, especialmente la mano de obra, pero eso dependerá de las medidas que tome la JASS de la zona, puesto que, hay muchos moradores que incumplen con el pago del servicio de agua potable y es posible que la JASS negocie con ellos a fin de conseguir que ellos realicen el mantenimiento de las diferentes unidades de tratamiento teniendo en cuenta que antes de realizar esas actividades deben recibir una capacitación sobre el adecuado mantenimiento de las unidades de tratamiento.

REFERENCIAS

1. ADRIANZÉN Gómez, Mellissa y NUÑERA Díaz, Luis. Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento Nuevo San Martín, distrito de Huarmaca, Huancabamba, Piura, 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: universidad César Vallejo, escuela profesional de ingeniería civil, 2018, 331 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35319>.
2. AGUA segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. TORRES, Camilo [et al]. *Revista De Salud Pública* [en línea]. Julio-agosto 2017, vol.19, n°.4, pp. 453-459. [fecha de Consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v19n4/0124-0064-rsap-19-04-00453.pdf>. ISSN:0124-0064.
3. CANH, Vu, FURUMAI, Hiroaki y KATAYAMA, Hiroyuki. Removal of pepper mild mottle virus by full-scale microfiltration and slow sand filtration plants. *Npj Clean Water* [en línea]. Diciembre 2019, vol. 2, n°.18, pp. 1-7. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=50890116&lang=es&site=ehost-live>. ISSN: 2059-7037.
4. COMBINING physicochemical properties and microbiome data to evaluate the water quality of south african drinking water production plants. MAGUVU, T. E [et al]. *PLoS ONE* [en línea]. Agosto 2020, vol. 15 (8), pp. 1-21. [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237335>. ISSN: 1932-6203.
5. COMPLEX odor control based on ozonation/GAC advanced treatment: Optimization and application in one full-scale water treatment plant. XIA, Ping [et al]. *Environmental Sciences Europe* [en línea]. Marzo 2020, vol. 32 (50), pp. 1-12. [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en: <https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-020-00313-w>. ISSN: 2190-4707.

6. CONSUMO sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. MOLINA, Eduardo [et al]. *Ingenius Revista de ciencia y tecnología* [en línea]. Julio-diciembre 2018, n°.20, pp. 28-38. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en:
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2018000200028&lng=es&nrm=iso.
ISSN: 1390-650X/ 1390-860X.
7. CRUZ Corcino, Rita y MARCELO Ponce, Irving. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del C.P. de barrio Piura y Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, provincia de Casma – Ancash. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chimbote: Universidad Nacional Del Santa, escuela profesional de ingeniería civil, 2018, 161 pp. Disponible en:
<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3272>.
8. DEVELOPMENT of an environmental decision support system for enhanced coagulation in drinking water production. SUQUET, Jordi [et al]. *Water (Switzerland)* [en línea]. Agosto 2020, vol. 12 (8): 2115, pp. 1-17. [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2020]. Disponible en:
<https://doi.org/10.3390/w12082115>.
ISSN: 2073-4441.
9. DUEÑAS Corrales, Rodrigo Luis. Evaluación y mejoramiento de Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente, 2016, 325 pp. Disponible en:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5780>.
10. ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. *Conrado: Revista pedagógica de la universidad de Cienfuegos* [en línea]. Julio- septiembre 2019, vol. 15, n°. 69, pp.171-180. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso.
ISSN: 1990-8644.

11. ESTIMATION of Turbidity in Water Treatment Plant using Hammerstein-Wiener and Neural Network Technique. GAYA, M.S [et al]. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* [en línea]. Marzo 2017, vol. 5, n°.3, pp. 666-672. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
http://eprints.utm.my/id/eprint/74899/1/NorhalizaAbdulWahab_EstimationofTurbidityinWaterTreatment.pdf.
ISSN: 2502-4752.
12. EVALUACIÓN del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw® y Olla Cerámica. PÉREZ, Andrea [et al]. *Revista de salud pública* [en línea]. Abril 2016, vol. 18, n°. 2, pp. 275-289. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642016000200011&lng=en&nrm=iso.
ISSN: 0124-0064.
13. EVALUATION of water services system through LCA. A case study for Iasi City, Romania. BARJOVEANU, George [et al]. *International Journal of Life Cycle Assessment* [en línea]. Febrero 2014, vol. 19, n°.2, pp. 449–462. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=94061594&lang=es&site=ehost-live>.
ISSN: 0948-3349.
14. GARCÍA Bautista, Brandon y CORREA Bellido, Ludwig. Diagnóstico y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de La Palma - departamento Cundinamarca- Colombia. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica De Colombia, Facultad de Ingeniería, 2018, 158 pp. Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16362/1/TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
15. Gobierno invierte más de S/. 148 millones en obras de saneamiento en Sullana [en línea]. *Andina*: Lima, Perú, 24 de abril de 2020. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en:

- <https://andina.pe/agencia/noticia-gobierno-invierte-mas-s-148-millones-obras-saneamiento-sullana-503399.aspx>.
16. GUZMÁN, Blanca Lisseth, NAVA, Gerardo, y DÍAZ, Paula. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad y mortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica Revista del Instituto Nacional de Salud* [en línea]. 2015, vol. 35 (2), pp. 177-190. [fecha de Consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725018>.
ISSN: 0120-4157.
 17. HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación: las rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta [en línea]. 2.º ed. México: McGRAW-HILL, 2018, 753 pp. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8072.
ISBN: 9781456260965.
 18. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA María. Metodología de la investigación [en línea]. 6.º ed. México: McGRAW-HILL, 2014, 634 pp. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
ISBN: 9781456223960.
 19. IMPLEMENTACIÓN de un sistema de recolección y cloración para la potabilización automatizada. OROZCO, Jhonny [et al]. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* [en línea]. Enero-junio 2020, vol. 5, n.º.9, pp. 508-527. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7437982>.
ISSN 2542-3088.
 20. LIFE cycle assessment of drinking water: Comparing conventional water treatment, reverse osmosis and mineral water in glass and plastic bottles. GARFÍ, Marianna [et al]. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Noviembre 2016, vol. 137, n.º. 1, pp. 997–1003. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.218>. ISSN: 0959-6526

21. Liu, Haizhou y YU, Xuejun. Hexavalent chromium in drinking water: Chemistry, challenges and future outlook on Sn (II)- and photocatalyst-based treatment. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* [en línea]. Agosto 2020, vol. 14 (5), p. 88. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en:
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=32839673&lang=es&site=ehost-live>.
ISSN: 2095-2201.
22. LOMBANA, Lucia, LEÓN, Jorge y RUIDÍAZ, William. Construcción de una miniplanta de tratamiento de agua potable en la comunidad indígena Zenú. *RIADS: Revistas De Investigación Agropecuaria Y Desarrollo Sostenible* [en línea]. Enero- diciembre 2016, vol. 1, n°. 1, pp. 23-31. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en:
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/riads/article/view/430>.
ISSN: 2539-0562.
23. MINISTERIO De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. Norma OS.020: Plantas De Tratamiento De Agua Para Consumo Humano. Lima-Perú, 2009. 15 pp.
24. MINISTERIO De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. Norma OS.030: Almacenamiento De Agua Para Consumo Humano. Lima-Perú, 2009. 3 pp.
25. MUNICIPALIDAD Distrital De Ignacio Escudero, 28 de octubre del 2020. Disponible en: <http://muniignacioescudero.gob.pe/datos-geograficos/>
26. NAJUL, María Virginia y BLANCO S, Henry A. Estrategias de mejora continua en plantas potabilizadoras venezolanas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela (UCV)* [en línea]. 2014, vol.29, n°.1, pp. 37-50. [fecha de Consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en:
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652014000100006&. ISSN 0798-4065.
27. ORDINOLA Saavedra, Evelyn. Diseño de la planta de tratamiento de agua potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero. Tesis (Optar Título de Ingeniero Civil). Piura: universidad de Piura, facultad de ingeniería, 2019, 187 pp. Disponible en:

- <https://hdl.handle.net/11042/4337>.
28. OTERO Torres, Ana María y RODRÍGUEZ Rivera, Luis Miguel. Propuesta de mejoramiento de la PTAP en el corregimiento Pradilla del municipio de Mesitas del Colegio. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Bogotá D.C: Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, 2020, 70 pp. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1185
 29. PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción* [en línea]. 2015, vol. 31, n°. 1, pp. 1137-1156. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>.
ISSN: 1012-1587.
 30. ROMÁN García, Eugenio Alfredo. Mejoramiento y ampliación del servicio de Agua Potable en el Centro poblado Bellavista de Cachiaco, Distrito Pacaipampa, Provincia Ayabaca, Piura-marzo 2019. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Piura: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, 2019, 151 pp. Disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15030>.
 31. SALAMANCA, Eduard. Tratamiento de aguas para el consumo humano. *Revista: Módulo Arquitectura CUC* [en línea]. Septiembre 2016, Vol.17, n°.2, pp. 29-48. [fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=123471805&lang=es&site=ehost-live>.
ISSN: 0124-6542.
 32. SISTEMA de tratamiento de aguas superficiales para consumo humano en la microcuenca del Río Carrizal, Ecuador. CARREÑO, Ángela [et al]. *La Técnica: Revista académica y científica de la universidad técnica de Manabí especializada en agrocencias* [en línea]. Enero-junio 2019, N°.21, pp. 97-112. [fecha de consulta: 20 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7018035>.
ISSN: 2477-8982.
 33. ULLAURI Granda, Ileana Olinda. Estudio para el mejoramiento de la planta potabilizadora de agua en Casacay Cantón Pasaje Provincia de El Oro. Tesis

- (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica De Machala, unidad académica de ingeniería civil, 2015, 164 pp. Disponible en: http://186.3.32.121/bitstream/48000/5151/1/TPTUAIC_2015_SANIT_CD0021.pdf.
34. VARÓN, Manuel, RESTREPO, Álvaro y GUERRERO, Jhoniers. Drinking Water for Domestic Use: Life Cycle Analysis and Hypothetical Environmental Management Scenarios for the City of Pereira, Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea]. Julio-diciembre 2019, vol.18, n°.35, pp.13-31. [fecha de Consulta: 29 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22395/rium.v18n35a2>.
ISSN: 1692-3324/ 2248-4094.
35. ZEGARRA Pino, Cisley. Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito Puente Piedra, provincia de Lima en el 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, escuela académico profesional de ingeniería civil, 2019, 119 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35452>.

ANEXOS

Anexo : Guía de observación

Planta de tratamiento de agua potable				
Captación:	Tipo I	Tipo II-A		Tipo II-B
	Superficial		Subterránea	
	Descripción			Cumple con la norma
				SI NO
Ubicación:				
Capacidad:				
Vías de acceso:				
Área:				
Unidades de tratamiento:	Descripción técnica	Estado de la infraestructura	Presente en la PTAP	
			SI	NO
Desarenadores				
Sedimentadores				
Prefiltros de grava				
Filtros lentos				
Tanque de cloración				
Tanque de almacenamiento subterráneo				
	Descripción			
Cantidad del agua				
Calidad del agua				

Anexo 4

Encuesta



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENCUESTA PERSONAL

Los estudiantes de la Universidad César Vallejo tienen el agrado de saludarlo (a) y solicitarle su apoyo para llenar la siguiente encuesta que tiene por finalidad determinar la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) del caserío San Juan de la Virgen. Lea correctamente cada pregunta, marque con una (x) la respuesta que considere pertinente, y responda de ser necesario.

Ocupación: -----

1. ¿Cómo calificarías el funcionamiento de la planta de tratamiento?

Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo

2. ¿El servicio de agua potable abastece a todos los domicilios de la zona?

SI NO

3. ¿Con qué frecuencia se abastece con servicio de agua a la población?

1 día/semana 2 días/semana 3 días/semana 4 días/semana

Toda la semana

4. ¿Cuál es el suministro diario de agua potable durante esos días en la zona?

1-5 horas 5-10 horas 10-15 horas 15-20 horas

Todo el día

5. Si la PTAP no abastece toda la semana. ¿Por qué el servicio de agua potable no es continuo?

Deficiente abastecimiento de la fuente de captación

Falta de capacidad de almacenamiento

Ausencia de mantenimiento en la PTAP

Infraestructura de la PTAP en mal estado

Otro -----

6. ¿Cada cuánto tiempo se le realiza mantenimiento a la PTAP?

Mes 3 meses 6 meses año desconoce

7. ¿Qué procedimientos se realizan para tratar el agua?, puede dar varias respuestas.

- Coagulación
- Floculación
- Sedimentación
- Filtración
- Desinfección
- Otro-----

8. ¿Se realiza desinfección del sistema de agua?,. De ser así, especificar que producto se utiliza.

SI, NO

9. ¿Cómo es el agua que se consume?

- Agua clara
- Agua turbia
- Agua que tiene color (rojizo, plomo, amarillo)
- Otro -----

10. ¿Cómo califica la capacidad de almacenamiento del agua?

Muy eficiente eficiente regular deficiente Muy deficiente

11. ¿Cree que la ampliación de la capacidad de almacenamiento del agua mejoraría la funcionalidad de la PTAP?

Definitivamente si si tal vez no definitivamente no

12. Según su experiencia, ¿cuál es el estado actual de la PTAP en términos de eficiencia y funcionamiento?

13. ¿Qué alternativas propondría para mejorar la situación?

Anexo 5:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Lucio Sigifredo Medina Carbajal con DNI N° 40534510 Magister en Gestión Pública, de profesión Ingeniero Civil con CIP N° 76695, desempeñándome actualmente como Docente Universitario en la Universidad César Vallejo - Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación los instrumentos.

Guía de observación y cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de observación de la PTAP	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

Cuestionario para los operadores de la PTAP	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Excelente
1. Claridad				x	
2. Objetividad				x	
3. Actualidad				x	
4. Organización				x	
5. Suficiencia				x	
6. Intencionalidad				x	
7. Consistencia				x	
8. Coherencia				x	
9. Metodología				x	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 12 días del mes de noviembre del dos mil veinte.



Mgtr. : LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL

DNI : 40534510

Especialidad : Ingeniería Civil - Gestión Pública

E-mail : lmedinac@ucvvirtual.edu.pe

Anexo 6: Planta de tratamiento de agua potable del caserío San Juan de la Virgen.



Fuente: fotografía tomada por los autores

Anexo 7: Instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable del caserío San Juan de la Virgen.



Fuente: fotografía tomada por los autores

Anexo 8: Presencia de algas en las unidades de tratamiento de la PTAP.



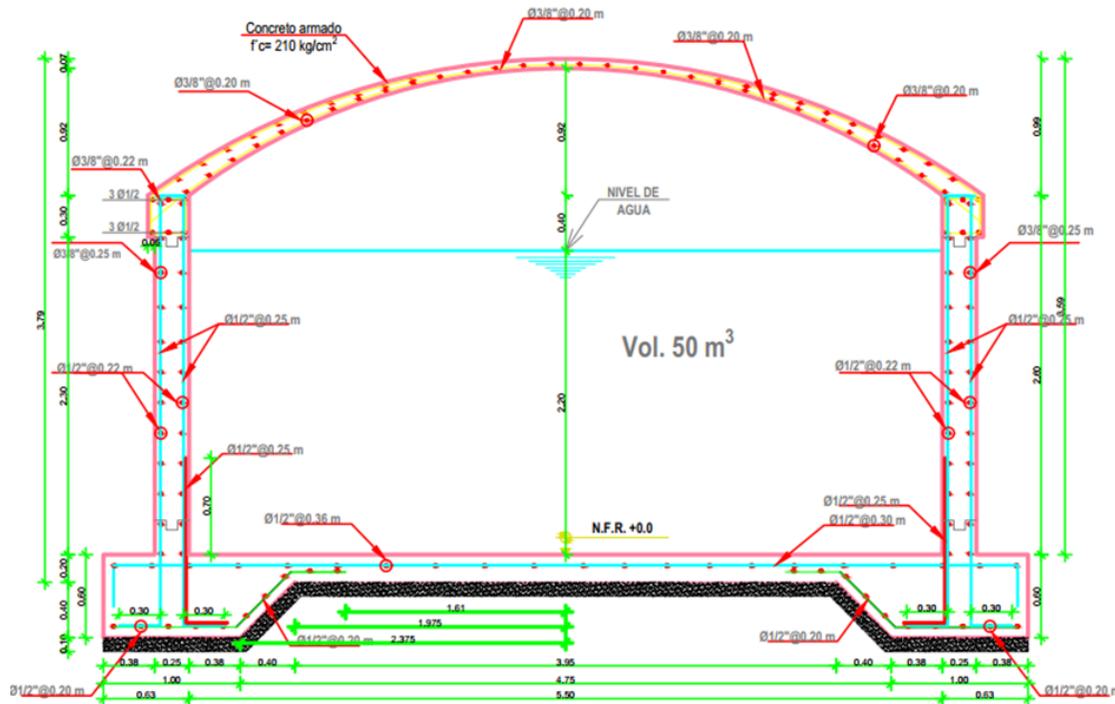
Fuente: fotografía tomada por los autores

Anexo 9: Presupuesto de mantenimientos y reparaciones

Presupuesto					
Presupuesto	1102001	COSTO DE MANTENIMIENTO Y REPARACION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO.			
Subpresupuesto	001	COSTO DE MANTENIMIENTO Y REPARACION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO			
Ciente	CASERIO SAN JUAN DE LA VIRGEN			Costo al	24/06/2021
Lugar	PIURA - SULLANA - IGNACIO ESCUDERO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	MANTENIMIENTOS DE ELEMENTOS UNITARIOS DE LA PTAP				1,288.89
	mantenimiento del tramo del canal de regadío Miguel Checa donde se realiza la captacion.	m2	10.21	9.67	98.73
	mantenimiento de la fuente de almacenamiento de agua cruda	glb	1.00	307.07	307.07
	mantenimiento de filtros lentos de arena	glb	1.00	91.96	91.96
	reparacion de las paredes de los prefiltros	m2	6.00	33.69	202.14
	reparacion del desprendimiento de tarrajeo	m2	1.50	14.13	21.20
	cambio de valvula malograda	glb	1.00	270.95	270.95
	PINTURA	glb	1.00	296.84	296.84
	COSTO DIRECTO				1,288.89
	GASTOS GENERALES				64.44
	UTILIDAD 10%				128.89
	SUBTOTAL				1,482.22
	IMPUESTO (IGV 19%)				281.62
	TOTAL PRESUPUESTO				1,763.84
	SON : UN MIL SETECIENTOS SESENTITRES Y 84/100 NUEVOS SOLES				

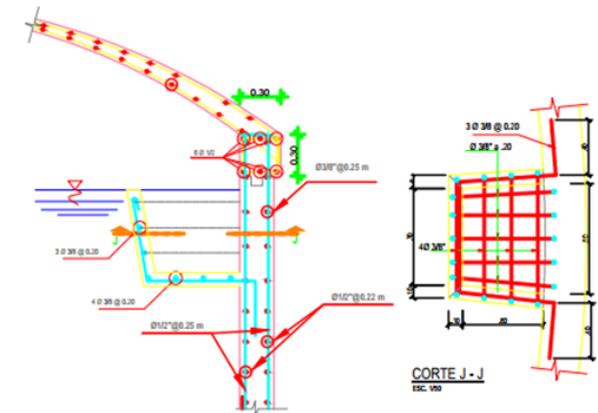
Fuente: elaboración propia

Anexo 10: Detalle de la armadura del reservorio



DETALLE DE LA ARMADURA DEL RESERVORIO

ESC. 1/50

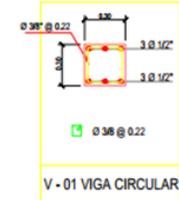


DETALLE DE REFUERZO EN CUBIERTA ANILLO Y VERTEDERO DE REBOSE

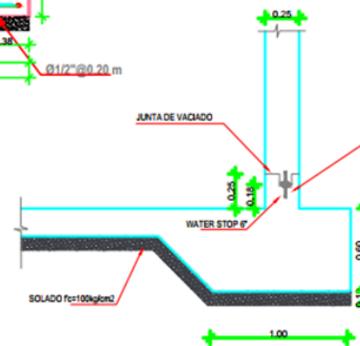
ESCALA: 1/50

CORTE J - J

ESC. 1/50



V - 01 VIGA CIRCULAR

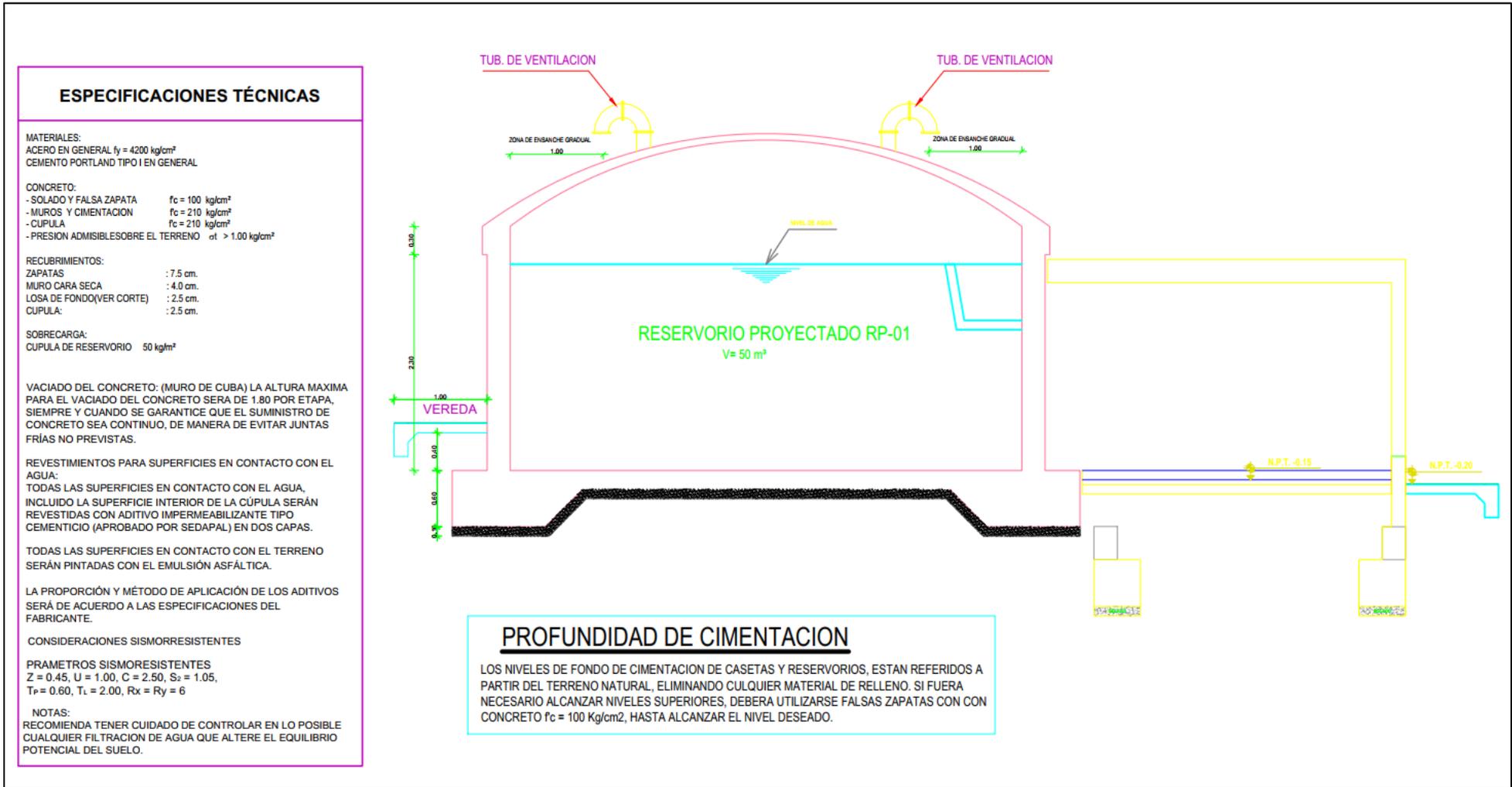


JUNTA EN MURO DE LA CUBA

ESC. 1/25

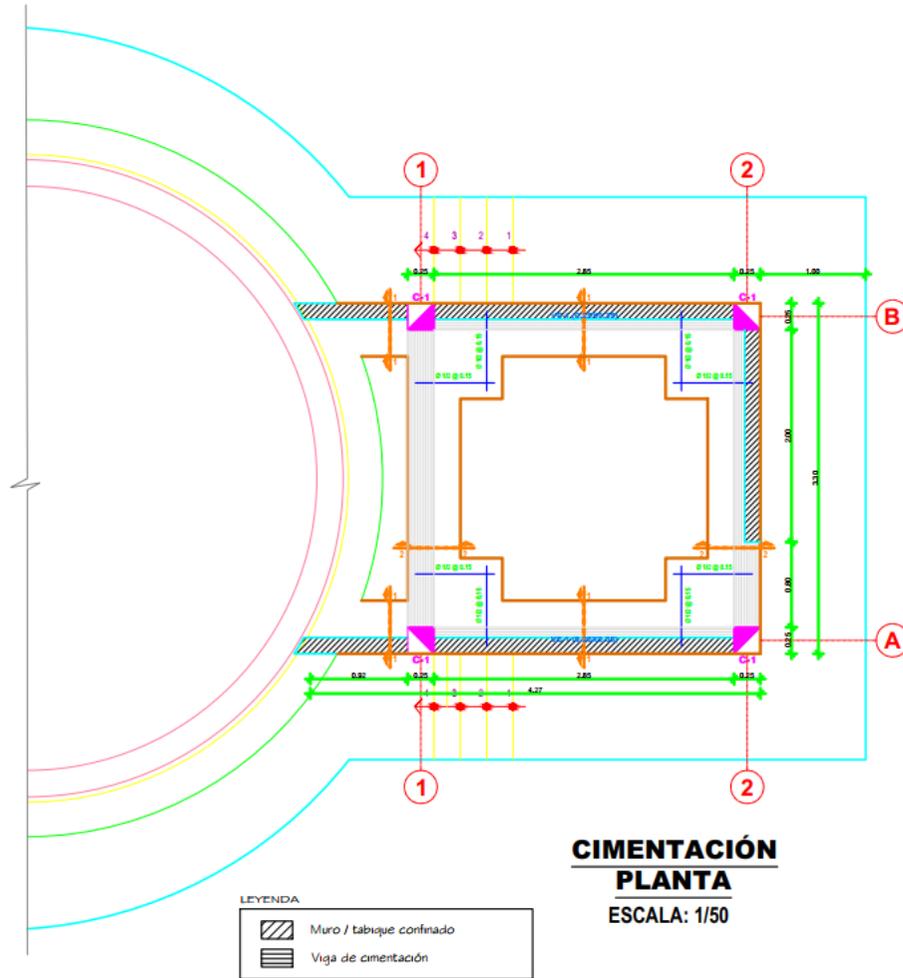
Fuente: elaboración propia

Anexo 11: especificaciones técnicas de reservorio



Fuente: elaboración propia

Anexo 12: Cimentación de la caseta de válvulas

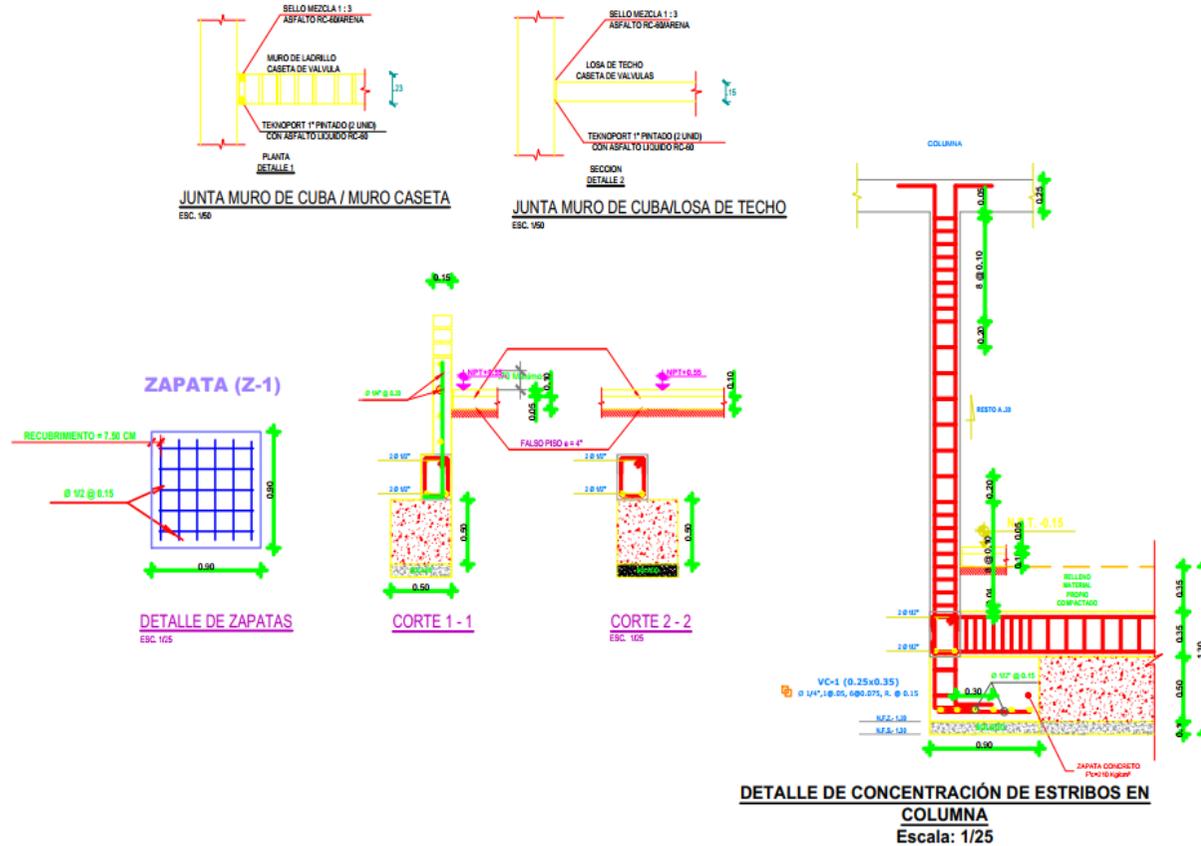


CUADRO DE ZAPATAS					
TIPO	CANTIDAD	DIMENSIONES			ACERO
		LADO (EJE X)	LADO (EJE Y)	ESPESOR	
Z-1	4	0.90 m	0.90 m	0.40 m	@1/2" @ 0.15

CUADRO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN	
TIPO	VC-1
CARACTERIST.	
Dimensiones	
Nivel	Cimentación
As	4 Ø 1/2"
Estribado	□ Ø 1/4", 1 @ 0.05, 8 @ 0.10, R. @ 0.25

Fuente: elaboración propia

Anexo 13: Especificaciones técnicas



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CASETA DE VALVULAS

MATERIALES:

ACERO EN GENERAL $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 USAR Ø 1/4" CORRUGADO
 CEMENTO PORTLAND TIPO I EN GENERAL
 CEMENTO PORTLAND TIPO V PARA CONCRETO EN CONTACTO CON EL SUELO

CONCRETO:

- EN GENERAL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - CIMENTO CORRIDO CEMENTO - HORMIGON 1:10 + 30 % P.G. 6" max.
 - SOBRE CIMIENTO CEMENTO - HORMIGON 1:8 + 25 % P.G. 3" max.

TERRENO:

- PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO $\sigma_t > 4.00 \text{ kg/cm}^2$

ALBAÑILERIA:

- LADRILLO MACIZO TIPO IV
 - $f_m = 45 \text{ kg/cm}^2$
 - $f_b = 130 \text{ kg/cm}^2$
 - ESPESOR EFECTIVO DE MURO 23 cm
 - MORTERO: CEMENTO- ARENA 1:4
 - PORCENTAJE MAXIMO DE VACIOS 30%

SOBRECARGAS

LOSA MACIZA, INDICADO EN EL PLANO RESPECTIVO

RECUBRIMIENTOS:

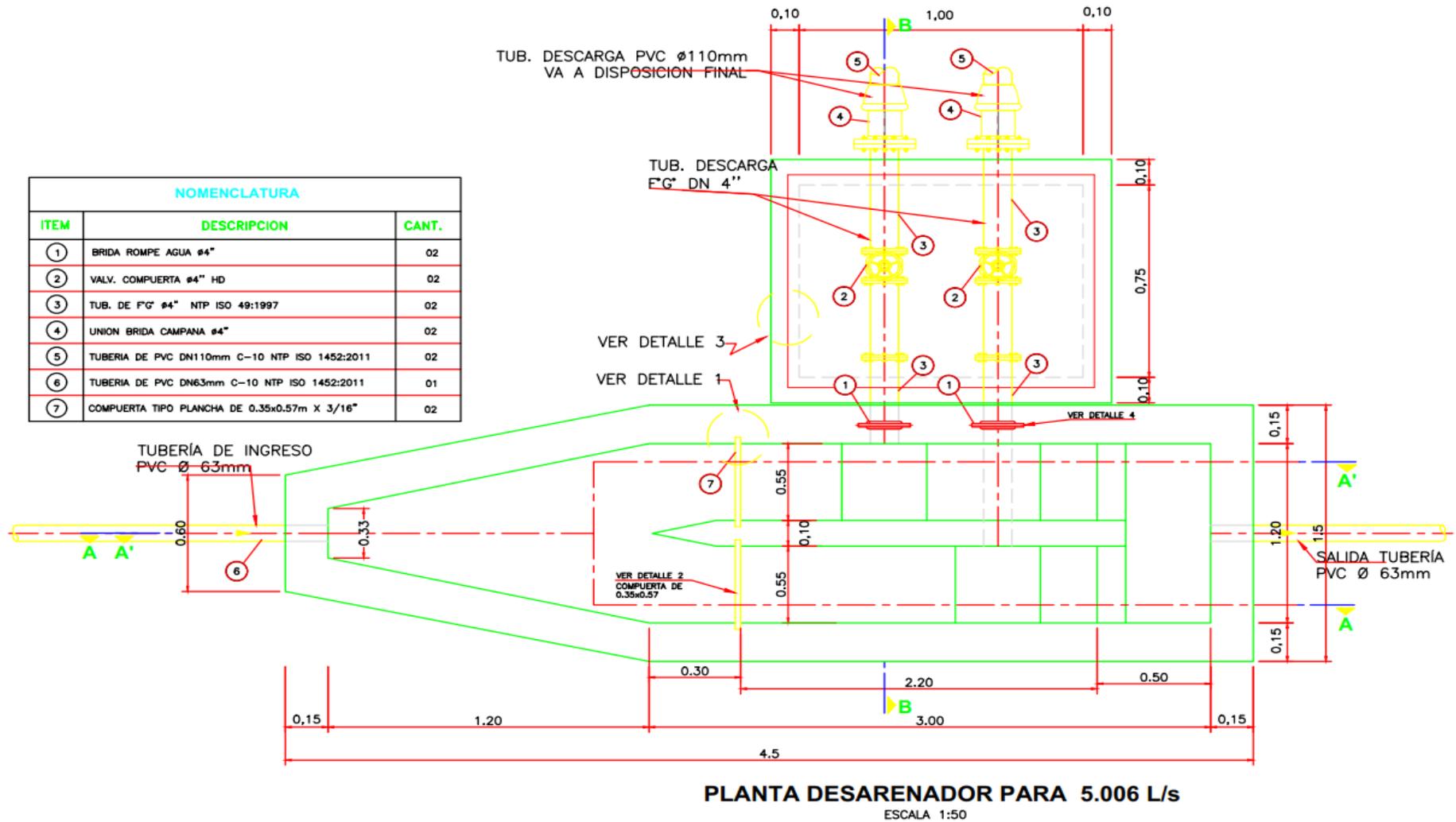
ZAPATAS : 7.0 cm.
 COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS: 4.0 cm.
 LOSA MACIZA Y VIGA SOLERA : 2.5 cm.
 OTROS SEGUN LO INDICADO EN LOS PLANOS

NOTAS:

RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.
 LAS PAREDES SOMBRADAS EN LAS PLANTAS DE TECHOS SERAN DE LADRILLO KING KONG.
 LAS COLUMNAS SE VACIARAN ENTRE MUROS DENTADOS Y LAS VIGAS SOLERAS SE VACIARAN DIRECTAMENTE SOBRE LOS MUROS DENTADOS.

Fuente: elaboracion propia

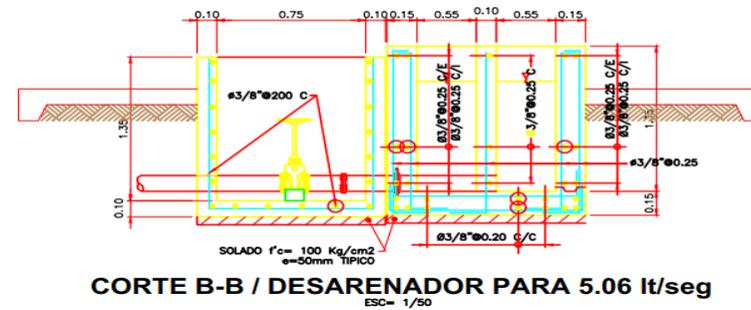
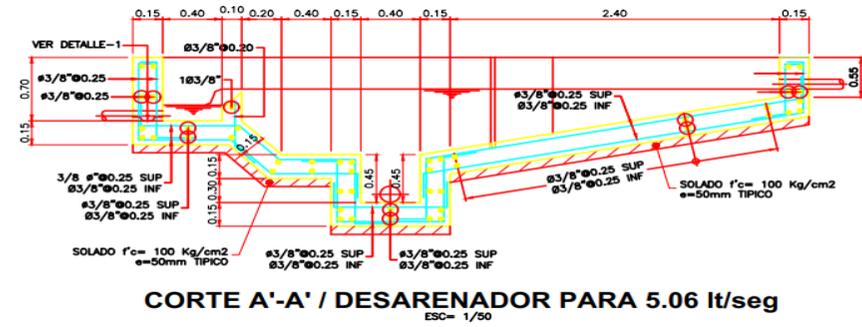
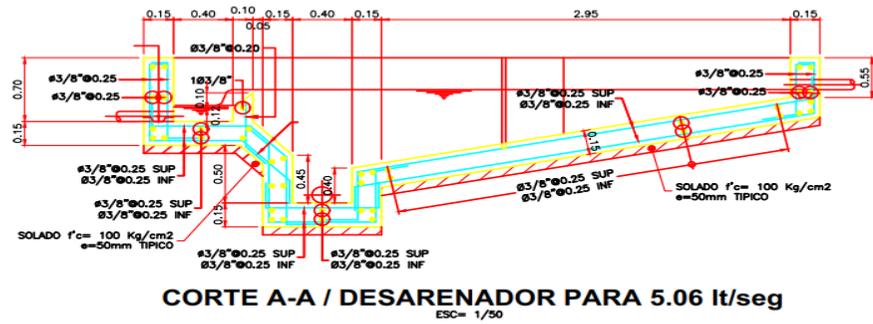
Anexo 14: Plano de planta del desarenador



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15: Plano de disposicion final de acero en el desarenador

añeo del texto del marcador



Fuente: elaboracion propia

Anexo 16: Programación de actividades del mantenimiento del canal de captación Miguel Checa.

	RUBRO / ACTIVIDAD / TAREA	Unidad	Total	Programación												
			Físico	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
5	Mantenimiento de estructuras de cruce de quebradas y drenes.	Tarea	1											1		
6	Mantenimiento de camino y berma de servicio	Tarea	1										1			
7	Mantenimiento de drenes paralelos	Tarea	1													1
8	Dren Paralelo Km 15 - 16	Tarea	1								1					
5	Mantenimiento Canal Miguel Checa.	Tarea														
1	Mantenimiento regular	Mes / Informe	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Mantenimiento sistemático de obras civiles	Tarea	1												1	
3	Mantenimiento sistemático de equipo hidromecánico	Tarea	1												1	
4	Desbroce-eliminación de vegetación del canal	Tarea	1								1					
5	Eliminación de sedimentos de caja de canal.	Tarea	1								1					
6	Mantenimiento de estructuras de cruce de quebradas y drenes.	Tarea	1												0.6	0.4
7	Mantenimiento de camino y bermas de servicio	Tarea	1										0.5	0.5		
6	Mantenimiento Canal Norte y Sur.	Tarea														
1	Mantenimiento Regular	Mes / Informe	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Mantenimiento sistemático de obras civiles (Incluye eliminación de sedimentos de caja de canal)	Tarea	1								0.3					0.7
3	Mantenimiento sistemático de equipo hidromecánico	Tarea	1													1
4	Desbroce y eliminación de vegetación del canal.	Tarea	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	
5	Mantenimiento de estructuras de cruces de quebradas y drenes.	Tarea	1										1			
6	Mantenimiento de caminos y berma de servicio	Tarea	1								0.5	0.5				
7	Mantenimiento de drenes paralelos	Tarea	1											0.5	0.5	
8	Inspección y evaluación del sifón Chira y Sojo.	Tarea	1										1			
7	Mantenimiento Canal Biaggio Arbulú.	Tarea														
1	Mantenimiento regular	Mes / Informe	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Mantenimiento sistemático de obras civiles (Incluye eliminación de sedimentos de caja canal)	Tarea / Consolidado	6								3	1	1	1		
	Mantenimiento de compuerta de salida de fondo km 0+140 y limpieza de drenaje pluvial.	Tarea	1											1		
	Pintado de miras limnigráficas, rotulos y progresivas del Canal Biaggio Arbulú.	Tarea	1								1					
	Reparación de losas del Canal Biaggio Arbulú.	Tarea	1								1					
	Extracción de sedimentos del Canal Biaggio Arbulú.	Tarea	1								1					
	Pintado de puentes peatonales y sifones.	Tarea	1										1			
	Mantenimiento de casetas limnigráficas	Tarea	1													
3	Mantenimiento sistemático de equipo hidromecánico.	Tarea / Consolidado	2								1					

Fuente: elaborado por el gobierno regional de Piura

Anexo 17: Matriz de operacionalización de variables.

Variable (s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Planta de tratamiento de agua potable.	conjunto de procesos que son seleccionados para separar totalmente los contaminantes microbiológicos, físicos y químicos que se encuentran en el agua cruda, con la finalidad de conseguir los límites admisibles determinados en las normas correspondientes (Dueñas, 2016).	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de observación. • Encuesta • Fichas técnicas 	Situación actual de la PTAP.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de los elementos que componen la PTAP. • Periodo de distribución del servicio de agua potable. • Estado actual de los elementos estructurales de la PTAP. 	nominal
			Acciones de mejora en los componentes de la PTAP.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de planta de tratamiento. • Elementos que componen la PTAP. • Procesos unitarios de tratamiento. 	nominal
			costo de la propuesta de mejoramiento de la PTAP.	<ul style="list-style-type: none"> • Planos de la propuesta de mejoramiento de la PTAP. • Metrado de la propuesta de mejoramiento de la PTAP. • Presupuesto de la propuesta de mejoramiento de la PTAP. 	Razón

Anexo 18: Matriz de consistencia.

“Propuesta de Mejoramiento de Planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana, Piura”					
PROBLEMA CENTRAL Y ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>¿Cuál es la propuesta de Mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura?</p> <p>Específicos:</p> <p>¿Cuál es la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura?</p> <p>¿Cuáles son las acciones de mejora en los componentes de la planta de tratamiento de agua potable en el caserío San Juan de la</p>	<p>Realizar la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Determinar la situación actual de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura. ❖ Identificar acciones de mejora en los componentes de la 	<p>La propuesta de mejoramiento de la PTAP fue ampliar el almacenamiento del tanque de agua potable y/o encontrar una nueva fuente de captación.</p>	<p>Variable: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Coagulación •Mezcla rápida •Floculación •Sedimentación •Filtración •Desinfección •Características físicas •Características químicas •Características biológicas 	<p>Tipo de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicada. <p>Diseño de investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No experimental - transversal. • Nivel descriptivo-explicativo. <p>Enfoque: Cualitativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Escenario de estudio <p>El escenario de estudio será la planta de tratamiento de agua potable ubicada en el caserío San Juan de la Virgen del distrito de Ignacio Escudero.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Participantes <p>Los participantes que intervendrán en el estudio son</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnica de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Encuesta. ➤ Observación directa. ➤ Análisis documental ▪ Instrumentos de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuestionario. ➤ Guía de observación. ➤ Fichas técnicas

<p>Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura? ¿Cuál es el costo de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana – Piura?.</p>	<p>Planta de tratamiento de agua potable, Caserío San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura.</p> <p>❖ Calcular el costo de la propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable en el Caserío de San Juan de la Virgen, Ignacio Escudero, Sullana - Piura.</p>		<ul style="list-style-type: none"> •Volumen de almacenamiento •Tiempo de distribución •Parámetros admisibles 	<p>los propios investigadores, asimismo se le aplicara un cuestionario a las personas que operan la PTAP.</p> <p style="text-align: center;">❖ Procedimientos</p> <p>Para la recolección de la información se tendrá que ir a la PTAP del caserío San Juan de la Virgen, Sullana y a través de la guía de observación se apuntarán que procesos unitarios de tratamiento se realizan en la planta de tratamiento, además de las características de la planta considerando el expediente técnico de la misma.</p>	
--	---	--	---	---	--

Fuente: Elaborado por los autores.