

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación

**Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de
aguas residuales domésticas por lodos activados en
Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020**

Juan Carlos Huamani Condori

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Industrial

Cusco, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por habernos guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar, a mi familia por haberme dado su calor motivacional, a mi madre por haberme dado la fuerza y apoyo incondicional que me ha ayudado y nos ayuda a perseguir nuestras metas.

A la Universidad Continental de la ciudad de Cusco, por ser la institución del conocimiento y por las instalaciones prestadas para culminar mi investigación.

A la empresa CIA Ares S.A.C., por a ver laborado en su organización, por haberme prestado sus instalaciones, equipo de monitoreos, la flexibilidad en sus horarios, Y por qué tiene un gran equipo de profesionales que fueron mi motivación a seguir trabajando.

DEDICATORIA

A mi padre Alberto Huamani, por ser la persona que está y estará siempre protegiéndome y guiándome en cada cosa nueva que se avecine en el futuro. A mi madre Natividad Condori, por ser mi soporte emocional a lo largo de mi vida, por engreírme a cada momento, por ser mi consejero personal y por siempre brindarme su constante apoyo en cuánta cosa haga. A mis apreciadas hermanas: Beatriz, Mariela y Vanesa, por soportar cada vez que me encerraba en el cuarto, por los momentos de alegría que eran un anti estrés natural, y por su constante apoyo y amor incondicional. a mis amigos que fueron mis supervisores de trabajo: ingeniero Ivan Armas, Cesar, Adrián, José Luis, que fueron un gran ejemplo y motivación para poder crecer como profesional y como persona, que sus palabras y consejos siempre fueron para darme muchas fuerzas y ánimos.

ÍNDICE

PORTADA	I
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE	IV
LISTA DE TABLAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia	3
1.4. Hipótesis y descripción de variables	4
1.4.1. Hipótesis general	4
1.4.2. Hipótesis específicas	4
1.4.3. Variables.....	5
1.4.4. Operacionalización de variables	5
1.4.5. Análisis por el método del árbol.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del problema.....	9
2.2. Bases teóricas.....	13
2.2.1. Aguas residuales	13
2.2.2. Características de las aguas residuales	13
2.2.3. Tratamiento de las aguas residuales	14

2.2.4. Plantas de tratamiento de aguas residuales.....	17
2.2.5. Diseño estructural de la PTAR.....	18
2.2.6. Normativa ambiental.....	44
2.3. Definición de términos básicos.....	46
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	48
3.1. Método y alcance de la investigación.....	48
3.2. Diseño de la investigación.....	48
3.3. Población y muestra.....	48
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	50
4.1.1. Analizar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020	50
4.1.2. Diseñar hidráulicamente la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020.....	53
4.1.3. Realizar el diseño electromecánico de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020	69
4.1.4. Plantear el diseño estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020	78
4.1.5. Comprobar la viabilidad económica de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020	103
4.2. Discusión de resultados	120
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
ANEXOS	132

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de operacionalización de variables	5
Tabla 2: Características biológicas, químicas y físicas de las aguas residuales.....	13
Tabla 3: Parámetros mínimos de diseño	16
Tabla 4: Clasificación de las rejillas	21
Tabla 5: Coeficientes cinéticos.....	34
Tabla 6: Valores de recirculación de lodos	36
Tabla 7: Valores de referencia de diseño de PTAR.....	37
Tabla 8: Valores de referencia de diseño de PTAR.....	37
Tabla 9: Consideraciones para los aireadores mecánicos	39
Tabla 10: Consideraciones para los aireadores mecánicos	40
Tabla 11: Tiempo requerido para la digestión de los lodos	42
Tabla 12: Requisitos del área, dependiendo del origen de los lodos	43
Tabla 13: Estándares de calidad ambiental del agua, emitidas por el MINAM – categoría 4 de los ríos que conforman la zona de la sierra y la costa.....	44
Tabla 14: Estándares de calidad ambiental del agua, emitidas por el MINAM – categoría 4 de los ríos que conforman la zona de la sierra y la costa.....	45
Tabla 15: Parámetros de diseño PTAR	50
Tabla 16: Características requeridas por el efluente	51
Tabla 17: Medidas de la canaleta Parshall	59
Tabla 18: Diseño de bomba parte 1	69
Tabla 19: Diseño de bomba parte 2.....	72
Tabla 20: Diseño de bomba parte 3.....	73
Tabla 21: Diseño de bomba parte 4.....	75
Tabla 22: Diseño de bomba parte 5.....	76

Tabla 23: Presupuesto	103
Tabla 24: Presupuesto	119
Tabla 25: Presupuesto	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagen de estado actual.....	2
Figura 2: Diagrama de problemas.....	7
Figura 3: Diagrama de objetivos	8
Figura 4: Diagrama de flujo general de PTAR	18
Figura 5: Elementos geométricos de un canal de llegada	19
Figura 6: Diferentes formas de las rejillas.....	23
Figura 7: Desarenador en paralelo de dos unidades	24
Figura 8: Sección parabólica Parshall.....	25
Figura 9: Sedimentador (Planta y Corte Longitudinal)	28
Figura 10: Detalle de los orificios aboquillados	28
Figura 11: Sistema de lodos activados – sistema convencional.....	33
Figura 12: Disposición de la planta de aguas residuales actual, del Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020.....	52
Figura 13: Disposición propuesta de la PTAR del Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020.....	53
Figura 14: Cálculo de la población futura.....	54
Figura 15: Cálculo caudal medio de agua potable.....	54
Figura 16: Cálculo caudal medio de aguas residuales	54
Figura 17: Dimensionamiento del canal de entrada.....	55
Figura 18: Dimensionamiento del canal de entrada.....	56
Figura 19: Dimensionamiento del canal de transición – Bypass y Emisor	57
Figura 20: Dimensionamiento del desarenador	58
Figura 21: Diseño del canal Parshall	59
Figura 22: Elementos de la canaleta Parshall.....	61
Figura 23: Diseño de la laguna anaerobia – datos preliminares.....	61
Figura 24: Diseño de la laguna anaerobia – carga DBO5 y Diseño preliminar	61
Figura 25: Diseño de la laguna anaerobia – Valores redondeados / Distancia horizontal	62
Figura 26: Diseño de la laguna anaerobia – Valores redondeados / Distancia horizontal	63
Figura 27: Diseño de la laguna anaerobia – Eficiencia del diseño y cálculo de los parámetros	64
Figura 28: Diseño de la laguna anaerobia – Determinación del volumen del lodo y Dimensionamiento del depósito de lodos en el periodo de diseño	64
Figura 29: Diseño de la laguna anaerobia – Resumen de las dimensiones finales de diseño	65
Figura 30: Diseño de las lagunas facultativas – Volumen de aguas servidas.....	65

Figura 31: Diseño de las lagunas facultativas – Diseño preliminar y Valores redondeados	66
Figura 32: Diseño de las lagunas facultativas – Cálculo de la distancia horizontal total del talud interno y cálculo de la distancia horizontal mojada del talud interno	66
Figura 33: Diseño de las lagunas facultativas – Volumen de líquido de la laguna y resumen da datos	67
Figura 34: Diseño de las lagunas facultativas – Pérdida por evaporación y análisis de la eficiencia de remoción de patógenos de las lagunas diseñadas a condición del tiempo de diseño	67
Figura 35: Diseño de las lagunas facultativas – Cálculo de parámetros	68
Figura 36: Diseño de las lagunas facultativas – Determinación del volumen de lodo y Dimensionamiento del depósito de lodos en el periodo de diseño	68
Figura 37: Diseño de las lagunas facultativas – Dimensiones de la laguna secundaria tipo facultativa	69
Figura 38: Bomba de desagüe seleccionada	77
Figura 39: Características de la bomba seleccionada	78
Figura 40: Diseño del desarenador primera parte	79
Figura 41: Diseño del desarenador segunda parte	80
Figura 42: Diseño del desarenador tercera parte	80
Figura 43: Diseño del desarenador cuarta parte.....	81
Figura 44: Diseño del desarenador quinta parte	82
Figura 45: Diseño del desarenador sexta parte	83
Figura 46: Presión sobre el suelo del desarenador	83
Figura 47: Desarenador Momentos M1	85
Figura 48: Desarenador Momentos M2	85
Figura 49: Desarenador Momentos V23	86
Figura 50: Diseño de la canaleta Parshall Autocad	87
Figura 51: Diseño de laguna anaerobia parte 1	87
Figura 52: Diseño de laguna anaerobia parte 2.....	88
Figura 53: Diseño de laguna anaerobia parte 3.....	89
Figura 54: Diseño de laguna anaerobia parte 4.....	89
Figura 55: Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia primera parte	90
Figura 56: Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia segunda parte	91
Figura 57: Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia tercera parte	92
Figura 58: Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia cuarta parte.....	93
Figura 59: Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia.....	93
Figura 60: Presión del suelo del lecho de secado de la laguna anaerobia	94

Figura 61: Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Momento M1	94
Figura 62: Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Momento M2	95
Figura 63: Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Cortante V13	95
Figura 64: Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Cortante V23	96
Figura 65: Diseño de laguna facultativa parte 1.....	97
Figura 66: Diseño de laguna facultativa parte 2.....	97
Figura 67: Diseño de laguna facultativa parte 3.....	97
Figura 68: Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa primera parte	98
Figura 69: Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa segunda parte.....	100
Figura 70: Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa tercera parte	100
Figura 71: Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa cuarta parte	101
Figura 72: Modelamiento lecho de secado de la laguna facultativa primera parte.....	101
Figura 73: Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa	102
Figura 74: Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa M1	102
Figura 75: Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa M2	103
Figura 76: Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa V 23	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Metrados	132
Anexo 2: Costos Unitarios	221
Anexo 4: Planos.....	296

RESUMEN

La presente investigación, titulada “Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020” se ha desarrollado en un contexto situacional, mediante la cual la planta de tratamiento actual se ha caracterizado por contar con un tiempo de vida útil, superior a los 30 años, en donde las estructuras han evidenciado una gran cantidad de degradación y la carencia de poder cumplir con los límites máximos permisibles. En base a ello, se ha planteado el siguiente objetivo general: Proponer la mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020. El tipo de metodología empleada ha sido el cuantitativo, con un diseño descriptivo, transversal y no experimental, considerando como muestra y tamaño muestral, a la planta de tratamiento del Campamento Obreros de la Minera Ares, Arequipa. Los resultados han señalado que se ha empleado un canal de entrada, una cámara de rejas, un desarenador, dos lagunas anaerobias, dos lagunas aerobias y sus respectivos lechos de secado, con elementos de concreto, con resistencia de 350 kg/cm² y aceros de 5/8 in y 3/8 in. Además de ello, se ha podido llegar a la conclusión que, el monto de inversión ha de ser financiado por el BCP, con un-TEA del 12%.

Palabras clave: Planta de tratamiento, aguas residuales, lodos activados, degradación, concreto.

ABSTRACT

This research, entitled "Proposal to improve the treatment plant for domestic wastewater by activated sludge in Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020" has been developed in a situational context, through which the current treatment plant has been characterized by having a useful life time of more than 30 years, where the structures have shown a large amount of degradation and the lack of being able to comply with the maximum permissible limits. Based on this, the following general objective has been proposed: Propose the improvement of the domestic wastewater treatment plant for activated sludge in Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020. The type of methodology used has been quantitative, with a descriptive, cross-sectional and non-experimental design, considering as a sample and sample size, the treatment plant of the Obreros de la Minera Ares Camp, Arequipa. The results have indicated that an inlet channel, a grating chamber, a sand trap, two anaerobic lagoons, two aerobic lagoons and their respective drying beds have been used, with concrete elements, with a resistance of 350 kg / cm² and steels of 5/8 in and 3/8 in. In addition, it has been possible to reach the conclusion that the investment amount has to be financed by the BCP, with a TEA of 12%.

Keywords: Treatment plant, wastewater, activated sludge, degradation, concrete.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, titulada “Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020” se ha desarrollado en un contexto, en donde el agua es un bien que debe de ser apreciado, desde el momento del consumo; sin embargo, este proceso, no queda solo en el consumo, sino que se extrapola a la evacuación de la misma y en cómo es que esta es devuelta al medio ambiente. Tal es el caso, de las diferentes leyes que intentan salvaguardar y limitar la cantidad de contaminantes que emite el agua, enmarcados en el Ley de Aguas, tanto urbanas como de uso particular. A nivel internacional, es comprendida que las empresas privadas son las que menos control son las que tienen, con respecto a la calidad del afluente. Sin embargo, no se llega a comprender que el nivel de influencia que tiene un mal tratamiento de este bien limitado en la tierra, puede afectar a agricultores, estado del suelo, pobladores que viven aguas abajo y demás elementos de la misma naturaleza. Esto conlleva a que las empresas privadas y las empresas públicas, sean evaluadas con la misma normativa, en el que se deben de exigir el cumplimiento de los parámetros impuestos por la normativa vigente, en miras de un recurso que deberá de ser devuelto al medio ambiente, con condiciones de calidad, cercanas al consumo que se ha tenido del mismo. (ITER, 2019)

Así mismo, se ha procedido a exponer, las siguientes definiciones de las variables principales de estudio: Macloni (2014) define a la concentración de contaminantes, como aquella cantidad de agregados físicos, químicos y biológicos, que llegan a reducir la calidad de un determinado volumen de agua. Mientras que, Macloni (2014) define a la evaluación técnica económica, como aquel contraste o mejora con las condiciones actuales, de un determinado elemento, en base a conocimientos técnicos y la pertinente sostenibilidad financiera.

Además, se han considerado a los siguientes antecedentes del estudio, como elementos referenciales de la investigación:

Erazo, J. (2018), en su investigación titulada *Reingeniería de la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales de la Extractora EXTRANATU a través*

del estudio de la planta actual con fines de mejoramiento ambiental (Tesis de pregrado), publicada por la Universidad Internacional SEK. El autor se ha planteado como objetivo general, el proponer un diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, de la empresa EXTRANATU. La metodología que se ha empleado, ha sido la aplicativa, con un diseño descriptivo, en el que se ha recurrido a las normas de diseño vigentes, en el Ecuador. Los resultados han indicado que la cantidad de PH emitido por las aguas tratadas en la PTAR en estudio, ha sido superior a lo recomendado por la normativa; así mismo, la materia orgánica producida, no ha podido ser degradada en la totalidad recomendada. En base a ello, se ha podido concluir que, la mejora de la planta de tratamiento, ha mejorado la calidad del efluente final, conllevando a un impacto ambiental con menor valor negativo.

Vera, E. (2019), en su investigación titulada *Sistema Doyoo Yookasoo para el tratamiento de aguas residuales en la localidad de San Juan de Río Soritor, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín* (Tesis de pregrado), publicado por la Universidad Católica Sedes Sapientiae. El autor se ha planteado como objetivo general, el diseñar el tratamiento de aguas residuales, que reciben las aguas emanadas por la comunidad de San Juan de Río Soritor. El tipo de metodología ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo. Los resultados han demostrado que la topografía del suelo, ha generado que los muros de contención de la estructura, han superado los dos metros, ocasionando de esta forma, un refuerzo que ha tenido una cuantía de 0.022. En base a lo expuesto, se ha podido concluir que la cantidad de remoción de oxígeno que se ha alcanzado, ha sido del 90.02%; así como, una remoción de los sólidos en suspensión del 93%.

Para el presente caso, se evalúa una infraestructura correspondiente a la Unidad Minera Arcata Obrero, en donde las condiciones actuales de carga DBO, calidad del afluente, caudal máximo horario, entre otros parámetros, han superado los parámetros mínimos necesarios, para poder garantizar un tratamiento del agua residual recepcionada, con una calidad aceptable. Tal es el caso de SST afluente, en el que se ha llegado a niveles de 300 mg/l y los parámetros establecen que no se debe de superar el valor de 150 mg/l. Esto ha demostrado que las mejoras,

deberán de ser hechas de forma inmediata, ya que, el tiempo de espera, podría estar generando una afectación negativa al cuerpo de agua receptor, generando complicaciones en la evaluación de impacto ambiental de la misma.

En base a lo expuesto, se ha contado con el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020? Mientras que, se ha considerado el siguiente objetivo de investigación: Proponer la mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020.

Aparte de ello, el presente estudio, será desarrollado en miras de mejorar las condiciones deplorables que caracterizan a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, en donde el tiempo de uso ha superado su vida útil, la falta de mantenimiento de sus equipos. Así mismo, el incremento de personal en el campamento que se proyecta que ha superado las 2500 personas, dato del cual se ha tenido registro en la empresa Minera Ares y que ha sido tomado de haber realizado la visita de campo y coordinación respectiva, con el ingeniero residente. Frente a ello las dimensiones hidráulicas, la falta de implementación de equipos para este tipo de plantas, y el diseño de control eléctrico de los equipos no se adecúa a las necesidades actuales; así como, los requerimientos estructurales que esta mejora conlleva.

Además, los capítulos con los que se ha contado en la indagación, han sido los siguientes:

Introducción: Se ofrece un aporte general de la investigación, tales como definiciones, antecedentes, objetivo general, formulación del problema, situación problemática, justificación y los capítulos que conforman a la investigación.

Capítulo I: Planteamiento del estudio: Se exponer una situación problemática, expuesta desde el ámbito internacional, nacional y local.

Capítulo II: Marco teórico: Se exponen los antecedentes del problema, las bases teóricas y la definición de los términos básicos.

Capítulo III: Metodología: Está relacionada directamente con el marco metodológico, en cuanto al desarrollo de la investigación.

Capítulo IV: Resultados y discusión: Se realiza la exposición de los resultados; así como, la comparación con los antecedentes de la investigación.

Conclusiones: Se ofrece respuesta, hacia los objetivos específicos planteados en la investigación.

Recomendaciones: Se exponen recomendaciones, dirigidas hacia otro investigador u establecimiento de tipo público y/o privado.

Referencias bibliográficas

Anexo

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Es bien comprendido que el agua es un bien que debe de ser apreciado, desde el momento del consumo; sin embargo, este proceso, no queda solo en el consumo, sino que se extrapola a la evacuación de la misma y en cómo es que esta es devuelta al medio ambiente. Tal es el caso, de las diferentes leyes que intentan salvaguardar y limitar la cantidad de contaminantes que emite el agua, enmarcados en el Ley de Aguas, tanto urbanas como de uso particular. A nivel internacional, es comprendida que las empresas privadas son las que menos control son las que tienen, con respecto a la calidad del afluente. Sin embargo, no se llega a comprender que el nivel de influencia que tiene un mal tratamiento de este bien limitado en la tierra, puede afectar a agricultores, estado del suelo, pobladores que viven aguas abajo y demás elementos de la misma naturaleza. Esto conlleva a que las empresas privadas y las empresas públicas, sean evaluadas con la misma normativa, en el que se deben de exigir el cumplimiento de los parámetros impuestos por la normativa vigente, en miras de un recurso que deberá de ser devuelto al medio ambiente, con condiciones de calidad, cercanas al consumo que se ha tenido del mismo. (ITER, 2019)

El grado de contaminación que conlleva un agua residual mal tratada, conlleva a que los cuerpos de agua receptores, se vean contaminados en gran medida y de esta forma, las aguas que transitan por el sub suelo, al entrar en contacto con este tipo de aguas, puedan migrar hacia distintas áreas de terreno. A consecuencia de ello, cualquier tipo de terreno de cultivo que se encuentre dentro del área de influencia de la zona. (ANA, 2019) Así mismo, se permite corresponder a lo mencionado por la fuente, la gran problemática que podría tener, el mantener estructuras de gran envergadura y con un nivel de influencia negativa, en cuanto, al impacto ambiental, elevado, en mal estado.

Para el presente caso, se evalúa una infraestructura correspondiente a la Unidad Minera Arcata Obrero, en donde las condiciones actuales de carga DBO, calidad del afluente, caudal máximo horario, entre otros parámetros, han superado los parámetros mínimos necesarios, para poder garantizar un tratamiento del agua residual recepcionada, con una calidad aceptable. Tal es el caso de SST afluente, en el que se ha llegado a niveles de 300 mg/l y los parámetros establecen que no se debe de superar el valor de 150 mg/l. Esto ha demostrado que las mejoras, deberán de ser hechas de forma inmediata, ya que, el tiempo de espera, podría estar generando una afectación negativa al cuerpo de agua receptor, generando complicaciones en la evaluación de impacto ambiental de la misma.



Figura 1 Imagen de estado actual

Fuente: Elaboración Propia

De igual forma, como se puede apreciar en la imagen, la planta no cuenta con un correcto mantenimiento. Esto ha conllevado a que sólidos y piedras de gran tamaño; así como, elementos que no corresponden al tratamiento mismo, se encuentren dentro de las estructuras a evaluar. Cabe señalar que, la antigüedad de la planta, data de los años 90's, lo que puede demostrar que las dimensiones y la capacidad de depuración de la misma, no sólo se vea mermada por el tiempo de vida útil que la caracteriza, sino que está relacionado con un incremento de la cantidad de trabajadores que emiten sus desechos en la misma.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ✓ Proponer la mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

1.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020
- ✓ Diseñar hidráulicamente la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020
- ✓ Realizar el diseño electromecánico de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020
- ✓ Plantear el diseño estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020
- ✓ Comprobar la viabilidad económica de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

1.3. Justificación e importancia

El presente estudio, será desarrollado en miras de mejorar las condiciones deplorables que caracterizan a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, en donde el tiempo de uso ha superado su vida útil, la falta de mantenimiento de sus equipos. Así mismo, el incremento de personal en el campamento que se proyecta que ha superado las 2500 personas, dato del cual se ha tenido registro en la empresa Minera Ares y que ha sido tomado de haber realizado la visita de campo

y coordinación respectiva, con el ingeniero residente. Frente a ello las dimensiones hidráulicas, la falta de implementación de equipos para este tipo de plantas, y el diseño de control eléctrico de los equipos no se adecúa a las necesidades actuales; así como, los requerimientos estructurales que esta mejora conlleva.

En base a todos los motivos que han sido expuestos, se ve justificada la mejora de la planta de tratamiento. Dicha mejora será realizada desde la especialidad de la hidráulica, civil y electromecánica, planteando nuevas medidas que se adapten a los requerimientos del incremento poblacional, implementación de equipos electromecánicos de acuerdo a las exigencias de la planta, Así mismo, el diseño operacional de la planta. Una vez aplicada el proyecto de mejora, se establecerán los parámetros operacionales que garanticen el cumplimiento de las condiciones mínimas necesarias, para emitir un efluente con una carga biológica que no afecte ambientalmente al cuerpo de agua receptor, y este dentro los límites máximos permisibles (LMP), como también el cumplimiento del DS. 003-2010-MINAM. (Ministerio del Ambiente, 2010)

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

- ✓ El diseño planteado, optimizará la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la U.O. Arcata - Empleados, mediante el sistema de lodos activados, Arequipa, 2020

1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ La situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, genera un efluente que supera los límites máximos permisibles.
- ✓ El diseño hidráulico planteado para la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, permite reducir la carga biológica generada por las aguas residuales recibidas.

- ✓ El diseño electromecánico planteado para la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, mejora la efectividad para reducir la carga biológica generada por las aguas residuales recibidas.
- ✓ El diseño estructural planteado para la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, garantiza la permanencia y vida útil de los elementos que la conforman.
- ✓ La propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, es viable económicamente.

1.4.3. Variables

Variable dependiente: Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

Variable independiente Concentración de contaminantes

1.4.4. Operacionalización de variables

Tabla 1

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
v. dependiente	Macloni (2014) define la	Concentración de DBO en el efluente	Límites máximos permisibles	D.S. 003 – 2010 (MINAM)
Concentración de contaminantes	concentración de contaminantes, como aquella cantidad de	Concentración de TSS en el efluente	Límites máximos permisibles	D.S. 003 – 2010 (MINAM)

agregados físicos, químicos y biológicos, que llegan a reducir la calidad de un determinado volumen de agua.

v. independiente Evaluación técnica económica	Macloni (2014) define a la evaluación técnica económica, como aquel contraste o mejora con las condiciones actuales, de un determinado elemento, en base a conocimientos técnicos y la pertinente sostenibilidad financiera.	Diseño hidráulico Diseño electromecánico Diseño estructural Evaluación económica	Parámetros de operación Medidas hidráulicas Diseño de bombas Predimensionamiento Cálculo estructural Metrados Costos unitarios Presupuesto VAN TIR	Revisión documentaria Revisión documentaria Norma E030 Norma E050 Norma E060 Revisión documentaria
--	--	---	---	---

1.4.5. Análisis por el método del árbol

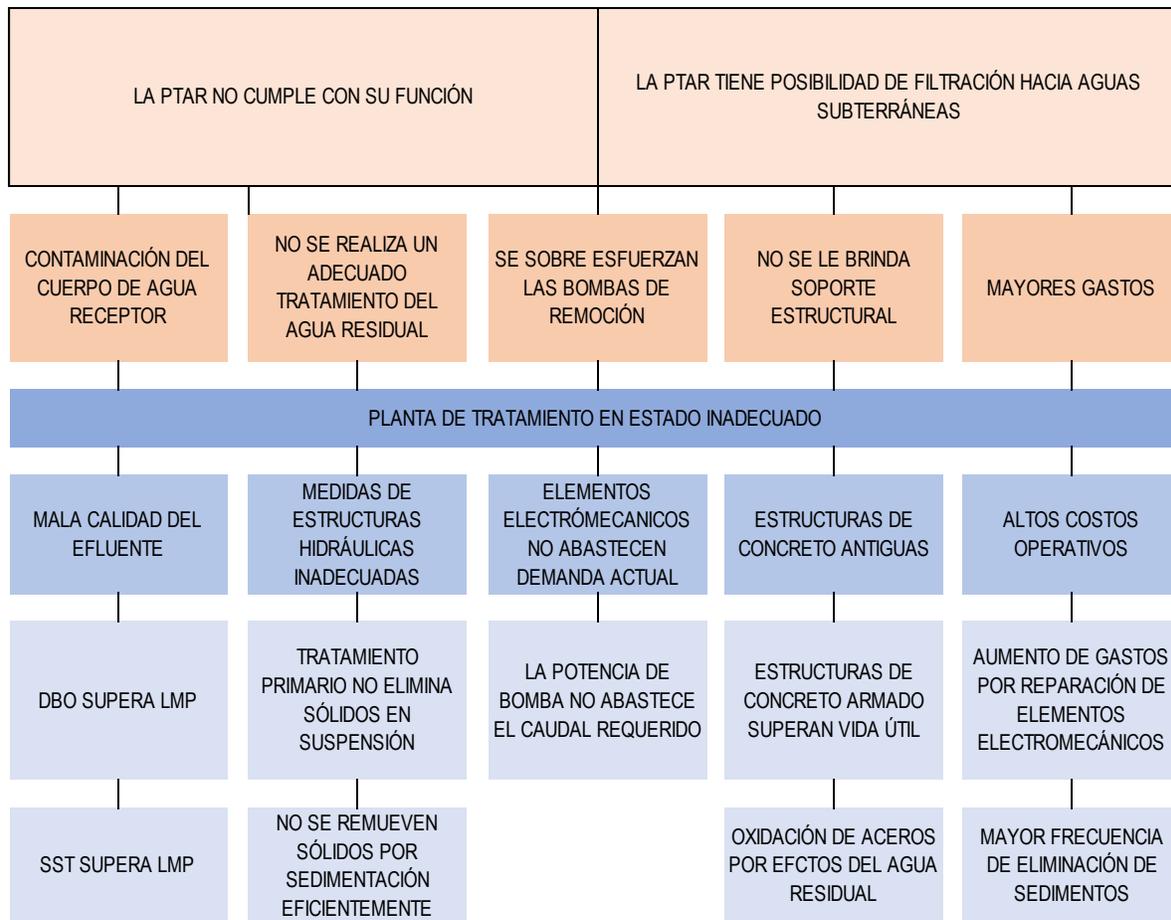


Figura 2 Diagrama de problemas

Fuente: Elaboración propia

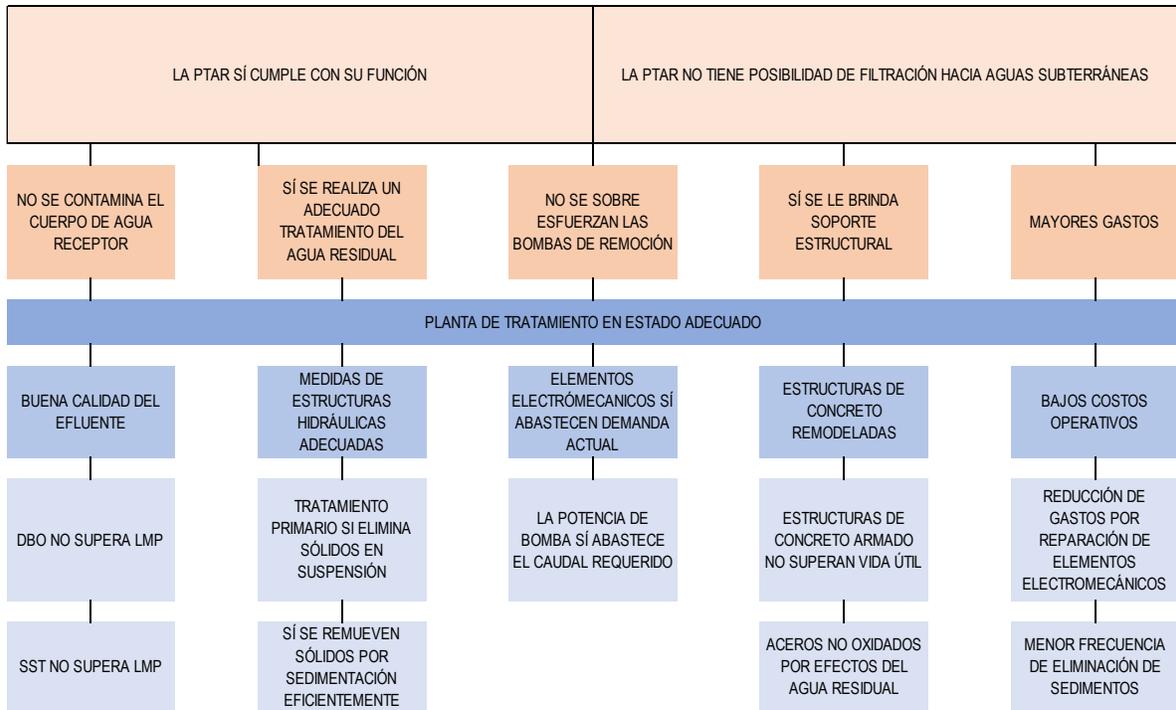


Figura 3 Diagrama de objetivos

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Díaz (2018), en su investigación titulada *Diagnóstico y propuestas de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil ubicada en el distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de posgrado), publicado por la Universidad Internacional SEK. El investigador se ha planteado como objetivo general, realizar una evaluación de las condiciones actuales de la planta de tratamiento y proponer un diseño que optimice sus funciones, en base a los nuevos requerimientos. El tipo de metodología empleado, ha sido el aplicativo, en el cual se han empleado los criterios de diseño mínimo, basados en la normativa vigente. Los resultados han demostrado que el DBO ha incrementado de 950 a 3142 mg/L, entre los años 2015, hasta el año 2017, generando las condiciones necesarias para poder rediseñar la planta evaluada. En base a ello, se ha podido concluir que la nueva planta, ha alcanzado una eficacia del 57.64%, en cuanto al DQO.

Erazo (2018), en su investigación titulada *Reingeniería de la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales de la Extractora EXTRANATU a través del estudio de la planta actual con fines de mejoramiento ambiental* (Tesis de pregrado), publicada por la Universidad Internacional SEK. El autor se ha planteado como objetivo general, el proponer un diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, de la empresa EXTRANATU. La metodología que se ha empleado, ha sido la aplicativa, con un diseño descriptivo, en el que se ha recurrido a las normas de diseño vigentes, en el Ecuador. Los resultados han indicado que la cantidad de PH emitido por las aguas tratadas en la PTAR en estudio, ha sido superior a lo recomendado por la normativa; así mismo, la materia orgánica producida, no ha podido ser degradada en la totalidad recomendada. En base a ello, se ha podido concluir que, la mejora de la planta de tratamiento, ha mejorado la calidad del efluente final, conllevando a un impacto ambiental con menor valor negativo.

Millan y Polania (2018), en su investigación titulada *Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Empresa Somos K.S.A.* (Tesis de

pregrado), publicado por la Fundación Universidad América. El objetivo planteado, ha sido el de proponer un diseño que mejore las condiciones, para el tratamiento de las aguas residuales, aplicado a una empresa determinada. El tipo de metodología empleada, ha sido el aplicativo, haciendo uso de criterios de diseño que dependen de la normativa colombiana, en relación a las condiciones mínimas que debería de mantener las estructuras que conforman al objeto de estudio. Los resultados han señalado que la concentración de los sólidos en suspensión, ha rondado los 87 mg/L, en donde la concentración de DQO ha sido de 225 mg/L. En base a ello, se ha concluido que el valor del costo beneficio de la propuesta de mejora planteada, ha sido de 221, conllevando a afirmar que el planteamiento ha sido, sumamente favorable.

Tena y Garay (2019), en su investigación titulada *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad campesina San Juan de Churin – 2019* (Tesis de pregrado), publicada por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Los autores se han planteado como objetivo general, el diseñar de forma estructural e hidráulica, la planta de tratamiento de aguas residuales que trata el efluente generado por la comunidad campesina San Juan de Churin. El tipo de metodología del que se ha hecho uso, ha sido el aplicativo, con un diseño transversal y no experimental. Los resultados han demostrado que las actividades agrícolas y las actividades ganaderas que caracteriza a la comunidad campesina, han requerido aprovecha el agua que sale de la PTAR; así como, se ha exigido una calidad óptima, para evitar la contaminación de la flora y de la fauna. En base a ello, se ha podido concluir que, el diseño planteado, ha conllevado a una mejora en la calidad de vida de los pobladores, debido a que se había hallado un incremento de las enfermedades que se han encontrado relacionadas a la calidad del agua residual emitida, con una calidad tan baja, que llegaba a contaminar a las aguas receptoras de las mismas.

Vera (2019), en su investigación titulada *Sistema Doyoo Yookasoo para el tratamiento de aguas residuales en la localidad de San Juan de Río Soritor, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín* (Tesis de pregrado),

publicado por la Universidad Católica Sedes Sapientiae. El autor se ha planteado como objetivo general, el diseñar el tratamiento de aguas residuales, que reciben las aguas emanadas por la comunidad de San Juan de Río Soritor. El tipo de metodología ha sido el aplicativo, con un diseño descriptivo. Los resultados han demostrado que la topografía del suelo, ha generado que los muros de contención de la estructura, han superado los dos metros, ocasionando de esta forma, un refuerzo que ha tenido una cuantía de 0.022. En base a lo expuesto, se ha podido concluir que la cantidad de remoción de oxígeno que se ha alcanzado, ha sido del 90.02%; así como, una remoción de los sólidos en suspensión del 93%.

Astonitas (2018), en su investigación titulada *Propuesta de un sistema de tratamiento de agua residual en la empresa PEVASTAR S.A.C. para disminuir el impacto ambiental* (Tesis de pregrado), publicada por la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo. El autor se ha planteado como objetivo general, el proponer un diseño para mejorar el tratamiento de las aguas residuales de la empresa PEVASTAR S.A.C. El tipo de metodología del cual se ha hecho uso, ha sido la aplicativa, en el que se ha recolectado los datos, por medio de una visita de campo, caracterizado por haber empleado un diseño descriptivo. Los resultados han demostrado que la cantidad de DBO que caracterizaba a la planta, habían sido 2910 mg/l, su SST ha sido 4380 mg/l y la cantidad de DQO que se ha generado, han sido 4300 mg/l. En base a lo expuesto, se ha concluido que el análisis costo beneficio, ha sido de 1.24, en el que se ha podido demostrar que las soluciones de mejora planteadas, han motivado el empleo de esta propuesta de diseño.

Quispe (2019), en su investigación titulada *Diseño de los sistemas de saneamiento básico en las comunidades de Pichari Alta, Palestina Kinkori, Amargura, Paraiso, Licenciado, Pedro Ruiz Gallo y Otari San Martín, Distrito de Pichari, Provincia de la Convención, departamento de Cusco para la mejora de la condición sanitaria de la población* (Tesis de pregrado), publicado por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El autor ha establecido como objetivo general, el diseñar un sistema de saneamiento en el que se haya incluido una planta de tratamiento de aguas residuales, PTAR para satisfacer la demanda de la población mencionada. El tipo

de metodología ha sido la aplicada, con un diseño descriptivo. Los resultados han demostrado que los servicios de aguas residuales, no habían sido tratados de forma eficiente, generando una contaminación alta, en los ojos de agua, cercanos a la zona de influencia, por contaminación de las aguas residuales. En base a lo expuesto, se ha podido concluir que la PTAR, ha contribuido con una mejora de la calidad de vida de las personas, que se han dedicado, principalmente al cultivo de productos agrícolas.

Medina (2018), en su investigación titulada *Evaluación y rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de estabilización del sector Río Seco, Distrito de La Joya, Provincia de Arequipa* (Tesis de pregrado), publicado por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. El autor ha planteado como objetivo general, el de evaluar la situación actual y el diseño de las lagunas de estabilización, en el sector del Río Seco. El tipo de metodología que se ha empleado, ha sido el aplicada, en el que se ha recurrido a las normas de diseño estructurales y los límites máximos permisibles. Los resultados han demostrado que la situación actual de la laguna de estabilización actual ha superado los valores de DBO5, remoción de aceites y grasas; así como, el DQO. En base a ello, se ha concluido que el sistema de zanjas de oxidación ha generado una reducción significativa del DBO5 generado, con un efluente con una concentración menor a 15 mg/l, alcanzando una totalidad del 5.70 mg/l.

Roa (2018), en su investigación titulada *Propuesta de un Sistema de Costos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo - Cusco 2017* (Tesis de pregrado), publicada por la Universidad Peruana Unión. El autor se ha planteado como objetivo general, el brindar una propuesta de diseño que haya sido viable económicamente, para tratar las aguas de la zona de San Jerónimo. El tipo de metodología que se ha empleado, ha sido el aplicada, con un diseño que se ha caracterizado por haber sido no experimental. Los resultados se han caracterizado por haber estado concentrados en el mantenimiento de los equipos y las reparaciones que han sido impartidas a las estructuras de tratamiento, en sí mismas. Esto ha conllevado a la siguiente conclusión: los gastos han de ser

repartidos en una mejora calidad de mantenimiento, cumplimiento de la normativa vigente, en cuanto a las medidas mínimas del tirante de agua y la planificación del presupuesto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales

Las aguas residuales, son definidas como aquel volumen de agua en el que se abarca su origen, de aquellos desechos fluidos institucionales, comerciales o domésticos, procedentes de forma principal, de cualquier tipo de actividad humana. Este tipo de agua, puede provenir de los centros urbanos, pueden provenir de grupos humanos que laboran en diferentes instituciones o viviendas de forma individual. Estas se suelen mezclar con demás efluentes; así como, de aguas pluviales. (Colorado y Herrera, 2017)

Así mismo, se debe de señalar que las aguas residuales, suelen estar conformadas en un 99.90% de líquido, en donde sus principales concentraciones, suelen ser los desechos inorgánicos, los desechos orgánicos, principalmente los residuos sólidos en suspensión. Las sustancias que normalmente suelen estar presentes, en las aguas residuales, son: grasas, sintéticos, carbohidratos, productos en descomposición, etc. Al igual que los mencionados, existe la posibilidad de que se encuentren presentes, algún elemento químico de naturaleza orgánica, inorgánica e industrial. (Chapilliquen, 2018)

2.2.2. Características de las aguas residuales

Dentro de las características de las aguas residuales, se puede detallar, la siguiente caracterización: (Huaman, 2017)

Tabla 2

Características biológicas, químicas y físicas de las aguas residuales

Características físicas	Características químicas	Características biológicas
--------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Temperatura	Concentración de nitrógeno, sulfuros o metanos	de	Concentración de coliformes termoestables o heces fecales
Sólidos Totales	Oxígeno disuelto		Concentración de coliformes totales
PH	Concentración de compuestos orgánicos volátiles	de	Hongos
Turbiedad	Concentración de fósforo		Algas
Olor	DQO		Bacterias
Color	DBO		
Conducción eléctrica	Grado de alcalinidad		
	Acidez		

Fuente: Díaz (2018)

Cabe señalar que otras de las características complementarias que se pueden encontrar en las aguas residuales, son las siguientes: la misma concentración de las aguas, generan cierta turbidez en la misma, con un olor de materia putrefacta; el color amarillento de las aguas residuales, suele dependen del origen de las mismas; este tipo de aguas, suele estar conformada por sólidos en suspensión, complementado por materiales volátiles y sedimentales; los caudales suelen variar, dentro de las 24 horas, debido al empleo de los aparatos sanitarios. (Martínez, 2016)

2.2.3. Tratamiento de las aguas residuales

Las aguas residuales deberán de ser tratadas de forma eficiente, debido a que suelen generar un efecto negativo en los cuerpos receptores, que se extrapolan, hasta el área de estudio. Por lo mencionado, la finalidad de tratar el agua residual, son las siguientes: (Portero y Amat, 2017)

- Los cuerpos que reciben las aguas tratadas, deberán de mantener una calidad óptima, debido a que, en muchos de los casos, se emplean las mismas para riego, para consumo de los animales o para consumo humano. Por este mismo motivo, se deberán de tratar la concentración de residuos fecales, en las mismas.
- Los daños que son generados por la alta concentración de vegetación acuática pueden ser alcanzando, al reducir la concentración de oxígeno en las aguas. Esto puede conllevar a que se vea mermada la cantidad de peces presentes, en los cuerpos de agua. El proceso mencionado, es denominado, eutrofización.
- Este tipo de aguas, al ser una fuente de contaminación de tipo biológica, puede conllevar a que se generen enfermedades, en los elementos vivos que se encuentran a los alrededores.

Cuando las aguas residuales no son tratadas de forma adecuada, pueden causar los siguientes impactos negativos, tomando en cuenta a los cuerpos de agua receptores: (Lorren, 2018)

- Existe la posibilidad de que aparezcan fangos y flotantes. Este tipo de afectaciones, consiste en la generación de fangos, que son producto de los sólidos en suspensión que no han sido eliminados del efluente. Esto conlleva a que el cuerpo receptor, tenga un mal aspecto visual; así como, puede llegar a generar la reducción de las concentraciones de oxígeno, en el mismo.
- Los niveles de oxígeno pueden descender por debajo de los límites recomendados. Esto se debe a que la concentración de partículas que son fácilmente oxidables, serán degradadas de forma anaerobia por la flora bacteriana que se encuentra presente en el cuerpo de agua. Al requerir de un consumo de oxígeno superior a lo normal, se verá reducir la concentración del mismo, reduciendo la posibilidad de que la vida persevere.
- Alta concentración de micronutrientes. Cuando se tienen altas concentración de nitrógeno (N) o fósforo (P), se promueve el crecimiento de algas, de forma indiscriminada. Esto conlleva a que las aguas pierdan la posibilidad de que puedan ser empleadas para uso industrial o uso doméstico.

➤ Cuando se vierten aguas residuales mal tratadas, hacia cauces de uso público o cuando estas aguas entran en contacto con fluidos subterráneos, que se encuentran cercanos a cauces públicos, existe la misma posibilidad de contaminación, generando la proliferación de protozoos, virus, bacterias o helmintos.

Los parámetros mínimos que deberán de ser determinadas, si es que se quiere diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, son los siguientes: (Huiza y Ordoñez, 2018)

Tabla 3

Parámetros mínimos de diseño

Contaminante	Impacto en el medio ambiente	Parámetro
Sólidos en suspensión	Conlleven a la generación de lodos	Sólidos en suspensión totales (SST)
Orgánicos biodegradables	Genera la muerte de peces, al consumir oxígeno en el cuerpo de agua receptor	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
Orgánicos biodegradables	no Resisten el tratamiento biológico	DQO
Nutrientes	Generación de fósforo y nitrógeno, que consumen oxígeno y mueren peces	Nitrógeno (N) Fósforo (P)
Patógenos	Enfermedades que se pueden transmitir a humanos o animales	Bacterias Coliformes fecales / 100 ml Virus

Olor – Color	Efectos tóxicos en un periodo de tiempo largo	
Efectos termales	Variación de la Temperatura temperatura y escasa adaptabilidad de flora y fauna	
Sólidos disueltos	Cuando las aguas se usan para la agricultura o la acuicultura, pueden generar problemas	Conductividad eléctrica Sólidos disueltos totales (SDT)

Fuente: Díaz (2018)

2.2.4. Plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, son definidas como aquellas estructuras, mediante las cuales se podrá depurar la materia contaminante que se recepciona en las mismas. Estas se encuentran compuestas, por una serie de obras, procesos y diferentes instalaciones, que permiten alcanzar el objetivo de depurar. Además, cabe señalar que son complementadas, con una serie de equipos, que conllevan a optimizar los procesos alcanzados, estando conformados por dos tipos de procesos: línea de aguas y línea de lodos. (Epejo y Leon, 2017)

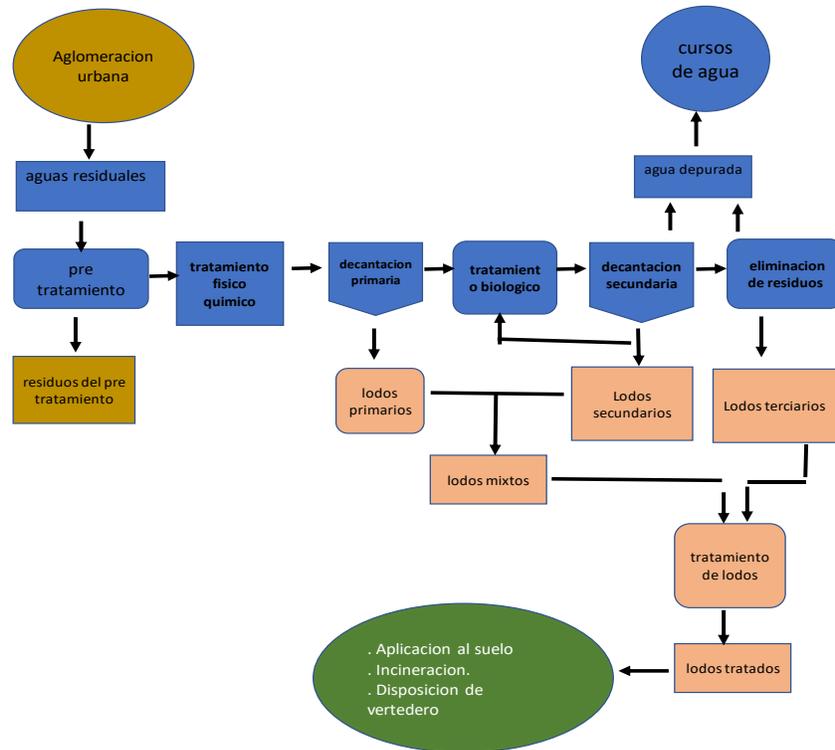


Figura 4 Diagrama de flujo general de PTAR

Fuente: Díaz (2018)

2.2.5. Diseño estructural de la PTAR

2.2.5.1. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar, tiene el objetivo de eliminar desechos que tienen la característica, de contener un tamaño grande. Estos suelen estar conformados por piedras, plásticos o trapos. Además, este proceso es necesario, con el objetivo de mejorar el proceso de las unidades de tratamiento consecuentes, en donde se suelen emplear a la cámara de rejillas, como un elemento eficiente de detención de este tipo de sólidos. Dentro de los tratamientos preliminares, se puede encontrar a: los desarenadores, las rejillas, los tanques desarenadores y la aireación. (Colorado y Herrera, 2017)

Canal de llegada

El canal de llegada es un tipo de estructura a tajo abierto, que se caracteriza por ser implementada con diferentes elementos, que conllevan a un mejor control e incremento de las velocidades de las aguas. Se puede implementar con los siguientes elementos: Vertederos, canaletas Parshall, compuertas, etc. (Chapilliquen, 2018)

El diseño de canal de llegada: De acuerdo a la norma OS.090, los canales suelen estar conformados por cribas, con dimensiones similares, en donde una de ellas, suele servir de mantenimiento o by pass. Los elementos geométricos que son considerados, pueden ser: la rugosidad, la velocidad mínima, el tipo de material, la velocidad máxima, pendiente, entre otros. De manera siguiente, se procede a exponer las medidas geométricas de este tipo de elementos: (Huaman, 2017)

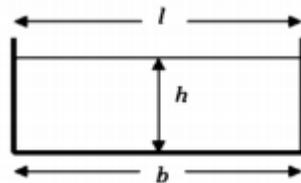


Figura 5 Elementos geométricos de un canal de llegada

Fuente: Díaz (2018)

Base (b): La recomendación de esta medida, deberá de depender del diámetro de la tubería de entrada, tal es del caso que, para una tubería de 8 pulgadas, se recomiende un valor de b de 80 cm. (Martínez, 2016)

Altura (h): Es considerada como la altura de agua del canal y es determinada en base a la siguiente ecuación: (Portero y Amat, 2017)

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

Ecuación 1 Determinación de la altura (h) del canal de llegada

K: Coeficiente de Manning (adimensional)

B: Ancho del canal (m)

Coeficiente de Manning (k): Este indicador permite que se verifique la velocidad que deberá de mantener en el canal, siendo calculado con la siguiente ecuación: (Lorren, 2018)

$$K = \frac{QMH * n}{b^{8/3} * S^{1/2}}$$

Ecuación 2 Coeficiente de Manning del canal de llegada

QMH: Caudal máximo horario (m³/s)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

S: Pendiente del canal (m/m)

La pendiente del canal, deberá de ser determinada con la Ecuación 4, en donde se ha tomado en cuenta, las consideraciones de diseño que son impuestas por la Norma OS.090, recomendando que se tomen valores de velocidad que rondan los 0.30 m/s y el 0.60 m/s, pudiendo contar con un valor promedio de 0.45 m/s. (Huiza y Ordoñez, 2018)

Radio hidráulico (RH): Para una sección rectangular, se deberá de mantener la siguiente relación: (Epejo y Leon, 2017)

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h}$$

Ecuación 3 Radio Hidráulico del canal de llegada

Velocidad (V): Para poder determinar la velocidad del canal, se hará uso de la fórmula de Manning, expuesta en la siguiente ecuación: (Colorado y Herrera, 2017)

$$V = 0.5 * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Ecuación 4 Velocidad del canal de llegada

Rejillas y cribado: Esta operación se basa en reducir la cantidad de sólidos en suspensión con los que llega el agua residual, pudiendo estar conformada por elementos de tamaños totalmente variables, en donde se deberá de realizar de

forma obligatoria, al no querer obstruir las bombas, las válvulas y demás equipos que conforman a la PTAR. (Chapilliquen, 2018)

Tabla 4

Clasificación de las rejillas

Clasificación	Tipo
Con respecto al método que se ha empleado para la limpieza	Limpieza manual
	Limpieza mecánica
Con respecto al tamaño de las estructuras	Rejillas gruesas: aberturas de ¼ in
	Rejillas finas: aberturas menores de ¼ in
Con respecto a su colocación	Rejillas móviles
	Rejillas fijas
Con respecto a la sección transversal de las barras	Circulares
	Aerodinámicas
	Cuadradas
	Rectangulares
Con respecto al tamaño de la materia prima	M.P. Finas (0.1 – 2.5 cm)
	M.P. Medianas (1.5 – 2.5 cm)
	M.P. Gruesas (2.5 – 5.0 cm)

Fuente: Díaz (2018)

Además, cabe señalar que el diseño de las cribas, depende de las preferencias de limpieza que se ofrezcan, basándose en las siguientes condiciones: plataforma de operación, calidad de la iluminación, espacio de almacenamiento, condiciones técnicas y compuestas. (Huaman, 2017)

Ubicación de las rejillas: Así mismo, la ubicación de las rejillas, tendrá que tener cierta inclinación, en relación al piso del canal en donde se pretender colocar; siendo el canal, de preferencia horizontal, perpendicular a las rejillas y recto, con el objetivo de que los sólidos sean trasladados de forma uniforme. (Martínez, 2016)

Área libre al paso del agua (al): Corresponde a determinar las velocidades que el agua estará experimentando, para poder mantener las barras limpias, no teniendo que ser de un valor inferior a los 0.60 m/s. así mismo, se recomienda que el espaciamiento no sea inferior a los 25 mm. (Portero y Amat, 2017)

$$AL = \frac{Q}{Vb}$$

Ecuación 5 Área libre al paso del agua del canal de llegada

Q: Caudal de diseño (m³/s)

Vb: Velocidad mínimas, entre las barras (m/s)

Tirante de agua (h): Corresponde a indicar la altura de agua que se encontrará dentro de las paredes del canal: (Lorren, 2018)

$$h = \frac{AL}{b}$$

Ecuación 6 Área libre al paso del agua del canal de llegada

Altura total (H): Es considerada como la cantidad de agua total, en donde se incluye a la altura de seguridad y la altura del agua del canal, siendo determinada con la siguiente fórmula: (Huiza y Ordoñez, 2018)

$$H = h + Hs$$

Ecuación 7 Altura total del canal

Hs: Altura de seguridad (m)

Longitud de barras (Lb): La longitud de las barras deberá de garantizarla limpieza de las mismas, pudiendo ser calculada, con la siguiente fórmula: (Epejo y Leon, 2017)

$$Lb = \frac{Hs}{\sin \alpha}$$

Ecuación 8 Longitud de las barras

α : Ángulo de inclinación de las rejillas

La recomendación sugiere que este valor, deberá de estar comprendido entre los 45 y los 60 grados.

Número de barras (n): Se recomienda considerar un valor superior a las 2 barras. (Colorado y Herrera, 2017)

$$n = \frac{b}{e + S} - 1$$

Ecuación 9 Número de barras

e: Separación entre las barras (m)

S: Espesor entre las barras máximo (m)

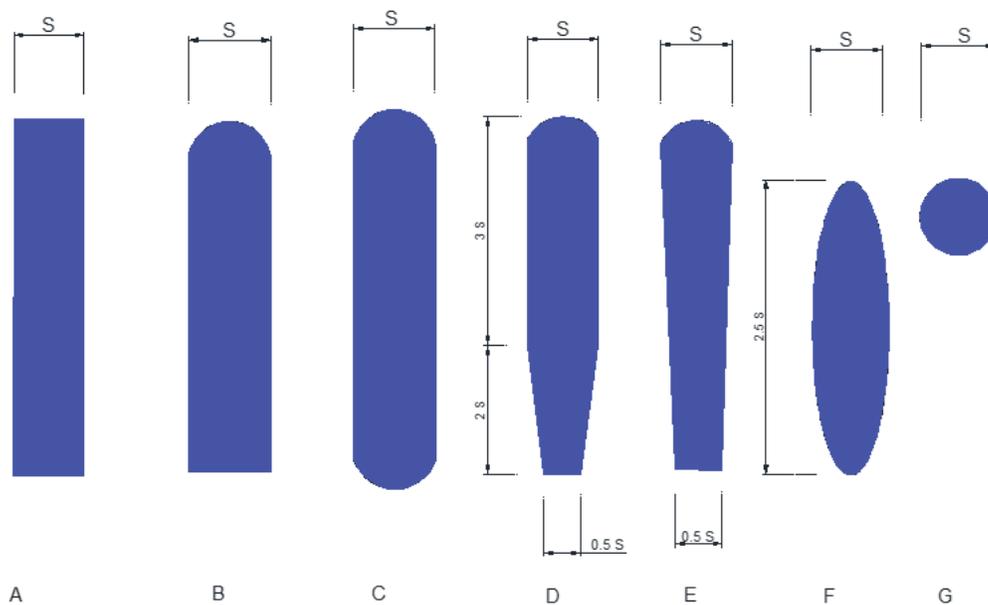


Figura 6 Diferentes formas de las rejillas

Fuente: Díaz (2018)

Desarenador

Se caracteriza por tener la capacidad de separar las arenas, del agua en estado líquido y de las partículas en suspensión. Esto, con la finalidad de que no se produzcan obstrucciones en las bombas, evitando de esta forma, sobrecargas en el proceso de tratamiento. Las partículas que son separadas, están conformadas por diámetros superiores a los 0.20 mm. Los tipos de desarenadores son helicoidales o de flujo horizontal. (Chapilliquen, 2018)

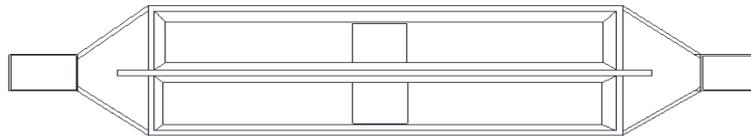


Figura 7 Desarenador en paralelo de dos unidades

Fuente: Díaz (2018)

Como se puede apreciar en la imagen, el desarenador tiene un canal de operación y un canal de mantenimiento, en el que el flujo es controlado por un canal Parshall y el ángulo de divergencia, no deberá de ser superior a $12^{\circ} 30'$. (Huaman, 2017)

$$W = \frac{3}{2} \left(\frac{kbh^{0.5}}{vh} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{Q}{vh} \right)$$

Ecuación 10 Ancho del desarenador

K: Constante de 1.85

Q: Caudal (m³/s)

H: Carga sobre el vertedero (m)

Vh: Velocidad horizontal (m/s)

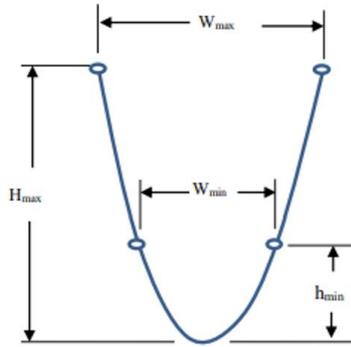


Figura 8 Sección parabólica Parshall

Fuente: Díaz (2018)

Se deberá de mantener una relación entre el largo y ancho, recomendada de 2.5 – 1/5 – 1/. Mientras que, la relación entre el ancho y la profundidad, deberá de ser 1/1 – 5/1, con una profundidad en el desarenador (h), recomendada de 2 – 5 metros. (Martínez, 2016)

La velocidad de sedimentación (V), deberá de ser determinada con la Ley de Stokes:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{p_s - p}{\mu} \right) d^2$$

Ecuación 11 Ancho del desarenador

Vs: Velocidad de sedimentación (cm/s)

D: Diámetro de la partícula (cm)

μ : Viscosidad cinemática del agua (cm²/s)

ps: Densidad de sólido

El número de Reynolds (Re), se determina para evaluar las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas, en donde el valor mayor a 0.5, deberá de ser obtenido. Al no poder alcanzar este valor, se tendrá que ajustar el valor de Vs. (Portero y Amat, 2017)

$$Re = \left(\frac{d * \rho * V_s}{\mu} \right)$$

Ecuación 12 Número de Reynolds

El coeficiente de arrastre (CD): deberá de ser determinado en base al número de Reynolds, partiendo de un valor de Vs corregido y comprobando el valor de Re, por debajo de los 0.50. (Lorren, 2018)

$$CD = \left(\frac{24}{R} \right) + \left(\frac{3}{\sqrt{R}} \right) + 0.34$$

Ecuación 13 Coeficiente de arrastre

La velocidad de desplazamiento (Vd): corresponde a un valor máximo, en el que el material a degradar, quedará en modo de suspensión, conocida como velocidad inicial y expuesta en la siguiente ecuación: (Huiza y Ordoñez, 2018)

$$Vd = 125 \sqrt{(ps - 1)} * d$$

Ecuación 14 Velocidad de desplazamiento

Longitud teórica (LT): Longitud total del desarenador (Epejo y Leon, 2017)

$$LT = \left(\frac{Vh}{V_s} \right)$$

Ecuación 15 Longitud teórica

Velocidad horizontal (Vh):

$$Vh = Vd * Fs$$

Ecuación 16 Velocidad horizontal

Sección transversal (At):

$$At = \frac{Q_{diseño}}{Vh}$$

Ecuación 17 Sección transversal

Tiempo de retención (t):

$$t = \frac{L}{Vh}$$

Ecuación 18 Tiempo de retención

Medidor y repartidores de caudal

Las cribas y los desarenadores deberán de ser incorporados en el medidor del caudal, mediante la incorporación del régimen tipo Parshall. Este tipo de repartidores pueden ser de dos tipos: flujo ascendente y repartidor central, mediante el cual se pueden incluir vertederos, circulares, triangulares o cuadrados. Este tipo de repartidores, ha tomado como referencia, a la Ecuación 10. (Colorado y Herrera, 2017)

2.2.5.2. Tratamiento primario

Mediante este tipo de tratamientos, se basan en la remoción de sólidos en suspensión y materia orgánica. Este tipo de procesos, suele ser físico y se suele emplear la sedimentación, en el que el tratamiento primario, involucra una reducción del DBO y de materia orgánica. Dentro de los tratamientos, se pueden encontrar los siguientes: Sedimentación simple, digestión de lodos, precipitación química, desinfección, filtros groseros, lecho de secado, etc. (Chapilliquen, 2018)

Sedimentación

Mediante este proceso, se intenta emplear a la gravedad y el peso específico de las partículas en suspensión, con la finalidad de que descendan al fondo del lecho. Así mismo, se puede decir que el agua se separa de las partículas en suspensión y de la arena, en donde las medidas de dichos sólidos son: 0.20 mm y 0.05 mm, teniendo como punto de recolección, a una plataforma inclinada, que recolecta y se encarga de la evacuación de los lodos. (Huaman, 2017)

Para el diseño de este tipo de elementos, se deberán de considerar a dos sistemas en paralelo, mediante el cual se podrán limpiar las unidades de forma consecutiva; así mismo, cabe señalar que las zonas son las siguientes: entrada, sedimentación, lodos y salida. (Martínez, 2016)

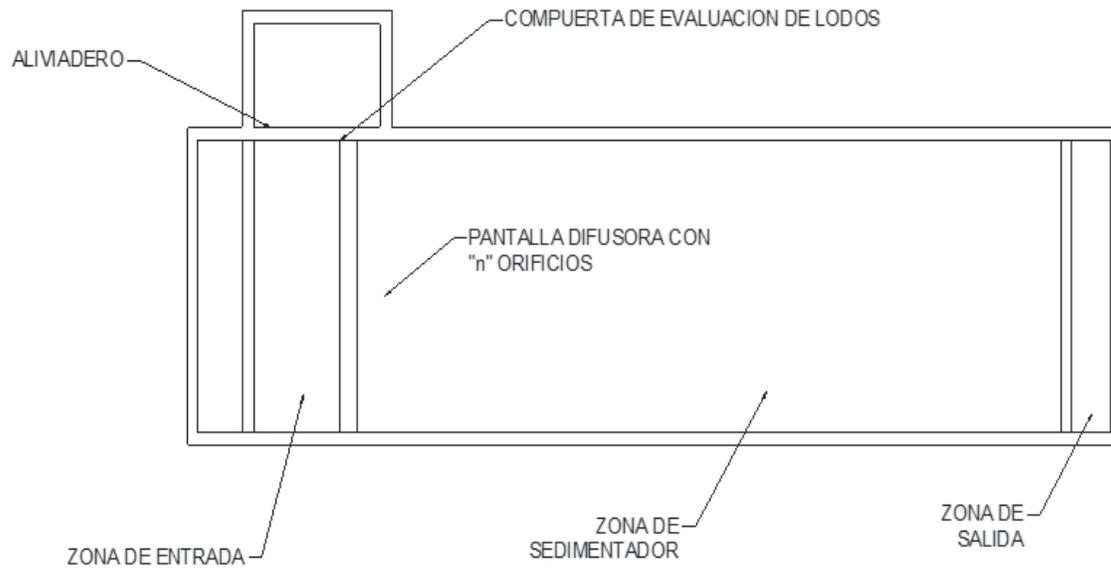


Figura 9 Sedimentador (Planta y Corte Longitudinal)

Fuente: Díaz (2018)

Zona de entrada: Los orificios deberán de contar con un ángulo de 15° , en dirección al flujo.

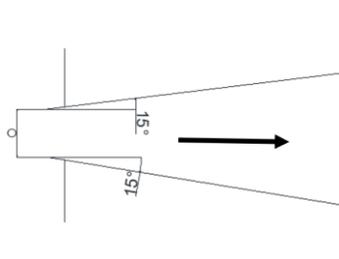


Figura 10 Detalle de los orificios aboquillados

Fuente: Díaz (2018)

La pantalla difusora se encuentra ubicada entre las medidas 1.00m a 0.70m, las cuales tendrán que ser medidas desde la distancia de la pared de la entrada, en el que la pantalla difusora se encontrará conformada por orificios. (Portero y Amat, 2017)

Los orificios se deberán de encontrar a una distancia de 1/5 a 1/6 de la altura (H), la cual deberá de ser medida desde la superficie del agua y se deberá de llegar hasta una altura mínima de 1/5 a 1/4 (H), medido desde el fondo. (Lorren, 2018)

Área total de los orificios (A0):

$$A0 = \frac{Q}{V_o}$$

Ecuación 19 Área total de orificios

Q: Caudal diseño (m3/s)

Vo: Velocidad en los orificios (m/s)

El diámetro del orificio, se deberá de mantener una sección circular:

$$\alpha0 = \frac{\pi * \Phi^2}{4}$$

Ecuación 20 Diámetro del orificio

Número de orificios (n0)

$$n0 = \frac{A0}{\alpha0}$$

Ecuación 21 Número de orificios

Zona de sedimentación

Esta zona, se caracteriza por tener una dirección de flujo horizontal, alcanzando determinadas velocidades en diferentes puntos de la zona. Las medidas serán determinadas de la siguiente forma: (Huiza y Ordoñez, 2018)

Profundidad: El sedimentador tendrá que tener una profundidad recomendada de 3 metros y con una relación largo ancho de 3 / 10, con un valor recomendado de 4 m. Así mismo, la relación entre el largo y la profundidad, 5 / 30. (Colorado y Herrera, 2017)

Área superficial de la unidad (As):

$$As = \frac{Q}{Vs}$$

Ecuación 22 Área superficial de la unidad

Vs: Velocidad de sedimentación (m/s)

Q: Causal de diseño (m³/s)

La velocidad recomendada, deberá de estar entre 1.00 a 2.50 m/h, correspondiendo a la Ecuación 26 y a la Ecuación 25.

Velocidad horizontal (VH):

$$\frac{L}{H} = \frac{VH}{Vs}$$

Ecuación 23 Velocidad horizontal forma 1

Para el presente caso, la velocidad horizontal, será determinada con la siguiente ecuación:

$$VH = \frac{100 * Q}{B * H}$$

Ecuación 24 Velocidad horizontal forma 2

Partículas discretas (Vsi): Se hará empleo de la Ley de Hooke

$$Vsi = \frac{g}{18} * \left(\frac{pp - p}{\mu} \right) * dpd^2$$

Ecuación 25 Velocidad de sedimentación – partículas discretas

g: Gravedad (cm/s²)

pp: Densidad de la partícula (g/cm³)

p: Densidad del agua (g/cm³)

μ: Viscosidad dinámica del agua (g/cm s)

d_{pd}: Diámetro de la partícula discreta (cm)

Partículas críticas (V_{sc}):

$$V_{sc} = 0.22 * \left(\frac{pp - p}{p} * g \right)^{2/3} * \frac{d_{pc}}{v^{1/3}}$$

Ecuación 26 Velocidad de sedimentación – partículas críticas

v: Viscosidad cinemática del agua (g/cm s)

d_{pc}: Diámetro de la partícula crítica (cm)

Periodo de retención hidráulico (PRH): Tiempo que tarda la partícula, para poder alcanzar la zona de lodos.

$$Prh = \frac{Vol}{Q}$$

Ecuación 27 Velocidad de sedimentación – partículas críticas

vol: Volumen en la zona de sedimentación (m³)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

Altura máxima para partículas discretas (h): Altura medida, con respecto al fondo del sedimentador.

$$h = V_{si} * Prh$$

Ecuación 28 Altura máxima para partículas discretas

Altura máxima para partículas críticas (H): Es reconocida como la distancia que puede recorrer una partícula, siendo considerada máxima, para poder alcanzar la zona de sedimentación:

$$H = V_{sc} * Prh$$

Ecuación 29 Altura máxima para partículas críticas

Zona de lodos

Se deberá de considerar como la medida de pendiente mínima del sedimentador, a la relación 1.7 V a 1.0 h, alcanzando una pendiente de 10°. La velocidad que deberá de ser mantenida en la tolva de recolección de lodos, tendrá que alcanzar el valor de 0.90 m/s. Así mismo, cabe señalar que la recolección es cíclica y por gravedad, mediante una tubería de diámetro mayor a 12 in. (Chapilliquen, 2018)

Zona de salida

El vertedero de salida, tendrá que tener una longitud de la cresta, correspondiente al vertedero, igual al ancho que caracteriza al sedimentador. Así mismo, la altura de agua de esta, deberá de depender de la siguiente ecuación: (Huaman, 2017)

$$ha = \frac{Q}{1.84 * b}$$

Ecuación 30 Altura zona de salida

b: Ancho del sedimentador (m)

2.2.5.3. Tratamiento secundario

El tratamiento tiene como fundamentación, el hecho de mejorar la calidad del efluente, centrándose principalmente en retirar la materia orgánica y los sólidos en suspensión. Normalmente, este tipo de tratamiento tiende a emplear el método biológico aerobio. Cabe señalar que, dentro de este tratamiento, se consideran a dos métodos más empleados: filtración biológica y lodos activados. (Martínez, 2016)

Lodos activados

Este sistema se caracteriza por combinar a los lodos activados o bien denominados, lodos biológicos; así como, el agua residual que lo conforma. Estos luego de la combinación, llegan a ser expuestos al sol, para que puedan ser separados, recurriendo al proceso de la sedimentación. (Portero y Amat, 2017)

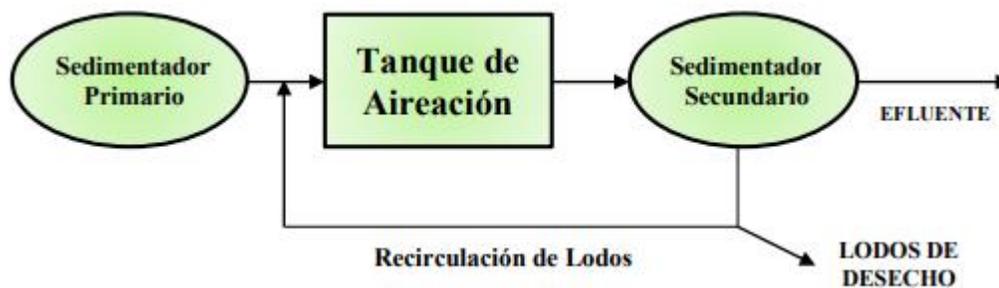


Figura 11 Sistema de lodos activados – sistema convencional

Fuente: Díaz (2018)

Las unidades de operación que conforman a los lodos activados, son los siguientes:

Unidad de sedimentación primaria: El proceso que se realiza es el anaeróbico, recibiendo agua cruda y encargándose de sedimentar a los sólidos en suspensión. (Lorren, 2018)

Unidad de aireación: Es bien conocido, como reactor biológico, en donde se es realizado el proceso de sedimentación, dispersando a los contaminantes en el fondo del estanque y recurriendo al uso de los difusores de aire. (Huiza y Ordoñez, 2018)

Unidad de sedimentación secundaria: Consta de la función de clarificar el agua, en donde se recurre a complementar a los procesos mencionados anteriormente. (Colorado y Herrera, 2017)

Diseño de tanque de aireación

Volumen del tanque (V_r): Los criterios para seleccionar el volumen, son los siguientes: deberá de mantener a los lodos de suspensión y dotar del tiempo suficiente, como para reducir la concentración de DBO5. El valor aceptable de DBO5 para este tipo de elementos, es de 2500 mg/L. (Chapilliquen, 2018)

$$V_r = \frac{\theta_c Q \gamma (S_o - S)}{X(1 + k_d \theta_c)}$$

Ecuación 31 Volumen del tanque

θ_c : Tiempo de residencia celular (día)

- Q: Tasa de carga hidráulica (m³/d) = QD
- γ: Coeficiente estequiométrico para la producción de lodos (g SSV/gDQO)
- S: Sustrato soluble de entrada (mg/l)
- Kd: Coeficiente de decaimiento endógeno (Día⁻¹)
- So: Sustrato soluble y biodegradable de salida (mg/l)
- Qd: Caudal de diseño (m³/día)
- Vr: Volumen reactor (m³)
- X: Concentración de células SSV (mg/L)

Tabla 5

Coeficientes cinéticos

Coeficiente	Unidades	Valores a 20°C	
		Rango	Valores
k	d ⁻¹	2 – 10	5
Ks	mg/L DBO5	25 – 100	60
	mg/L DQO	15 – 70	60
γ	MgSSV/mgDBO5	0.4 – 0.8	0.6
kd	d ⁻¹	0.025 – 0.075	0.06

Fuente: Díaz (2018)

El tiempo de residencia celular, podrá ser determinado con los valores de $\Theta_c = 5$ días, con una temperatura de 17°C. (Huaman, 2017)

Relación Alimento / Microorganismos (F/M – A/M): Este valor es determinado para seleccionar el método de los lodos activados a emplear. (Martínez, 2016)

$$\frac{F}{M} = \frac{QSo}{VX}$$

Ecuación 32 F/M método 1

$$\frac{F}{M} = \frac{Q S_o}{T_d}$$

Ecuación 33 F/M método 2

F/M: Relación entre la comida y los microorganismos (día⁻¹)

Td: Tiempo de detención hidráulico (día)

Rendimiento en la depuración (E): (%): Es la relación que se efectúa entre la cantidad de materia orgánica que ingresa al biorreactor y la materia orgánica eliminada. (Portero y Amat, 2017)

$$E = \frac{S_o - S}{S_o}$$

Ecuación 34 Rendimiento en la depuración

Crecimiento de la masa SSVLM (kg/día):

$$P = Y_{obs} * Q * (S_o - S)$$

Ecuación 35 Crecimiento de la masa parte 1

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + kd(\theta_c)}$$

Ecuación 36 Crecimiento de la masa parte 2

Carga orgánica volumétrica (Lv) (kg DBO5/m3/día)

$$Lv\left(\frac{kg\ DBO5}{m^3 - dia}\right) = \frac{S_o * Q}{V}$$

Ecuación 37 Carga orgánica volumétrica

Tiempo de retención hidráulica (td)

$$td = \frac{V}{Q}$$

Ecuación 38 Tiempo de retención hidráulica

Recirculación de lodos

Tabla 6

Valores de recirculación de lodos

Parámetro	Valor	Condiciones
SSVLM	2000 mg/l	Dentro del tanque
SSV	8000 mg/l	Dentro del flujo recirculado
Rango	25 a 50%	De acuerdo a la literatura

Fuente: Díaz (2018)

Producción de lodos

$$Px = \frac{YQ (S_o - S)}{1 + kd * \theta_c} = \frac{XV}{\theta_c}$$

Ecuación 39 Producción de lodos

La producción de sólidos totales

$$\text{Lodo Seco} = \frac{Px}{\% \text{ sólidos volátiles totales}}$$

Ecuación 40 La producción de sólidos totales

Caudal de lodo de desecho

$$Q_w = \frac{\text{Lodo seco}}{\text{Conc. de sólidos totales del lodo sedimentado}}$$

Ecuación 41 Caudal de lodo de desecho

Caudal de recirculación

$$Q_r = \frac{QX}{X_r - X}$$

Ecuación 42 Caudal de recirculación

Relación de recirculación

$$R = \frac{Q_r}{Q}$$

Ecuación 43 Relación de recirculación

Tabla 7

Valores de referencia de diseño de PTAR

Tipo de proceso	Periodo de retención	Edad del lodo	Carga volumétrica kg (DBO/m * día)
Convencional	4 – 8	4 – 15	0.3 – 0.6
Mezcla completa	3 – 5	5 – 15	0.8 – 2.0
Alta carga	2 – 4	2 – 4	1.1 – 3.0
Aeración escalonada	3 – 6	5 – 15	0.6 – 0.9
Aeración prolongada	16 – 48	20 – 60	0.2 – 0.3
Zanja de oxidación	20 – 36	30 – 40	0.2 – 0.3

Fuente: Díaz (2018)

Tabla 8

Valores de referencia de diseño de PTAR

Tipo de proceso	Remoción de DBO	Carga de la masa kg DBO/ (kg SSVTA*día)	Tasa de recirculación %
Convencional	85 – 90	0.20 – 0.40	25 – 50

Aeración prolongada	75 – 95	0.05 – 0.50	75 – 300
Alta carga	75 – 90	0.40 – 1.50	30 – 50
Aeración escalonada	85 – 95	0.20 – 0.40	25 – 75
Mezcla completa	85 – 95	0.20 – 0.60	25 – 100
Zanja de oxidación	75 – 95	0.05 – 0.15	75 - 30

Fuente: Díaz (2018)

Cantidad de oxígeno requerido

$$DO = 1.5 * Q(S_o - S_e) - 1.42 * X_r * Q_w$$

Ecuación 44 Cantidad de oxígeno requerido

Caudal de aire

$$Q_{aire} = \frac{DO}{0.232(1.20)}$$

Ecuación 45 Caudal de aire

Se recomienda la eficiencia de transmisión de O₂, para los equipos de aireación, con un 8%.

$$Q_{aire} = \frac{Q_{aire}}{\% \text{ de eficiencia de trasmisión de } O_2}$$

Ecuación 46 Caudal de aire general

Volumen de aire requerido en el tanque de aireación por unidad DBO

$$\frac{Q_{aire}}{DBO}$$

Ecuación 47 Volumen de aire requerido

Volumen de aire requerido por DBO removido

$$\frac{Q_{aire}}{DBOr}$$

Ecuación 48 Volumen de aire requerido por DBO removido

Determinación de potencias de aireadores mecánicos

Datos generales de los proveedores de aireación:

Tabla 9

Consideraciones para los aireadores mecánicos

Potencia de Motor HP	Lb O₂/ HPhr	Lb O₂ / hora
3	3.5	10.5
5	3.5	17.5
7.5	3.5	27.4
10	3.4	34.0
15	3.4	51.0
20	3.3	66.0
25	3.3	82.5
30	3.3	99.0
40	3.3	132.0
50	3.3	165.0
60	3.3	198.0
75	3.2	240.0
100	3.2	320.0
125	3.2	400.0
150	3.2	480.0

Fuente: Díaz (2018)

Diseño de sedimentador secundario

Las consideraciones mínimas de diseño que se toman en cuenta para este diseño, son: diseño con caudales máximos horarios y toma de los parámetros siguientes. (Lorren, 2018)

Tabla 10

Consideraciones para los aireadores mecánicos

Tipo de tratamiento	Carga de superficie m ³ /m ² *d		Carga kg/m ² *h		Profundidad m
	Media	Max	Media	Max	
Sedimentación a continuación de los lodos activados	16 – 32	40 – 48	3.0 – 6.0	9.0	3.5 – 5
Sedimentación a continuación de la aeración prolongada	8 – 16	24 – 32	1.0 – 5.0	7.0	3.5 - 5

Fuente: Díaz (2018)

Para los sedimentadores primarios con una forma geométrica rectangular, deberá de cumplir con los siguientes parámetros: relación largo y ancho 4/1; relación ancha y profundidad 1/2.(Lorren, 2018)

Digestores convencionales abiertos

Es un sistema que proviene del tratamiento de los lodos activados, en donde se centra la estabilización de los lodos biológicos. (Lorren, 2018)

Geometría: Rectangular o de forma circular

Profundidad: 3 a 5m

Consideraciones generales: Fondo con membrana impermeable y con dispositivos de aireación en fondo y sobrenadante.

Volumen diario de lodos digeridos (Vld):

$$Vld = \frac{Ml}{plodo * \left(\frac{\%sólidos}{100\%}\right)}$$

Ecuación 49 Volumen diario de lodos digeridos

P lodo: Densidad de los lodos (kg/l)

%sólidos: Porcentaje de sólidos (8% - 12%)

Lecho de secados

Son sistemas que basan su función, en la deshidratación de los lodos, teniendo que cumplir con las siguientes condiciones de diseño: (Lorren, 2018)

Diques: profundidad de 50 – 60 cm

Ancho de lechos: 3 – 6 m

Geometría: rectangular

Profundidad: 20 – 40 cm

Periodo de aplicación 4 – 6 hr

Periodo de secado 4 – 8 semanas (T° fría)

Periodo de remoción de lodos 1 – 2 sem

Volumen de lodos extraídos (Vel)

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

Ecuación 50 Volumen de lodos extraídos

Td: Tiempo o periodo para la digestión de los lodos (d)

Tabla 11

Tiempo requerido para la digestión de los lodos

Temperatura (C°)	Tiempo de digestión (Días)
5	110
10	76
15	55
20	40
>	30

Fuente: Díaz (2018)

Espesor del drenaje: la norma OS.090 recomienda un valor de 0.30 m. Además, cabe señalar que se cuenta con los siguientes componentes: medio de soporte conformado por una capa de 15 cm, normalmente suele estar conformado por ladrillos, los cuales estarán compuestos por una separación que ronda los 2 cm a los 3 cm, haciendo uso del material arena. Los drenes empleados, deberán de estar conformados por una tubería de 100 mm. Cabe indicar que cada lecho, deberá de estar conformado por su respectiva válvula de compuerta y loseta de fondo. (Lorren, 2018)

Pendiente: 1.50%

Carga de sólidos en el sedimentador (C)

$$C = Q * SS$$

Ecuación 51 Carga de sólidos en el sedimentador

Q: Caudal de diseño (L/s)

SS: Sólidos en suspensión (Mg/l)

Masa de lodos (MI)

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

Ecuación 52 Masa de lodos

Área de lecho de secado (Als)

$$ALS = vel/Ha$$

Ecuación 53 Área de lecho de secado

Tabla 12

Requisitos del área, dependiendo del origen de los lodos

Tipo de lodo digerido	Kg sólidos / m2*año
Primario	120 – 200
Filtros percoladores y primario	100 – 160
Lodos activados y primario	60 – 100
Zanjas de oxidación	110 - 200

Fuente: Díaz (2018)

Área individual de los lechos de secado (Alsi)

$$ALSi = \frac{Als}{N^{\circ} lechos}$$

Ecuación 54 Área individual de los lechos de secado

Nº lechos: Número de lechos

El periodo de secado, deberá de ser, aproximadamente 6 meses.

Longitud de lechos de secado (L)

$$L = \frac{Alsi}{b}$$

Ecuación 55 Longitud de lechos de secado

B: Ancho del lecho (m)

2.2.5.4. Eficiencia de los procesos para depurar

Para poder comprobar la eficiencia de depuración del sistema, se deberán de cumplir con los siguientes parámetros: (Lorren, 2018)

$$E = 0.955 * e^{-\left(\frac{265}{S_o} + 0.0021 * \frac{Q}{A}\right)}$$

Ecuación 56 Eficiencia de etapa de tratamiento

$$ET = \frac{S_o - S_e}{S_o}$$

Ecuación 57 Eficiencia de planta

Q: Caudal de diseño (m3/s)

A: Área de la unidad de tratamiento (m2)

So: Concentración de afluente (mg/L)

Se: Concentración de efluente (mg/L)

$$S_e = \left(S_o \frac{\text{Rendimiento teórico en \%}}{100\%} \right) - S_o$$

Ecuación 58 Concentración de contaminantes en efluente

2.2.6. Normativa ambiental

Se proceden a enmarcar los estándares de calidad mínimo, expuestos por el MINAM: (Lorren, 2018)

Tabla 13

Estándares de calidad ambiental del agua, emitidas por el MINAM – categoría 4 de los ríos que conforman la zona de la sierra y la costa

Parámetro	Unidad	ECAs
Grasas y aceites	Mg/l	5
Conductividad	uS/cm	1000

DBO5		Mg/l	10
Coliformes tolerantes	termo	NMP/100 ml	2000
PH		Unidad	6.5 – 9
Sólidos totales	suspendidos	Mg/l	<=100
Amoniaco		Mg/l	1.9
Nitrato		Mg/l	13
Fósforo total		Mg/l	0.05
TDS		Mg/l	555
Oxígeno disuelto		Mg/l	>=5

Fuente: Díaz (2018)

Se proceden a exponer los límites máximo permisibles, que deberán de ser considerados en una PTAR

Tabla 14

Estándares de calidad ambiental del agua, emitidas por el MINAM – categoría 4 de los ríos que conforman la zona de la sierra y la costa

Parámetro	Unidad	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	Mg/l	20
DBO	Mg/l	100
Coliformes tolerantes	NMP/100 ml	10 000
DQO	Mg/ñ	200

Sólidos totales en Mg/l suspensión		150
PH	Unidad	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	<35

Fuente: Díaz (2018)

2.3. Definición de términos básicos

Caudal: Es la cantidad de agua, expresada en volumen, que puede llegar a atravesar un espacio de control, en una determinada cantidad de tiempo. (Colorado y Herrera, 2017)

Coliformes fecales: Son los concertados de contaminantes que provienen de los fluidos y el excreto de los seres humanos. (Chapilliquen, 2018)

DBO: Es la cantidad de oxígeno que los diferentes organismos, llegan a consumir en el proceso de degradación de la materia. (Huaman, 2017)

DQO: Es la cantidad de oxígeno que los organismos de diversos tipos, tienen la posibilidad de convertir en CO₂. (Martínez, 2016)

PH: Es el nivel de acidez que se puede encontrar en un medio acuoso. (Portero y Amat, 2017)

Planta de tratamiento: Es aquel conjunto de estructuras que buscan reducir la cantidad de contaminantes presentes en un determinado volumen de agua que es emanado por las diferentes actividades humanas. (Lorren, 2018)

Sólidos en suspensión: Son los elementos que el peso que los representa, no puede vencer la tensión superficial del agua. (Huiza y Ordoñez, 2018)

Temperatura: Es la cantidad de calor que se encuentra acumulado en un determinado espacio o cuerpo. (Epejo y Leon, 2017)

Tratamiento primario: Es aquel tratamiento en el que se centran los esfuerzos para la eliminación de los sólidos en suspensión. (Colorado y Herrera, 2017)

Tratamiento secundario: Es el tratamiento que busca, el remover aquellos sólidos presentes, mediante procesos de sedimentación. (Chapilliquen, 2018)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

El método de la presente investigación, ha sido el cuantitativo, debido a que los datos recolectados, tendrán que alcanzar a determinados valores que no deberán de ser superados, bien denominados: Límites máximos permisibles. Además, cabe señalar que, todos los diseños planteados requieren de un cálculo cuantitativo, tales como: diseño hidráulico, diseño electromecánico, diseño estructural y evaluación económica. (Cohen y Gómez, 2019)

Además, cabe señalar que el alcance de la investigación, ha de ser determinado, por el tipo de diseños que se han realizado. Para el presente caso, se ha realizado una evaluación inicial de la planta de tratamiento existente, con la finalidad de desarrollar el diseño hidráulico, diseño electromecánico, diseño estructural y evaluación económica.

3.2. Diseño de la investigación

Con respecto al diseño de la investigación científica, ha correspondido a un diseño descriptivo, transversal y no experimental. Ha sido considerado como descriptivo, debido a que se ha buscado caracterizar a los diferentes elementos que compromete el diseño hidráulico, el diseño estructural y el diseño electromecánico de la PTAR ha diseñar. Así mismo, ha correspondido a un diseño transversal, debido a que la recolección de los datos de campo, sólo ha sido realizado una única vez. Mientras que, ha sido considerado no experimental, debido a que no se ha hecho la manipulación alguna de las variables en estudio, sino que se ha evaluado la condición actual y se ha brindado una solución ingenieril, a las deficiencias halladas. (Cohen y Gómez, 2019)

3.3. Población y muestra

Con respecto a la población de la investigación, ha sido tomada como tal al Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, la que ha sido tomado de la misma forma, como la muestra, correspondiendo de esta forma a una muestra de tipo

censal, debido a que esta, ha estado conformado en su totalidad, por la población en estudio. (Cohen y Gómez, 2019)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Revisión bibliográfica

Instrumento: Ha correspondido a la normativa Vigente, con respecto al diseño hidráulico, diseño electromecánico, diseño estructural y los límites máximos permisibles que han correspondido a formar las bases del diseño respectivo. Se han aplicado normas, tales como: Norma E030, E050, E 060 y el D.S. 003 – 2010 (MINAM).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Analizar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

Para la presente investigación, se ha tomado como punto de partida, la calidad de las aguas residuales con las que ha contado el Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020, con respecto a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que esta ha presentado. En relación a ello, es que se ha pretendido diseñar de forma hidráulica, electromecánica y estructural, dicha propuesta.

Tabla 15

Parámetros de diseño PTAR

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal Medio	L/s	6.9
Caudal Máximo Horario	L/s	13.9
Caudal Medio Total	L/s	6.9
	M3 / día	600
DBO Afluente	Mg / L	280
Carga DBO Afluente	KgDBO/Día	183.3
SST Afluente	Mg/L	300
P Afluente	Mg/L	15
NKT Afluente	Mg/L	75

Fuente: Elaboración propia

Los datos que se han mencionado anteriormente, corresponden a datos obtenidos de campo y que han caracterizado a la planta de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, muchas de las características que se han mencionado, no han correspondido a lo normado por el Ministerio del Ambiente. Tomando como referencia a ello, es que el Ministerio ha establecido a los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 16

Características requeridas por el efluente

Parámetro		Unidad	Valor
Sólidos	Suspendidos	Mg/L	< 150
Totales			
Demanda Bioquímica de		Mg/L	< 100
Oxígeno			
Demanda Química de		Mg/L	< 200
Oxígeno			
Aceite y Grasas		Mg/L	< 200
PH		Mg/L	6.5 – 8.5

Fuente: Elaboración propia

Los valores más significativos que se toman en cuenta para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales, son la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno, la cantidad de aceites y grasas; así como la cantidad de PH característico del efluente. En base a estos parámetros, es que se procede a desarrollar el cálculo hidráulico. Así mismo, cabe señalar que la disposición de la planta de tratamiento de aguas residuales actual, no ha sido la recomendada, debido a que no se cuenta con una cantidad de caudales muy elevada, como para realizar tal disposición, siendo la siguiente:

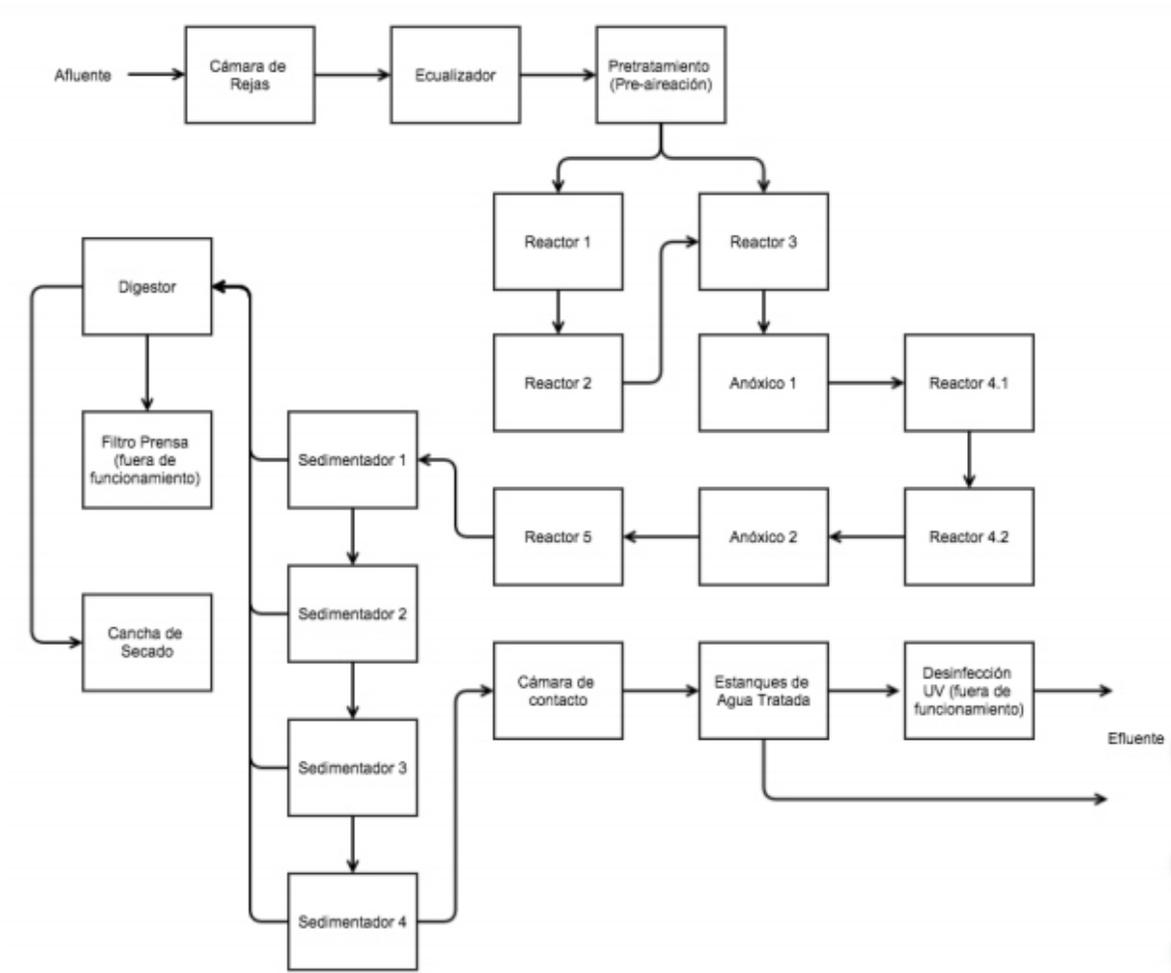


Figura 12 Disposición de la planta de aguas residuales actual, del Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

Fuente: Elaboración propia

En base a tal disposición, es que se ha procedido a reacomodar los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales, quedando una disposición más simple y menos costosa, en relación a la cantidad de concreto empleado y componentes electromecánicos.

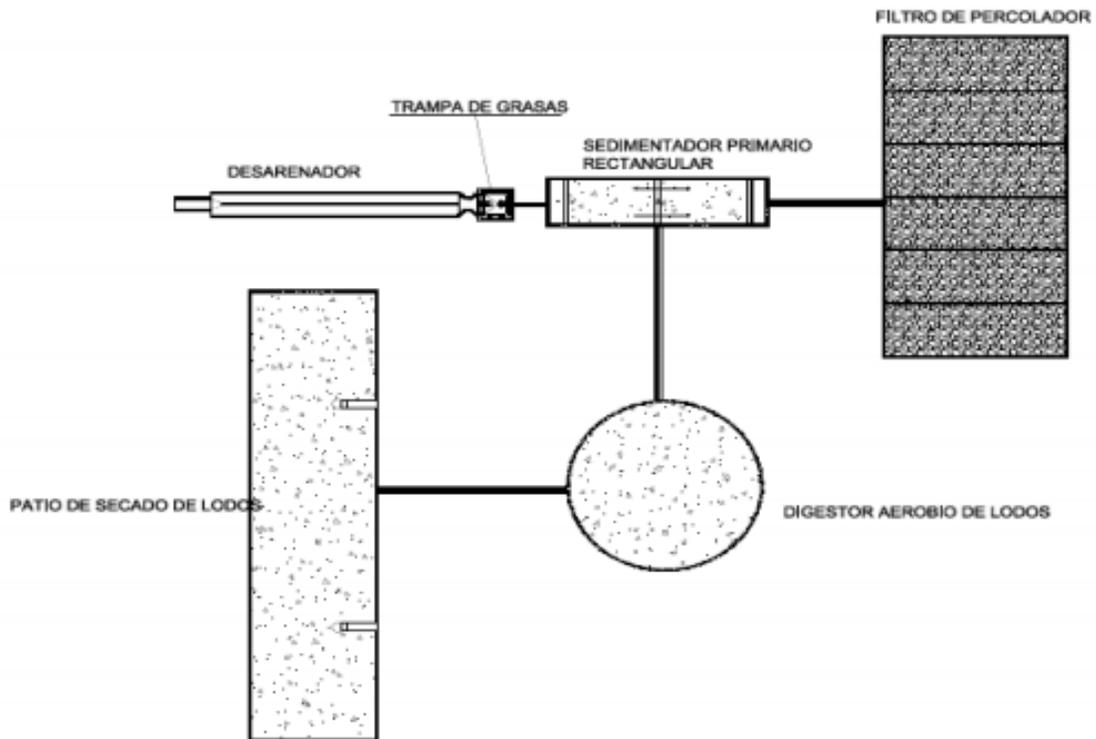


Figura 13 Disposición propuesta de la PTAR del Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Diseñar hidráulicamente la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

4.1.2.1. Cálculo de la población futura

El tiempo de proyección para este tipo de edificaciones, ronda los 25 años de vida útil, en el que se inicia el diseño, tomando una población inicial base, correspondiendo al siguiente cálculo:

N_t	$p \cdot (1+r)^t$
p	2500 personas
t	25 años
r	3.00%
N_t	5234.44

Figura 14 Cálculo de la población futura

Fuente: Elaboración propia

La población inicial con la que cuenta el Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, es de un total de 2500 trabajadores, tomando como proyección a 25 años de crecimiento y desarrollo de esta minera, se establece una población de diseño de 5235 personas.

4.1.2.2. Cálculo del caudal medio de agua potable

$$Q_m = P_f \cdot \text{Dotación de agua potable}$$

P_f	5235 personas
Dotación	150 lt/día/ personas
Q_m	785250 lt/día

Figura 15 Cálculo caudal medio de agua potable

Fuente: Elaboración propia

Después de evaluar la cantidad de agua potable que puede ser emitida por el consumo proyectado de la población, dentro de 25 años, se cuenta con un caudal medio proyectado, que ronda los 785 250 lt/día.

4.1.2.3. Cálculo del caudal medio de aguas residuales

$$Q_{mar} = Q_m \cdot 0.75$$

Q_m	785250 lt/día
Q_{mar}	588938 lt/día

Figura 16 Cálculo caudal medio de aguas residuales

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de determinar la cantidad de aguas residuales proyectadas, que pueden ser emitidas por la población analizada, dentro de 25 años, es que se ha procedido a emplear la fórmula señalada, alcanzando un valor de caudal medio de aguas residuales, de 588 938 lt/día.

4.1.2.4. Dimensionamiento del pre tratamiento

4.1.2.4.1. Dimensionamiento del canal de entrada

Para la determinación de las medidas hidráulicas del canal de entrada, se toma como parámetro inicial de diseño al caudal máximo que tendrá la planta, en la etapa de operación, siendo el valor tomado, el caudal máximo horario. Las recomendaciones de diseño que emite el Ministerio del Ambiente, señalan que la velocidad promedio con el que deberá de contar el canal de entrada, será de 0.60 m/seg, con el objetivo de generar la autolimpieza en las rejillas.

Qmh	0.0123	m3/s
V	0.6	m/s
Área	0.0204	m2
Ancho	50	cm
Tirante	4.09	cm
Alto total Asumido	60	cm
Ancho Asumido	50	cm
Área total	0.30	m2

Figura 17 Dimensionamiento del canal de entrada

Fuente: Elaboración propia

El caudal máximo horario que ha sido calculado, ha correspondido de multiplicar el caudal máximo, producto de las aguas residuales generadas proyectadas, por el coeficiente de 1.80, recomendado por la normativa de diseño de Instalaciones Sanitarias. Así mismo, se ha asumido un ancho promedio de 50 cm, con respecto al canal de entrada. Es de esta forma, que ha sido asumido un alto total de 60 cm,

tomando como altura libre de 15 cm y altura de tirante, de 45 cm, con un área total de 0.30 m².

4.1.2.4.2. Dimensionamiento de la cámara de rejillas

Con la finalidad de completar el proceso de filtrado inicial, es que se opta por considerar rejillas de las siguientes características:

Dimensionamiento		
Forma de la barra	Rectangular	
Inclinación	45°	45°-60°
Separación o espaciamiento entre barras	50	mm
Ancho de la barra	5	mm
Espesor de la barra	25	mm
Eficiencia de las rejillas	0.91	
Velocidad de paso entre las rejillas	0.60	m/s
Velocidad aguas arriba de la rejillas	0.55	m/s
Velocidad del canal de aproximación	0.55	m/s
Perdida de carga através de la rejilla	0.05	m
Area útil de las rejillas	0.30	m ²
Area total	0.330	m ²
Ancho del canal	0.5	m
Largo del canal de aproximación	1.9	>=1.35
Numero de barras	9	barras

Figura 18 Dimensionamiento del canal de entrada

Fuente: Elaboración propia

Las rejillas son aquellos elementos responsables de realizar la primera operación unitaria, mediante la cual se inicia el tratamiento de las aguas residuales. Estas son ubicadas después del canal de entrada, siendo el ingreso al sistema de tratamiento. La función que cumplen las rejillas, es la de proteger a las unidades que conforman el sistema de cualquier tipo de elementos que sea superior al diámetro permisible. Su finalidad, es la de retener los sólidos con un tamaño tal que se sobrepase lo establecido en el diseño del mismo sistema.

Características del canal		
Calculo del tirante maximo Ymax	0.66	m
Calculo del radio hidraulico	0.18	m
Coefficiente n	0.01	
Qmax*n	0.0001595	m ³ /s
Rh ^{2/3}	0.32	m
Pendiente del canal	0.0002	%
Características del BYPASS		
Ancho	0.50	m
Altura o tirante de agua sobre el vertedero del bypass (H)	0.056	m
Largo del Bypass	2.000	m
Area	0.028	m ²
Calculo del radio hidraulico	0.05	m
Rh ^{2/3}	0.14	
Pendiente del Bypass	0.17	%
Datos del emisor		
Diametro del emisor 8"	0.203	m
Tirante del emisor	0.183	m
Radio Hiraulico del emisor(Re)	0.061	m
Area del emisor	0.031	m ²
Qmax*n	0.0001595	
Rh ^{2/3}	0.15	m
Pendiente del emisor	0.11	%
Velocidad del emisor	0.40	m/s
Perdida de carga en la transición	0.0001091	m
Calculo de la longitud de transición	0.67	m
Perdida de carga en la reja	0.004549246	m

Figura 19 Dimensionamiento del canal de transición – Bypass y Emisor

Fuente: Elaboración propia

Las características de los elementos que permiten el ingreso al sistema, tales como el emisor de ingreso, el ByPass y el canal de transición, corresponden a elementos que permiten que el flujo pueda ingresar al desarenador de forma continua, sin algún elemento con diámetro tal que pueda obstruir el sistema y cuenta con un canal que recepciona las aguas que pasan por las rejillas.

4.1.2.4.3. Dimensionamiento del desarenador

DESARENADOR		
Velocidad horizontal del desarenador	0.60	m/s
Numero de Manning	0.01	
Numero de desarenadores	2.00	Unidades
Cantidad de arena recolectada	0.08	cm ³ /m ³
Volumen de arena retenida	0.000024	m ³ /día
Ancho del deposito de arena	0.60	
Calculo del factor R	2.00	
Calculo de factor Cr	0.26	
w(3")	0.31	
Calculo del H max	0.12	m
Calculo del resalto	0.03	m
Profundidad Máxima del agua en el canal del desarenador	0.10	m
Ancho del canal	0.20	m
Calculo del factor Cv	0.98	
Longitud del canal del desarenador	2.50	m
Pendiente del desarenador	12.50	rango 10 y 20
Altura del desarenador	1.50	m
Capacidad del deposito de arena	0.6	m ³
Periodo de limpieza	1	vez por semana

Figura 20 Dimensionamiento del desarenador

Fuente: Elaboración propia

El desarenador es una estructura que se encarga, de eliminar la mayor cantidad de arenas dentro de un efluente, con el objetivo de evitar que los elementos electromecánicos, puedan verse afectados por la acumulación de este tipo de materiales. Para el presente caso, se tiene una velocidad en el sistema, de 0.60 m/s, contando con una totalidad de 2 desarenadores, con el objetivo de poder limpiar el sistema de la acumulación de este tipo de sólidos.

Diseño de la Canaleta Parshall

Ancho de la garganta, W	C	n
1"	0.0604	1.55
2"	0.1207	1.55
3"	0.1771	1.55
6"	0.3812	1.58
9"	0.5354	1.53
1'	0.6909	1.522
1.5'	1.056	1.538
2'	1.428	1.55
3'	2.184	1.566
4'	2.953	1.578
5'	3.732	1.587
6'	4.519	1.595
7'	5.312	1.601
8'	6.112	1.607

0.311

Figura 21 Diseño del canal Parshall

Fuente: Elaboración propia

Se ha seleccionado el canal Parshall con una garganta de 3 in, debido a que, por criterio, fue considerado las medidas de este elemento, dentro del diseño del desarenador. Cabe señalar que, la única función que tiene este canal Parshall, es la de controlar el caudal dentro del sistema. Así mismo, cabe señalar que existen tablas de diseño internacionales, con respecto a las medidas de este tipo de canaletas, siendo las siguientes:

Tabla 17

Medidas de la canaleta Parshall

	W(mm)	A	B	T	D	G	F	G'	K	N	X	Y	R
1"	25.4	242	356	93	167	229	76	203	19	29	8	13	
2"	50.8	276	406	135	214	254	114	254	22	43	16	25	
3"	76.8	311	457	178	259	457	152	305	25	57	25	38	0.41
6"	152.4	414	610	394	397	610	305	610	76	114	51	76	0.41
9"	228.6	587	864	381	575	762	305	457	76	114	51	76	0.41

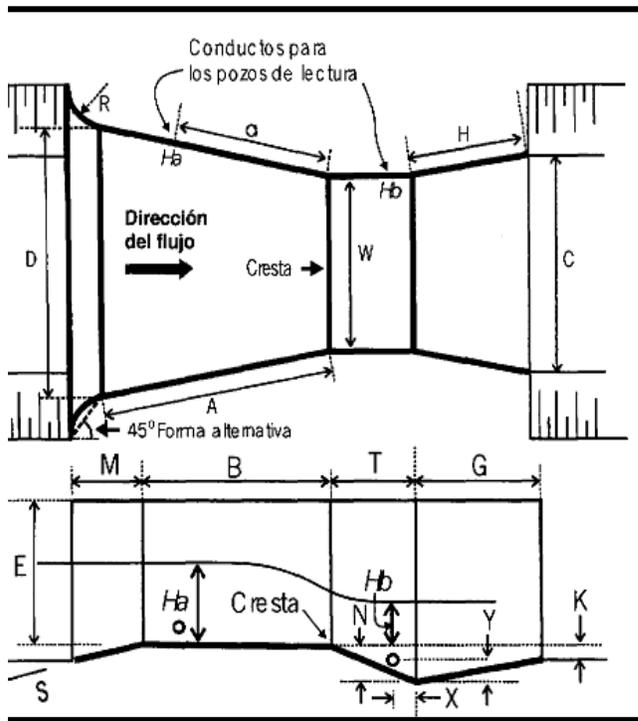
1´	304.8	914	1343	610	845	914	610	941	76	229	51	76	0.51
1´- 6"	457.2	965	1419	762	1026	914	610	941	76	229	51	76	0.51
2´	609.6	1016	1495	914	1206	914	610	941	76	229	51	76	0.51
3´	914.4	1118	1645	1219	1572	914	610	941	76	229	51	76	0.51
4´	1219.2	1219	1794	1524	1937	914	610	941	76	229	51	76	0.61
5´	1524	1321	1943	1829	2302	914	610	941	76	229	51	76	
6´	1828.8	>1422	2092	2134	2667	914	610	941	76	229	51	<76	
7´	2133.6	1524	2242	2438	3032	914	610	941	76	229	51	76	
8´	2438.4	1626	2391	2743	3397	914	610	941	76	229	51	76	

Fuente: Elaboración propia

Las medidas que se mencionan en la tabla anterior, corresponden a las siguientes características:

Donde:

- W Ancho de la garganta
- A Longitud de las paredes de la sección convergente
- a Ubicación del punto de medición H_a
- B Longitud de la sección convergente
- C Ancho de la salida
- D Ancho de la entrada de la sección convergente
- E Profundidad total
- T Longitud de la garganta
- G Longitud de la sección divergente
- H Longitud de las paredes de la sección divergente
- K Diferencia de elevación entre la salida y cresta
- M Longitud de la transición de entrada
- N Profundidad de la cubeta
- P Ancho de la entrada de la transición
- R Radio de la curvatura
- X Abscisa del punto de medición H_a
- Y Ordenada del punto de medición



Se está considerando a la entrada de la transición una pendiente ascendente de 4:1, para el cálculo de la longitud de la entrada de transición M.

Figura 22 Elementos de la canaleta Parshall

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Diseño de la laguna anaerobia

DATOS		
Población al final del proyecto (2039)	5,235	Habit.
Periodo de Diseño	25	años

DISEÑO DE LAGUNAS ANAEROBIAS		
Bases de Diseño		
180	5,235	Habitantes
Dotación	150.00	lt/hab/dia
Contribuciones		
Desague	75	%
DBO5	50.00	grDBO/hab/dia
Temperatura del Agua		
Temperatura del Aire	23	°C
Temperatura del Agua en el Mes más Frio:	26.27	°C
Caudal de Aguas residuales (Q):		
Población x Dotación x %Contribución	588.9	m3/dia

Figura 23 Diseño de la laguna anaerobia – datos preliminares

Fuente: Elaboración propia

Los datos de entrada que se tienen que tener en cuenta, son la población final del proyecto (5235 habitantes), la dotación considerada (150 lt/hab/dia), la cantidad de DBO5 esperado a eliminar (50 grDBO/m³*dia) y el caudal final (588.9 m³/dia)

Carga de DBO5 (C):		
Co(carga organica servida total)=Población x Contribución percapita	261.75	KgDBO5/dia
Carga Superficial(Cs)	1000	kgDBO5/hab/dia
Carga Volumetrica o Carga superficial (De 100 a 300)	100	grDBO/m3.dia
Area minima requerida para tiempo de diseño	2617.5	m2
Diseño Preliminar de la Laguna		
Asuperficial total de la laguna	2617.5	m2
Numero de Lagunas	2	Unidades
Area de Espejo de cada laguna	1308.8	m2
Relación largo-ancho	2.0	
Largo	51.2	m
Ancho	25.6	m

Figura 24 Diseño de la laguna anaerobia – carga DBO5 y Diseño preliminar

Fuente: Elaboración propia

En base a la carga de DBO5, se toma en consideración que la carga superficial (Cs) es de valor de 1000 kg*DBO5/hab/día, generando un área mínima requerida para el tiempo de diseño de 25 años, de 2617.50 m². Esto ha generado que las medidas finales de las lagunas anaerobias, sean de 51.20 m * 25.60 m.

Valores Redondeados		
Largo de diseño del espejo de agua	51.0	m
Ancho de diseño del espejo de agua	26.0	m
Area de espejo diseñada de la laguna	1326	m ²
Altura del dique(hd)	2	m
Borde libre	0.5	m
Profundidad util	1.5	m
Talud interno(z)	1.5	m

Calculo de la distancia horizontal del talud interno		
Altura del dique(hd)	2	m
Talud interno(z)	1.5	m
Distancia horizontal total del talud interno	3	m ²

Calculo de la distancia horizontal mojada del talud interno		
Profundidad util(altura del dique mojado)	1.5	m
Talud interno	1.5	m
Distancia horizontal total del talud interno	2.25	m
Largo de fondo de diseñado d ela laguna	46.5	m
Ancho de fondo diseñado de la laguna	21.5	m

Figura 25 Diseño de la laguna anaerobia – Valores redondeados / Distancia horizontal

Fuente: Elaboración propia

En base al cálculo obtenido, es que se ha considerado una profundidad útil de 1.50 m, con talud interno de 1.50, con una distancia horizontal de 2.250, con un largo de fondo de 46.50 m y con ancho de fondo diseñado de la laguna de 21.50 m.

Volumen liquido de la laguna		
$V = (h^2/3) * (SB + Sb + RAIZ(SB + Sb))$		
SB=area base mayor(Largo y Ancho de Espejo)	1326	m2
sb=area base menor(Largo y fondo de Espejo)	999.75	m2
V1=Volumen liquido diseñado en la laguna	1738.6	m3
VT=Volumen total de liquido diseñado en la laguna	3477.1	m3

Resumen de los resultados finales		
Largo de fondo(diseño) lf	46.5	m
Ancho de fondo(diseño)	21.5	m
Volumen de liquido diseñado en las lagunas(v1)	1738.6	m3
Volumen total de liquido diseñado en las lagunas(vt)	3477.1	m3

Perdidas por evaporación		
Tasa de evaporación (ev)	0.5	cm/dia
Evaporación en laguna en condición de diseño		
$Ev = ev * As1$	6.6	m3/dia
Fuente de calibración hidraulica	0.5	Rango(0.30-0,80)
Periodo de retención en la laguna a condición de tiempo de diseño	1.7	dias

Figura 26 Diseño de la laguna anaerobia – Valores redondeados / Distancia horizontal

Fuente: Elaboración propia

Los resultados finales han correspondido a que el largo de fondo es de 46.50 m, ancho de fondo de diseño 21.50 m, con un volumen de líquido de 1738.60 m3, y un volumen total de líquido diseñado en las lagunas de 3477.10 m3.

Eficiencia de la Remoción de Patógenos en las lagunas diseñadas		
Concentración de patógenos en el afluente(N_0)	100000000.0	NMP de coli/100ml
Periodo de retención(Pr)	2.00	dias
Temperatura en el mes mas frio(T)	23.00	°C
Largo de diseño(Le)	51.00	m
Ancho de diseño(We)	26.00	m
Tirante de agua	1.50	m

Cálculo de Parámetros		
Coefficiente de dispersión	0.084	
k_{20} =Razón de decaimiento de DBO a 20°C(K_{20})	0.2	lt/dia
$K = K_{20} * 1.05^{(T-20)}$ (Norma S-090)	0.2	lt/dia
Coefficiente $a=ab = (1+4*K*PR*d)^{0.5}$	1.1	parámetro adimensional DBO
Concentración CF del efluente $N=N_0 * 4ab * e^{((1-ab)/(2*d))} / (1+ab)^2$	69816163.5	NMP de coli/100ml
Carga Organica Inicial(Lo)	261.8	KgDBO5/dia
Factor de características de sedimentación	0.6	
Factor de DBO intrínseca de las algas	0.0	
Carga efluente $=Lp = SCF * Lo * 4 * a * e^{((1-a)/(2*d))} / (1+a)^2 + IAF*Lo$	100.4	KgDBO5/dia
Concentración de DBO del efluente $=Lcp = (Lp / Q) * 10^3$	383.5	mg DBO5/l
Eficiencia de remoción de DBO5= $ef_{DBO} = ((Lo - Lp) / Lo) * 100$	61.7	%
Eficiencia en remoción de CF= $ef_{CF} = ((N_0 - N) / N_0) * 100$	30.2	%

Figura 27 Diseño de la laguna anaerobia – Eficiencia del diseño y cálculo de los parámetros

Fuente: Elaboración propia

El diseño eficiente de las lagunas, ha sido de 2 con el periodo de retención, con una temperatura promedio de 23.00 °C, con un largo de diseño de 51.00 metros, con un ancho de diseño de 26.00 metros y un tirante de agua de 1.50 m. Así mismo, cabe señalar que la eficiencia de diseño ha correspondido a un valor del 61.70% para la remoción de DBO5 y del 30.20% para la eficiencia de la remoción de coliformes fecales.

Determinación del volumen de lodo		
Sólidos en suspensión total(Norma OS.090)	310	m3/año
Porcentaje de sólidos en suspensión remanentes	20	%
Coefficiente de seguridad	1.5	
Volumen anual de sólidos = $S_t * 20\% * C$	93	m3/año

DIMENSIONAMIENTO DEL DEPOSITO DE LODOS EN EL PERIODO DE DISEÑO		
Largo de fondo efectivo(Lf)	82.00	m
Ancho de fondo efectivo	82.00	m
Altura de lodos	0.10	m
Talud	1.50	m
Latgo fondo de depósito de lodos	81.70	m
Ancho de fondo de depósito de lodos	66.00	m
Volumen del deposito de lodos= $V_d= 0.5 (L_f * w_f + L_f * W_f) * H_l$	605.81	m3
Periodo de limpieza de la laguna	7.00	años

Figura 28 Diseño de la laguna anaerobia – Determinación del volumen del lodo y Dimensionamiento del depósito de lodos en el periodo de diseño

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la determinación del volumen del lodo, se tiene un volumen anual de sólidos de 104.70 m3/año, en el que las dimensiones de largo de fondo efectivo son de 46.50 m, con un ancho de fondo efectivo de 21.50 m, con altura de lodos de 0.20 m y un talud de 1.50 m.

Resumen de las dimensiones finales		
Población futura	5235.0	Hab
Numero de Lagunas anaerobias	2.0	Unidades
Largo del diseño del espejo de agua	51.0	m
Ancho de diseño del espejo de agua	26.0	m
Largo del fondo diseñado de la laguna	45.9	m
Ancho de fondo diseñado de la laguna	20.9	m
Volumen del líquido de la laguna	1738.6	m ³
Volumen total diseñado de las lagunas	3477.1	m ³
Talud interno	1.5	m
Borde libre	0.5	m
Profundidad util	1.5	m
Altura del dique(hd)	2.0	m
Periodo de limpieza de las lagunas	2.0	años
Ancho de coronación	27.5	m
Largo de coronación	52.5	m

Figura 29 Diseño de la laguna anaerobia – Resumen de las dimensiones finales de diseño

Fuente: Elaboración propia

Se señala que el número de lagunas necesarias para el sistema, será de 2 unidades, con un largo de espejo de agua, de 51 m y un ancho de espejo de agua, de 26 m. En base a ello, se deberá de garantizar un periodo de limpieza del terreno de 2 años.

4.1.2.6. Dimensionamiento de las lagunas facultativas

Volumen de aguas servidas		
$Q = Pf * D * Cd / 1000$	588.94	m ³ /dia
Concentración DBO	50.00	gr DBO ₅ /Hab.dia
Temperatura del aire	23.00	°C
Temperatura del agua del mes más frío	26.27	°C
Carga Organica Servida total	261.75	KgDBO ₅ /dia
Carga superficial= $(250 * 1.05^{(T-20)})$ (carga permisible i) ia = aplicada	339.42	kgDBO ₅ /hab/dia
Área mínima requerida para tiempo de diseño	7,711.76	m ²

Figura 30 Diseño de las lagunas facultativas – Volumen de aguas servidas

Fuente: Elaboración propia

El caudal considerado por día, ha sido de 588.94 m³, considerando una concentración de DBO de 50 gr DBO₅/Hab*Dia y contando con un área mínima requerida para el tiempo de diseño de 7 711.76 m².

Diseño Preliminar de Laguna Proyectada a Situación de Tiempo de Diseño		
Area Superficial de la Laguna	7711.76	m ²
Numero de Lagunas Facultativas	2.00	
Area de espejo de agua de cada laguna	3855.88	m ²
Relación largo-ancho	1.00	
Largo=L'e = (As ¹ * (1 / a)) ^ 0.5	87.82	m
Ancho=We = L'e / (1/a)	87.82	m

Valores Redondeados		
Largo de diseño del espejo de agua	88.00	m
Ancho de diseño del espejo de agua	88.00	m
Area de espejo diseñada de la laguna	7744	m ²
Altura de dique	2	m
Borde libre	0.5	m
Profundidad Util	2	m
Talud Interno	1.5	m

Figura 31 Diseño de las lagunas facultativas – Diseño preliminar y Valores redondeados

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los valores redondeados, producto del diseño hidráulico, se tiene que se ha alcanzado un largo de 88.00 m y un ancho de 88.00 metros, con una altura útil de 2 metros.

Calculo de la distancia Horizontal total del tauld interno		
Altura de dique	2	m
Talud Interno	1.5	m
Distancia horizontal total del talud interno	3	m

Calculo de la distancia Horizontal mojada del tauld interno		
Profundidad util(altura de dique mojado)	2	m
Talud Interno	1.5	m
Distancia Horizontal total de talud interno	3	m
Largo de fondo diseñado de la laguna	82	m
Ancho de fondo diseñado de laguna	82	m

Figura 32 Diseño de las lagunas facultativas – Cálculo de la distancia horizontal total del talud interno y cálculo de la distancia horizontal mojada del talud interno

Fuente: Elaboración propia

Se ha mantenido un valor de talud interno de 1.5 m, con un largo de fondo de diseño de la laguna y una longitud de 82.00 m.

Volumen de líquido de la laguna		
B = Area de base Mayor (Largo y Ancho de Espejo)	7744.00	m2
Sb = Area de base Menor (Largo y Ancho Fondo de Diseño)	6724.00	m2
Volumen de líquido diseñado en la laguna(v1)	9725.52	m3
Volumen total	19451.04	m3

Resumen de datos		
Largo de fondo(diseño)	82.00	m
Ancho de fondo (diseño)	82.00	m
Volumen de líquido diseñado en la laguna	9725.52	m3
Volumen total de líquido diseñado en la laguna	19451.04	m3

Figura 33 Diseño de las lagunas facultativas – Volumen de líquido de la laguna y resumen da datos

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados, se puede acontecer que el volumen de líquido diseñado en la laguna, ha sido de 9752.52 m³, y un volumen total de líquido diseñado en la laguna, de 19 451.04 m³.

Pérdida por evaporación		
Tasa de evaporación	0.50	cm/día
Evaporación en laguna en condición de diseño	38.72	m3/día
Factor de calibración hidráulica	0.7	Rango 0.30-0.80
Periodo de retención a condición de tiempo de diseño	20	Días

Análisis de la eficiencia de remoción de patógenos de las lagunas diseñadas a condición del tiempo de diseño		
Concentración de patógenos en el efluente(No)	69816163.5	NMP de coli/100ml
Periodo de retención	20	Días
Temperatura media del mes más frío	26.27	°C
Largo de diseño	88.00	
Ancho de diseño	88.00	m
Tirante de agua	2	m

Figura 34 Diseño de las lagunas facultativas – Pérdida por evaporación y análisis de la eficiencia de remoción de patógenos de las lagunas diseñadas a condición del tiempo de diseño

Fuente: Elaboración propia

Se ha diseñado con un periodo de retención de 20 días, con una temperatura media del mes más frío de 26.27 °C, alcanzando un total de tirante de agua de 2 m.

Calculos de Parametros		
Coeficiente de dispersión=d = $(1.158((PR (We + 2^*h))^0.489) * (We^1.511)) / ((T+42.5)^0.734) * (Le^1.1)$	0.81	
K20 = Razón de decaimiento de DBO a 20°C(K20)	0.18	lt/dia
Razón de decaimiento de DBO a 16°C=K = $K20 * 1.05^{(T-20)}$ (Norma S-090)	0.24	
Coefficiente a=a = $(1+4*K*PR*d)^{0.5}$	4.09	
Kb20 = Razón de decaimiento de DBO a 20°C	0.90	
Razón de decaimiento de DBO a 16°C=Kb = $Kb20 * 1.05^{(T-20)}$ (Norma S-090)	1.22	
Coefficiente "a"=a = $(1+4*Kb*PR*d)^{0.5(ab)}$	8.93	
Concentración de CF (Patógenos) del efluente=N=N = $No * 4ab * e^a ((1-ab)/(2*d)) / (1+ab)^2$	187024.25	NMP de colii/100ml
Carga organica inicial	100.38	KgDBO5/dia
Factor de características de seimentación(SCF)	0.55	
Factor de DBO intrínseca de las algas	0.25	
Carga efluente=Lp = $SCF * Lo * 4 * a * e^a ((1-a)/(2*d)) / (1+a)^2 + IAF * Lo$	25.09	KgDBO5/dia
Concentración de DBO del efluente=Lcp = $(Lp / Q) * 10^3$	42.61	mg DBO5/l
Eficiencia en remoción de DBO5=efDBO = $((Lo - Lp) / Lo) * 100$	75.00	%
Eficiencia en remoción de CF=efCF = $((No - N) / No) * 100$	99.73	%

Figura 35 Diseño de las lagunas facultativas – Cálculo de parámetros

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los parámetros de diseño, se han alcanzado factores de características de sedimentación de 0.55, con una carga de efluente de 25.09 Kg/DBO5/Día y un porcentaje de eficiencia de remoción del 99.73%.

Determinación del volumen de lodo		
Solidos en suspensión total(Norma OS.090)	310	m3/año
Porcentaje de solidos en suspensión remantes	20	%
Coefficiente de seguridad	1.5	
Volumen anual de sólidos = $St * 20\% * C$	93	m3/año

DIMENSIONAMIENTO DEL DEPOSITO DE LODOS EN EL PERIODO DE DISEÑO		
Largo de fondo efectivo(Lf)	82.00	m
Ancho de fondo efectivo	82.00	m
Altura de lodos	0.10	m
Talud	1.50	m
Latgo fondo de depósito de lodos	81.70	m
Ancho de fondo de depósito de lodos	66.00	m
Volumen del deposito de lodos=Vdl= $0.5 (Lf * wf + Lf * Wfl) * Hl$	605.81	m3
Periodo de limpieza de la laguna	7.00	años

Figura 36 Diseño de las lagunas facultativas – Determinación del volumen de lodo y Dimensionamiento del depósito de lodos en el periodo de diseño

Fuente: Elaboración propia

Se ha podido dimensionar el depósito de lodos, alcanzando un valor de largo de 81.70 m y un valor de ancho de fondo de depósito de lodos, de 66.00 metros, con un periodo de limpieza, de aproximadamente 7 años.

Dimensiones de la laguna secundaria tipo facultativa		
Población futura	5235.00	Habitantes
Numero de lagunas anaerobias	2.00	Unidades
Largo de diseño del espejo de agua	88.00	m
Ancho de diseño del espejo de agua	88.00	m
Largo de fondo diseñado de la laguna	81.70	m
Ancho de fondo diseñado de laguna	66.00	m
Volumen de liquido en al laguna	9725.52	m ³
Volumen total diseñado en las lagunas	19451.04	m ³
Talud interno	1.5	m
Borde libre	0.5	m
Profundida util	2	m
Altura de dique	2	m
Periodo de limpieza de la laguna	7.00	años
Ancho de coronación	90.00	m
Largo de coronación	90	m

Figura 37 Diseño de las lagunas facultativas – Dimensiones de la laguna secundaria tipo facultativa

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Realizar el diseño electromecánico de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

Tabla 18

Diseño de bomba parte 1

DATOS	
Caudal máximo diario (Qmd)	12.3 lps
Número de horas de bombeo (N)	8 as
Caudal de bombeo (Qb)	24.5 l/se
	7 g
	147
	4 le/min
	135.
Cota de Fondo	9 msnm

Cota llegada Lin Impulsión Fondo a	203.	
Cámara de rejas	3	msnm
Cota ubicación	114.	
bomba	9	msnm
Nivel estático		
NE	2.16	m
Nivel dinámico		
ND	7.36	m
Abatimiento(A=ND-NE)	5.2	m
Profundidad del pozo	30	m
Prof Bomba - NE	27.8	
	4	m
Profundidad de la bomba (1/3-2/3)*(Prof Pozo - NE)	250.	
	9	m
	88.3	
Altura geométrica Hg	5	m
Coeficiente de Hazen Williams (PVC)	150	
Coeficiente de Hazen Williams (PVC)	150	
T Tubería de	23.8	
1 PVC	4	m
T Tubería de		
2 PVC	54.6	m
T Tubería de	76.6	
3 PVC	2	m

T	Tubería de	62.5
4	PVC	2 m
T	Tubería de	177
5	PVC	177 m
T	Tubería de	59.6
6	PVC	5 m
T	Tubería de	119.
7	PVC	6 m
T	Tubería de	91.2
8	PVC	6 m
T	Tubería de	454.
9	PVC	4 m
	Presión a la salid (PS)	3 m

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse:

		Diámetro teórico máximo (Dmax.)	
Diámetro teórico máximo (Dmax)	154.	$D_{max} = 1.3 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (\sqrt{Q_b})$ (1)
	8 mm	Diámetro teórico económico (Decon.)	
Diámetro teórico económico (Decon)	137.	$Decon = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b)^{0.45}$ (2)
	2 mm		
Impulsión: Diámetro comercial asumido	158.		
Diámetro interior	6 mm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Diseño de bomba parte 2

$$h_f = 1.21 \times 10^{10} \times L \times \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \times d^{-4.87}$$

Donde

h_f: Pérdida de carga debido al rozamiento (m)

C: Factor de fricción de Hazen Williams.

L: Longitud de la tubería (m)

d: Diámetro interior (mm)

Q: Caudal del agua en la tubería (l/s)

Tramo	Bombeo (l/s)	Longitud (m)	C (Hazen - W)	Diámetro (mm)	H _f (m)	H _k
1	24.5736	23.838	150	158.6	0.1948	OK
2	24.5736	54.601	150	158.6	0.4462	OK
3	24.5736	76.623	150	158.6	0.6262	OK
4	24.5736	62.518	150	158.6	0.5109	OK
5	24.5736	176.964	150	158.6	1.4462	OK
6	24.5736	59.652	150	158.6	0.4875	OK
7	24.5736	119.611	150	158.6	0.9775	OK
8	24.5736	91.258	150	158.6	0.7458	OK

9	24.5736	454.435	150	158.6	3.713 7	OK
Total					9.148 7	

Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de la pérdida de carga por accesorios

Tramo	Bombeo (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	hk (m)
9	24.5736	158.6	1.24386 4	1.9714 5
Total				1.9714 5

Pérdida de carga total: hf + hk (total)

Tramo	hf (m)	hk (m)	hf + hk (m)
9	9.14872	1.971453 2	11.1201 8

Altura dinámica total 102.470 2 m

Fuente: Elaboración propia

Tabla

20

Diseño de bomba parte 3

73

Parámetros de diseño

Caudal de bombeo	24.57	lt/s
Cota nivel de bombeo (nivel de parada)	114.9	msnm
Altura estática (He)	2.16	m
Altura dinámica de bombeo (ADT)	102.5	m
Longitud de la tubería (L)	1120	m
Coefficiente de Hazen Williams (PVC)	150	
Velocidad máxima del flujo	1.244	m/s
Constante de gravedad	9.81	m/s ²
Material propuesto de la tubería	PVC	
Diámetro de tubería exterior	180	mm
Diámetro de tubería interior	158.6	mm
Espesor de la tubería	10.7	mm

Carga por sobre presión de Golpe de Ariete (h_{golpe})

Cálculo del golpe de ariete

$$h_{golpe} = \frac{a \times V}{g}$$

Con: V= Velocidad del líquido en m/s
a= Velocidad de aceleración de la Onda en m/s
g= Aceleración de la Gravedad en m/s²

a 413.642902 m/s

Velocidad de aceleración de la onda (a) calculado por:

$$a = \sqrt{\frac{Kv}{\rho \times \left(1 + \frac{Kv \times d}{E \times e}\right)}}$$

ρ	1000	kg/m ³	Densidad del agua a 20°C
Kv	2200000000		Módulo de Bulk del agua (a 20°C)
d	158.6		Diámetro interior de la tubería
E	2750000000		Módulo de elasticidad (PVC)
e	10.7		Espesor del tubo

$$T_c = C + \frac{K \times L \times V}{g \times H_m}$$

Formula de Mendiluce

Tiempo de parada de la bomba (T)

L	1119.5	m
V	1.24386353	m/s
g	9.81	m/s ²
Hm	102.470177	m
Hm/L	0.09153209	
C	1	
K	1.5	
T	3.07788543	s

Valores de C, según Mendiluce

Si	Condicion	C
	Hm/L < 0.2	1.0
	Hm/L ≥ 0.4	0.0
	Hm/L ≈ 0.3	0.6

valores de K, según Mendiluce

Si	Condicion	C
	L < 500	2.00
	L ≈ 500	1.75
	500 < L < 1500	1.50
	L ≈ 1500	1.25
	L > 1500	1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Diseño de bomba parte 4

Tiempo de propagación de la Onda (Tp)

L	1120	m
a	413.6	m/s
Tp	5.413	s
T	3.078	s

$$T_p = \frac{2 \times L}{a}$$

Cierre rápido

Ante la existencia del golpe de ariete

Calculo de la longitud critica (Lc)

Lc	636.6	m
----	-------	---

$$L_c = \frac{a \times T}{2} \quad \text{Formula de Michaud}$$

Cálculo de la sobre presión por golpe de ariete

L > Lc	Impulsion Larga	T ≤ Tp	Cierre rapido	Allieve	$h_{golpe} = \frac{a \times V}{g}$
L < Lc	Impulsion Corta	T > Tp	Cierre lento	Michaud	$h_{golpe} = \frac{2 \times L \times V}{g \times T}$

h golpe 52.45 m.c.a.

Presión total

h golpe 52.45 m.c.a.

ADT 102.5 m.c.a.

P max 154.9 m.c.a.

Selección de la clase PN16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Diseño de bomba parte 5

Potencia de bomba 55.96 HP

Potencia a instalar 60 HP

n = Rendimiento del conjunto 60.00%

DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n= 2900 1/min

MODELO BOMBA	POTENCIA		Q	0	6	12	18	24	27	30	33	36
	kW	HP	m ³ /h	0	100	200	300	400	450	500	550	600
Trifásica			l/min									
8SR27/4	7.5	10	H m	90	89	85	80	73	70	60	55	44
8SR27/5	9.2	12.5		113	110	108	102	92	85	80	68	55
8SR27/6	11	15		135	133	130	120	110	102	92	80	67
8SR27/7	13	17.5		158	156	152	142	128	120	108	93	78
8SR27/8	15	20		180	179	175	165	147	140	122	110	89
8SR27/10	18.5	25		225	223	220	205	184	170	155	135	111
8SR27/12	22	30		270	268	260	245	220	202	180	158	133
8SR27/16	30	40		360	358	350	330	294	270	240	210	178
8SR27/20	37	50		450	448	437	410	367	340	305	267	222
8SR27/24	44	60		540	537	522	490	440	408	365	318	268

Q = CAUDAL

H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, es que se procederá a seleccionar dos bombas para desagüe, con una altura dinámica de 43 metros de altura de columna de agua, siendo el siguiente modelo:



Figura 38 Bomba de desagüe seleccionada

Fuente: Elaboración propia

Medios	para aguas de desagüe
Cebado	autocebante
Tecnología	de cartucho
Sector	industrial
Otras características	de aspiración, ajustable
Aplicaciones	de evacuación, para drenaje, de manipulación, para procesos químicos
Caudal	1.363 m³/h (48.133,8907 ft³/h)
Presión	586.000 Pa (84,992 psi)
Altura	43 m (141'00")

Figura 39 Características de la bomba seleccionada

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Plantear el diseño estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

4.1.4.1. Desarenador

Para la estructura del desarenador se ha planteado el empleo de concreto armado con una resistencia de 350 kg/cm², debido a la alta salinidad que se puede encontrar en las aguas servidas, así como la toxicidad de las mismas. La resistencia no fue escogida por la capacidad de soporte de las estructuras de concreto, sino por la durabilidad que debe de mantener el mismo, en el transcurso de su vida útil.

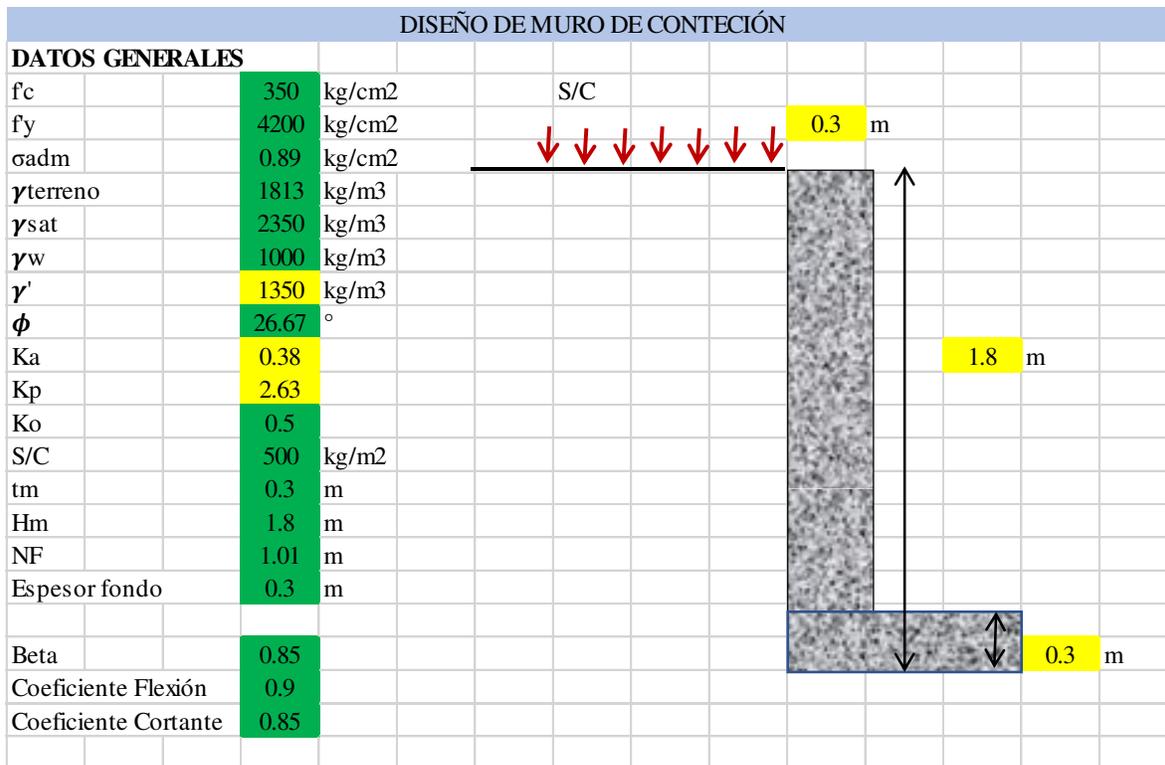


Figura 40 Diseño del desarenador primera parte

Fuente: Elaboración propia

La máxima exigencia a la que llegan las estructuras verticales del desarenador, es cuando su tirante es igual a cero. Esto se debe a que los muros verticales se encuentran exigidos al 100%, teniendo el efecto de los suelos y el posible nivel freático que los afecta. Para este caso, la capacidad admisible del terreno será de 0.89 kg/cm², con un peso específico de 1813 kg/cm³ en condiciones secas y de 2350 kg/cm³ en condiciones saturadas. Así como el ángulo de fricción interna es de 26.67°. Además de ello, se prevé una sobrecarga de 500 kg/m² en el terreno, debido al posible paso de vehículos, siendo esto lo señalado por la norma de cargas del Perú.

En base a estas condiciones de carga, es que se ha considerado un refuerzo de una capa y un espesor, tanto de muro como de fondo de 0.30 m.

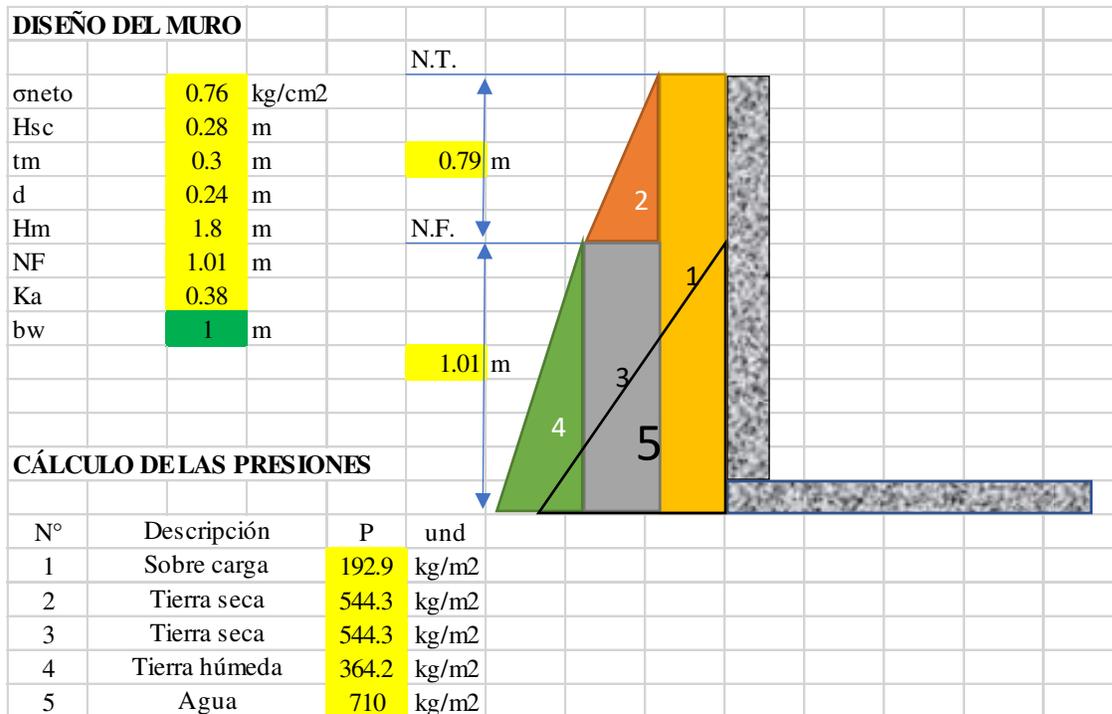


Figura 41 Diseño del desarenador segunda parte

Fuente: Elaboración propia

La profundidad que tiene el nivel freático es de 1.01 m, por este motivo es que se ha considerado la distribución de cargas que se ha mostrado en la figura anterior.

CÁLCULO DEL EMPUJE DE LAS PRESIONES					
Nº	Descripción	F und	H und		
1	Sobre carga	289.4 kg	0.75 m		
2	Tierra seca	215 kg	0.973 m		
3	Tierra seca	386.5 kg	0.355 m		
4	Tierra húmeda	129.3 kg	0.237 m		
5	Agua	252.1 kg	0.237 m		

CÁLCULANDO EL MOMENTO DE DISEÑO		
M	653.8 kg*m	
Mu	1111 kg*m	

Figura 42 Diseño del desarenador tercera parte

Fuente: Elaboración propia

Los esfuerzos del terreno y de la sobre carga han generado un brazo de palanca

en el fondo de la cimentación de 653.80 kg*m. Sin embargo, este valor ha tenido que ser amplificado por 1.7, debido a las sobrecargas de diseño para empujes de suelo, llegando a amplificarse a 1111 kg*m.

DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO VERTICAL									
Parámetros									
				Flexión				Corte	
d vertical	24	cm		Mu	1.111	tn*m		ϕV	20.23
d horizontal	24	cm		a	0.17	cm		Vu	2.163
b	100	cm		As requerido	7.2	cm ²			OK
ϕ	0.9								
				D acero	1/2"				
				S asumido	10				
				As	12.9				
				M soportado	11.26	Tn*m			
					OK				
DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO HORIZONTAL									
Mu	0.22	tn*m							
a	0.03	cm							
As requerido	7.2	cm ²							
D acero	1/2"								
S asumido	15								
As	8.6								
M soportado	7.605	Tn*m							
	OK								

Figura 43 Diseño del desarenador cuarta parte

Fuente: Elaboración propia

Cuando se ha evaluado el requerimiento de acero, se ha tenido que prever dos condiciones adicionales, el refuerzo mínimo y el refuerzo por temperatura, ambos para condiciones de una sola capa. Ante esta situación es que se ha considerado un diámetro de acero de 1/2 in, a una distancia entre uno y el otro de 10 cm, llegando a soportar 11.26 Tn*m, muy superior a lo requerido. Así mismo sucede con la cortante resistente, al ser comparada con la cortante requerida.

Al analizar las condiciones requeridas para el refuerzo horizontal, ha dependido principalmente de las condiciones mínimas de refuerzo, llegando a considerar As 1/2 in @ 0.15 m.

Posterior a lo mencionado, es que se ha procedido a calcular el diseño de la

cimentación del canal, siendo este de dimensiones rectangulares. Para este fin, es que se ha realizado la modelación en el programa SAP 2000.

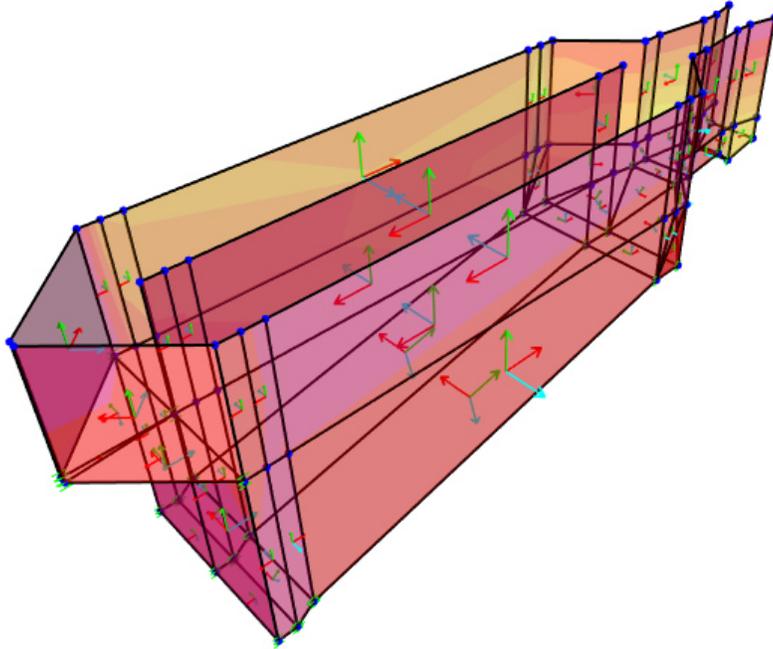


Figura 44 Diseño del desarenador quinta parte

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE CIMENTACIÓN									
Acero vertical			Flexión			Corte			
d	24	cm	Mu	1.27	tn*m	ϕV	20.23	tn	
b	100	cm	a	0.2	cm	Vu	0.5	tn	
ϕ	0.9	cm	As requerido	7.2	cm ²		OK		
			D acero	1/2"					
			S asumido	15					
			As	8.6					
			M soportado	7.605	Tn*m				
				OK					
Acero horizontal									
Mu	0.3	tn*m							
a	0.05	cm							
As requerido	7.2	cm ²							
D acero	1/2"								
S asumido	15								
As	8.6								
M soportado	7.605	Tn*m							
	OK								

Figura 45 Diseño del desarenador sexta parte

Fuente: Elaboración propia

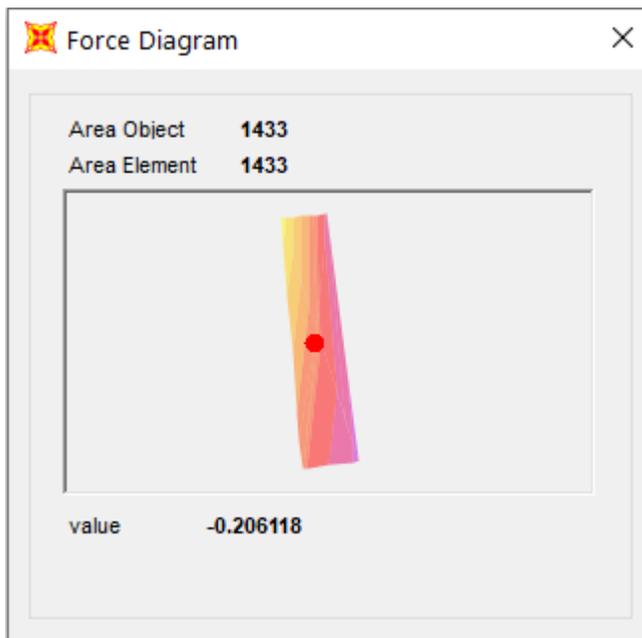


Figura 46 Presión sobre el suelo del desarenador

Fuente: Elaboración propia

Debido a que la presión sobre el suelo que genera la carga sobre el desarenador, no supera más de 0.85 kg/cm², es que se puede decir que no habrá problemas con la cimentación que se plantea. Esto era de suponer, debido a que la estructura funciona bajo tierra.

La distribución de acero y el diseño ha sido de la misma forma indicada anteriormente; sin embargo, para ello se han empleado una mayor condición de combos, debido a la presencia del peso por parte del agua acumulada en el desarenador, las presiones que genera el suelo en condiciones secas, la sobre carga del terreno colindante y la sobre carga del personal que recorre el canal en el proceso constructivo, así como demás cargas existentes.

Los combos de diseño han sido los siguientes, de acuerdo a la Norma E 060:

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$U = 1.25 (\text{CM} + \text{CV})$$

$$U = 0.9 \text{ CM}$$

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} + 1.7 \text{ CE}$$

$$U = 0.9 \text{ CM} + 1.7 \text{ CE}$$

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV} + 1.4 \text{ CL}$$

CM = carga muerta

CV = carga viva

CE = carga del empuje lateral de suelos

CL = carga por presión de líquidos

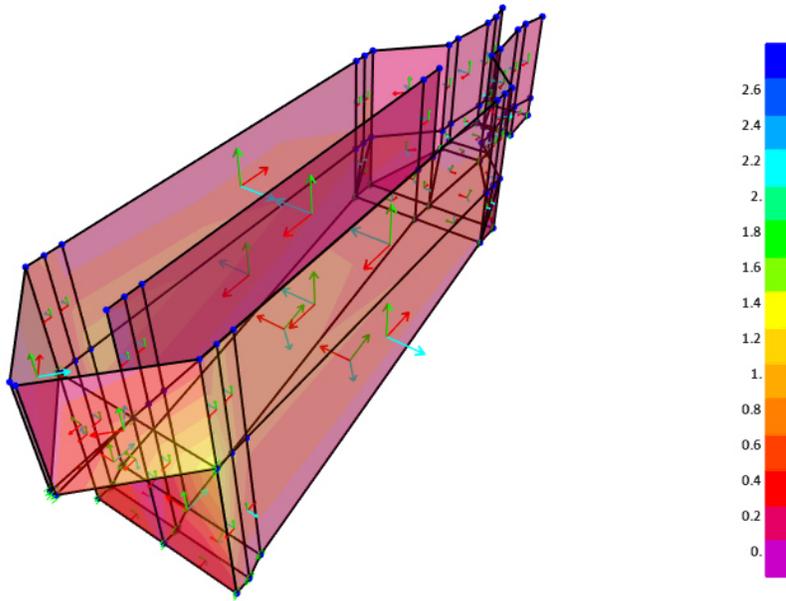


Figura 47 Desarenador Momentos M1

Fuente: Elaboración propia

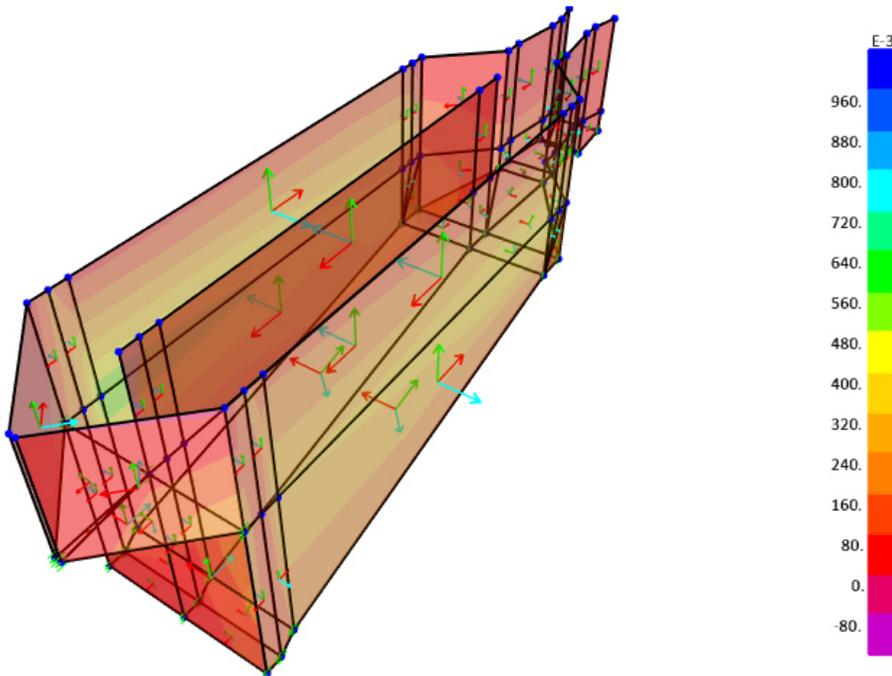


Figura 48 Desarenador Momentos M2

Fuente: Elaboración propia

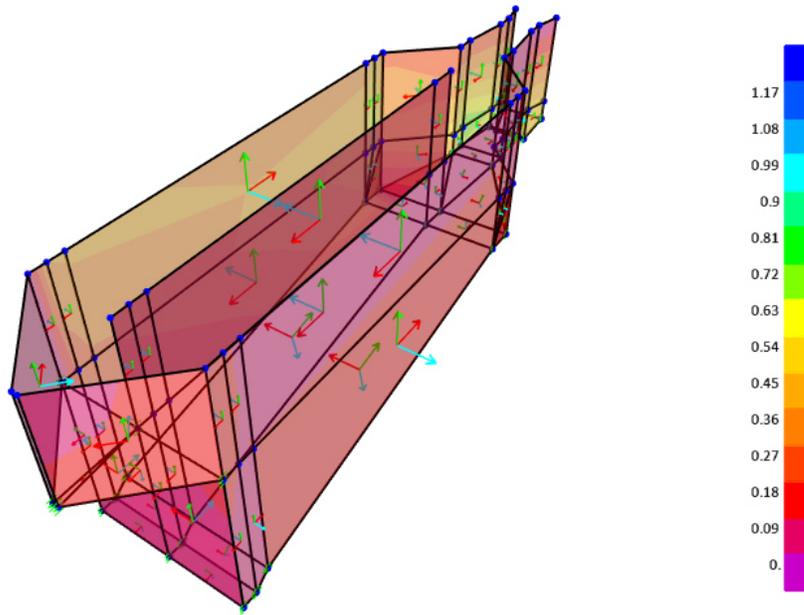


Figura 49 Desarenador Momentos V23

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. **Canaleta Parshall**

El diseño estructural de la canaleta Parshall, tiene las mismas condiciones que el desarenador, teniendo una distribución de acero horizontal de 3/8 in cada 30 cm y una distribución de acero vertical de 1/2 in cada 20 cm.

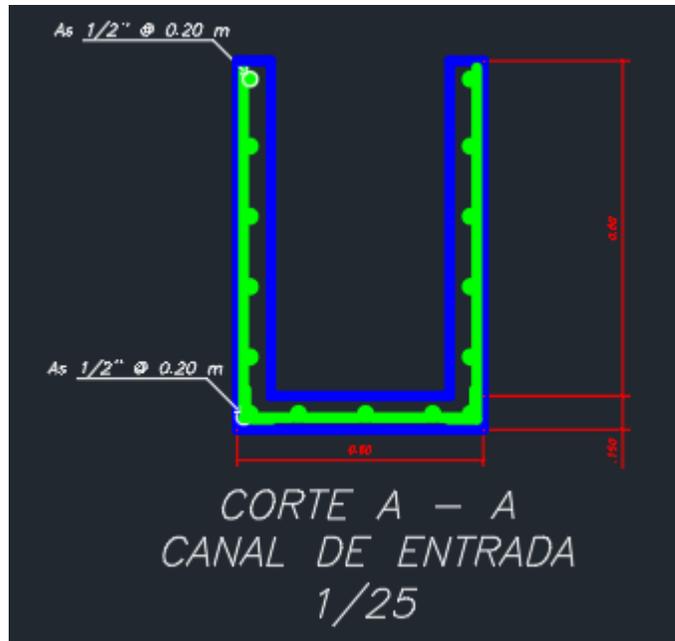


Figura 50 Diseño de la canaleta Parshall Autocad

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3. Laguna anaerobia

La laguna anaerobia, se encuentra super puesta sobre el terreno propio del caso en estudio. Está conectado con la red principal, mediante un canal con un ancho de 38 cm, proveniente del canal Parshall y que se bifurca en dos canales de las mismas dimensiones, contenidos por una compuerta tipo rectangular, mecánica, con un espesor de 3/32 in. Cuyo marco estructural es de tipo ASTM A- 36 y la plancha de la compuerta de acero, presenta las mismas condiciones.

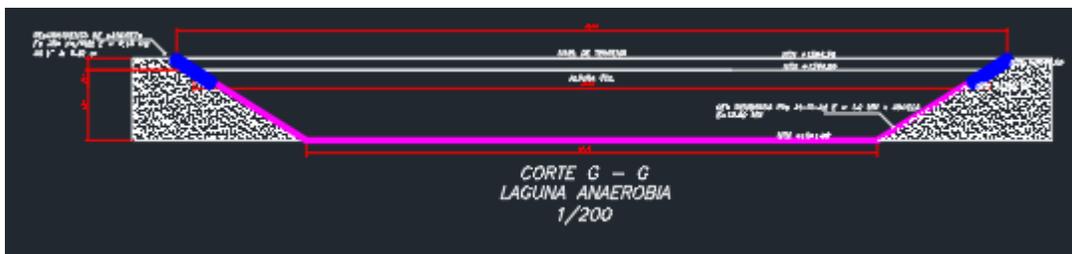


Figura 51 Diseño de laguna anaerobia parte 1

Fuente: Elaboración propia

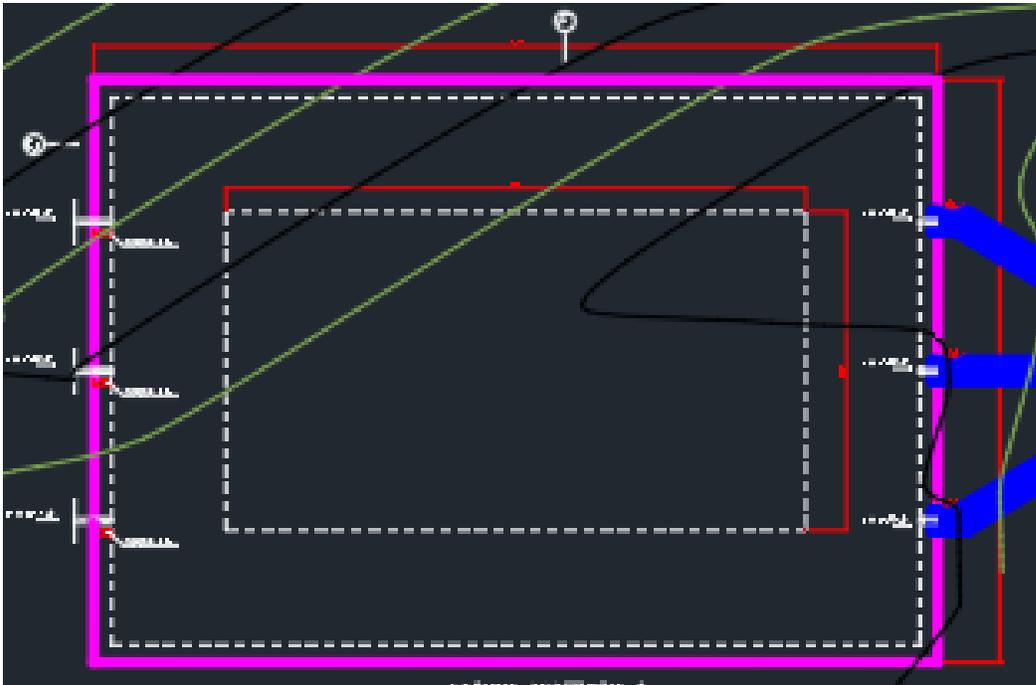


Figura 52 Diseño de laguna anaerobia parte 2

Fuente: Elaboración propia

Esta laguna anaerobia, se caracteriza por tener las siguientes medidas 35.50 m * 24.50 m. en la parte superior. Mientras que, en la parte del fondo, tiene las siguientes medidas: 24.40 m * 13.40 m. Además de ello, la laguna se encuentra recubierta por una geo membrana de tipo PVC GI – TI – C2 con un espesor de 1.0 mm, siendo el fondo recubierto con arcilla con un espesor de 10.00 mm.

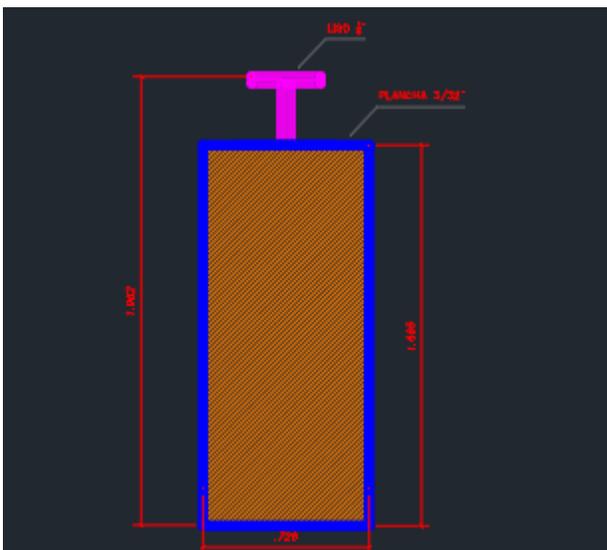


Figura 53 Diseño de laguna anaerobia parte 3

Fuente: Elaboración propia

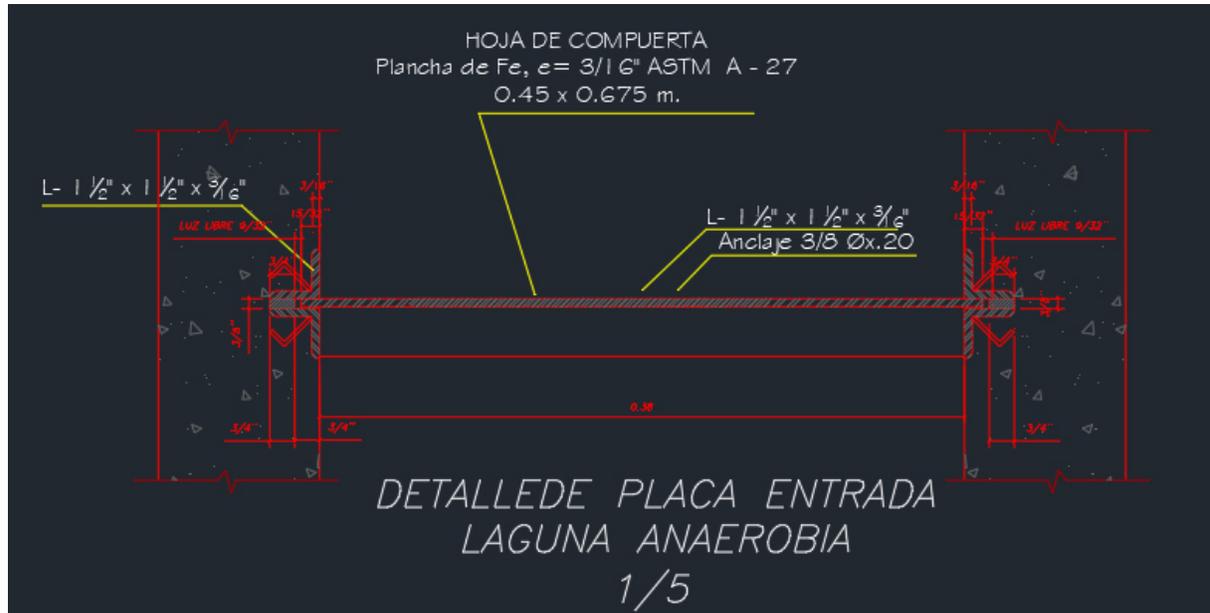


Figura 54 Diseño de laguna anaerobia parte 4

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.4. Lecho de secado de la laguna anaerobia

La estructura que conforma el lecho de secado de la laguna anaerobia, se caracteriza por tener como material base al concreto armado, con una resistencia de 380 kg/cm². Esto se debe a que estará en contacto constantemente con materiales que pueden contener alta salinidad; además, de la alta toxicidad del material que se espera solidificar. Por este motivo, es que se escogió la resistencia anteriormente mencionada, en donde no sólo prima la resistencia, sino la durabilidad que debe de mantener el elemento en estudio.

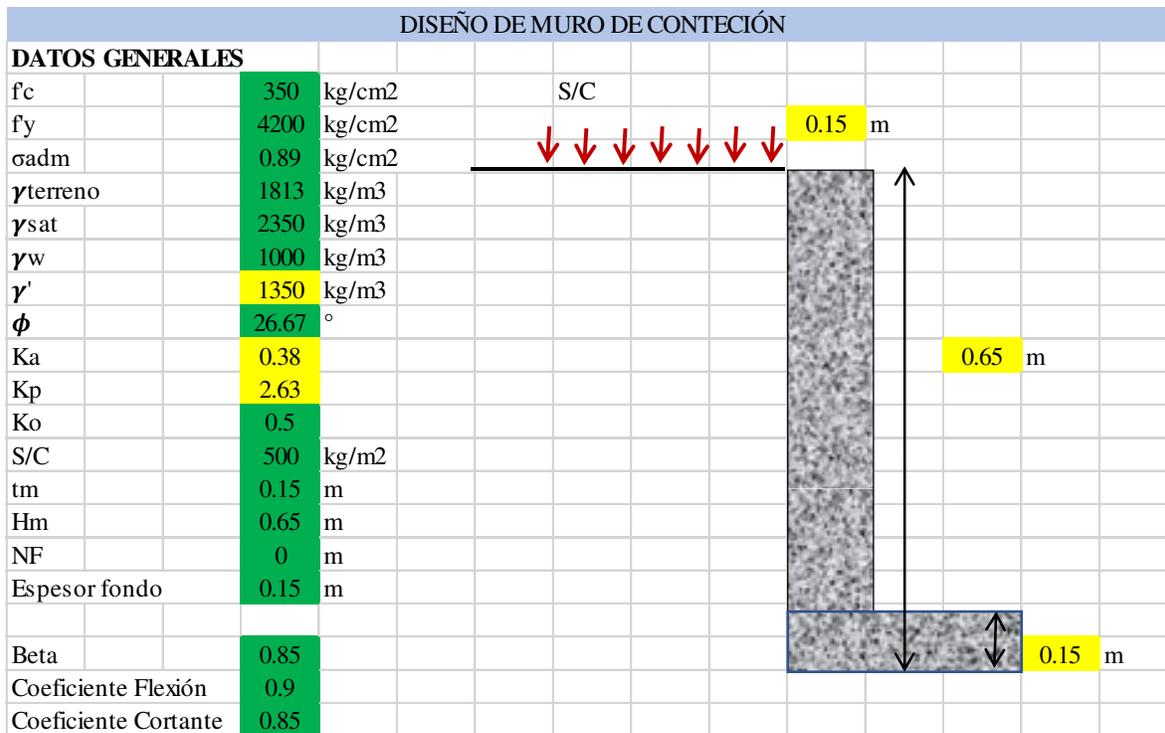


Figura 55 Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia primera parte

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones establecidas son las mismas que las empleadas para el diseño del desarenador, debido a que se cuenta con el mismo tipo de suelo. Además de ello, cabe indicar que el diseño del muro de contención, que tiene una altura de 2.50 m libres, alcanza su máxima exigencia cuando el lecho de secado se encuentra sin ningún elemento en su interior que pueda generar una presión negativa sobre el muro de contención. Por este motivo, es que su idealización se representó sólo considerando las cargas de suelo y la sobre carga, contando con una cimentación de 0.15 m de espesor, en donde se han aplicado fuerzas de sobre carga de 500 kg/cm² y peso de los lodos, con un peso específico de 1 720 kg/cm².

DISEÑO DEL MURO			
			N.T.
σ_{neto}	0.76	kg/cm ²	
Hsc	0.28	m	
tm	0.15	m	0.65 m
d	0.09	m	
Hm	0.65	m	N.F.
NF	0	m	
Ka	0.38		
bw	1	m	0 m

CÁLCULO DE LAS PRESIONES			
Nº	Descripción	P	und
1	Sobre carga	192.9	kg/m ²
2	Tierra seca	447.9	kg/m ²
3	Tierra seca	0	kg/m ²
4	Tierra húmeda	0	kg/m ²
5	Agua	0	kg/m ²

CÁLCULO DEL EMPUJE DE LAS PRESIONES					
Nº	Descripción	F	und	H	und
1	Sobre carga	96.46	kg	0.25	m
2	Tierra seca	145.6	kg	0.067	m
3	Tierra seca	0	kg	-0.075	m
4	Tierra húmeda	0	kg	-0.05	m
5	Agua	0	kg	-0.05	m

CÁLCULANDO EL MOMENTO DE DISEÑO	
M	33.82 kg*m
Mu	57.49 kg*m

Figura 56 Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia segunda parte

Fuente: Elaboración propia

El momento máximo que se obtiene al considerar al muro de contención con las cargas anteriormente descritas, es de 57.49 kg*m, un valor esperado.

DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO VERTICAL									
Parámetros									
				Flexión				Corte	
d vertical	9	cm		Mu	0.057	tn*m		ϕV	7.59
d horizontal	9	cm		a	0.02	cm		Vu	0.411
b	100	cm		As requerido	2.7	cm ²			OK
ϕ	0.9								
				D acero	3/8"				
				S asumido	25				
				As	2.84				
				M soportado	0.945	Tn*m			
					OK				
DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO HORIZONTAL									
As requerido	2.7	cm ²							
D acero	3/8"								
S asumido	25								
As	2.84								
M soportado	0.945	Tn*m							
	OK								

Figura 57 Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia tercera parte

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones especificadas, de esfuerzo, así como las condiciones mínimas de diseño, para un refuerzo de una sola capa, garantizan que una distribución de acero, tanto horizontal como vertical, de As 3/8 in @ 0.25 m, son suficientes para garantizar la estabilidad y resistencia de los elementos establecidos, cimentación como muros perimetrales.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN									
Acero vertical			Flexión			Corte			
d	9	cm	Mu	0.03	tn*m	ϕV	7.59	tn	
b	100	cm				Vu	0.02	tn	
ϕ	0.9	cm	D acero	3/8"			OK		
			S asumido	25					
			As	2.84					
			M soportado	0.945	Tn*m				
				OK					
Acero horizontal									
Mu	0.003	tn*m							
D acero	3/8"								
S asumido	25								
As	2.84								
M soportado	0.945	Tn*m							
	OK								

Figura 58 Diseño del lecho de secado de la laguna anaerobia cuarta parte

Fuente: Elaboración propia

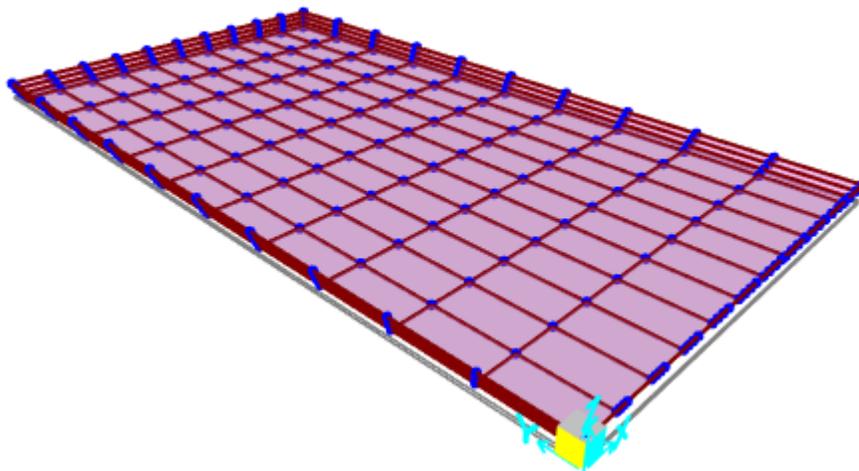


Figura 59 Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia

Fuente: Elaboración propia

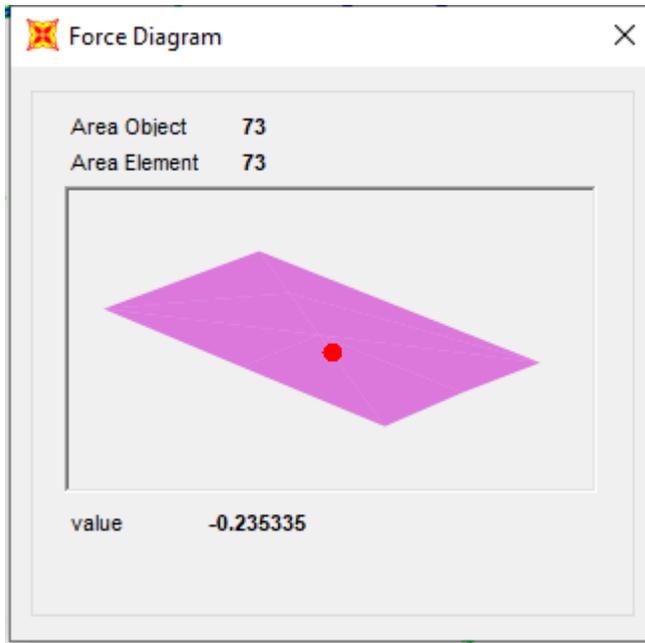


Figura 60 Presión del suelo del lecho de secado de la laguna anaerobia

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, las presiones del suelo, no superan los 0.23Kg/cm², por lo que no supera ampliamente la capacidad portante del suelo, quien supera los 0.85 kg/cm². Esto era de esperar, debido al área que tiene la estructura analizada.

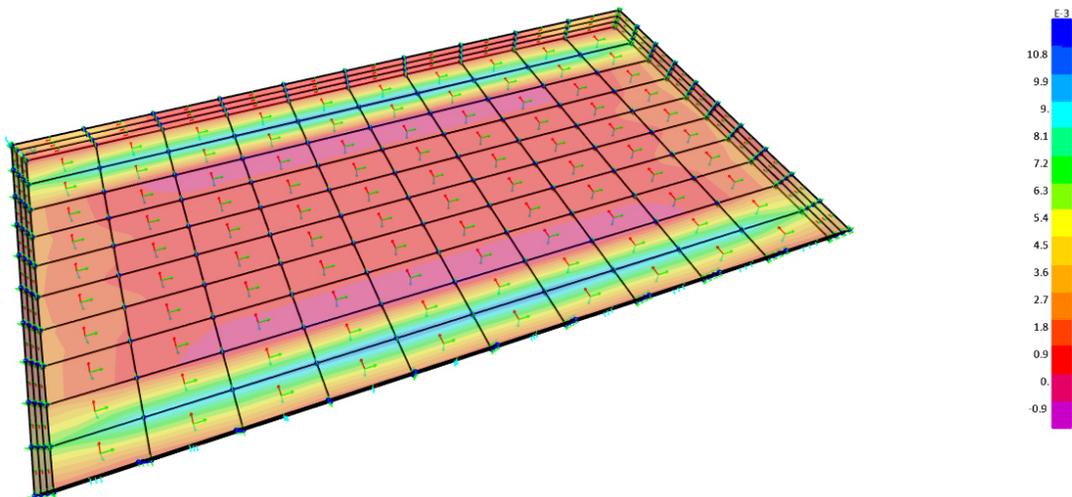


Figura 61 Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Momento M1

Fuente: Elaboración propia

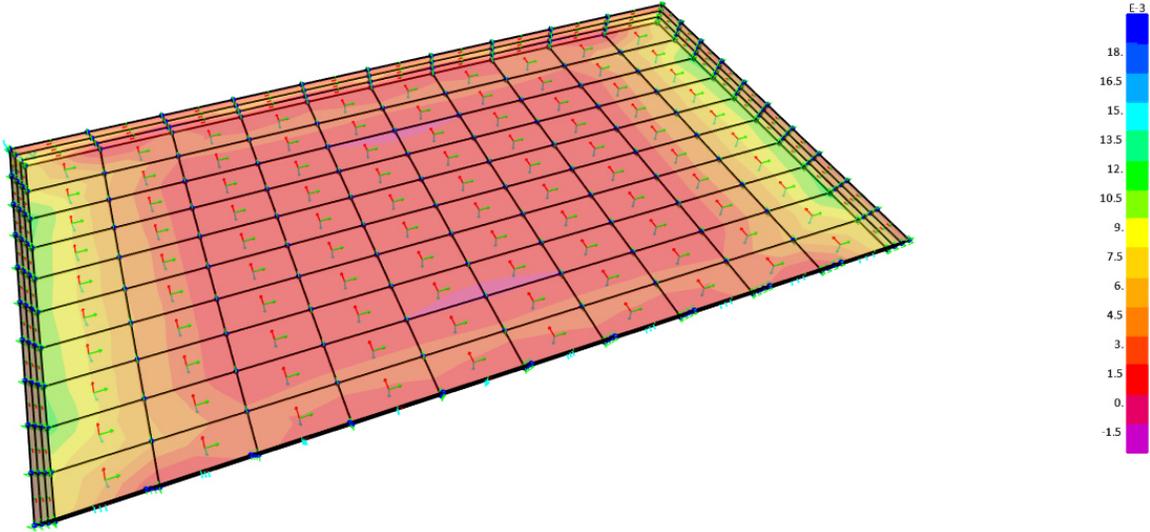


Figura 62 Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Momento M2

Fuente: Elaboración propia

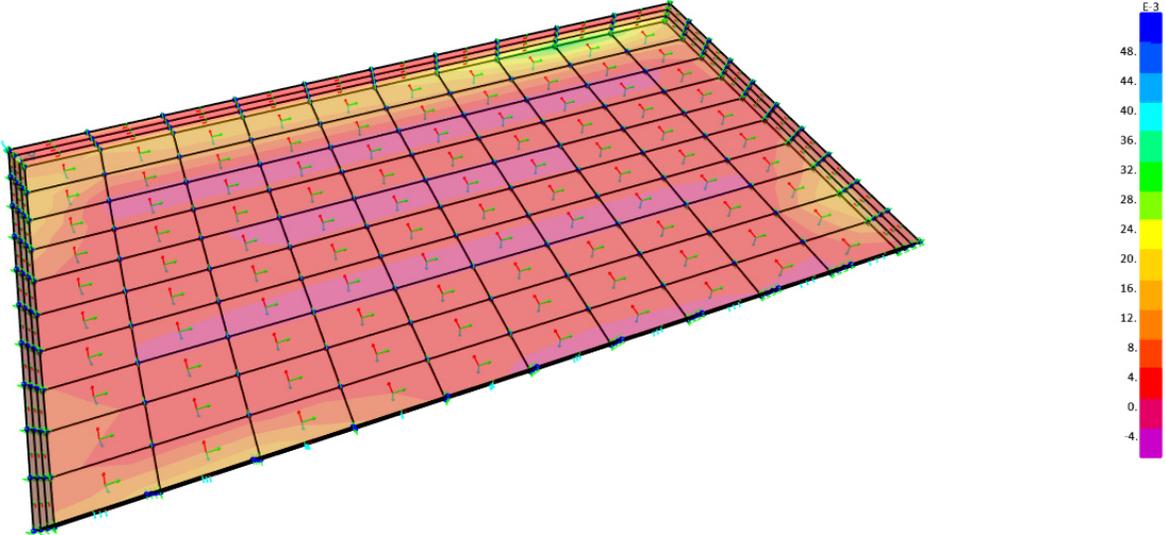


Figura 63 Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Cortante V13

Fuente: Elaboración propia

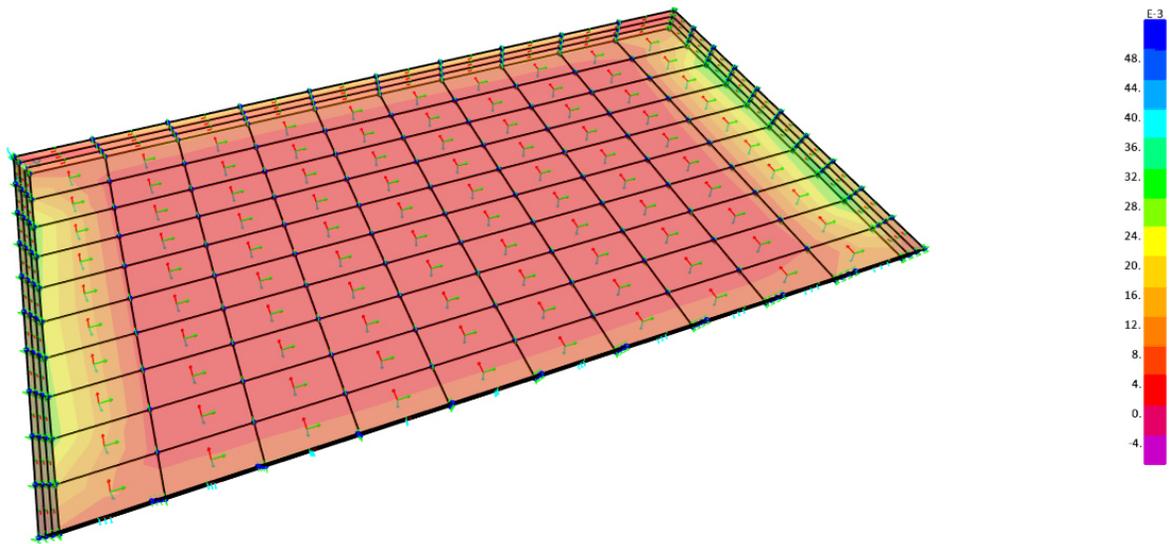


Figura 64 Modelamiento del lecho de secado de la laguna anaerobia – Cortante V23

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.5. **Laguna facultativa**

La laguna facultativa, se encuentra ubicada sobre el terreno, al igual que la laguna anaerobia, y se encuentra conectada a la mencionada anteriormente, mediante un conjunto de tuberías con un diámetro de 8 in.

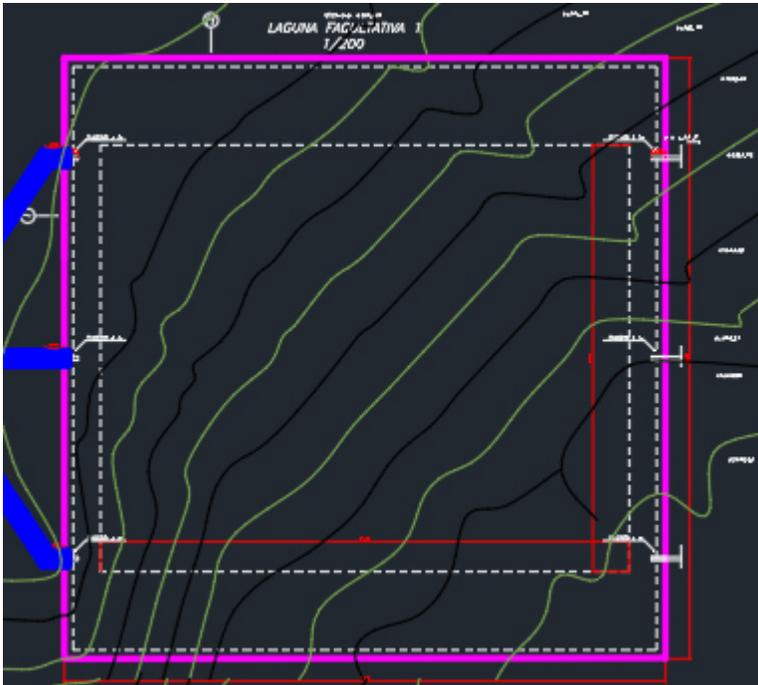


Figura 65 Diseño de laguna facultativa parte 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 66 Diseño de laguna facultativa parte 2

Fuente: Elaboración propia

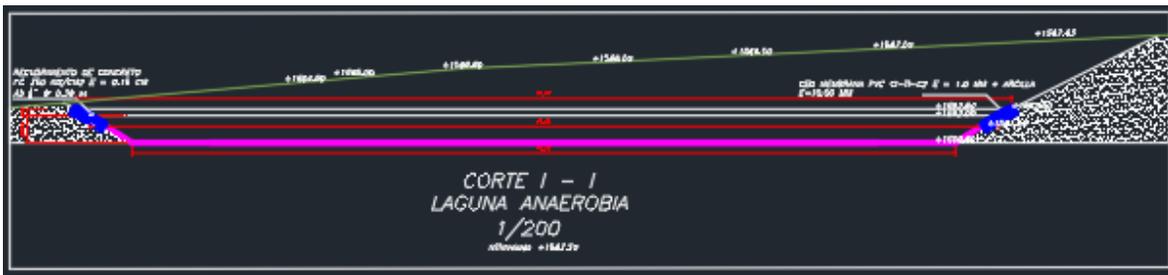


Figura 67 Diseño de laguna facultativa parte 3

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, se ha considerado un recubrimiento de concreto con una distribución de acero As 5/8 in @ 0.10m. Se ha considerado dicho recubrimiento en todo el perímetro de la laguna, debido a las olas que pueden surgir y como una medida de contención de la vegetación que puede desarrollarse en esta laguna. Además de ello, la laguna se encuentra recubierta por una geo membrana de tipo PVC GI – TI – C2 con un espesor de 1.0 mm, siendo el fondo recubierto con arcilla con un espesor de 10.00 mm.

4.1.4.6. Lecho de secado de la laguna facultativa

La estructura que conforma el lecho de secado de la laguna facultativa, se caracteriza por tener como material base al concreto armado, teniendo una resistencia a la compresión de 380 kg/cm². Esta resistencia fue seleccionada, debido al contacto con material altamente agresivo, que tendrán las estructuras de concreto armado seleccionadas.

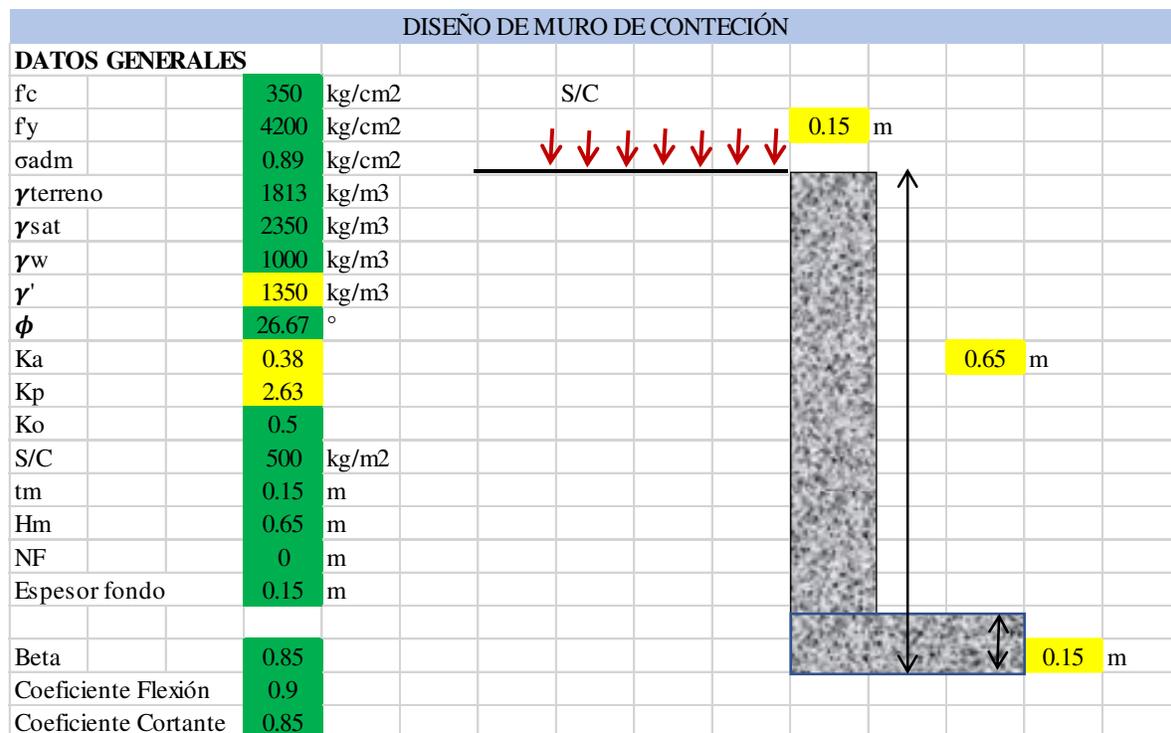


Figura 68 Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa primera parte

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones establecidas son las mismas que las empleadas en el diseño del lecho de secado de la laguna facultativa. El muro de contención tiene una altura aproximada de 0.50 m, alcanzando su máxima exigencia, cuando se encuentra funcionando como simplemente apoyado y en la construcción por tramos. Por este motivo, es que su idealización se representó sólo considerando las cargas de suelo y la sobre carga, contando con una cimentación de 0.15 cm de espesor, en donde se han aplicado fuerzas de sobre carga de 500 kg/cm² y peso de los lodos, con un peso específico de 1 720 kg/cm².

DISEÑO DEL MURO			
σ_{neto}	0.76	kg/cm ²	N.T.
Hsc	0.28	m	
tm	0.15	m	0.65 m
d	0.09	m	
Hm	0.65	m	N.F.
NF	0	m	
Ka	0.38		
bw	1	m	0 m

CÁLCULO DE LAS PRESIONES			
N°	Descripción	P	und
1	Sobre carga	192.9	kg/m ²
2	Tierra seca	447.9	kg/m ²
3	Tierra seca	0	kg/m ²
4	Tierra húmeda	0	kg/m ²
5	Agua	0	kg/m ²

CÁLCULO DEL EMPUJE DE LAS PRESIONES					
N°	Descripción	F	und	H	und
1	Sobre carga	96.46	kg	0.25	m
2	Tierra seca	145.6	kg	0.067	m
3	Tierra seca	0	kg	-0.075	m
4	Tierra húmeda	0	kg	-0.05	m
5	Agua	0	kg	-0.05	m

CÁLCULANDO EL MOMENTO DE DISEÑO	
M	33.82 kg*m
Mu	57.49 kg*m

Figura 69 Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa segunda parte

Fuente: Elaboración propia

El momento máximo que se obtiene al considerar al muro de contención con las cargas anteriormente descritas, es de 57.49 kg*m, un valor esperado.

DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO VERTICAL									
Parámetros									
				Flexión				Corte	
d vertical	9	cm		Mu	0.057	tn*m		ϕV	7.59
d horizontal	9	cm		a	0.02	cm		Vu	0.411
b	100	cm		As requerido	2.7	cm ²			OK
ϕ	0.9								
				D acero	3/8"				
				S asumido	25				
				As	2.84				
				M soportado	0.945	Tn*m			
					OK				
DETERMINANDO EL ÁREA DE ACERO HORIZONTAL									
As requerido	2.7	cm ²							
D acero	3/8"								
S asumido	25								
As	2.84								
M soportado	0.945	Tn*m							
	OK								

Figura 70 Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa tercera parte

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones especificadas, de esfuerzo, así como las condiciones mínimas de diseño, para un refuerzo de una sola capa, garantizan que una distribución de acero, tanto horizontal como vertical, de As 3/8 in @ 0.25 m, son suficientes para garantizar la estabilidad y resistencia de los elementos establecidos, cimentación como muros perimetrales.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN									
Acero vertical			Flexión			Corte			
d	9	cm	Mu	0.03	tn*m	ϕV	7.59	tn	
b	100	cm				Vu	0.02	tn	
ϕ	0.9	cm	D acero	3/8"			OK		
			S asumido	25					
			As	2.84					
			M soportado	0.945	Tn*m				
				OK					
Acero horizontal									
Mu	0.003	tn*m							
D acero	3/8"								
S asumido	25								
As	2.84								
M soportado	0.945	Tn*m							
	OK								

Figura 71 Diseño del lecho de secado de la laguna facultativa cuarta parte

Fuente: Elaboración propia

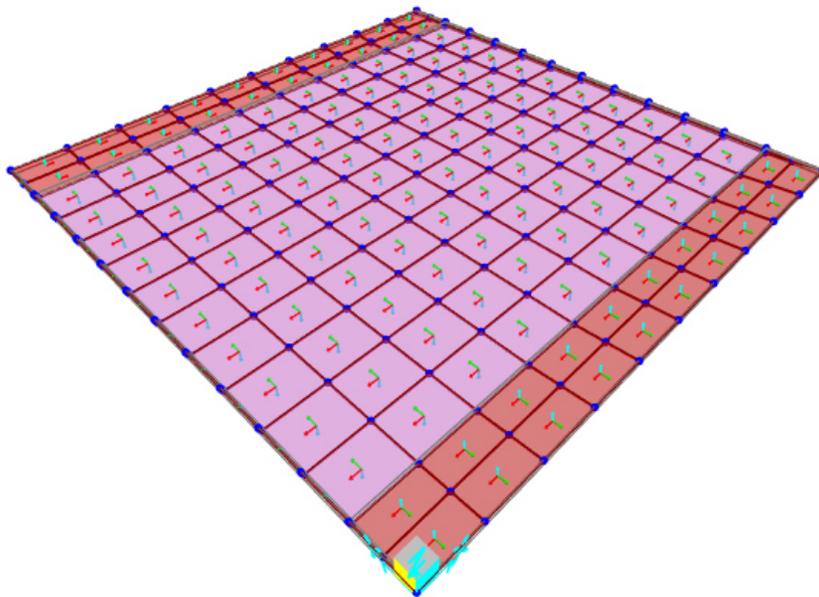


Figura 72 Modelamiento lecho de secado de la laguna facultativa primera parte

Fuente: Elaboración propia

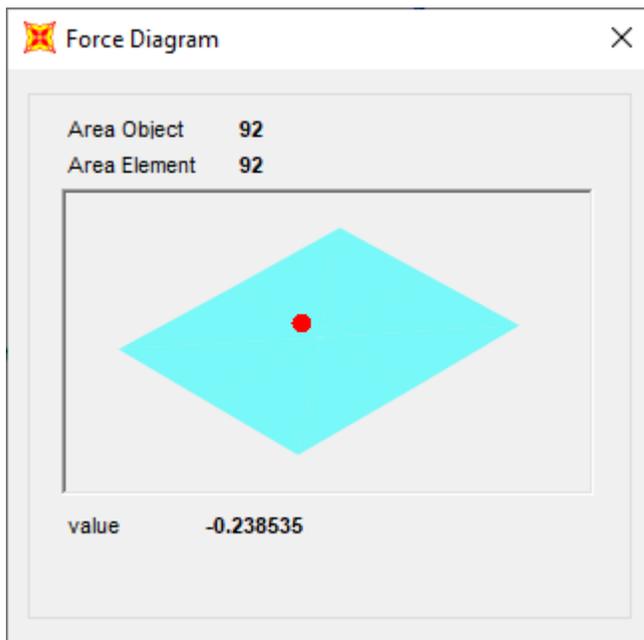


Figura 73 Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa

Fuente: Elaboración propia

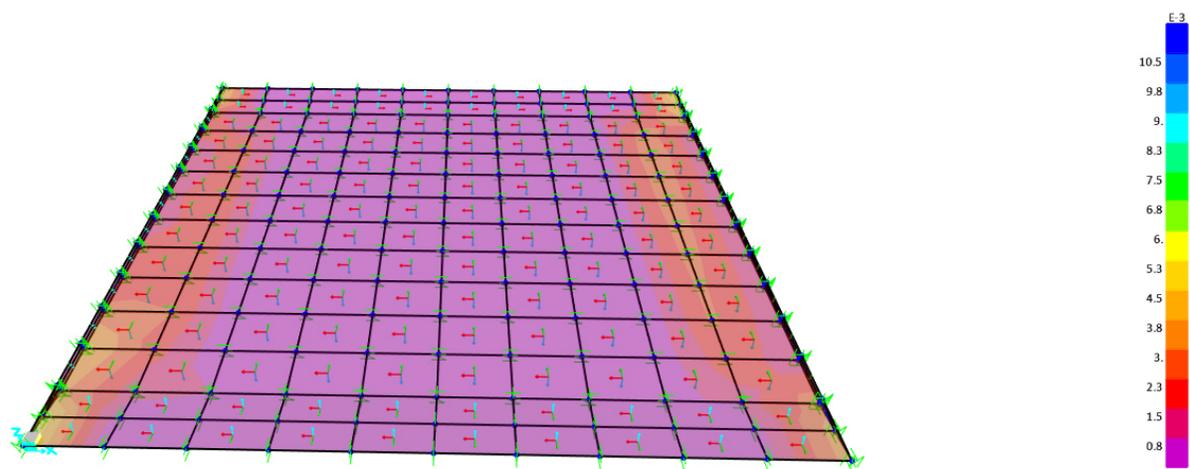


Figura 74 Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa M1

Fuente: Elaboración propia

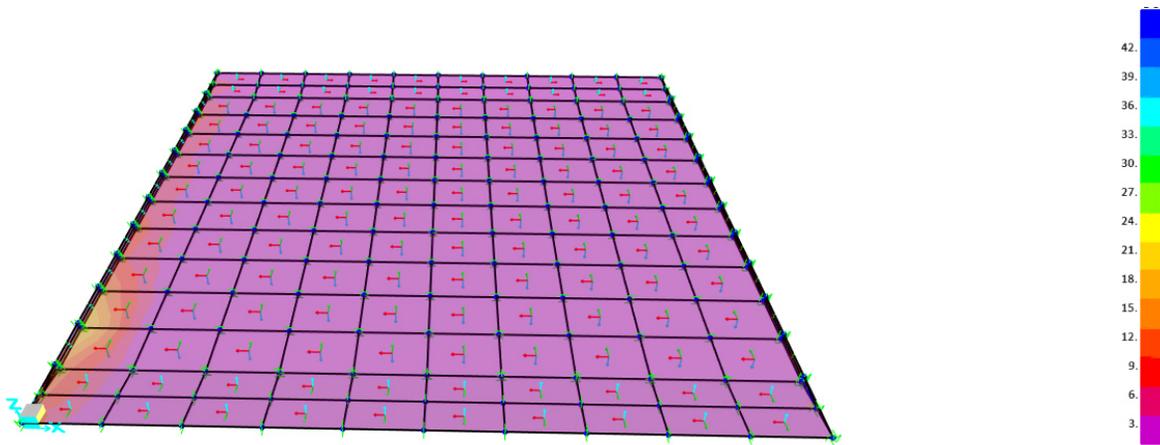


Figura 75 Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa M2

Fuente: Elaboración propia

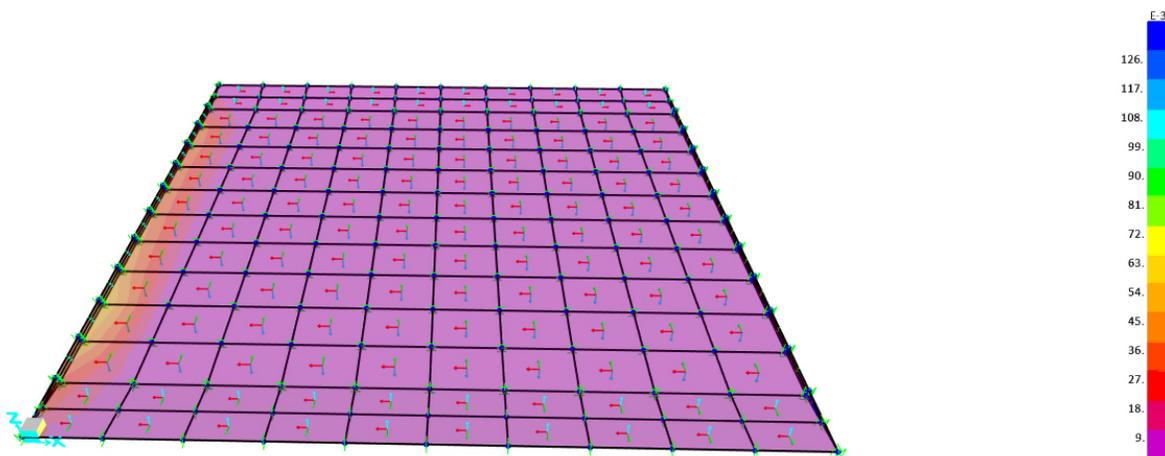


Figura 76 Esfuerzos del suelo en el lecho de secado de la laguna facultativa V 23

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. Comprobar la viabilidad económica de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

Tabla 23

Presupuesto

Item	Partida	Unidad	Metro	Costo unitario	Costo
I.	PTAR				
1	CÁMARA DE REJAS				
1.1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1.1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	16.97	1.39	S/23.55
1.1.2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	16.97	3.18	S/53.99
1.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1.2.1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	29.39	5.45	S/160.13
1.2.2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	16.97	2.27	S/38.46
1.2.3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	29.39	12.11	S/355.91
1.3	CONCRETO SIMPLE				
1.3.1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	0.83	8.07	S/6.69
1.4	CONCRETO ARMADO				

1. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	7.75	325.59	S/2,521. 97
1. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	44.7 2	87.31	S/3,904. 78
1. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	653. 68	3.44	S/2,248. 80
1. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
1. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	44.7 2	20.55	S/919.1 5
1. 5. 2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO	M2	16.5 7	20.55	S/340.5 6
1. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
1. 6. 1	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	M	2.67	23.93	S/63.88
1. 6. 2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC PRUEBA HIDRÁULICA	M	2.67	4.06	S/10.84
1. 6. 3	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION	M2	5.25	1751.8 1	S/9,203. 83
1. 6. 4	REJA DE ACERO INOXIDABLE 25 MM	M	2.00	3.44	S/6.88

2	DESARENADOR				
2. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
2. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	22.5 5	1.39	S/31.29
2. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	22.5 5	3.18	S/71.74
2. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	81.5 8	5.45	S/444.4 3
2. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	22.5 5	2.27	S/51.10
2. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	81.5 8	12.11	S/987.8 0
2. 3	CONCRETO SIMPLE				
2. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	1.67	8.07	S/13.52
2. 4	CONCRETO ARMADO				
2. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	16.7 0	325.59	S/5,436. 09

2. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	73.1 9	87.31	S/6,390. 38
2. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	2476 .41	3.44	S/8,519. 41
2. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
2. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	152. 78	20.55	S/3,140. 05
2. 5. 2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO	M2	33.4 7	20.55	S/687.8 2
2. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
2. 6. 1	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION	M2	8.40	1751.8 1	S/14,70 8.20
3	PARSHALL, CANAL DE ENTRADA Y SALIDA				
3. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
3. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	92.2 1	1.39	S/127.9 8
3. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	92.2 1	3.18	S/293.3 7
3. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				

3. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	152. 58	5.45	S/831.2 0
3. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	92.2 1	2.27	S/208.9 8
3. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	152. 58	12.11	S/1,847. 46
3. 3	CONCRETO SIMPLE				
3. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	4.61	8.07	S/37.23
3. 4	CONCRETO ARMADO				
3. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	92.1 0	325.59	S/29,98 6.35
3. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	411. 10	87.31	S/35,89 4.59
3. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	3534 .18	3.44	S/12,15 8.39
3. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
3. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	411. 08	20.55	S/8,448. 91

3. 5. 2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO	M2	52.3 3	20.55	S/1,075. 52
3. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
3. 6. 1	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	M	4.72	23.93	S/112.8 3
3. 6. 2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC PRUEBA HIDRÁULICA	M	4.72	4.06	S/19.14
4	LAGUNA ANAEROBIA				
4. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
4. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	1755 .17	1.39	S/2,436. 17
4. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	2914 .17	3.18	S/9,271. 81
4. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
4. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	8229 .52	5.45	S/44,83 1.00
4. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	2903 .17	2.27	S/6,579. 74
4. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	7104 .97	12.11	S/86,02 7.24

4. 3	CONCRETO SIMPLE				
4. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	72.1 9	8.07	S/582.8 9
4. 4	CONCRETO ARMADO				
4. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	61.2 0	325.59	S/19,92 6.41
4. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	444. 00	87.31	S/38,76 7.12
4. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	2115 .85	3.44	S/7,278. 99
4. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
4. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	444. 00	20.55	S/9,125. 43
4. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
4. 6. 1	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	M	77.1 0	23.93	S/1,844. 73
4. 6. 2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC PRUEBA HIDRÁULICA	M	77.1 0	4.06	S/312.9 0

4. 6. 3	GEOMEMBRANA E = 10 MM	M2	2887 .50	8.27	S/23,89 2.33
5	LAGUNA FACULTATIVA				
5. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
5. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	1620 0.00	1.39	S/22,48 5.60
5. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	1620 0.00	3.18	S/51,54 2.46
5. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
5. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	7864 .52	5.45	S/42,84 2.65
5. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	1620 0.00	2.27	S/36,71 5.68
5. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	7864 .52	12.11	S/95,22 3.95
5. 3	CONCRETO SIMPLE				
5. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	589. 86	8.07	S/4,762. 88
5. 4	CONCRETO ARMADO				

5. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	185. 47	325.59	S/60,38 8.73
5. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1319 .28	87.31	S/115,1 90.73
5. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	9721 .20	3.44	S/33,44 3.11
5. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
5. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	1319 .28	20.55	S/27,11 4.86
5. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
5. 6. 1	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	M	1.20	23.93	S/28.71
5. 6. 2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC PRUEBA HIDRÁULICA	M	1.20	4.06	S/4.87
5. 6. 3	GEOMEMBRANA E = 10 MM	M2	1620 0.00	8.27	S/134,0 45.28
6	CANAL DE SALIDA				
6. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
6. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	119. 32	1.39	S/165.6 2

6. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	119. 32	3.18	S/379.6 5
6. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
6. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	196. 89	5.45	S/1,072. 55
6. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	119. 32	2.27	S/270.4 4
6. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	196. 89	12.11	S/2,383. 90
6. 3	CONCRETO SIMPLE				
6. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	5.97	8.07	S/48.18
6. 4	CONCRETO ARMADO				
6. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2	M3	96.7 5	325.59	S/31,50 0.56
6. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	525. 66	87.31	S/45,89 7.13
6. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	5367 .67	3.44	S/18,46 5.99

6. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
6. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	525. 66	20.55	S/10,80 3.77
6. 5. 2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO	M2	66.7 6	20.55	S/1,372. 08
6. 6	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
6. 6. 1	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION	M2	6.00	1751.8 1	S/10,51 0.86
7	CERCHA METÁLICA				
7. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
7. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	5.04	1.39	S/7.00
7. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	5.04	3.18	S/16.04
7. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
7. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	5.04	5.45	S/27.46
7. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	5.04	2.27	S/11.42

7. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	5.04	12.11	S/61.02
7. 3	CONCRETO SIMPLE				
7. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	0.25	8.07	S/2.03
7. 4	CONCRETO ARMADO - COLUMNA				
7. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2	M3	8.62	219.48	S/1,892. 82
7. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	98.5 6	70.81	S/6,978. 89
7. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	1820 .94	3.44	S/6,264. 44
7. 5	CONCRETO ARMADO - VIGAS				
7. 5. 1	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2	M3	5.55	219.48	S/1,217. 60
7. 5. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	58.2 5	59.67	S/3,475. 49
7. 5. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	332. 58	3.44	S/1,144. 14

7. 6	CONCRETO ARMADO - ZAPATA				
7. 6. 1	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2	M3	3.02	219.48	S/663.7 1
7. 6. 2	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	62.6 2	3.44	S/215.4 3
7. 7	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
7. 7. 1	TARRAJEO DE COLUMNAS , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	92.4 0	26.90	S/2,485. 38
7. 7. 2	TARRAJEO DE VIGAS , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	58.2 5	33.44	S/1,947. 67
7. 8	ESTRUCTURAS METÁLICAS				
7. 8. 1	BRIDA SUPERIOR 8*3*9.5MM	M	189. 14	210.77	S/39,86 5.67
7. 8. 2	BRIDA INFERIOR 3*3*8MM	M	123. 20	209.64	S/25,82 8.06
7. 8. 3	MONTANTES Y DIAGONALES	M	280. 14	209.64	S/58,72 9.48
7. 8. 4	COBERTURA	M2	489. 54	246.80	S/120,8 19.23
8	PLANTA LECHO DE SECADO				

8. 1	TRABAJOS PRELIMINARES				
8. 1. 1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	M2	4056 .00	1.39	S/5,629. 73
8. 1. 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	M2	4056 .00	3.18	S/12,90 4.70
8. 2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
8. 2. 1	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA	M3	6398 .94	5.45	S/34,85 8.77
8. 2. 2	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	4056 .00	2.27	S/9,192. 52
8. 2. 3	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS	M3	6013 .85	12.11	S/72,81 5.88
8. 2. 4	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	385. 09	16.58	S/6,386. 27
8. 3	CONCRETO SIMPLE				
8. 3. 1	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	M3	204. 00	8.07	S/1,647. 23
8. 4	CONCRETO ARMADO				

8. 4. 1	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2	M3	612. 00	219.48	S/134,3 23.89
8. 4. 2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	123. 40	87.31	S/10,77 4.47
8. 4. 3	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	KG	2407 1.98	3.44	S/82,81 3.00
8. 5	REVOQUES Y ENLUCIDOS				
8. 5. 1	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	M2	123. 40	20.55	S/2,536. 21
8. 5. 2	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO	M2	3986 .96	20.55	S/81,94 3.07
III.	OTROS				
9	OTROS				
9. 1	HUMEDECER LAS ÁREAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	GL B	1.00	10000. 00	S/10,00 0.00
9. 2	CONTROL Y VIGILANCIA AMBIENTAL	GL B	1.00	18000. 00	S/18,00 0.00
9. 3	LIMPIEZA EN LUGARES DONDE SE HA REALIZADO CONSTRUCCIÓN	GL B	1.00	4000.0 0	S/4,000. 00
9. 4	MONITOREO DE CALIDAD DEL SUELO	GL B	1.00	2880.0 0	S/2,880. 00
9. 5	MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA	GL B	1.00	14400. 00	S/14,40 0.00
9. 6	MONITOREO DE LA EMISIÓN DE RUIDO	GL B	1.00	2800.0 0	S/2,800. 00

9. 7	EQUIPOS CONTRA INCENDIO	GL B	1.00	279.60	S/279.6 0
9. 8	SIMULACROS DE EVACUACIÓN	GL B	1.00	11200. 00	S/11,20 0.00
9. 9	PROCTOR MODIFICADO DENSIDAD DE CAMPO	UN D	42.0 0	333.14	S/13,99 1.88
9. 10	BOMBA de 43 MCA	UN D	2.00	2828.0 0	S/5,656. 00

Costo	S/1,959,
Parcial	606.40
	S/97,98
U	0.32
	S/195,9
GG	60.64
Sub	S/2,253,
total	547.36
	S/405,6
IGV	38.53
Costo	S/2,659,
Total	185.89

Fuente: Elaboración propia

El costo total del proyecto, será financiado por el banco BCP, con un TEA del 12%. Así mismo, cabe señalar que el costo total, será pagado en un año, considerando un total de 12 meses, dentro de este.

Tabla 24

Presupuesto

TEA

12.00% BCP

NPER
NPER ACTUAL

1 años
12 meses

IM

0.95% TEM

Fuente: Elaboración propia

Después de haber calculado el interés mensual, 0.95% de TEM, conlleva a que se proceda a distribuir el costo mensualmente, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 25

Presupuesto

PERIODO	CUOTA	INTERÉS	AMORTIZACIÓN	SALDO
0				S/2,659,185.89
1	S/235,503.00	S/25,232.46	S/210,270.54	S/2,448,915.35
2	S/235,503.00	S/23,237.25	S/212,265.75	S/2,236,649.60
3	S/235,503.00	S/21,223.10	S/214,279.89	S/2,022,369.71
4	S/235,503.00	S/19,189.85	S/216,313.15	S/1,806,056.56
5	S/235,503.00	S/17,137.30	S/218,365.70	S/1,587,690.85
6	S/235,503.00	S/15,065.27	S/220,437.73	S/1,367,253.12
7	S/235,503.00	S/12,973.58	S/222,529.42	S/1,144,723.70
8	S/235,503.00	S/10,862.05	S/224,640.95	S/920,082.75
9	S/235,503.00	S/8,730.47	S/226,772.53	S/693,310.23
10	S/235,503.00	S/6,578.68	S/228,924.32	S/464,385.90
11	S/235,503.00	S/4,406.46	S/231,096.54	S/233,289.37
12	S/235,503.00	S/2,213.63	S/233,289.37	S/0.00

Fuente: Elaboración propia

4.2. Discusión de resultados

Los resultados han señalado que la planta de tratamiento actual no ha tenido los valores recomendados de DBO en el efluente, alcanzando valores de 280 Mg/l, valores de SST del afluente de 300 mg/l y tomando como caudal de diseño a 6.90 lt/s. Señalando que esta ha sido diseñado hace más de 50 años, en donde la

cantidad de trabajadores, era sumamente inferior a lo actualmente acontecido, es que se ha procedido a determinar que es necesario un recálculo y replanteamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, considerando el sistema de lodos activados, en donde se buscará que los valores de DBO sean menores a 100 mg/l, los valores de DQO, sean menores a 200 mg/l y los valores de PH, ronden el valor de 6.50 a 8.50.

Díaz (2018) ha obtenido como resultados de la investigación, el contar con valores de la planta de tratamiento a restaurar, de 3142 mg/l, lo cual ha superado el límite máximo permisible, en gran medida. Las medidas por las que se han optado, han sido el de rediseñar la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el empleo de lagunas anaerobias y facultativas. El diseño ha generado un valor de eficiencia, con respecto a la depuración del DBO, de 57.64%.

Así mismo, se debe de señalar que las aguas residuales, suelen estar conformadas en un 99.90% de líquido, en donde sus principales concentraciones, suelen ser los desechos inorgánicos, los desechos orgánicos, principalmente los residuos sólidos en suspensión. Las sustancias que normalmente suelen estar presentes, en las aguas residuales, son: grasas, sintéticos, carbohidratos, productos en descomposición, etc. Al igual que los mencionados, existe la posibilidad de que se encuentren presentes, algún elemento químico de naturaleza orgánica, inorgánica e industrial. (Chapilliquen, 2018)

Con respecto al cálculo hidráulico que ha sido considerado en la presente investigación, se han considerado los siguientes elementos de diseño: el canal de entrada, la cámara de rejillas, el desarenador, la laguna anaerobia y la laguna anaerobia. Así como, sus respectivos lechos de secado, propios del sistema de tratamiento, mediante las lagunas anaerobias. Además de ello, cabe señalar que las medidas del canal han sido de 0.60 m de alto total y 0.50 m de ancho asumido, con un caudal de diseño de 0.0123 m³/s. Se han considerado rejillas a 45°, con un total de 9 barras. Las lagunas anaerobias han alcanzado las dimensiones de 52.50 * 27.50 m², con una medida de lechos de secado de 45.90 * 20.90 m². Así mismo,

con respecto a las lagunas facultativas, se han contado con un área de $88.00 * 88.00$ m², con valores de su lecho de secado de $82.00*82.00$ m².

Erazo (2018) ha demostrado en su investigación, que el sistema de lechos de secado, es un sistema más que eficiente, mediante el cual se puede reducir el nivel de PH de las aguas residuales contaminadas. Así mismo, el investigador ha demostrado que se ha necesitado para mejorar la calidad de un caudal de agua residual de 18 m³/s, cuatro lagunas anaerobias y dos lagunas facultativas, con dimensiones de $90 * 90$ m² cada una.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, son definidas como aquellas estructuras, mediante las cuales se podrá depurar la materia contaminante que se recepcionan en las mismas. Estas se encuentran compuestas, por una serie de obras, procesos y diferentes instalaciones, que permiten alcanzar el objetivo de depurar. Además, cabe señalar que son complementadas, con una serie de equipos, que conllevan a optimizar los procesos alcanzados, estando conformados por dos tipos de procesos: línea de aguas y línea de lodos. (Epejo y Leon, 2017)

El diseño electromecánico, ha conllevado a considerar dos bombas que se han caracterizado por sumar entre ambas, una potencia de 60 HP. Estas bombas, buscarán impulsar el agua residual, desde la captación de las mismas, hasta la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante las cuales, se podrá iniciar el sistema de tratamiento por lodos activados. Dentro de las características de las bombas, se tiene que el caudal que pueden impulsar es de 1.363 m³/hr, alcanzando una altura de 43 metros.

Milan y Polania (2018), han considerado un sistema de aireación al aire libre, en el que se han considerado lagunas anaerobias, con el objetivo de ahorrar dinero en el tratamiento de las aguas residuales. El nivel de contaminación que han tenido estas aguas, se ha caracterizado por tener un valor de DBO de 225 mg/l. Las bombas de impulsión consideradas, han contado con potencias de 20 HP, cada una.

El tratamiento preliminar, tiene el objetivo de eliminar desechos que tienen la característica, de contener un tamaño grande. Estos suelen estar conformados por

piedras, plásticos o trapos. Además, este proceso es necesario, con el objetivo de mejorar el proceso de las unidades de tratamiento consecuentes, en donde se suelen emplear a la cámara de rejillas, como un elemento eficiente de detención de este tipo de sólidos. Dentro de los tratamientos preliminares, se puede encontrar a: los desarenadores, las rejillas, los tanques desarenadores y la aireación. (Colorado y Herrera, 2017)

Plantear el diseño estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, Minera Ares, Arequipa, 2020

La resistencia de diseño del concreto de los elementos considerados, que han conformado la planta de tratamiento de aguas residuales, ha sido de 350 kg/cm², debido a la alta afectación que tiene el agua residual, con respecto al concreto armado. Así mismo, cabe señalar que la profundidad máxima de las estructuras, ha alcanzado no más de 3.50 metros de profundidad. Además, la capacidad portante del suelo, no ha superado el valor de 0.85 kg/cm². Con respecto a los aceros considerados, la distribución promedio de las paredes de los muros de contención, ha sido de 3/8 in, cada 0.15 m. Mientras que, en la base se han alcanzado distribuciones de 5/8 in, cada 0.15 m.

Tena y Garay (2019) señala que la resistencia considerada en su investigación, ha sido de 280 kg/cm², considerando un cemento tipo V. Así mismo, la durabilidad de las estructuras depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el concreto armado. Es de esta forma, mediante la cual se podrán plantear ciertos periodos de mantenimiento, que no deberán de superar la fase anual, debido a que el grado de afectación que genera este tipo de aguas residuales, al concreto, es demasiado perjudicial.

Los cuerpos que reciben las aguas tratadas, deberán de mantener una calidad óptima, debido a que, en muchos de los casos, se emplean las mismas para riego, para consumo de los animales o para consumo humano. Por este mismo motivo, se deberán de tratar la concentración de residuos fecales, en las mismas. (Portero y Amat, 2017)

Con el objetivo de financiar el proyecto, en su totalidad y de poder pagar la inversión en un periodo de 12 meses, es que se ha optado por recibir financiación del banco BCP, a una TEA del 12%. Así mismo, se ha considerado una tasa mensual de 0.96%, con una cuota de S/ 235 503.00, y un interés inicial de S/ 25 232.46.

Vera (2019), señala que la inversión total que plantea en su investigación, al diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para una población promedio de 3500 personas, es de 1 250 00 millones de dólares. Esto se debe a que se han considerado elementos adicionales, de protección y resguardo de la planta en sí misma, tales como: caseta de vigilancia, estructuras metálicas de protección; así como, todo un sistema de mantenimiento, que pueda asegurar que la edificación tenga un periodo de durabilidad, de más de 30 años.

CONCLUSIONES

- ✓ Se ha llegado a la conclusión que la planta de tratamiento propuesta, ha podido mejorar la calidad del efluente ingreso, el cual no ha llegado a cumplir con los límites máximos permisibles. Se ha considerado dos lagunas facultativas y anaerobias, con sus respectivos lechos de secado, siendo diseñadas con concreto de 350 kg/cm² y contando con bombas de impulsión, en donde se ha recurrido a un préstamo, para la financiación de dicho proyecto.
- ✓ Se ha llegado a la conclusión que la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por lodos activados en Campamento Obreros, ha gozado de un caudal medio de 6.90 lt/s, en donde la cantidad de DBO ha sido de 280 mg/l, el SST ha sido de 300 mg/l y el tiempo de construcción de la edificación actual, ha rondado entre 30 a 50 años.
- ✓ La planta de tratamiento diseñada, ha sido diseñada con un caudal medio de aguas residuales de 588 938 lt/día, en el que se ha considerado un canal de entrada, una cámara de rejillas, un desarenador, dos lagunas anaerobias, dos lagunas anaerobias y sus respectivos lechos de secado. Además, cabe señalar que los lechos desecado han sido de 45.90 * 20.90 m², con lagunas anaerobias de 52.50 * 27.50 m² y se ha contado con lagunas facultativas de 88.00 * 88.00 m², con su lecho de secado, de 82.00 * 82.00 m².
- ✓ Con respecto al diseño electromecánico, se ha podido señalar que la potencia de bomba con la que se ha diseñado, ha sido de 60 HP, contando comuna capacidad para impulsar un promedio de 1.363 m³/ hr, llegando a alcanzar una altura de 43 metros de altura.
- ✓ Se ha concluido que la resistencia de diseño que ha sido considerada, para el diseño de las estructuras, ha sido de 350 kg/cm², en donde se ha alcanzado profundidades de 3.50 metros y con resistencias de suelo de 0.85 kg/cm², empleando de esta forma, muros de contención con aceros de refuerzo de 3/8 in cada 15 cm y con bases de 5/8 in cada 15 cm.

- ✓ Respecto a la viabilidad económica, se ha podido concluir que la inversión ha sido tomada en un periodo de 12 meses, buscando recibir financiación del banco BCP, a una TEA del 12%. Así mismo, se ha considerado una tasa mensual de 0.96%, con una cuota de S/ 235 503.00, y un interés inicial de S/ 25 232.46.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la evaluación económica, comparada con las propuestas que han sido expuestas hacia la institución involucrada, con la finalidad de que se haya podido establecer un conjunto de medidas que busquen rectificar las deficiencias halladas.
- ✓ Se recomienda que la situación actual de la planta de tratamiento, ha correspondido a implementar medidas de rectificación, en base a las condiciones técnicas expuestas mínimamente, en esta investigación, con la finalidad de que se pueda mejorar la calidad del efluente.
- ✓ Respecto a las consideraciones hidráulicas de la planta de tratamiento, se ha podido señalar que estas pueden ser reducidas, implementando diferentes tecnologías que puedan optimizar cada uno de los procesos con los que se ha contado dentro del sistema mismo.
- ✓ Se recomienda invertir en el mantenimiento oportuno del sistema electromecánico que ha sido implementado, en la propuesta, con la finalidad de evitar obstrucciones y de aumentar el tiempo de vida útil del mismo.
- ✓ Se recomienda realizar un proceso de estabilización del suelo, mediante la incorporación de RCD, con la finalidad de poder mejorar las condiciones portantes del mismo.
- ✓ Se recomienda buscar una financiación por medio de otros bancos, con la finalidad de realizar una comparativa, en base a proyecciones, de la TEA y la tasa mensual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astonitas, Y. (2018). *Propuesta de un sistema de tratamiento de agua residual en la empresa PEVASTAR S.A.C. para disminuir el impacto ambiental* (Tesis de pregrado). Universidad Santo Toribio de Mogrovejo: Chiclayo. Recuperado de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1352/1/TL_AstonitasFernandezYulisa.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (27 de noviembre del 2019). *La Autoridad Nacional del Agua lanza campaña "Nuestro río hablador nos llama"*. Perú: Diario Nacional. Recuperado de <https://www.radionacional.com.pe/informa/locales/la-autoridad-nacional-del-agua-lanza-campana-nuestro-rio-hablador-nos-llama>
- Chapilliquen, M. (2018). *Diseño convencional de una Planta de tratamiento de aguas residuales para el Sector Cusupe - Distrito de Monsefú - Chiclayo, 2016* (Tesis de pregrado). Universidad de Lambayeque: Chiclayo. Recuperado de https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/116/3/TESIS_26feb.pdf
- Cohen, N. y Gómez, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿Para qué?* Buenos Aires. Argentina. Editorial Teseo. Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf
- Colorado, D. y Herrera, M. (2017). *Propuesta para el diseño conceptual de una planta de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Bituima, Cundinamarca* (Tesis de pregrado). Fundación Universidad de América: Bogotá. Recuperado de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6586/1/6092259-2017-2-IQ.pdf>
- Díaz, N. (2018). *Diagnóstico y propuestas de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa textil ubicada en el distrito Metropolitano de Quito* (Tesis de posgrado). Universidad Internacional SEK: Ecuador.

Recuperado de
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2889/5/TESIS%20-%20NIDIA%20D%C3%8DAZ%2019-02-2018.pdf>

Erazo, J. (2018). *Reingeniería de la Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales de la Extractora EXTRANATU a través del estudio de la planta actual con fines de mejoramiento ambiental* (Tesis de pregrado). Universidad Internacional SEK: Ecuador. Recuperado de
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3181/1/ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>

Espejo, M. Y Leon, L. (2017). *Análisis comparativo del sistema de tratamiento de aguas residuales de covicorti y cortijo ante parámetros de la planta de tratamiento de Nuevo Laredo, Tamaulipas – Mexico* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego: Trujillo. Recuperado de
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3596/1/RE_ING.CIVIL_ME LSAR.ESPEJO LUIS.LEON AGUAS.RESIDUALES DATOS.PDF

Huaman, Ch. (2017). *Diseño de una planta de tratamiento por aplicación anaeróbica en el centro poblado de Chainapampa, distrito de Acoria – Huancavelica* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Los Andes: Huancayo. Recuperado de
<http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/260/Huaman%20Ram on%20Chanell%20Flower.pdf?sequence=1>

Huiza, J. y Ordoñez, N. (2018). *Eficiencia de Lombrifiltro implementando la técnica de pared caliente en el tratamiento de aguas residuales domésticas del Centro Poblado de Huaylacucho del distrito de Huancavelica – 2018* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica: Huancavelica. Recuperado de
[http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2429/TESIS-2018- ING.AMBIENTAL- HUIZA%20CAYETANO%20Y%20ORDO%C3%91EZ%20CAYETANO.pdf?s equence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2429/TESIS-2018- ING.AMBIENTAL- HUIZA%20CAYETANO%20Y%20ORDO%C3%91EZ%20CAYETANO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ITER (28 de octubre del 2019). *Retos jurídicos en el tratamiento de aguas*. España: Diario Interempresas. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Agua/Articulos/257700-Retos-juridicos-en-el-tratamiento-de-aguas.html>

Lorren, F. (2018). *Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Indio" para la obtención de la autorización de reúso* (Tesis de pregrado). Universidad de Piura: Piura. Recuperado de https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3458/TSP_ING_002.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, M. (2016). *Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Celendín* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca: Cajamarca. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1760/TESIS%20MANUEL%20DAVID%20MARTINEZ%20BARDALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, M. (2018). *Evaluación y rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de estabilización del sector Río Seco, Distrito de La Joya, Provincia de Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: Arequipa.

Millan, C. y Polania, L. (2018). *Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Empresa Somos K.S.A.* (Tesis de pregrado). Fundación Universidad América: Bogotá. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6723/1/6122891-2018-1-IQ.pdf>

Ministerio del Ambiente (2010). *Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM* (Informe técnico). Ministerio del Ambiente: Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2010-minam/>

- Portero, M. y Amar, V. (2017). *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Babahoyo* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: Guayaquil. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9160/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-220.pdf>
- Quispe, Y. (2019). *Diseño de los sistemas de saneamiento básico en las comunidades de Pichari Alta, Palestina Kinkori, Amargura, Paraiso, Licenciado, Pedro Ruiz Gallo y Otari San Martín, Distrito de Pichari, Provincia de la Convención, departamento de Cusco para la mejora de la condición sanitaria de la población* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote: Ayacucho. Recuperado de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/10408/SISTEMAS_CAPTACION_QUISPE_VERA_YETCHAN.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Roa, E. (2018). *Propuesta de un Sistema de Costos en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Jerónimo - Cusco 2017* (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión: Lima. Recuperado de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1585/Erika_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Tena, T. y Garay, A. (2019). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad campesina San Juan de Churin – 2019* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión: Huacho. Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2904/TENA%20RUJILLO%20y%20GARAY%20ANASTACIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vera, E. (2019). *Sistema Doyoo Yookasoo para el tratamiento de aguas residuales en la localidad de San Juan de Río Soritor, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Sedes Sapientiae: Lima. Recuperado de

http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/643/Vera_Edwin_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1 Metrados

ITE	1.1.	UNI	M2	TOTA	16.9	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD		L	682	RTI	
					72	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57				16.57
TUBERÍA			1.96	0.2032			0.398272
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.1.	UNI	M2	TOTA	16.9	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	682	RTI	
					72	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57				16.57
TUBERÍA			1.96	0.2 032			0.398272
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.2.	UNI	M3	TOTA	29.3	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD	L	944 998	RTI DA		

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57		1.65		27.3405
ÁREA PARCIAL		0.5	16.57		0.1686		1.396851

TUBERÍA			1.96	0.2032	1.65	0.6571488
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	1.2.	UNI	M2	TOTA	16.9	PA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
M	2	DAD	L	682	72	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57				16.57
TUBERÍA			1.96	0.2032			0.398272
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.2.	UNI	M3	TOTA	29.3	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD	L	944	998	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57		1.65		27.3405
ÁREA PARCIAL		0.5	16.57		0.1686		1.396851
TUBERÍA			1.96	0.2032	1.65		0.6571488
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	1.3.	UNIDAD	M3	TOTAL	0.8285	PARTIDA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUBSAES
------	------	--------	----	-------	--------	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA TOTAL			16.57		0.05		0.8285
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	1.4.	UNIDAD	M3	TOTAL	7.74573	PARTIDA	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2
------	------	--------	----	-------	---------	---------	-----------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	----------	-------------	-------	-------	------	------	---------

LATERALES		2	8.18	0.15	1.5825	3.883455
FONDO			16.57		0.15	2.4855
MURO CENTRAL			5.8	0.15	1.5825	1.376775
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	1.4.	UNI	M2	TOTA	44.7	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD	L	214	5	RTI	
						DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VECES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERALES		2	8.18		1.5825		25.8897
							0
MURO CENTRAL			11.9		1.5825		18.83175
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.4.	UNI	KG	TOTA	653.	PA	
M	3	DAD		L	679	RTI	ACERO DE REFUERZO FY 4200
					25	DA	KG/CM2

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERALES							0
1/2 IN	2	5	11.3 3			0.994	112.6202
1/2 IN	2	42	1.75			0.994	146.118
CENTRAL							0
1/2 IN		5	6.1			0.994	30.317
1/2 IN		30	1.75			0.994	52.185
CIMIENTO							0
1/2 IN		9	2.72 5			0.994	24.37785
1/2 IN		36	8.05			0.994	288.0612
							0
							0

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERALES		2	8.18		1.5825		25.8897
CENTRAL			11.9		1.5825		18.83175
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.5.	UNI	M2	TOTA	16.5	PA	TARRAJEO CON
M	2	DAD		L	7	RTI	IMPERMEABILIZANTE DE LOSA
						DA	DE FONDO PISO

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERALES			16.57				16.57
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	1.6.	UNI	M	TOTA	2.67	PA	
M	1	DAD		L		RTI	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422
						DA	PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CONECTADO CON DESARENADOR			2.67				2.67
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0

ITE	1.6.	UNI	M	TOTA	2.67	PA	INSTALACIÓN DE TUBERÍA
M	2	DAD		L		RTI	P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC
						DA	PRUEBA HIDRÁULICA

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CONECTADO CON DESARENADOR			2.67				2.67
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	1.6.3	UNIDAD	M2	TOTAL	5.2539	PARTIDA	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION
------	-------	--------	----	-------	--------	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
ENTRADA		2	0.83		1.5		2.49
SALID		2	0.83		1.665		2.7639
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	2.1.1	UNIDAD	M2	TOTAL	22.5466	PARTIDA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
------	-------	--------	----	-------	---------	---------	---------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	----------	-------------	-------	-------	------	------	---------

TOTAL			22.5466			22.5466
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	2.1.	UNI	M2	TOTA	22.5	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	466	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
TOTAL			22.5466				22.5466
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	2.2.	UNI	M3	TOTA	81.5	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD		L	822	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
TOTAL			2.9		28.1318		81.58222
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	2.2.2	UNIDAD	M2	TOTAL	22.5466	PARTIDA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
------	-------	--------	----	-------	---------	---------	---------------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
TOTAL			22.5466				22.5466
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	2.2.3	UNIDAD	M3	TOTAL	81.5822	PARTIDA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
------	-------	--------	----	-------	---------	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	----------	-------------	-------	-------	------	------	---------

TOTAL			2.9	28.1318		81.58222
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	2.3.	UNI	M3	TOTA	1.67	PA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100
M	1	DAD		L	475	RTI	KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB
						DA	BSAES

DESCRIPCIÓN	CAN	N°	LAR	AN	ALTO	PESO	PARCIAL
	TID	DE	GO	CH			
	AD	VEC		O			
		ES					
TOTAL			11.5				1.67475
			5	2.9	0.05		0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	2.4.	UNI	M2	TOTA	73.1	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD		L	89	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERAL		2	9.74		1.8		35.064
CENTRO			12.2		3.125		38.125
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	2.4.	UNI	KG	TOTA	247	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD		L	6.41 276	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	----------	-----------	---------------	------	------	---------

		VECES				
LATERAL						0
5/8 IN	2	18	12.87		1.552	719.07264
1/2 IN	4	46	3.385		0.994	619.10296
1/2 IN	4	14	2.525		0.994	140.5516
FONDO						0
5/8 IN		28	8.88		1.552	385.88928
1/2 IN	58	2	3.195		0.994	368.39628
CENTRAL						0
5/8 IN		18	6			108
1/2 IN		40	3.385			135.4
						0
						0
						0
						0

ITEM	2.5.1	UNIDAD	M2	TOTAL	152.78	PA RTI DA	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5
------	-------	--------	----	-------	--------	-----------------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	----------	-------------	-------	-------	------	------	---------

LATERAL		2	5.52	9.7	5		107.64
CENTRO			12.2	3.7			45.14
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	2.5.	UNI	M2	TOTA	33.4	PA	TARRAJEO CON
M	2	DAD		L	66	RTI	IMPERMEABILIZANTE DE LOSA
						DA	DE FONDO PISO

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
			11.5				33.466
			4	2.9			0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	2.6.	UNI	M2	TOTA	8.39	PA	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION
M	1	DAD	L	L	6	RTI	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ENTRADA		2	1		1.5		3
ENTRADA		2	1		2.698		5.396
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.1.	UNI	M2	TOTA	92.2	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD		L	074	RTI	
					928	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703				1.0703
CANAL - LAGUNA			134. 539 7	0.6 774			91.137192 8
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.1.	UNI	M2	TOTA	92.2	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	074	RTI	
					928	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703				1.0703
CANAL - LAGUNA			134. 539 7	0.6 774			91.137192 8
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.2.	UNI	M3	TOTA	152.	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD		L	581 186	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	-----------------------	-----------	---------------	------	------	---------

CANAL PARSHALL			1.0703		2.06		2.204818
CANAL - LAGUNA			134.5397	0.6774	1.65		150.376368
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE M	3.2.2	UNIDAD	M2	TOTAL	92.2074928	PA RTI DA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
-------	-------	--------	----	-------	------------	-----------	---------------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703				1.0703
CANAL - LAGUNA			134.5397	0.6774			91.1371928

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.2.	UNI	M3	TOTA	152.	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD	L	581	186	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703		2.06		2.204818
CANAL - LAGUNA			134. 539 7	0.6 774	1.65		150.37636 8
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0

ITE	3.3.	UNI	M3	TOTA	4.61	PA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100
M	1	DAD		L	037	RTI	KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB
					464	DA	BSAES

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703		0.05		0.053515
CANAL - LAGUNA			134.5397	0.6774	0.05		4.55685964
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.4.	UNI	M3	TOTA	92.0	PA	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2
M	1	DAD		L	971	RTI	
					164	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL							0
LATERAL		2	1.95 45	0.1 5	1.914		1.1222739
FONDO			1.0703		0.15		0.160545
CANAL							0
LATERAL		2	134. 539 7	1.5	0.15		60.542865
FONDO			134. 539 7	1.5	0.15		30.271432 5
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.4.	UNI	M2	TOTA	411.	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD		L	100	RTI	
					926	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL							0
LATERAL		2	1.95 45		1.914		7.481826
							0
CANAL							0
LATERAL		2	134. 539 7	1.5			403.6191
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.4.	UNI	KG	TOTA	353	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD		L	4.18	RTI	
					469	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LONGITUDINAL							0
1/2 IN		9	163. 294 2			0.994	1460.8299 1
TRANSVERSAL							0
1/2 IN	2	690	1.11			0.994	1522.6092
1/2 IN		690	0.80 3			0.994	550.74558
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	3.5.	UNI	M2	TOTA	411.	PA	TARRAJEO DE MUROS
M	1	DAD		L	083	RTI	INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM
					7	DA	C:A 1:5

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	-----------------------	-----------	---------------	------	------	---------

CANAL PARSHALL		2	1.95		1.914	7.4646
CANAL		2	134.5397		1.5	403.6191
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	3.5.	UNI	M2	TOTA	52.3	PA	TARRAJEO CON
M	2	DAD		L	299	RTI	IMPERMEABILIZANTE DE LOSA
					257	DA	DE FONDO PISO

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
CANAL PARSHALL			1.0703				1.0703
CANAL			134.5397	0.381			51.2596257

ITE	4.1.	UNI	M2	TOTA	175	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD		L	5.16	RTI	
					709	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		35.5	24. 5			1739.5
TUBERÍA			77.1 018	0.2 032			15.667085 8
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.1.	UNI	M2	TOTA	291	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	4.16	RTI	
					709	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		52.7	27.5			2898.5
TUBERÍA			77.1 018	0.2 032			15.667085 8
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.2.	UNI	M3	TOTA	822	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD	L	9.51	972	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		52.5		78.24		8215.2

TUBERÍA			77.1 018	0.2 032	0.914		14.319716 4
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.2.	UNI	M2	TOTA	290	PA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
M	2	DAD	L	3.16 709	RTI DA		

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		52.5	27. 5			2887.5
TUBERÍA			77.1 018	0.2 032			15.667085 8
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.2.	UNI	M3	TOTA	710	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD	L	L	4.96	RTI	
					972	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		52.5		67.53		7090.65
TUBERÍA			77.1	0.2			14.319716
			018	032	0.914		4
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
ITE M	4.3.1	UNIDAD	M3	TOTAL	72.1875	PA RTI DA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUBSAES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
			52.5	27.5	0.05		72.1875
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE M	4.4.1	UNIDAD	M3	TOTAL	61.2	PA RTI DA	CONCRETO ARMADO F'C 350 KG/CM2
-------	-------	--------	----	-------	------	-----------	--------------------------------

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		120	1.7	0.15		61.2
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.4.	UNI	M2	TOTA	444	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD	L	L		RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		120	1.8 5			444
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.4.	UNI	KG	TOTA	211	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD	L	8	8	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
3/8 IN	2	7	136. 8			0.56	1072.512
3/8 IN	2	601	1.55			0.56	1043.336
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	4.6.1	UNIDAD	M	TOTAL	77.1018	PARTIDA	PA RTI DA TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.
------	-------	--------	---	-------	---------	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
ENTRADA	2	3	0.7753				4.6518
TRANSICIÓN	2	2	15.39				61.56
		1	10.89				10.89
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	4.6.2	UNIDAD	M	TOTAL	77.1018	PARTIDA	PA RTI DA INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC PRUEBA HIDRÁULICA
------	-------	--------	---	-------	---------	---------	---

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ENTRADA	2	3	0.77 53				4.6518
TRANSICIÓN	2	2	15.3 9				61.56
		1	10.8 9				10.89
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	4.6.	UNI	M2	TOTA	288	PA	GEOMEMBRANA E = 10 MM
M	3	DAD		L	7.5	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	-----------------------	-----------	---------------	------	------	---------

				27.			2887.5
	2		52.5	5			0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.1.	UNI	M2	TOTA	162	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD	L	00	00	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA	2		90	90			16200
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.1.	UNI	M2	TOTA	162	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	00	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	Nº DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
ÁREA	2		90	90			16200
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

VOLUMEN	2		90	90			16200
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.2.	UNI	M3	TOTA	786	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD	L	4	4.52	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
VOLUMEN	2		90		43.6918		7864.524
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

		VECES					
	2		276	2.39			1319.28
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.4.	UNI	KG	TOTA	972	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD	L	072	RTI	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
							0
3/8 IN	2		9	314.1		0.994	5619.8772
3/8 IN	2		921	2.24		0.994	4101.32352

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.5.	UNI	M2	TOTA	131	PA	TARRAJEO DE MUROS
M	1	DAD		L	9.28	RTI	INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM
						DA	C:A 1:5

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		276	2.39			1319.28
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2	3	0.2				1.2
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	5.6.	UNI	M2	TOTA	162	PA	GEOMEMBRANA E = 10 MM
M	3	DAD	L	L	00	RTI	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
	2		90	90			16200
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	6.1.	UNI	M2	TOTA	119.	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD	L	82	DA		

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
			175. 22	0.6 81			119.32482
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0

ITE	6.1.	UNI	M2	TOTA	119.	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L	324	RTI	
					82	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
			175. 22	0.6 81			119.32482
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	6.2.	UNI	M3	TOTA	196.	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD		L	885	RTI	
					953	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
			175.	0.6			196.88595
			22	81	1.65		3
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	6.2.	UNI	M2	TOTA	119.	PA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
M	2	DAD		L	324	RTI	
					82	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	----------	-----------	---------------	------	------	---------

		VECES				
			175.22	0.681		119.32482
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	6.2.	UNI	M3	TOTA	196.885	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD	L	L	953	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
			175.22	0.681	1.65		196.885953
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	6.3.	UNI	M3	TOTA	5.96	PA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100
M	1	DAD	L	624	1	RTI	KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB
						DA	BSAES

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
			175. 22	0.6 81	0.05		5.966241
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	6.4.2	UNIDAD	M2	TOTAL	525.66	PARTIDA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
------	-------	--------	----	-------	--------	---------	--------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
							0
LATERAL		2	175.22		1.5		525.66
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	6.4.3	UNIDAD	KG	TOTAL	5367.67	PARTIDA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
------	-------	--------	----	-------	---------	---------	----------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	----------	-------	-------	-------	------	------	---------

		VECES					
							0
1/2 IN		9	208.42			0.994	1864.5253
1/2 IN	2	878	1.6			0.994	2792.7424
1/2 IN		878	0.814			0.994	710.40384
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	6.5.1	UNIDAD	M2	TOTAL	525.66	PA RTI DA	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5
------	-------	--------	----	-------	--------	-----------------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERAL		2	175.22		1.5		525.66
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	6.5.	UNI	M2	TOTA	66.7	PA	TARRAJEO CON
M	2	DAD		L	588	RTI	IMPERMEABILIZANTE DE LOSA
					2	DA	DE FONDO PISO

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERAL			175. 22	0.3 81			66.75882
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0

ITE M	6.6.1	UNIDAD	M2	TOTAL	6	PARTIDA	COMPUERTA DE TIPO TARJETA INC ACCESORIOS E INSTALACION
-------	-------	--------	----	-------	---	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LATERAL		4		1	1.5		6
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE M	7.1.1	UNIDAD	M2	TOTAL	5.04	PARTIDA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
-------	-------	--------	----	-------	------	---------	---------------------------------

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6			5.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.1.	UNI	M2	TOTA	5.04	PA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
M	2	DAD		L		RTI DA	

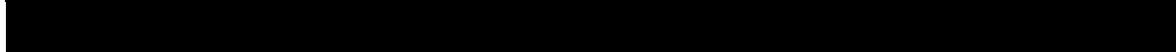
DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0

			14	0.6	0.6		5.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.2.	UNI	M3	TOTA	5.04	PA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA
M	1	DAD		L		RTI	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6	1		5.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0



ITE	7.2.	UNI	M2	TOTA	5.04	PA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
M	2	DAD		L		RTI	

DESCRIPCIÓN	CAN TIDAD	N° DE VECES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6			5.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0



ITE	7.2.	UNI	M3	TOTA	5.04	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD		L		RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6	1		5.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.3.	UNI	M3	TOTA	0.25	PA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES
M	1	DAD		L	2	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	----------	-----------	---------------	------	------	---------

		VECES					
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6	0.05		0.252
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.4.	UNI	M3	TOTA	8.62	PA	CONCRETO ARMADO F'C 210
M	1	DAD		L	4	RTI	

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.4	0.35	4.4		8.624
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0



ITE	7.4.	UNI	M2	TOTA	98.5	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD	L	L	6	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	1.6		4.4		98.56
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0

ITE	7.4.	UNI	KG	TOTA	182	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD	L	L	0.94	RTI	
					08	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
5/8 IN	14	12	5.3			1.552	1381.9008
3/8 IN	14	35	1.6			0.56	439.04
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	7.5.1	UNIDAD	M3	TOTAL	5.5476	PARTIDA	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2
------	-------	--------	----	-------	--------	---------	--------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		12	4.623	0.25	0.4		5.5476
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	7.5.2	UNIDAD	M2	TOTAL	58.2498	PARTIDA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
------	-------	--------	----	-------	---------	---------	--------------------------

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		12	4.62 3	1.0 5			58.2498
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.5.	UNI	KG	TOTA	332.	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD		L	575 896	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0

5/8 IN	2		36.0 88			1.552	112.01715 2
1/2 IN	2		34.4 38			0.994	68.462744
3/8 IN	2	97	1.4			0.56	152.096
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.6.	UNI	M3	TOTA	3.02	PA	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2
M	1	DAD	L	L	4	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
		14	0.6	0.6	0.6		3.024
							0
							0
							0
							0

							0
ITE M	7.7. 1	UNIDAD	M2	TOTAL	92.4	PA RTI DA	TARRAJEO DE COLUMNAS , E = 1.50 CM C:A 1:5

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
	14		1.5		4.4		92.4
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE M	7.7. 2	UNIDAD	M2	TOTAL	58.2 498	PA RTI DA	TARRAJEO DE VIGAS , E = 1.50 CM C:A 1:5
-------	--------	--------	----	-------	-------------	-----------	---

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.8.	UNI	M	TOTA	123.	PA	BRIDA INFERIOR 3*3*8MM
M	2	DAD	L	L	2	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA	7	2	8.8				123.2
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	7.8.	UNI	M2	TOTA	489.	PA	COBRETURA
M	4	DAD		L	543	RTI	
					084	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			17.7 48	27. 583			489.54308 4
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	8.1.	UNI	M2	TOTA	405	PA	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO
M	1	DAD		L	6	RTI	
						DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
-------------	------------------	----------	-----------	---------------	------	------	---------

		VECES					
LAGUNA ANAEROBIA			13.4	25			335
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			61	61			3721
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITEM	8.1.2	UNIDAD	M2	TOTAL	4056	PARTIDA	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO
------	-------	--------	----	-------	------	---------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			13.4	25			335
							0
							0

						0
LAGUNA FACULTATIVA			61	61		3721
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE	8.2.	UNI	M3	TOTA	639 PA	
M	1	DAD	L	08	RTI DA	EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			13.4		12.112		162.3008
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			61		102.24		6236.64
							0
							0
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE M	8.2. 2	UNI DAD	M2	TOTA L	405 6	PA RTI DA	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL
----------	-----------	------------	----	-----------	----------	-----------------	--

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			13.4	25			335
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			61	61			3721
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	8.2.	UNI	M3	TOTA	601	PA	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS
M	3	DAD		L	3.84	RTI	
					672	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
VOLUMEN EXCAVADO			6398.9408				6398.9408
VOLUMEN RELLENADO		-1	385.09408				-385.09408
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	8.2.	UNI	M3	TOTA	385.	PA	RELLENO CON MATERIAL PROPIO
M	4	DAD		L	094	RTI	
					08	DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			13.4		14.1712		189.89408
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			61		3.2		195.2
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	8.3.	UNI	M3	TOTA	204.	PA	CONCRETO SIMPLE F'C = 100
M	1	DAD		L	001	RTI	KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB
						DA	BSAES

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			25.4 7	14	0.05		17.829

						0
						0
						0
LAGUNA FACULTATIVA			61.0 4	61	0.05	186.172
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0
						0

ITE M	8.4.1	UNIDAD	M3	TOTAL	612.003	PA RTIDA	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2
-------	-------	--------	----	-------	---------	----------	--------------------------------

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			25.4 7	14	0.15		53.487
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			61.0 4	61	0.15		558.516
							0

							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

ITE	8.4.	UNI	M2	TOTA	123.	PA	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
M	2	DAD	L	L	4	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA		2	0.8	14			22.4
		2	0.8	25			40
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA		2	0.5	61			61
							0
							0
							0
							0
							0
							0

							0
							0



ITE	8.4.	UNI	KG	TOTA	240	PA	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2
M	3	DAD	L	71.9	78	RTI DA	

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA							0
3/8 IN		8	0.85 5			0.56	3.8304
3/8 IN		8	28.2 5			0.56	126.56
3/8 IN		123	0.85 5			0.56	58.8924
3/8 IN		123	16.0 5			0.56	1105.524
LAGUNA FACULTATIVA							0
3/8 IN		306	6.34			0.56	1086.4224
3/8 IN		306	56.4 5			0.56	9673.272
3/8 IN		306	0.78			0.56	133.6608
3/8 IN		306	69.3 5			0.56	11883.816
							0
							0

							0
							0



ITE M	8.5. 1	UNI DAD	M2	TOTAL	123.4	PA RTI DA	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5
-------	--------	---------	----	-------	-------	-----------	--

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	N° DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA		2	0.8	14			22.4
		2	0.8	25			40
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA		2	0.5	61			61
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0



ITE M	8.5. 2	UNI DAD	M2	TOTAL	398.6.96	PA RTI DA	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE DE LOSA DE FONDO PISO
-------	--------	---------	----	-------	----------	-----------	--

DESCRIPCIÓN	CAN TID AD	N° DE VEC ES	LAR GO	AN CH O	ALTO	PESO	PARCIAL
LAGUNA ANAEROBIA			24.4	13. 4			326.96
							0
							0
							0
							0
LAGUNA FACULTATIVA			60	61			3660
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0
							0

Anexo 2 Costos Unitarios

Item	2	Partida	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	Unidad	M ²	Total	3.18
		Rendimiento	300 m ² /día				1633.33

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

CAL HIDRATADA DE 30 KG	BS	0.05		11.03	0.5515
WINCHA DE 50m	UN	0.00	3	40	0.12
CORDEL	ML	0.00	2	0.2	0.0004
MADERA TORNILLO CEPILLADA	P2	0.02		2.2	0.044

Mano de Obra

				0.02			
				6666			
TOPOGRAFO	HH	1		67	22.66	0.6043	
				0.02			
				6666			
CAPATAZ	HH	1		67	22.66	0.6043	
PEÓN	HH	3		0.08	14.84	1.1872	

Equipo

	%						
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		2.395733333	0.07	

Item	1	Partida			TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO	Unidad	M2	TOTAL	1.388
		Rendimiento		100	m2/día				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

								0
								0
								0
								0
Mano de Obra								
								0.00
OPERARIO	HH	0.1	8		20.1			0.1608
PEÓN	HH	1	0.08		14.84			1.1872
			0					0
Equipo								
								%
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		1.348			0.04
Item	3	Partida			EXCAVACIÓN EN TN/C MAQUINARIA			Unidad
		Rendimiento						TOTAL
								5.44
								7583
								89
								149 m2/día

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

0
0
0
0

Mano de Obra

			0.05 3691		
OPERARIO	HH	1	28	20.12	1.0803
			0.05 3691		
OFICIAL	HH	1	28	16.01	0.8596
			0.05 3691		
PEON	HH	1	28	14.4	0.7732

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		2	2.713020134	0.05

RETROEXCAVADORA	HM	1	0.05 3691 28	50	2.6846
-----------------	----	---	--------------------	----	--------

Item	4	Partida	REFINE Y NIVELACIÓN EN TERRENO NORMAL	Unidad	M ²	Total	2.26 64
		Rendimiento	200 m ² /día				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

REGLA DE MADERA	P2	3	0.68	0.02	0	0	0
-----------------	----	---	------	------	---	---	---

Mano de Obra

OPERARIO	HH	1	0.04	20.1	0.804
PEÓN	HH	1	0.04	14.84	0.5936

Equipo 0 0

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		1.3976	0.04
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1	0.04	20.22	0.8088

Item Un T 12.1
ida M ot 0803
d 3 al 73

5 Partida **ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPOS**

Rendimiento **375** m3/día

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

0
0
0
0

Mano de Obra

			0.01			
			7066			
CAPATAZ	HH	0.8	67	22.66		0.3867
			0.12			
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	6	8	20.1		2.5728
			0.04			
			2666			
PEÓN		2	67	14.84		0.6332

Equipo

			%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	3.592704		0.11
			0.02			
			1333			
CAMIÓN VOLQUETE 4*2 120-140 HP	HM	1	33	54		1.152
			0.10			
			6666			
CAMIÓN VOLQUETE 6*4, 330 HP, 10 M3	HM	5	67	68		7.2533

Item	6	Parti	da	CONCRETO SIMPLE F'C = 100 KG/CM2 PARA SOLADOS Y/O SUB BSAES	Un	T	ida	M	ot	8.07
					d	3	al			46

Rendimiento
1600 m3/día

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

	BO				
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	L	0.48		17.20333333	0.08
HORMIGON	m3	0.18		39.08	7.0344
AGUA	m3	0.03		5.17	0.1551
					0

Mano de Obra

OPERARIO	HH	2	0.01	20.1	0.201
			0.00		
PEÓN	HH	1	5	14.84	0.0742
PEÓN		6	0.03	14.84	0.4452

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		0.7204	0.02

MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3-18

HP

HM

1

0.00
5
0

12.94

0.0647

0

Item

Parti
7 da

Rend
imien
to

18

m3/día

CONCRETO ARMADO F'C 350
KG/CM2

Un
ida
d

T
M
3

ot
al

325.
5948
67

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

HORMIGON DE RIO

M3

1.3

12.71

0.17

BO

CEMENTO PORTLAND

L

11.5

19.07

219.31

ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE

KG

0.26

6.93

1.8018

GA

ADITIVO CURADOR

L

0.22

36.87

8.1114

Mano de Obra

				1.33		
				3333		
OPERARIO	HH	3	33	0.88	20.1	26.8
				8888		
OFICIAL	HH	2	89	2.66	16.01	14.231
				6666		
PEON	HH	6	67		14.84	39.573
Equipo						
	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		80.60444444	2.42
				0.44		
				4444		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	HM	1	44	0.44	12.71	5.6489
				4444		
MEZCLADORA DE CONCRETO 23 HP		1	44		16.95	7.5333

Item	8	Parti	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Un	M	T	87.3
		da					
		Rend					
		imien					
		to	6 m2/día				33

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2	3.16	0.01
CLAVO 3 IN	KG		0.2	3.16	0.632
MADERA TORNILLO	P2		4.6	3.98	18.308
					0

Mano de Obra

			1.33		
			3333		
OPERARIO	HH	1	33	20.1	26.8
			0		0

PEON	HH	2	2.66 6666 67	14.84	39.573
Equipo					

HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	66.37333333	1.99	
			0		0
			0		0

Item	9	Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Unidad	M ²	Tot al	70.8 0851
		Rendimiento	6 m ² /día				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

ALAMBRE NEGRO N° 8	KG	0.3	2.546666667	0.01
CLAVOS PROMEDIO CONSTRUCCIÓN	KG	0.17	3.14	0.5338

	GL		0.02			
DESMOLDANTE PARA ENCOFRADO	N		5	55.07		1.3768
MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12' DE LARGO	P2		5.16	4.136666667		21.345
	PZ		0.07			
TRIPLAY DE 18MM PARA ENCOFRADO	A		6	87.34333333		6.6381
Mano de Obra						
			0.13			
			3333			
CAPATAZ	HH	0.1	33	22.66		3.0213
			1.33			
			3333			
OPERARIO	HH	1	33	20.1		26.8
OFICIAL	HH	1		16.5		
			0.66			
			6666			
PEÓN	HH	0.5	67	14.84		9.8933
Equipo						
	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	39.71466667		1.19
			0			0

0

0

Item	10	Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Unidad	T	59.6
		Rendimiento	9 m2/día	M	ot	6525
				d	2	al
						44

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

ALAMBRE NEGRO N° 8	KG		0.2	2.546666667	0.01
CLAVOS PROMEDIO CONSTRUCCIÓN	KG		0.24	3.14	0.7536
	GL		0.02		
DESMOLDANTE PARA ENCOFRADO	N		5	55.07	1.3768
MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12' DE LARGO	P2		5.71	4.136666667	23.62
	PZ		0.07		
TRIPLAY DE 18MM PARA ENCOFRADO	A		6	87.34333333	6.6381

Mano de Obra

				0.08			
				8888			
CAPATAZ	HH	0.1		89	22.66		2.0142
				0.88			
				8888			
OPERARIO	HH	1		89	20.1		17.867
OFICIAL	HH	1			16.5		
				0.44			
				4444			
PEÓN	HH	0.5		44	14.84		6.5956

Equipo

				%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		26.47644444		0.79
				0			0
				0			0

Item	11	Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Unidad	M2	TOTAL	344.260667
------	----	---------	--------------------------	--------	----	-------	------------

Rendimiento
6 m2/día

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

ALAMBRE NEGRO N° 8	KG	0.1		2.546666667	0
CLAVOS PROMEDIO CONSTRUCCIÓN	KG	0.15		3.14	0.471
MADERA TORNILLO SELECTO HASTA 12' DE LARGO	P2	5.5		55.07	302.89
					0
					0

Mano de Obra

			0.13		
			3333		
CAPATAZ	HH	0.1	33	22.66	3.0213
			1.33		
			3333		
OPERARIO	HH	1	33	20.1	26.8
OFICIAL	HH	1		16.5	

				0.66		
				6666		
PEÓN	HH	0.5		67	14.84	9.8933
Equipo						

HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		39.71466667	1.19
				0		0
				0		0

Item	12	Partida		ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	Unidad	Tot	3.44
		Rendimiento	250	KG/día			0224

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

ALAMBRE NEGRO NRO. 16	KG	0.06		2.546666667	0
ACERO Fy=4200 KG/CM2	KG	1.05		2.506666667	2.632

							0
							0
							0

Mano de Obra

				0.00			
CAPATAZ	HH	0.2	64		22.66		0.145
				0.03			
OPERARIO	HH	1	2		20.1		0.6432
OFICIAL	HH	1			16.5		
				0			0

Equipo

	%						
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		0.788224		0.02
				0			0
				0			0

Item	13	Partida	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES C. IMP. , E = 1.50 CM C:A 1:5	Unidad	2	TOTAL	20.5	5277
------	----	---------	--	--------	---	-------	------	------

Rend
imien
to 12.5 M2/DIA

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

			0.01		
ARENA FINA	m3		6	42.39	0.01
	BO		0.11		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	L		7	17.20333333	2.0128
			0.00		
AGUA	m3		4	5.17	0.0207
			0.02		
REGLA DE MADERA	p2		5	2.6	0.065
			0.20		
ANDAMIO METÁLICO	p2		1	1.5	0.3015
IMPERMEABILIZANTE SELLADOR CEMENTICIO P/DETENER FILTRACIONES DE AGUA PROTEX TAP(KG)	KG		0.16	5.98	

Mano de Obra

OPERARIO	HH	1	0.64	20.1	12.864
PEON	HH	0.5	0.32	14.84	4.7488
			0		0

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	17.6128		0.53
		0			0
		0			0

Item	14	Partida	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES , E = 1.50 CM C:A 1:5	Unidad	M2	Total	20.5	5277
		Rendimiento	12.5 M2/DIA					

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

			0.01			
ARENA FINA	m3	6		42.39		0.01
	BO		0.11			
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	L	7		17.20333333		2.0128
			0.00			
AGUA	m3	4		5.17		0.0207
			0.02			
REGLA DE MADERA	p2	5		2.6		0.065
			0.20			
ANDAMIO METÁLICO	p2	1		1.5		0.3015
Mano de Obra						
OPERARIO	HH	1	0.64	20.1		12.864
PEON	HH	0.5	0.32	14.84		4.7488
			0			0
Equipo						
	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		17.6128		0.53
			0			0
			0			0

Item	15	Partida	TARRAJEO DE COLUMNAS , E = 1.50 CM C:A 1:5	Unidad	M2	Total	26.8 9806 33
		Rendimiento	9 M2/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

CLAVOS	kg	0.02	2	3.14	0
ARENA FINA	m3	0.01	8	42.39	0.763
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BO	0.11	7	17.20333333	2.0128
AGUA	m3	0.00	5	5.17	0.0259
MADERA EUCALIPTO	p2	0.20	1	6.003333333	1.2067

Mano de Obra

			0.88			
			8888			
OPERARIO	HH	1	89	20.1	17.867	
			0.29			
			3333			
PEON	HH	0.33	33	14.84	4.3531	
			0		0	

Equipo

	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	22.21973333	0.67		
			0		0	
			0		0	

Item	16	Partida	TARRAJEO DE VIGAS , E = 1.50 CM C:A 1:5	Unidad	T	33.4
					M	3655
					2	86

Rend
imien
to 7 M2/DIA

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

			0.02		
CLAVOS	kg		2	3.14	0
			0.01		
ARENA FINA	m3		8	42.39	0.763
	BO		0.11		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	L		7	17.20333333	2.0128
			0.00		
AGUA	m3		5	5.17	0.0259
			0.20		
MADERA EUCALIPTO	p2		1	6.003333333	1.2067

Mano de Obra

			1.14			
			2857			
OPERARIO	HH	1	14	20.1	22.971	
			0.37			
			7142			
PEON	HH	0.33	86	14.84	5.5968	
			0		0	

Equipo

	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	28.56822857	0.86		
			0		0	
			0		0	

Item	17	Partida	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	Unidad	Tot	23.9
		Rendimiento	1 M/DIA	M	al	2595

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

	UN				
ANILLO JEBE P/TUBERIA PVC DN 200 MM	D		0.17	4.09	0.01
			3.52		
FLETE TRANSPORTE	KG		2	0.04	0.1409
	UN		0.00		
LUBRICANTE PARA TUBERÍA	D		1	49.87	0.0499
TUBO DE PVC UF	M		1.02	23.26	23.725
					0

Mano de Obra

	0	0
	0	0
	0	0

Equipo

	0	0
	0	0

0

0

Item	18	Partida	TUBERÍA PVC U UF NTP ISO 4422 PN 10, DN 1 1/2 IN INC ANILLO Y ACC.	Unidad	TOTAL	26.6
		Rendimiento	1 M/DIA	M	al	2875

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

ANILLO JEBE P/TUBERIA PVC DN 1 1/2 IN	UNIDAD	0.17	3.52	8.9	0.02
FLETE TRANSPORTE	KG	2		0.04	0.1409
LUBRICANTE PARA TUBERÍA	UNIDAD	0.00			
TUBO DE PVC UF	D	1		49.87	0.0499
	M	1.02		25.9	26.418
					0

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0

Equipo

0	0
0	0
0	0

Item

19	Partida	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	Unidad	Tot	4.05
	Rendimiento	480 M/DIA		Mal	8233
					33

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	--------	---------

Materiales

PUESTA A PIE DE ZANJA	M	1	0.27	0
-----------------------	---	---	------	---

PRUEBA HIDRAULICA	M	1		3.41	3.41
					0
					0
					0
Mano de Obra					
					0.00
					1666
CAPATAZ	HH	0.1	67	27.54	0.0459
					0.01
					6666
OPERARIO	HH	1	67	20.1	0.335
					0.01
					6666
OFICIAL	HH	1	67	16.01	
					0.01
					6666
PEON	HH	1	67	14.84	0.2473
Equipo					
					%
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		0.628233333	0.02

0
0

Item	20	Partida	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	Unidad	M2	Total	1751.81
		Rendimiento	5 M2/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	--------	---------

Materiales

	UN			0
COMPUERTA CON VOLANTE	D	1	1524.77	1524.8
SOLDADURA	KG	10	13.3	13.3
				0
				0

Mano de Obra

OPERARIO	HH	2	3.2	20.1	64.32
PEON	HH	4	6.4	14.85	95.04
TECNICO	HH	1	1.6	22.11	
	HH		0		0

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	159.36	4.78
CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		1	1.6	2.5	4
MOTOSOLDADURA DE 250 AMP		1	1.6	28.5	45.6

Item	21	Partida	CONCRETO ARMADO F'C 210 KG/CM2	Unidad	T	219.
		Rendimiento	15 M3/DIA	M	ot	4824
				d	3	al
						06

INSUMO	UNIDAD	CUANTIA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	---------	----------	--------	---------

Materiales

ARENA GRUESA	M3		0.5	25	0.13
--------------	----	--	-----	----	------

PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4"	M3	0.8	36	28.8
		0.18		
AGUA	M3	5	5.17	0.9565
CEMENTO PORTLAND TIPO I (BLS.:42.5KG)	BO			
ANDINO	L	5	17.20333333	86.0170

Mano de Obra

				0.10
				6666
CAPATAZ	HH	0.2	67	22.66
			1.06	
			6666	
OPERARIO	HH	2	67	20.1
			0.53	
			3333	
OFICIAL	HH	1	33	16.5
			4.26	
			6666	
PEÓN	HH	8	67	14.84

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	87.1744	2.62
MEZCLADORA DE CONC.(TAMBOR) 11 P3, 22HP	HM	1	18.03666667	9.6196
VIBRADOR A GASOLINA D. 1 3/4", 4 HP	HM	1	7.81	4.1653

Item	22	Partida	GEOMEMBRANA E = 10 MM	Unidad	M2	Total	8.2744
		Rendimiento	20 M2/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

GEOMEMBRANA HDPE	M2	1	14	0.140
------------------	----	---	----	-------

0
0
0

Mano de Obra

CAPATAZ	HH	0.1	0.04	22.66	0.9064
OPERARIO	HH	0.5	0.2	20.1	4.02
TÉCNICO	HH	0.5	0.2	16.5	
PEÓN	HH	0.5	0.2	14.84	2.968

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	%				
	MO	3		7.8944	0.24
		0			0
		0			0

Item	23	Partida	RELENO CON MATERIAL PROPIO	Unidad	3	Tot	16.5
		Rendimiento	18 M3/DIA			al	8367
							11

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

0
0
0
0
0

Mano de Obra

0
0
0
0.88
8888

0
0

PEÓN

HH

2

89

14.84

13.191

Equipo

%

HERRAMIENTAS MANUALES

MO

3

13.19111111

0.4

COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	3	0.33	0.1480	20.22	2.99260
-------------------------------------	----	---	------	--------	-------	---------

Item	24	Partida	Rendimiento	5	M2/DIA	INSTALACIÓN DE TUBERÍA P/DESAGUE PVC DN 8 IN INC ANILLO Y ACC.	Unidad	T	2768.32
------	----	---------	-------------	---	--------	--	--------	---	---------

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

VERTEDERO METALICO	UN	1	2541.28	2541.30
SOLDADURA	KG	10	13.3	13.30

Mano de Obra

OPERARIO	HH	2	3.2	20.1	64.32
PEON	HH	4	6.4	14.85	95.04
TECNICO	HH	1	1.6	22.11	
	HH		0		0

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	159.36	4.78
CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		1	1.6	2.5	4
MOTOSOLDADURA DE 250 AMP		1	1.6	28.5	45.6

Item	25	Partida	RELENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO ANILLO Y ACC.	Unidad	M3	Total	36.8
		Rendimiento	30 M3/DIA				9693

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

AFIRMADO	M3	1.15		23.5	23.5	0
		0.03				
AGUA	M3	5		5.17	5.17	0
						0
Mano de Obra						
			0.02			
			6666			
CAPATAZ	HH	0.1	67	22.66	0.6043	
			0.26			
			6666			
OPERARIO	HH	1	67	20.1	5.36	
			0.53			
			3333			
PEÓN	HH	2	33	14.84		
	HH		0			0
Equipo						
		%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		5.964266667	0.18	

VIBRADOR DE CONCRETO A GASOLINA 5HP	HM	1	0.26 6666 67 0	7.81	2.0827 0
--	----	---	-------------------------	------	-------------

Item	26	Partida	CONCRETO DE VEREDA F'C 175 KG/CM2	Unidad	M3	Tot al	343. 3537 37
		Rendimiento	10 M3/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3	0.6 0.48	34	20.4
ARENA GRUESA	m3	4	36	17.424
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BO L	8.24	17.20333333	141.76

AGUA	m3	1	0.23	5.17	1.1943
------	----	---	------	------	--------

Mano de Obra

OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2	1.6	20.1	32.16
OPERARIO	hh	1	0.8	20.1	16.08
OFICIAL	hh	1	0.8	16.5	
PEÓN	hh	8	6.4	14.84	94.976

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	%	143.216	4.3
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3-18 HP	hm	1	0.8	12.94	10.352
VIBRADOR A GASOLINA D. 1 3/4", 4 HP	hm	1	0.8	5.89	4.712

Item	27	Partida	BARANDAS METÁLICAS	Unidad	TML	61.9
		Rendimiento	15 ML/DIA			5559
						6

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
Materiales					
SOLDADURA	KG		0.25	13.3	0.03
			0.00		
PLACA DE ACERO	M2		27	324.66	0.8766
			0.00		
PLANCHA DE ACERO DE 150 MM	ML		14	12.82	0.0179
			0.00		
TUBO DE ACERO 1 1/2 6 M	ML		23	4.12	0.0095
			0.00		
TUBO DE ACERO NEGRO 2 6 M	ML		14	8.85	0.0124
Mano de Obra					
			0.05		
			3333		
CAPATAZ	hh	0.1	33	22.66	1.2085
OPERARIO	hh	3	1.6	20.1	32.16
			0		
PEÓN	hh	3	1.6	14.84	23.744

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	57.11253333	1.71	
		0.26			
		6666			
CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	hm	0.5	67	2.5	0.6667
		0.05			
		3333			
MOTOSOLDADURA DE 250 AMP	hm	0.1	33	28.5	1.52

Item	28	Partida	BUZON DE DESCARGA	Unidad	UND/DIA	1980
		Rendimiento				.471
						9

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	--------	---------

Materiales

LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	2.54	3.3	0.08
----------------------------	----	------	-----	------

EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	6.27	42.21	264.66
REFINE NIVELACION Y COMPACTACION TERRENO NORMAL	M2	3.8	1.95	7.41
ELIMINACION DE DESMONTE EN TERRENO NORMAL	M3	3.22	75.92	244.46
RELLENO COMPACTO CON MATERIAL PROPIO	M3	3.06	24.33	74.45
	UN			
PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO	D	0.25	32.39	8.0975
	UN			
TAPA DE FIERRO FUNDIDO	D	1	540.69	540.69
	IU			
COLOCACIÓN DE LOSA REMOVIBLE CONCRETO PARA SOLADOS	ND	1	14.88	14.88
ACERO DE REFUERZO	M2	3.8	20.85	79.23
	KG	20	4.4	88
CONCRETO 175	M3	0.28	256.75	71.89
CONCRETO 210	M3	2.05	269.65	552.78
ACABADO PULIDO DE PISO	M2	1.74	19.45	33.843
				0
				0

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo

	%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	0	0
		0		0
		0		0

Item	29	Partida	CAJA REGISTRO 0.3*0.6	Unidad	UND	Tot	102.
		Rendimiento	10		UND/DIA	Dal	199

INSUMO	UNID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	---------	-------------	------------	--------	---------

Materiales

OFICIAL	HH	0.25	0.2	16.51	3.302
PEON	HH	3.75	3	14.85	44.55

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	70.3292	2.11
CAMION VOLQUETE 4*2	HM	0.25	0.2	146.83	29.366
			0		0

Item	30	Partida	JUNTA HIDRO EXPANSIVA	Unidad	TML	1.25
		Rendimiento	1 ML/DIA			336

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

CARTUCHO DE FRAGUA HIDROEXP	UNIDAD		0.26	99.73	0.26
					0

HERRAMIENTAS MANUALES	%			
	MO	3	0.96336	0.03
		0		0
		0		0

Item	31	Partida	IMPERMEABILIZACIÓN DE LADRILLOS DE FONDO DE FILTRO	Unidad	M2	Total	87.018
		Rendimiento	1 M2/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

IMPERMEABILIZANTE ROCUPLAST	LT	1.5	46.4	0.7	0
					0
					0
					0
					0

Item 32 Partida Rendimiento LADRILLO PARA RECUBRIMIENTO DE FONDO DE FILTRO LENTO Unid. M2/DIA 2 15.1 0483 33

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	--------	---------

Materiales

LADRILLO PASTELERO	UNIDAD	1.05	2.33	0.02
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0
				0

							0
							0
							0
							0
							0
Mano de Obra							
				0.01			
				6666			
CAPATAZ	HH	0.2	67		27.54		0.459
				0.08			
				3333			
OPERARIO	HH	1	33		20.07		1.6725
				0.08			
				3333			
OFICIAL	HH	1	33		16.51		1.3758
PEON	HH	9	0.75		14.85		11.138
				0			0
Equipo							
				%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3		14.64483333		0.44
				0			0

0

0

Item

33	Partida	GRAVA	Unidad	M3	Total	27.452
	Rendimiento	6 M3/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

GRAVA CANTO RODADO	M3	1.3		252.1	3.2800
--------------------	----	-----	--	-------	--------

Mano de Obra

			0.133333		
CAPATAZ	HH	0.1	33	27.54	3.67200

PEON	HH	1	1.33 3333 33 0	14.85	19.8 0
------	----	---	-------------------------	-------	-----------

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	MO	%	3	23.472	0.7
			0		0
			0		0

Item	34	Partida	HUMEDECER LAS ÁREAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	Unidad	GLB	Tot	1000
		Rendimiento	1				0

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

HUMEDICIMIENTO	GL			
	B	10	100000	10000
				0
				0

Mano de Obra

	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	%			
	MO	3	0	0
		0		0
		0		0

Item	35	Partida	MONITOREO DE CALIDAD DEL SUELO	Unidad	GT	2880
------	----	---------	--------------------------------	--------	----	------

Rendimiento
1 UND

INSUMO	UNIDAD	CUALIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	----------	--------	---------

Materiales

MONITOREO	UNIDAD		800	360	288000
-----------	--------	--	-----	-----	--------

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		3	0	0
			0		0

0

0

Item

36	Parti da	MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA	Un ida d	G L B	T ot al	1440 0
	Rend imien to	1	GLB			

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

MONITOREO	UN D		1600	900	14400 0 0
-----------	---------	--	------	-----	-----------------

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo		0	0
HERRAMIENTAS MANUALES	%		
	MO	3	0
		0	0
		0	0

Item	37	Partida	MONITOREO DE LA EMISIÓN DE RUIDO	Unidad	GLB	Total	2800
		Rendimiento	1		GLB		

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	--------	---------

Materiales

MONITOREO	UNIDAD	1600	175	2800
				0
				0

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo

MONITOREO	UN			
	D	3	0	0
		0		0
		0		0

Item	38	Parti da	CONTROL Y VIGILANCIA AMBIENTAL	Un ida d	G L B	T ot al	1800 0
		Rend imien to	1	GLB			

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

	UN			
CONTROL INICIO	D	100	6000	6000
	UN			
CONTROL MEDIO	D	100	6000	6000
	UN			
CONTORL FINAL	D	100	6000	6000

Mano de Obra

	0		0
	0		0
	0		0
	0		0
	0		0

Equipo

	UN			
MONITOREO	D	3	0	0
		0		0
		0		0

Item 39 Partida Rendimiento 1 GLB LIMPIEZA EN LUGARES DONDE SE HA REALIZADO Unid. GLB Total 4000

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

LIMPIEZA	MES	400		1000	400000
----------	-----	-----	--	------	--------

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo

MONITOREO	UN				
	D	3		0	0
		0			0
		0			0

Item	40	Partida	EQUIPOS CONTRA INCENDIO	Unidad	GLB	Total	279.6
		Rendimiento	1		GLB		

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

EXTINTOR	UN				
	D	1	400	69.9	279.6
					0
					0

Mano de Obra

			0		0				
			0		0				
			0		0				
			0		0				
			0		0				
Equipo									
	UN								
MONITOREO	D		3	0	0				
			0		0				
			0		0				
Item	41	Partida	SIMULACROS DE EVACUACIÓN			Unidad	GLB	1120	0
		Rendimiento	1	GLB					
	UN	CUA	CAN						
	ID	DRIL	TIDA						
INSUMO	AD	LA	D	PRECIO	PARCIAL				
Materiales									

SIMULACRO	UN			
	D	400	2800	11200
				0
				0

Mano de Obra

0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Equipo

MONITOREO	UN			
	D	3	0	0
		0		0
		0		0

Item	42	Parti da	BRIDA SUPERIOR 8*3*9.5MM	Un	T	210.	
				ida	M	ot	7733
				d	L	al	33

Rendimiento
15 ML/DIA

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	----------	--------	---------

Materiales

				0
	PZ			
BRIDA SUPERIOR 8*3*9.5MM	A	1	6.53	6.53
SOLDADURA	KG	10	13.3	133
				0
				0

Mano de Obra

				1.06
				6666
OPERARIO	HH	2	20.1	21.44
				2.13
				3333
PEON	HH	4	14.85	31.68

TECNICO	HH	1	0.53	22.11	
	HH		3333		0

Equipo

HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	53.12	1.59
-----------------------	----	--	---	-------	------

CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO		1	0.53	2.5	1.3333
			3333		

MOTOSOLDADURA DE 250 AMP		1	0.53	28.5	15.2
			3333		

Item	Partida	43	BRIDA INFERIOR 3*3*8MM			Unidad	T	209.
	Rendimiento		15	ML/DIA		Mot	6433	
						L	al 33	

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

					0
	PZ				
BRIDA INFERIOR 3*3*8MM	A	1		5.4	5.4
SOLDADURA	KG	10		13.3	133
					0
					0

Mano de Obra

			1.06		
			6666		
OPERARIO	HH	2	67	20.1	21.44
			2.13		
			3333		
PEON	HH	4	33	14.85	31.68
			0.53		
			3333		
TECNICO	HH	1	33	22.11	

Equipo	HH	0	0
	%		
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	53.12 1.59
		0.53	
		3333	
CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	1	33	2.5 1.3333
		0.53	
		3333	
MOTOSOLDADURA DE 250 AMP	1	33	28.5 15.2

Item	44	Partida	BRIDA SUPERIOR 8*3*9.5MM	Unidad	T	209.
		Rendimiento	15 ML/DIA	d	Mot	6433
					L	33

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

	PZ				0
BRIDA INFERIOR 3*3*8MM	A	1		5.4	5.4
SOLDADURA	KG	10		13.3	133
					0
					0
Mano de Obra					
					1.06
					6666
OPERARIO	HH	2	67	20.1	21.44
					2.13
					3333
PEON	HH	4	33	14.85	31.68
					0.53
					3333
TECNICO	HH	1	33	22.11	
	HH		0		0
Equipo					
	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3		53.12	1.59

CIZALLA PARA CORTE DE FIERRO	1	0.53 3333	2.5	1.3333
MOTOSOLDADURA DE 250 AMP	1	0.53 3333	28.5	15.2

Item	45	Partida	COBERTURA	Unidad	M2	Total	246.8
		Rendimiento	15 M2/DIA				

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

CUBIERTA	M2	1	210	210	0
					0
					0

						0
Mano de Obra						
			0.53			
			3333			
OPERARIO	HH	1	33	20.1	10.72	
			0.53			
			3333			
PEON	HH	1	33	14.85	7.92	
TECNICO	HH		0		0	
	HH		0		0	
Equipo						
			%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	18.64	0.56	
			0.53			
			3333			
HERRAMIENTAS MECANICAS		1	33	33	17.6	
			0		0	

Item	46	Partida	INST.DE EQUIPOS HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS	Unidad	Mot	6161
		Rendimiento	1	GLB	al	5.78

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

BOMBA HIDRONEUMATICA 30 HP (INC
ACCESORIOS)

3	20401.81	61205
		0
		0
		0
		0

Mano de Obra

OPERARIO	HH	1	8	20.1	160.8
PEON	HH	2	16	14.85	237.6
TECNICO	HH	0.5	4	22.11	

Equipo		0	0
	%		
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	398.4 11.95
		0	0
		0	0

Item	47	Partida	INST.DE EQUIPOS HIDRÁULICOS Y ACCESORIOS	Unidad	Mot	1636 24.8 3
		Rendimiento	1	GLB		

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	--------	---------

Materiales

BOMBA HIDRONEUMATICA 30 HP (INC ACCESORIOS)		8	20401.81	163214 0 0
--	--	---	----------	------------------

						0
						0
Mano de Obra						
OPERARIO	HH	1	8	20.1		160.8
PEON	HH	2	16	14.85		237.6
TECNICO	HH	0.5	4	22.11		
			0			0
Equipo						
	%					
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	398.4		11.95
			0			0
			0			0
Item	48	Partida		MEDIO FILTRANTE	Unidad	TOTAL 410.35
		Rendimiento	1	GLB		

INSUMO	UN ID AD	CUA DRIL LA	CAN TIDA D	PRECIO	PARCIAL
--------	----------------	-------------------	------------------	--------	---------

Materiales

0
0
0
0
0

Mano de Obra

OPERARIO	HH	1	8	20.1	160.8
PEON	HH	2	16	14.85	237.6
TECNICO	HH	0.5	4	22.11	
			0		0

Equipo

	%				
HERRAMIENTAS MANUALES	MO		3	398.4	11.95
			0		0
			0		0

Item	49	Partida	PROCTOR MODIFICADO DENSIDAD DE CAMPO	Unidad	UND	Tot	333. 14
		Rendimiento	1	UND/DIA			

INSUMO	UNIDAD	CUANTIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
--------	--------	-----------	----------	--------	---------

Materiales

CONTROL DE COMPACTACION	UNIDAD	1	56	0.56
PROCTOR MODIFICADO	UNIDAD	0.05	120	6.0000

Mano de Obra

OPERADOR	HH	1	80	20.1	160.80
----------	----	---	----	------	--------

		0		0
		0		0
Equipo				
	%			
HERRAMIENTAS MANUALES	MO	3	160.8	4.82
CAMIONETA	HM	1 8	20.12	160.96
		0		0

Anexo 3 Planos

