

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y SOCIAL DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL  
DISTRITO DE HUARIBAMBA**

**Línea de investigación Institucional:**

Salud y Gestión de la Salud

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PICHARDO HUACHUPOMA, Carmen Susana**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERA CIVIL

**HUANCAYO – PERÚ**

**2019**

## **FALSA PORTADA**

---

**Dr. Severo Simeón CALDERON SAMANIEGO**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme siempre las fuerzas para continuar en lo adverso y vencer los obstáculos, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles y las bendiciones que día a día me da. A mi familia, por su ayuda, comprensión y estímulo constante a lo largo de todos estos años y lograr escalar y conquistar este peldaño más en la vida.*

*Bach. Carmen Pichardo Huachupoma.*

**HOJA DE CONFORMIDAD MIEMBROS DEL JURADOS**

---

**Dr. Casio Aurelio TORRES LOPEZ  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Juan Fernando ZEVALLOS SANTIVÁÑEZ  
JURADO**

---

**Ing. Edmundo MUÑICO CASAS  
JURADO**

---

**Ing. Christian MALLAUPOMA REYES  
JURADO**

---

**MG. Miguel Ángel CARLOS CANALES  
SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	21
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	21
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	21
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.3.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	21
1.3.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	22
1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	26
1.4. DELIMITACION.....	28
1.4.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	28
1.4.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL .....	28

1.4.3. DELIMITACIÓN ECONÓMICA.....	28
1.5. LIMITACIONES.....	28
1.6. OBJETIVOS .....	29
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	29
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>30</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>30</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	30
2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES.....	43
2.1.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	57
2.1.4. NORMATIVA EN EL PERÚ.....	78
2.1.5. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL.....	80
2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	82
2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	84
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	84
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	85
2.3.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LA VARIABLE ....	85
2.3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	86
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>87</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>87</b>

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	87
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	87
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	88
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	89
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	89
3.5.1. POBLACIÓN.....	89
3.5.2. MUESTRA.....	90
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	91
3.6.1. Entrevista no estructurada .....	91
3.6.2. Observación Directa.....	91
3.6.3. Análisis de Documentos .....	91
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	91
3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS .....	92
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>93</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>93</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	93
4.1.1. UBICACIÓN .....	93
4.1.2. TOPOGRAFÍA.....	94
4.1.3. DATOS DE POBLACIÓN.....	94
4.1.4. ACCESIBILIDAD .....	95



<b>4.2. EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<b>– PTAR .....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL .....</b>	<b>96</b>
<b>4.2.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO .....</b>	<b>99</b>
<b>4.2.3. DIAGNOSTICO SOCIAL .....</b>	<b>102</b>
<b>4.2.4. PROPUESTA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE</b>	
<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR .....</b>	<b>107</b>
<b>4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS .....</b>	<b>116</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>118</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>118</b>
<b>5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA Y SOCIAL DEL PTAR .....</b>	<b>118</b>
<b>5.2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PTAR .....</b>	<b>119</b>
<b>5.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO .....</b>	<b>120</b>
<b>5.4. DIAGNOSTICO SOCIAL .....</b>	<b>122</b>
<b>5.5. PROPUESTA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DEL PTAR .....</b>	<b>123</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>125</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>131</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de Aguas Residuales.....	48
Tabla 2: Niveles y Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales .....	74
Tabla 3: Características de los Lodos. ....	786
Tabla 4: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de PTAR Domésticas ...	78
Tabla 5: Coordenadas del Ámbito del Proyecto. ....	93
Tabla 6: Densidad por Vivienda. ....	95
Tabla 7: Valores Representativos del Análisis de Laboratorio a Muestras de Afluente y Efluente. ....	101
Tabla 8: Calificación del Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales.....	103
Tabla 9: Tratamiento al Efluente del PTAR.....	104
Tabla 10: Disposición de Pago por un Buen Servicio de Alcantarillado. ....	104
Tabla 11: Conexión al Sistema de Alcantarillado. ....	105
Tabla 12: Agua Efluente del PTAR Causa Enfermedades. ....	106
Tabla 13: Participación de la Población en el Mejoramiento del PTAR.....	106
Tabla 14: Dimensionamiento del Canal de Entrada, Cámara de Rejas y Desarenador. ....	111
Tabla 15: Dimensionamiento Tanque Imhoff. ....	112
Tabla 16: Dimensionamiento de Filtro Biológico. ....	113
Tabla 17: Dimensionamiento de Lecho de Secado.....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°: 1 – Canal de Rejas. ....	60
Figura N°: 2 – Canal Desarenador. ....	61
Figura N°: 3 – Tanque Séptico Subterráneo de un Compartimiento. ....	63
Figura N°: 4 – Tanque Imhoff. ....	64
Figura N°: 5 – Esquema de Reactor UASB Para Tanque Circular o Rectangular. ....	66
Figura N°: 6 – Disposición de las Lagunas de Estabilización. ....	67
Figura N°: 7 – Planta de Lodos Activados Convencional. ....	68
Figura N°: 8 – Zanja de Oxidación. ....	69
Figura N°: 9 – Vista General de un Biodisco. ....	70
Figura N°: 10 – Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente. ....	71
Figura N°: 11 – Vista General de un Filtro Percolador. ....	72
Figura N°: 12 – Humedal de Flujo Libre Superficial. ....	73
Figura N°: 13 – Humedal de Flujo Sub-Superficial. ....	73
Figura N°: 14 – Estado Situacional de la Cámara de Rejas. ....	96
Figura N°: 15 – Estado Situacional del tanque imhoff. ....	98
Figura N°: 16 – Estado Situacional del tanque imhoff. ....	98
Figura N°: 17 – Estado Situacional del Lecho de Secado. ....	97
Figura N°: 18 – Estado Situacional del Filtro Biológico. ....	97
Figura N°: 19 – Calificación del Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales. ....	104
Figura N°: 20 – Tratamiento al Agua Efluente del PTAR. ....	104
Figura N°: 21 – Disposición de Pago por un Buen Servicio de Alcantarillado. ....	105
Figura N°: 22 – Conexión al Sistema de Alcantarillado. ....	105
Figura N°: 23 – Agua Efluente del PTAR Causa Enfermedades. ....	106
Figura N°: 24 – Participación de la Población en la Ejecución del Mejoramiento del PTAR. ....	107

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es el resultado de la evaluación situacional técnico y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba?; el objetivo general fue: Determinar los resultados de la evaluación situacional técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba. La hipótesis general fue: De la evaluación situacional técnico y social se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba, se encuentra en óptimas condiciones.

El método general de investigación que se empleo fue el método científico. El tipo de investigación fue aplicada; el nivel de investigación por su profundidad fue Descriptivo - Correlacional. El diseño de la Investigación No experimental - Transeccional. El tipo de muestreo fue: no aleatorio o por conveniencia; la población fueron las 523 familias del distrito de Huaribamba y la muestra estuvo conformada por 56 familias.

De la evaluación situacional técnico y social, se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba no se encuentra en óptimas condiciones y no es posible tratar las aguas residuales debido al escaso mantenimiento y deterioro; no obstante, la hipótesis no ha resultado positivo y lo demostraron los hechos de la investigación, además de la encuesta realizada a los usuarios, la gran mayoría califican el servicio, como regular.

**Palabras Clave:** *Planta de tratamiento, aguas residuales, parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.*

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: ¿What is the result of the technical and social situation assessment of the wastewater treatment plant in the district of Huaribamba? The general objective was to: Determine the results of the technical and social situational evaluation of the wastewater treatment plant of the Huaribamba District. The general hypothesis was: From the technical and social situational evaluation it is concluded that the wastewater treatment plant of the Huaribamba district is in optimal conditions.

The general research method used was the scientific method. The type of research was applied; The level of research due to its depth was descriptive - correlational. The design of non-experimental research - Transsectional. The type of sampling was: not random or for convenience; The population was 523 families in the district of Huaribamba and the sample consisted of 56 families.

From the technical and social situational evaluation, it is concluded that the wastewater treatment plant of the Huaribamba district is not in optimal conditions and it is not possible to treat the wastewater due to poor maintenance and deterioration, however, the hypothesis has not resulted positive and demonstrated the facts of the investigation, in addition to the user survey, the vast majority rate the service as regular.

**Keywords:** *Treatment plant, wastewater, physicochemical and bacteriological parameters.*

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulada: “Evaluación Técnica y Social de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Distrito de Huaribamba”, tiene como objetivo “Determinar los resultados de la evaluación situacional técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales” Por ello, se planteó como problema general de investigación ¿Cuál es el resultado de la evaluación situacional técnico y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba?; para lo cual se determinó realizar el análisis fisicoquímico y bacteriológico del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el análisis comparativo de éstos con los parámetros y normas vigentes y establecer propuestas de mejoras técnicas en función al diagnóstico obtenido a la planta de tratamiento de aguas residuales. Para esto se han considerado los siguientes capítulos:

Capítulo I, se realiza planteamiento del problema, la definición de la misma a modo de interrogantes; se describen la situación problemática del entorno social, cultural y geográfico del distrito de Huaribamba, así mismo se define los objetivos para la investigación, la justificación de la investigación (se enfatiza en el aspecto social y práctico), finalmente en este capítulo se realiza la delimitación de la investigación.

Capítulo II, versa sobre el aspecto teórico, como soporte a la investigación y a los modelos, métodos, técnicas de diseño en la ingeniería civil, se inicia con los antecedentes de estudio y para un mejor entendimiento del contexto científico académico se toma en cuenta el manejo de conceptos y términos fundamentales sobre los sistemas de tratamiento de aguas residuales en cada contexto social y

geográfico a modo de estado del arte, finalmente en éste capítulo se toma en cuenta el planteamiento de la hipótesis y la identificación de variables de la investigación.

Capítulo III: se expone y fundamenta el marco metodológico donde se plantea el tipo de investigación, nivel de investigación, metodología usada tanto para el diagnóstico y para el abordaje de la situación problemática, diseño de investigación, población de estudio y la muestra de estudio, métodos - técnicas usadas en la investigación, así como sus respectivos instrumentos de recolección de datos, técnicas de estudio de datos y posible solución de la investigación.

Capítulo IV: se dan a conocer, el desarrollo y los resultados de la investigación, haciendo énfasis en la evaluación técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.

Capítulo V: se realiza la discusión de los resultados obtenidos del análisis y la evaluación técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.

Finalmente, se tienen las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación, se describen las referencias bibliográficas y se adjuntan los anexos.

Bach. PICHARDO HUACHUPOMA, Carmen Susana.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las aguas residuales domésticas son el producto final de las actividades diarias del ser humano, las cuales contienen gran cantidad de carga orgánica, está compuesta por: aguas negras procedentes de los inodoros que contienen gran cantidad de Coliformes fecales; y las aguas grises provenientes de los lavaplatos (grasas, aceites, sales y residuos orgánicos), lavadoras (detergentes) y duchas. Estas aguas presentan un alto contenido en DBO<sub>5</sub>, DQO, nitrógeno, fósforo, azufre, metales pesados (plomo, mercurio y arsénico); y gran contenido de Coliformes totales (bacterias, virus y protozoarios). A través del tiempo, se han experimentado diversas formas de tratar las aguas residuales domésticas como: tratamientos convencionales, los cuales son los sistemas de tratamiento preliminar conformada por las cribas o cámara de rejillas y los desarenadores, encargados de retener al material grande (cámara de rejillas), y sedimentar los sólidos suspendidos (sedimentador), asimismo están los tratamientos primarios que tienen como objetivo remover los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, entre ellos se encuentran los biodigestores, tanque Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación; seguidamente de los tratamientos secundarios que son los procesos biológicos que tienen una eficiencia de remoción de DBO en un 60%, y son: las lagunas de estabilización (aerobias y



anaerobias), lodos activados, filtros biológicos, y módulos rotatorios de contacto. También, están las tecnologías emergentes mediante membranas y oxidación; y las tecnologías naturales como: los lagunajes y humedales artificiales.

Es importante mirar el entorno de esta realidad, mientras los demás países avanzan con tecnologías nuevas mientras el Perú se estanca en tecnologías antiguas. Se puede observar la problemática de las aguas residuales hacia las personas que viven cerca de esta realidad, el entorno solo se vuelve un paisaje nauseabundo donde los desperdicios, materia orgánica, agricultores, animales y vegetación interactúan. La ciudad está creciendo, y este crecimiento está generando que la población inmigrante muchas veces se posicione en zonas alejadas. Estas zonas alejadas muchas veces albergan a estas plantas de tratamiento. Las plantas de tratamiento que utiliza tecnologías más recientes no han tenido éxito en Perú, alrededor del 44% de las plantas de tratamiento de tecnología diferente a las lagunas están ubicadas en provincia. A pesar de ser estas tecnologías filtros percoladores, se han comenzado a ver diferentes alternativas ante las reducidas poblaciones. Cabe resaltar que la planta de Puente Piedra, es la única de lodos activados con tanques SBR. “Uno de los puntos que se debe tener claro, es que ciertas tecnologías se adecuan para un volumen mayor, y otras funcionan de manera más eficiente con menos población. Es decir, hay tecnologías que con menos densidad poblacional trabajan con mejor eficiencia y un uso renovable del agua que mejora la calidad de vida del entorno; y también existen tecnologías de grandes volúmenes para reutilizarla

como generadoras de nuevos recursos, como el caso del metano para la electricidad” (Seghezzi, 2004).

En ambos casos, siempre se busca estabilizar mejoras con respecto a la reutilización del agua. En el Perú todas estas ideas de mejora en saneamiento urbano con tecnologías innovadoras aerobias y anaerobias se han despreciado, llevando la investigación a un segundo plano. Por otro lado, en Israel constantemente se busca la mejora de calidad de tecnología y eficiencia en el mantenimiento debido al apoyo a la investigación, por parte de la economía y el sector político. En conclusión, en el Perú los proyectos exitosos de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas no han sido abundantes. Este fracaso puede estar vinculado a la falta de visión empresarial, social, gubernamental y una mala política de reutilización del agua residual tratada. En el caso de la visión empresarial, el re uso de las aguas residuales no solo trae rentabilidad en el sector agroindustrial sino en el sector municipal, lo cual hasta ahora los inversionistas no arriesgan su capital. Las EPS no se han tomado la molestia de presentar programas piloto con proyección a una mejora continua a lo largo del tiempo con la reutilización del agua residual. Es por ello que los mismos trabajadores muestran malestar continuo o inconformidad ante los trabajos de mantenimiento de plantas, ya que los trabajos en dichos sectores no solo muestran la vulnerabilidad de las personas ante enfermedades sino su sensibilidad ante los problemas ambientales.

En este caso específico se llevará acabo la presente investigación en Huaribamba región sierra, existen casos como el del Departamento de Amazonas en donde algunos pueblos instalan plantas de tratamiento de

aguas residuales cerca de puestos de salud, siendo un riesgo latente para los enfermos de dichos puestos médicos. Es en la selva, en provincias como Condorcanqui, donde se han instalado plantas de tratamiento sin conocimiento del impacto ambiental en la zona. El tema de la selva y sierra, en tratamiento de aguas residuales es muy delicado, debido a dos factores fundamentales: En zonas alejadas de la selva y de la sierra, para el servicio de alcantarillado y la instalación de plantas de tratamiento, no se cuenta con personal calificado para el mantenimiento de las plantas. Esto genera que no funcione adecuadamente la planta de tratamiento y finalmente ocurre malestar en los pobladores. Otro tema importante en estas zonas olvidadas de la selva es el tema del tratamiento en sí, esto quiere decir, la calidad de agua de los efluentes ya que sus receptores inmediatos son los ríos. Por ejemplo, en Santa María de Nieva la tecnología empleada son los tanques Imhoff, los cuales cuentan con lechos percoladores antes de enviar el efluente al receptor. La calidad de las aguas tratadas en los primeros casos fue regular, pero al no ser acondicionada con un mantenimiento eficiente, la calidad de agua fue empeorando. Trayendo consigo el llegar a devolver el agua al río de manera contaminada. Es así que se alteró el ecosistema del río y sobre todo la salud de las personas, ya que estas usan de manera frecuente esta agua para actividades cotidianas. Esta situación llama a la conciencia, primero al conceder obras de alcantarillado sin conocer el impacto que generará en las poblaciones y qué tipo de tecnología es adecuada para cada región y para cada población, de acuerdo a su condición ambiental y social. El caso antes mencionado se refiere al mal uso de la tecnología del tratamiento de aguas residuales para una población específica. Otro factor fundamental en el mal

manejo nacional del tratamiento de aguas residuales es la mezcla de las aguas residuales domésticas e industriales. Al mezclarse generan un problema diferente para tratarse, es decir, la tecnología habilitada para aguas residuales domésticas no logra cumplir con el tratamiento adecuado debido a la aparición de agentes ajenos no asumidos en el diseño como agentes químicos, sangre de camales, entre otros. Es así que estas plantas de tratamiento comienzan a tener fallas hasta verse en posibles estados de emergencia.

El presente problema se enmarca dentro del objetivo específico del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, a fin de mejorar la calidad de los servicios básicos a través de proyecto: “Mejoramiento y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del distrito de Huaribamba”, provincia de Tayacaja, región Huancavelica. Del mismo modo, la municipalidad distrital de Huaribamba. El problema se justifica debido a que en la actualidad la cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado mediante conexiones domiciliarias es bastante limitado y el tratamiento de aguas servidas es casi nulo, respecto a la totalidad de aguas que se recolectan.

El presente proyecto de tesis se infiere en la necesidad de evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales implementada e instalada en la localidad de Huaribamba, mediante un análisis comparativo, que cumpla con los propósitos iniciales, el de brindar buen servicio la población de Huaribamba, luego de dicha evaluación se podrá realizar actividades como la remoción de bacterias, sistema de DBO y coliformes fecales, para que la calidad del efluente sea admisible y dentro de los parámetros adecuados, el cual permitirá

reducir los niveles actuales de contaminación en el cuerpo receptor. Para lo cual se propone en la presente investigación, la evaluación y cambios factibles a modo de propuesta para su implementación en el periodo 2018.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el resultado de la evaluación situacional técnico y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿Cuáles son los componentes y su estado de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales?
- b) ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y biológicos que presenta el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales?
- c) ¿Cuál es grado de satisfacción de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales?
- d) ¿Cuáles son las mejoras técnicas para el tratamiento de aguas residuales según el tipo de planta de tratamiento de aguas residuales que tiene el distrito de Huaribamba?
- e) ¿Cuál es la relación de la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento del Distrito de Huaribamba?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN PRACTICA**

Los pobladores del Distrito de Huaribamba, cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales, el cual fue construido con la

finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, así como contribuir a la disminución del deterioro ambiental en el Distrito.

Dicho trabajo justifica puesto que los datos históricos relacionados al tratamiento de aguas residuales son sombríos, por ejemplo en el año 2008 la SUNASS reportó “el inventario nacional de tecnologías de plantas de tratamiento el cual se detalla a continuación: 132 Lagunas, 5 Filtros percoladores, 3 Lodos Activados, 2 Tanques Imhoff, 1 Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente; con ello mostramos la diferencia abismal de uso de tecnologías de lagunas con respecto otras tecnologías alternativas (como es el caso de una planta de tratamiento). Se sabe actualmente que el uso de lagunas es un método pasado, del siglo XIX, que impacta fuertemente tanto visual como socialmente a la población. Su capacidad de remoción de patógenos, sin uso de la desinfección, genera que las lagunas (en especial las lagunas de estabilización) sean la alternativa más usada en el país” (Quiroz, 2009).

El tema económico, tanto de la construcción como del mantenimiento, es uno de los factores más influyentes en la elección de la tecnología para el tratamiento de aguas residuales. Es así que podemos concluir que los factores importantes para la evaluación de las plantas de tratamiento en el Perú son: El poco presupuesto necesario para el poco mantenimiento, emplear terrenos del estado en sitios alejados, Aislar la problemática de la ciudad.

### **1.3.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales ayudará a resolver un problema de evaluación y cumplimiento de

cultura ambientalista y necesidad social que se presenta en el país, puesto que, a la fecha, se construyen obras civiles, infraestructuras las cuales “post construcción, no sabemos si a la fecha funcionan bien u óptimamente como fueron diseñados o como se espera que funcionen”. El de no tener una iniciativa para evaluar las posibles “fallas” en su diseño y dar a conocer a la sociedad una concientización de “cómo se construyen dichas infraestructura” y educación ambiental, al enseñarles que existen alternativas en el proceso constructivo para estos problemas ecológicos que se pueden implementar en localidades. Esto tiene como objetivo final y primordial la salud pública de las personas que están en contacto con las aguas no tratadas, que evidentemente contendrán bacterias y virus retenidas en ellas, se verán en riesgo de contraer enfermedades en algunos casos mortales. Por ello el presente proyecto posee justificación plena, puesto que se intentará buscar alguna respuesta por el cual se opta muchas veces por soluciones no tan sostenibles para la sociedad como, por ejemplo: muchas veces en pequeñas comunidades se restringe el avance a un sistema de alcantarillado adecuado por los números de habitantes, debido a que se estandariza las normativas y no se adecua al volumen de sectores a tratar, es decir, en el reglamento no se especifica datos adecuados para comunidades pequeñas, formas alternativas de brindar un buen saneamiento con consideraciones más accesibles. No se puede decir a una comunidad de menos de 1,000 habitantes que se construya una planta de tratamiento con las especificaciones y normativas de una ciudad como Lima. Se debería buscar y adecuar

normas que, de acuerdo a su condición les genere un sistema de alcantarillado integral y digno. Además, estos pequeños pueblos pueden ser la solución a problemas de saneamiento más grandes, debido a que se podría emplear plantas piloto que busquen mejorar problemas en ciudades mayores. Esto sugiere realizar revisiones técnicas del RNE. “Si bien el RNE en la descripción de diseño de algunos procesos señala detalles acerca del número de habitantes, no es claro en señalar opciones de saneamiento integrales en poblaciones pequeñas, medianas y grandes” (Moscoso y Alfaro, 2008).

El elevado costo por habitante muchas veces la cantidad de personas beneficiadas no está compensada con la inversión que demanda la solución. Las EPS deberían investigar y buscar la mejor solución para la problemática de contaminación que nos rodea, pero uno de los limitantes importantes es la inversión. “El problema de inversión va de la mano con el problema de mantenimiento, es por ello que las EPS tienen que buscar con este impedimento soluciones factibles” (Moscoso y Alfaro, 2008).

La utilidad y los innumerables beneficios de los proyectos de infraestructura civil presentan para las economías de un entorno social son significativos, los grandes proyectos de ingeniería y construcción son considerados generadores de bienestar social, caracterizados por la gran cantidad de compromisos adquiridos por las partes; pero, la incertidumbre que rodea la etapa de construcción (ejecución) de la obra no se compara con aquella que surge con la terminación del proyecto y sus resultados en materia de obtención y generación de recursos para



la sociedad. Esta evaluación traerá dos tipos de beneficios, primero es que las aguas en su disposición final puedan ser vertidas acorde a las normas ambientales peruanas y dependiendo de su ubicación y con un grado de contaminación que pudo haber disminuido. También que puedan ser reutilizadas en actividades que no requieran el manejo de aguas potables estrictamente, como es el caso del riego en áreas verdes, limpieza de zonas recreativas como canchas de distintos usos, dentro del Distrito. Al modificarse las características físicas – químicas naturales de los ríos, lagos y mares por los desechos humanos, se ocasionan daños a los ecosistemas, así como también efectos contaminantes directos e indirectos sobre los organismos vivos y la salud del hombre.

Para la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, es necesario realizar una evaluación técnica previo diagnóstico situacional de los componentes en las diferentes etapas de tratamiento y su funcionamiento para saber el grado de contaminación del agua residual efluente, enmarcadas en los resultados de las pruebas de aguas, guardando una relación directa con el DBO5, DQO, SS, PH del agua, Coliformes fecales, Coliformes totales, Microorganismos, como también las grasas y aceites, etc. Por esta razón la necesidad de realizar la evaluación técnica a la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, y por ende determinar su correcta operación, control y mantenimiento del sistema, a fin de contribuir a preservar la salud de los pobladores y, por otro lado, ayudan a fortalecer las actitudes, comportamientos y valores

ambientales, asimismo se podrá establecer estrategias de intervención en el manejo y administración de las aguas tratadas.

### **1.3.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La recolección de datos se realizan in situ, para no tener datos que se alejen de la realidad, con la finalidad de dar solución a la problemática planteada sobre la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

Como se dijo en el objetivo de este trabajo aquí presentado es evaluar la planta de tratamiento del distrito de Huaribamba y proponer una metodología sistemática de análisis, diseño, implementación y evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales a través de la selección de algunas de las técnicas y métodos disponibles para llevar a cabo las diferentes etapas que compondrán la propuesta técnica de posibles mejoras de dicha infraestructura. La selección y modificación de las técnicas y métodos se hará a partir de las técnicas y métodos existentes y probados.

Este proyecto tiene justificación plena por cuanto optimiza el uso de los recursos en un proyecto real e integral, mejora eficientemente la aplicación de métodos relacionados al tratamiento de aguas residuales mediante proyectos de obras civiles. Además con la propuesta ejecución de este proyecto no solo estamos aportando con la solución del problema social, ambiental, sino que sirve de guía metodológica y ejemplo a: Los investigadores en uso de nuevas tecnologías científicas y metodológicas para tratar aguas residuales que no solo beneficia a las empresas constructoras que se ejecutarán el proyectos de obras

civiles sino a las autoridades, ciudadanos y demás grupos de interés es decir a las instituciones públicas (estado peruano) y privadas.

Capacitación del personal para mantenimiento de PTAR, durante la investigación se entrevistó a diferentes personalidades técnicas de entidades públicas y privadas, dando a conocer su punto de vista acerca de la problemática del tratamiento de aguas residuales. Todos coincidieron en que los procedimientos de mantenimiento y de gestión de proyectos hasta ahora desarrollados no son los mejores y que no se puede diseñar otro tipo de plantas de tratamiento debido a que SEDAPAL, o alguna EPS, podría generar problemas para la recepción de obras. La verificación de la recepción de obras de SEDAPAL corresponde no solo a manifestar su conformidad con respecto al éxito del proyecto, sino también su proyección en futuras ampliaciones para mejoras. De alguna manera, las EPS no invierten en capacitación de sus trabajadores para manejo de diferentes tipos de tecnologías de plantas de tratamiento.

De acuerdo a los factores antes mencionados, los resultados de PERUSAN (2008), y gracias a las entrevistas realizadas a algunos proyectistas y personas ligadas al tema del alcantarillado, se pudo generar una cronología de hechos que llevan a la elección de la tecnología del tratamiento de aguas residuales. Así se tiene que:

1. Se procede a generar un proyecto general de alcantarillado, es decir instalación de redes y planta de tratamiento.
2. Se necesita una planta de tratamiento que las autoridades, se encarguen de su mantenimiento, conozcan su funcionamiento.
3. Si es una problemática muy grande y mediática, se invierte gran cantidad de dinero. Caso contrario, si es en algún pueblo o

provincia alejada se opta por tomar alguna solución más cercana a la realidad económica.

4. Al contar con terrenos grandes y alejados, se opta por la solución de tecnologías de lagunas.
5. Se procede a realizar la obra, finalmente EPS da la conformidad de recepción de obra.
6. La población crece y las lagunas colapsan, la solución más rápida es ampliar otra laguna.

#### **1.4. DELIMITACION**

##### **1.4.1. Espacial**

La investigación se realizó en el distrito de Huaribamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica.

##### **1.4.2. Temporal**

La investigación se realizó en el periodo de julio a diciembre del 2019.

##### **1.4.3. Económica**

El investigador conto con suficientes recursos económicos para financiar la presente investigación.

#### **1.5. LIMITACIONES**

##### **1.5.1. Limitación de Acceso**

El acceso a la población distrito de Huaribamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica.

##### **1.5.2. Limitación Económica**

La presente investigación no fue financiada por ninguna entidad pública o privada por lo que los gastos que se han realizado han sido una limitación importante en el desarrollo.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los resultados de la evaluación situacional técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales, del Distrito de Huaribamba.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Establecer los componentes que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el análisis comparativo de éstos con los parámetros y normas vigentes de dicha infraestructura del Distrito de Huaribamba.
- b) Definir los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.
- c) Determinar el grado de satisfacción de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales que tiene el Distrito de Huaribamba.
- d) Establecer propuestas de mejoras técnicas en función al diagnóstico obtenido de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.
- e) Determinar la relación de la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales, del Distrito de Huaribamba.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Oviedo, Pereira, & Vitola, 2007); en su tesis de investigación: **“Evaluación Técnica del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Primera Brigada de Infantería de Marina BRIM - 1”, Colombia**, El objetivo del presente trabajo de investigación fue realizar una evaluación técnica, sanitaria y ambiental del sistema de tratamiento de las aguas residuales producidas en la primera brigada de infantería de marina BRIM-1 en el Municipio de Corazal. Se logra llegar al objetivo que a partir del diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales existente en la Primera Brigada de Infantería de Marina, se puede decir que uno de los factores predominantes causantes de la inoperabilidad de la PTAR es no contar con la adecuada operación y mantenimiento de sus componentes, a pesar de tener una capacidad suficiente para el caudal de las aguas residuales domesticas que se generan en el batallón, por lo que las obras estructurales de la PTAR que en su mayoría son de concreto reforzado, se apreció visualmente su buen estado estructural, ya que no se observó ningún tipo de grietas,

fisuras o asentamientos que comprometan la estabilidad del sistema.

(Chiriboga, 2016); en su tesis de investigación: **“Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ubillus en la Parroquia Pintag e Implementación del Sistema de Gestión Integrado”**, Ecuador, El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue el de evaluar la planta de tratamiento de aguas residuales Ubillus e implementar el sistema integrado de gestión. Del presente estudio se concluye que el sistema de tratamiento para la depuración de aguas residuales en Ubillus es un tratamiento, empleado para poblaciones pequeñas por sus altos porcentajes de remoción teórico de cada uno de los procesos que lo componen: separador de caudales, cribado, fosa séptica, filtro anaerobio de flujo ascendente e infiltración al suelo. Al evaluar el diseño existente de la rejilla de cribado se concluyó que no satisface con la retención de material de arrastre que ingresa a la PTAR, el espaciamiento entre barra del cribado en la actualidad es de 7 cm, considerándose un tamizado grueso, que permite el ingreso de basuras a la fosa séptica, generando así problemas como obstrucciones en la misma. Durante el período de evaluación se evidenció el ineficiente proceso de cribado dentro de la PTAR, permitiendo que partículas de gran tamaño de materia inorgánica pasen a través de la rejilla, haciendo que las cámaras que conforman la fosa séptica se llenen de basura, afectado su eficiencia en sus principales objetivos como: sedimentación y degradación de la materia orgánica. Se determinó

que la concentración de parámetros como DBO5, DQO y fósforo supera la concentración media estimada de aguas residuales domésticas establecidas por Metcalf & Eddy, este incremento de concentración de materia orgánica, se intuye que se debe a actividades como ganadería y elaboración de productos lácteos, propias de la zona alta de Pintag. Se propone la implementación de un Sistema Integrado de Gestión que permita de una manera corta y sencilla a los operadores y técnicos encargados del mantenimiento y funcionamiento de la PTAR conocer cómo se debe realizar el mantenimiento de la misma.

(Larreínaga, Romano, & Torres, 2005), en su tesis de investigación: **“Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Propuesta Para El Tratamiento de las Aguas Residuales de la Zona Urbana del Municipio de Uluazapa, Departamento de San Miguel”, El Salvador**, El objetivo principal del presente trabajo de investigación es formular una propuesta técnica y económica de diseño de la red de alcantarillado sanitario destinada a la recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales del área urbana del Municipio de Uluazapa. Del presente estudio se concluye que la actual forma de drenaje de las aguas residuales en el área urbana de Uluazapa no son adecuadas; por el hecho de generar condiciones insalubres y viveros de vectores de enfermedades contagiosas, por lo que es necesario el adecuado manejo de las aguas residuales a través de una canalización, tratamiento y disposición final para atenuar los actuales índices de enfermedades,



que se reflejan en las estadísticas de la Unidad de Salud de Uluazapa.

(Freire, 2012), realizó un estudio **“Análisis y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa TEIMSA-Ambato”**, Ecuador, cuyo objetivo fue Realizar el respectivo análisis y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa TEIMSA, ubicada en Ambato, en este estudio se realizó un estudio preliminar acerca de los procesos de tratamiento existentes, se levantó un registro de comparación acerca de los límites permisibles de los diversos contaminantes que tiene el agua, se elaboraron parámetros de verificación de la planta que consisten en verificación de equipos ofertados por parte de la empresa proveedora del sistema, verificación del sistema hidráulico de la planta de tratamiento, análisis de consumo de energía y verificación de los costos operativos de la planta. Del estudio se concluye que la planta cumplía los parámetros hidráulicos de funcionamiento, pero no cumplió los parámetros de costos operativos, debido especialmente a un exceso en el consumo de energía y tampoco se recibieron algunos equipos conforme a lo ofertado, se concluye además que es importante realizar previamente una revisión de los contaminantes que una planta de tratamiento ofertada es capaz de remover, sus parámetros de funcionamiento (hidráulicos, energéticos), así como el cumplimiento de los costos operativos que la misma exige diariamente.

(Luis, 2013), realizo una tesis **“Prototipo de sistema de monitoreo para la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca”, México**, cuyo objetivo fue diseñar y construir un prototipo de sistema de monitoreo remoto de temperatura, pH y Oxígeno Disuelto para la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, el estudio propuso un sistema que consta de sensores de propósito industrial, que almacena información de mediciones en un servidor de bases de datos y ofrece acceso vía Web mediante una interfaz de usuario que permite visualizar el estado de los parámetros medidos de manera gráfica y tabular, debido a la magnitud del sistema SCADA (Control con Supervisión y Adquisición de Datos, Supervisory Control and Data Acquisition), para su desarrollo se emplea la metodología de desarrollo para mejoramiento de procesos de producción y la metodología de sistemas empotrados, con ello se establecieron las fases de desarrollo que producen un proyecto completo y modular, el estudio concluyo con la obtención de un prototipo de sistema SCADA capaz de monitorizar una planta o proceso industrial usando diferentes interfaces de comunicación e interfaces de usuario para la visualización de los registros de mediciones.

(Guerra, 2011), realizó un estudio **“Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Bassussarry utilizando biorreactores de membranas”, Venezuela**, cuyos objetivos principales fueron evaluar el funcionamiento del proceso biológico

en el tratamiento de aguas municipales usando la tecnología de Alfa Laval, biorreactores de membranas, evaluar el desempeño del sistema de filtración en términos del flujo de permeado, TMP y permeabilidad, por medio de data recolectada durante los cinco primeros meses de operación y realizar un estudio económico y energético del proceso aplicado en Bassussarry, estudio consistió en la evaluación del rendimiento de la planta durante dos etapas distintas: la puesta en marcha de la planta y en condiciones próximas al estado estacionario, los principales focos de investigación fueron el proceso biológico, el sistema de filtración y el consumo energético, la operación del proceso fue evaluada de acuerdo a las concentraciones de DQO, SS, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, y NT en el efluente y de acuerdo a la reducción microbiana lograda por las membranas, el estatus microbiológico fue medido en términos de unidades formadoras de colonias por cada 100 ml de *Escherichia coli*, coliformes totales y de bacterias totales viables (capaz de crecer y desarrollarse), adicionalmente el estudio midió la velocidad de nitrificación/ desnitrificación producida por la biomasa de un sistema con MBR y fue comparada con la actividad reportada para la biomasa obtenida de los sistemas convencionales de lodos activados, además se realizó una evaluación del consumo energético generado por todo el proceso en Bassussarry puesto que los biorreactores de membranas han sido clasificados como una tecnología de alta demanda energética. Los resultados obtenidos del estudio fueron: las mediciones de los parámetros analíticos

mostraron que el proceso estaba en un estado próximo a alcanzar todos los requerimientos asociados con la descarga y re uso del agua tratada, declarados por la Dirección departementale de l'Equipement et de l'Agriculture Pyrenees-Atlantiques, el promedio de las concentraciones de DQO y DBO en el efluente fueron 29 mg/L y 3 mg/L respectivamente, logrando con ello eficiencias de remoción de 95% y 98% respectivamente, la concentración de amonio en el efluente estuvo siempre por debajo de 0,5 mg/L, las deficiencias en las condiciones de operación establecidas se tradujeron en deficiencias en el proceso de nitrificación y con ello concentraciones de nitrato en el efluente superiores a 10 mg/L, el estatus bacteriológico en el permeado estuvieron parcialmente desviados de los esperados para un sistema de biorreactores de membranas de placas planas, con un tamaño de poro nominal de 0,2  $\mu\text{m}$ , se observó la presencia constante de coliformes totales, con un promedio de 1600 CFU/100 mL y bacterias viables totales, con un promedio de 8750 CFU/100mL y por último los requerimientos de potencia para todas las instalaciones eléctricas involucradas con la ejecución del proceso fue de 1 kWh/m<sup>3</sup>, lo que muestra un valor moderado al ser comparado con tecnologías con capacidades similares.

(Rosas, 2008), realizó un estudio **“Generación de indicadores para la planta de tratamiento de aguas servidas de Osorno”, Chile**, cuyo objetivo fue estudiar y analizar el proceso de la planta, para poder generar indicadores que permitan evaluar el

funcionamiento de ésta a través de las áreas de mantención, calidad y seguridad, el estudio consistió en la creación de un conjunto de Indicadores, destinados a evaluar los procesos en los ámbitos del mantenimiento, calidad y seguridad, además de constituir vital herramienta de apoyo para los operadores de la planta al momento de requerir de tomas de decisiones, frente a la ocurrencia de problemas o anomalías de funcionamiento, luego del estudio se llegó a las siguientes conclusiones: los indicadores para el operador de planta es una herramienta que le sirve para tomar decisiones en forma más rápida y eficiente, que disminuye el margen de error que lleva tomar una decisión importante en el proceso ya sea en las áreas de mantención, calidad o seguridad, concluyo además que un error en el proceso implicaría un gran daño a la flora y fauna que se ha logrado recuperar tanto en el Río Rahue como en sus riveras.

(Caracheo, 2008), realizó una tesis **“Metodología de evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales”**, México, D.F., cuyo objetivo fue verificar criterios y metodologías de evaluación de obras de saneamiento utilizadas en países desarrollados para obtener un método de diseño e implementarlo para mejorar la evaluación en obras de saneamiento de aguas residuales, el estudio consistió en realizar una revisión bibliográfica de metodologías de evaluación de proyectos de tratamiento de aguas residuales municipales de diferentes países, para posteriormente recomendar y aplicar una metodología de evaluación de este tipo de proyectos que conste de las siguientes

etapas : identificación los problemas derivados de la contaminación del agua, estudio técnico, estudio de mercado, evaluación económica y análisis financieros, dentro del se llevó a cabo el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales hasta el tratamiento terciario, luego del estudio se llegó a concluir lo siguiente: la presencia de fósforo en las aguas receptoras constituye un factor determinante en la eutroficación de lagos y corrientes, se propone un diseño de una planta que llega hasta el tratamiento terciario con la finalidad de que el agua tratada se pueda reutilizar para riego de productos agrícolas, recarga por inyección directa, uso recreativo sin contacto directo y acuacultura, los pasos básicos para el tratamiento propuesto de las aguas residuales incluyen: pretratamiento: remoción física de objetos grandes, deposición primaria: sedimentación por gravedad de las partículas sólidas y contaminantes adheridos, tratamiento secundario: digestión biológica usando lodos activados o filtros de goteo que fomentan el crecimiento de microorganismos y tratamiento terciario: tratamiento químico (por ejemplo, precipitación, desinfección, etc.), se concluyó además que el proyecto resultó socialmente rentable, ya que los costos sociales de inversión resultaron menores que los beneficios sociales.

(Alvis, 2015), realizó un estudio **“Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias”**, Colombia, cuyo objetivo fue elaborar el diagnóstico de los procesos, del funcionamiento y de la operación

de la planta de tratamiento de la urbanización Barcelona de Indias para formular los requisitos de optimización, el estudio consistió en la realización una descripción de cada uno de los componentes de la planta para entender su funcionamiento ya que no existen planos ni memorias de cálculo ni especificaciones técnicas, el autor concluye en lo siguiente: la planta de tratamiento del complejo urbanístico Barcelona de Indias fue concebida como un proceso aerobio del tipo de lodos activados, el reactor biológico no opera como sistema aerobio porque la concentración de oxígeno disuelto es de 0 mg/l con la consecuente producción de malos olores, el caudal afluente al reactor biológico es variable cambiando el tiempo de retención y la relación alimento/microorganismo requerida para una eficiencia adecuada del tratamiento, los valores de temperatura, pH, nitrógeno y fosforo total cumplen con lo establecido en el decreto 1594 de 1984, el porcentaje promedio de remoción de DBO y DQO es de 52 y 29% respectivamente, valores que no satisfacen los criterios de eficiencia de un tratamiento de lodos activados, los valores de pH del afluente son adecuados para tratamiento aerobio y la temperatura del agua residual del afluente es mayor de 30°C, valor ventajoso para tratamiento biológico.

(Correa, 2008), realizó un estudio **“Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fe de Antioquia, Colombia”**, Colombia, cuyo objetivo fue evaluar y monitorear el comportamiento actual del sistema de lagunas de estabilización, utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales

domésticas del municipio de Santa Fe de Antioquia, la metodología del estudio contempló la obtención de información primaria, mediante muestreos de campo y trabajo de laboratorio. Para ello, se efectuaron mediciones de variables fisicoquímicas y biológicas, incluyéndose seguimiento de 24 horas para algunas variables. Igualmente se realizó una amplia revisión de información secundaria, principalmente en lo concerniente a caracterizaciones realizadas durante varios años, planos del proyecto y parámetros de diseño, la autora concluye: en cuanto a la temperatura ambiente, la estratificación térmica en las lagunas se presentó alrededor de la hora 3:30 p. m., porque para el resto de las horas del día, se observó un descenso suave de temperatura con respecto a la profundidad, en cuanto a la temperatura del agua, el sistema cuenta con un gran aporte de energía por las condiciones climáticas de la región, por tanto esta tiende a favorecer la remoción de materia orgánica, las concentraciones de oxígeno disuelto presentaron gradientes considerables con respecto a la profundidad en los centros de las lagunas facultativas, mientras que en la laguna anaerobia fue muy bajo, el comportamiento de la conductividad en las dos lagunas facultativas fue similar, con concentraciones ligeramente mayores en la facultativa 2, el pH en la laguna anaerobia se presentó en un rango promedio de 6,79 a 7,20, tendiendo a ser un ambiente ácido en las horas de la noche (6.1 y 6.2). Estos datos son indicadores de alteración en el proceso anaerobio en ciertos instantes del tiempo,



para las lagunas facultativas se detectaron promedios de potencial.  
(Arocutipa, 2013)

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

(Carbajal & Villacorta, 2016); en su tesis de investigación: **“Evaluación Técnica y Económica del Sistema Convencional de Alcantarillado Residual Entre Alcantarillado al Vacío en la Calle Garote, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Región Loreto”, Perú**, El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue desarrollar un sistema de alternativas tecnológicas de conducción de aguas residuales para ser aplicado en mejorar los procesos de selección, priorización y ejecución de la inversión pública con el incremento de la calidad de vida y el desarrollo de la región Loreto. Del presente estudio se concluye que el sistema de alcantarillado por vacío es una alternativa existente a los sistemas de gravedad y bombeo tradicionales, que ofrece grandes garantías en su funcionamiento. Por tratarse de un sistema controlado, a la vez que, por su propia tecnología, es totalmente respetuoso con el medio ambiente, imposibilitando incluso vertidos en caso de rotura de la red de tuberías. Además, por su sistema totalmente estanco no permitirá nunca la salida de olores y gases tóxicos habituales en el alcantarillado convencional. A nivel económico y de ejecución de obra, el sistema al vacío reduce considerablemente el movimiento de tierras y la obra civil. Es una solución ideal en zonas de nivel freático alto, rocosas, terrenos totalmente planos, zonas con contrapendiente, ecosistemas sensibles,

zonas urbanizadas, puertos, polígonos industriales y en diferentes tipos de industria, entre otras aplicaciones.

(Toledo, 2010), realizaron un estudio **“Propuesta de aplicación de la metodología beneficio costo (b/c) para la evaluación económica de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR): caso PTAR del Cusco”, Perú**, cuyo objetivo fue determinar si la Metodología Beneficio Costo (B/C) es más apropiada que la Metodología Costo Eficiencia (C/E) para la evaluación económica de proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El estudio desarrollo el método de valoración contingente, para la estimación de la disposición a pagar y su aplicación en la evaluación económica nacional y evaluación empresarial del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales del Cusco, los autores concluyen el estudio en lo siguiente: la metodología beneficio costo y en particular el método de valoración contingente permiten evaluar adecuadamente alternativas que tienen diferentes beneficios; la medición de la disposición a pagar por el proyecto favorece el análisis de la sostenibilidad de los proyectos de PTAR al ser incorporada en la evaluación de su viabilidad financiera, la metodología beneficio costo propuesta, aplicada a la evaluación económica del proyecto PTAR Cusco, resulta más eficiente respecto a la evaluación costo eficiencia en la medida que a partir de la DAP estimada (en S/. 9.51 por mes por conexión), permite establecer las alternativas rentables y no rentables desde el punto de vista de eficiencia nacional. Así mismo la DAP estimada ha permitido la evaluación de la viabilidad empresarial del

proyecto de PTAR Cusco, relacionándola con la capacidad de pago de la población, favoreciendo el análisis de la sostenibilidad del mismo, la medición de los beneficios de los proyectos de tratamiento de aguas residuales puede ser imprecisa debido a la falta de relación entre las mejoras reales en la calidad del agua que el proyecto podría lograr sobre la base de las medidas técnicas (demanda bioquímica de oxígeno –DBO-, etc.) y el cambio descrito en términos menos técnicos en las encuestas de los estudios de valoración contingente.

### **2.1.2. ANTECEDENTES LOCALES**

(Gutarra, 2016); en su tesis de investigación: **“Diseño de la Infraestructura Para el Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Biodiscos del Sistema de Alcantarillado de la Localidad de Huayllaspanca - Sapallanga”, Perú**; El objetivo principal del presente trabajo fue demostrar el diseño adecuado en la infraestructura, así como la utilización de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales, en el sistema de alcantarillado en la localidad de Huayllaspanca – Sapallanga. Del presente estudio se concluye que se determinó que el diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, presenta los siguientes componentes: Desarenador, Tanque Imhoff, Biodiscos, Lecho de Secado y Cámara de contacto, el cual vierte agua con las siguientes características 15 mg/l de DBO y 313 NMP/100ml.

(Ramos, 2014); en su tesis de investigación: **“Modelo de Tratamiento de Aguas Residuales Lodos Activados Convencional en el Valle del Mantaro”, Perú**; El objetivo principal del presente

trabajo fue proponer un modelo de tratamiento de aguas residuales tratadas en el valle del Mantaro empleando el sistema de lodos activados. Del presente estudio se concluye que el tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales del valle del Mantaro en mayoría no cumplen los estándares medioambientales esto se debe porque no existe una política de operación y mantenimiento por las entidades a su cargo ya que se pudo diagnosticar plantas inoperativas, donde las aguas residuales son vertidas al río Mantaro o sus subcuencas, en síntesis las muestras de plantas de tratamientos tomadas en el estudio el 28.6% están operativas y un 71.4% inoperativas, de todas las estas plantas estudiadas un 57.1% son lagunas de estabilización y el resto son otros sistemas, y sólo de las lagunas de estabilización funcionan el 25%, Respecto a las plantas en funcionamiento que son la laguna de estabilización de Jauja no cumple con los estándares establecidos por el MINAM, y respecto a lodos activados convencional de Concepción cumple solo los parámetros físico químicos y no con el bacteriológico, ya que adicionando un sistema desinfección (cloración) solucionaría este problema y así cumpliría en su totalidad con la eficiencia remocional establecidos en los LMP establecidos en el Decreto Supremo 003- 201 0-MINAM, y de acuerdo a la propuesta en Warivilca- Distrito de Huancán que ha sido anexado a su sistema existente, el modelo propuesto es válido ya que cumple con los estándares de eficiencia.

(Zanabria, 2007); realizó la tesis **“Aplicación del Sistema de Saneamiento no Convencional Para el Tratamiento de Aguas**

**Residuales Domesticas en el Centro Poblado de Pampacancha - Lircay - Angaraes - Huancavelica”, Perú;** Cuyo objetivo general fue Determinar la influencia de la aplicación del sistema de saneamiento no convencional para el tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Pampacancha. El trabajo concluye que la aplicación del sistema de saneamiento no convencional influye significativamente en el tratamiento de aguas residuales domesticas mediante las propuestas de solución planteadas de las UBS de arrastre hidráulico con biodigestor y UBS doble cámara compostera; por efecto se resolvió el problema del sistema de saneamiento convencional existente, mejorando así la calidad de vida de la población. Así mismo, se evidenció que la UBS de arrastre hidráulico con biodigestor están basados a las 3 muestras realizadas (Pozos N° 02; 03 y 05), son suelos de rápida infiltración; mientras que los (Pozos N° 01; 04 y 06), son suelos de infiltración lenta, se proyectó la UBS de doble cámara compostera; por efecto estas UBS son los tipos de saneamientos no convencionales más adecuados que se puede aplicar a la zona en estudio, ya que cumple con las características técnicas, sociales y legales que este tipo de sistema requiere. También se concluye que los diseños de las UBS de arrastre hidráulico con biodigestor y UBS de doble cámara compostera; sus componentes como la caja de registro, caja de lodos, biodigestor, cámara de compostaje y pozo percolador; se realizó en función a las normas existentes, como el RNE (IS.010, IS.0.20, I.S.0.90, OS.100), CEPIS; por efecto fueron diseñadas con los resultados obtenidos de los ensayos de suelo y pruebas de percolación.

(Matos, 2017); realizó la tesis **“Reutilización de Aguas Grises en el Sistema Constructivo en la Universidad Peruana Los Andes - Facultad de Ingeniería, provincia de Huancayo”**, Perú, Cuyo objetivo fue Determinar la reutilización de las aguas grises en el sistema constructivo en la Universidad Peruana los Andes Facultad de Ingeniería, Provincia de Huancayo 2016. El tipo de investigación es aplicada o tecnológica, de nivel explorativo. El universo está constituido por las aguas grises de la Universidad Peruana los Andes sede Huancayo – Campus Universitario de Chorrillos, donde el tipo de muestreo es no aleatorio o dirigido, eligiéndose a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana los Campus Universitario de Chorrillos. La investigación llegó a las siguientes conclusiones: La reutilización de aguas grises en el sistema constructivo en la Universidad Peruana los Andes Facultad de Ingeniería, Provincia de Huancayo es necesario para crear un desarrollo sostenible y así minimizar el consumo de agua potable. El diseño de un sistema de tuberías para la reutilización de aguas grises en la Universidad Peruana los Andes Facultad de Ingeniería, Provincia de Huancayo fue calculado para abastecer a los inodoros, urinarios y riego de áreas verdes donde es necesario dicha propuesta de implementación de este sistema para usar adecuadamente el agua potable en los aparatos donde no necesiten de una alta calidad de agua para abastecerse. El volumen de las aguas grises de los lavaderos de la Universidad Peruana los Andes Facultad de Ingeniería, Provincia de Huancayo fue de 9,430.00 Lts./día del total de la dotación de agua potable que es: 31,578.50 Lts./ día,

donde dicha cantidad de agua gris fue pasado por un tratamiento para poder ser reutilizado.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Rolim (2000), manifiesta que “las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población después, de haber sido modificada por diversos usos en actividades domésticas, industriales comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado”.

Tchobanoglous (1996), indica que “son aguas residuales domesticas se pueden incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domesticas con las aguas de drenaje pluvial, aguas residuales de origen industrial, siempre que estén cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado”.

Palacios (1991), define que “las aguas residuales domesticas son aguas procedentes de las viviendas, oficinas y edificios comerciales que se conducen en forma combinada en alcantarillas subterráneas a una laguna de estabilización que generalmente están alejadas de la ciudad”.

Sáenz (1985), indica que “las aguas residuales domesticas se originan principalmente en las habitaciones, instalaciones sanitarias, lavado de utensilios domésticos, grifos de baño lavado de ropa y otros usos domiciliarios”. “El volumen generado está en función del nivel de educación y de las costumbres de los habitantes de las ciudades”. “Las

aguas residuales domesticas son el producto de viviendas que poseen un sistema de Abastecimiento de aguas interconectadas a una red de alcantarillado en la que se vierte todas las aguas servidas de la vivienda como baño, cocina, etc”.

**Tipos de Aguas Residuales:** Existen diferentes formas de denominar a las aguas residuales, las cuales se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Tipos de Aguas Residuales**

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES		
TIPOS DE AGUA	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Agua residual doméstica.	Producidas en las diferentes actividades al interior de las viviendas, colegios, etc.	Los contaminantes están presentes en moderadas concentraciones.
Agua residual municipal.	Son transportados por el alcantarillado de una ciudad o población.	Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos, etc.
Agua residual industrial.	Las resultantes de las descargas de industrias.	Su contenido depende del tipo de industria y/o procesos industriales.
Agua negra.	Contiene orina y heces.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos.
Agua amarilla.	Es la orina transportada con o sin agua.	Alto contenido de nutrientes, hormonas y alta concentración de sales.
Agua café.	Agua con pequeña cantidad de heces y orina.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos.
Agua gris.	Provenientes de lavamanos, duchas, lavadoras.	Tienen pocos nutrientes y agentes patógenos, por el contrario, presentan máxima carga de productos y detergentes.

Fuente: ROMERO R. J. (2001)

**Composición de las Aguas Residuales:** Las aguas residuales domesticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca del 99.9% y un 0.1% de sólidos suspendidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas sales y metales, siendo este 0.1% el que debe ser sometido a tratamiento en las PTARs. La composición del agua residual está en función del uso, esta depende tanto de las características sociales y económicas de la población, así como del clima, la cultura y del uso del suelo entre otras.



La composición y la concentración de estos constituyentes dependerán hasta cierto punto de las costumbres socio-económicas de la población, la composición del agua residual está determinada por el caudal y por su fuente.

Las aguas residuales constituyen básicamente en; agua, sólidos disueltos y sólidos en suspensión. Los sólidos son una fracción más pequeña (representan menos del 0.1% en peso), pero representa el mayor problema a nivel de tratamiento. El agua provee solo volumen y el transporte de sólidos.

Características de las Aguas Residuales: Según CRITES (1998), Manifiesta que “las características de las aguas residuales de un lugar varían dependiendo de factores como; consumo de agua potable, tipo de sistema de alcantarillado, presencia de desechos industriales, entre otros y es necesario considerar circunstancias tales como las variaciones diarias del caudal”.

Las aguas residuales pueden provenir tanto de casas de habitación (aguas residuales domésticas), de empresas (aguas residuales de origen industrial o especiales) o de una mezcla de ambas (aguas mixtas), todas ellas poseen características físicas, químicas y biológicas diferentes y por lo tanto la normativa establece parámetros especiales en cuanto a su caracterización.

Las aguas residuales domésticas, por lo general, no contienen sustancias peligrosas como son los metales pesados, tóxicos fuertes, entre otros; pero si una elevada cantidad de agentes infecciosos y

patógenos, dado que su principal prominencia es de los servicios sanitarios, son aguas con alta cantidad de amonio y nitrógeno debido a las excretas, lo que permite su tratamiento mediante diversos procesos biológicos.

Según Metcalf-Eddy (1985), son “una combinación de líquidos o aguas portadoras de residuos procedentes de residencias, instituciones públicas, así como de centros comerciales e industriales a las que eventualmente pueden agregarse aguas subterráneas superficiales y pluviales”.

Las aguas superficiales constituyen el aporte de la escorrentía superficial y las pluviales de las precipitaciones, por tanto, el grado de contaminación de las aguas es considerable, ya que su fuente generadora y los vertidos urbanos son permanentes, aunque haya fluctuaciones horarias.

**a) Características Físicas:** Existen cinco características físicas esenciales en el agua residual que se pueden percibir, estos son:

- **Sólidos:** Dentro de las aguas residuales podemos encontrar sólidos orgánicos e inorgánicos. Los primeros son aquellos que contienen carbón, hidrogeno y oxígeno y que pueden ser degradados por bacterias y organismos vivos, mientras que los inorgánicos son sustancias inertes no susceptibles de ser degradados, designándoseles como minerales.

Los sólidos comúnmente se clasifican en suspendidos, disueltos y totales.

- **Coloidales:** Los sólidos coloidales son partículas extremadamente pequeñas que no sedimentan por métodos convencionales. Para sedimentarse tienen que ser agrupados en partículas mayores (coagulación). En ocasiones, también se eliminan por filtración o por oxidación biológica.
- **Olor:** Se define como el conjunto de sensaciones percibidas por el olfato al captar ciertas sustancias volátiles. Es un parámetro empleado para verificar la calidad de las aguas. Los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrogeno (huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.
- **Turbiedad:** La turbiedad se debe al contenido de materias en suspensión como: arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, bacterias similares y organismos microscópicos, que en caso de alta concentración provocan problemas al paso de la luz solar y por consiguiente los fenómenos de fotosíntesis.
- **Color:** Es la impresión ocular producida por las materias en el agua, como el hierro y el manganeso. Las aguas residuales suelen tener color grisáceo, pero con el tiempo cambian de color gris a gris oscuro hasta adquirir un color negro. En laboratorio el color se puede determinar por análisis colorimétricos o espectrofotométricos. Y sus resultados se expresan en

(Unidades de Color Verdadero) en escala platino - cobalto (Pt-Co).

**b) Características Químicas:** Las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica y los gases presentes en el agua residual:

- **Materia orgánica:** Son sólidos de origen animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y el 40% de sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Estos compuestos orgánicos están formados por combinaciones carbono, hidrogeno y oxigeno; y en algunos casos con nitrógeno. Otros elementos que pueden estar presentes son azufre, fosforo y hierro. Sin embargo, los grupos principales de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son: 46 Las proteínas (40-60%), carbohidratos (25-50%), grasa y aceites (10%).
- **Medidas del contenido orgánico:** Algunos métodos conocidos para medir el contenido orgánico en las aguas residuales tenemos:
  - ✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** parámetro más utilizado que es aplicable a aguas residuales como aguas superficiales. Supone la medida del oxígeno disuelto (expresado en mg/lit) utilizado por los microorganismos en la acción bioquímica de materia orgánica, es decir; determina la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para

estabilizar biológicamente la materia orgánica presente. Además de dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, medir la eficacia de algunos procesos de tratamientos y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.

- ✓ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)2:** Permite conocer la cantidad de material orgánico no biodegradable. Junto con la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) se puede calcular la cantidad de organismos y materia biodegradables presentes en el agua. Esto se logra restando el valor de la
- ✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) al valor de la Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida.
- ✓ **Carbono Orgánico Total (COT):** esta prueba es utilizada para medir el carbono orgánico total presente en una muestra acuosa. Se utiliza oxígeno y calor y radiación ultravioleta, oxidantes químicos, para convertir el carbono orgánico en dióxido de carbono y es medido por un analizador infrarrojo.
- **Materia inorgánica:** Las concentraciones de los diferentes constituyentes de inorgánicos pueden afectar los usos del agua como, por ejemplo:

- ✓ **Potencial de Hidrógeno (pH):** El agua residual con alta concentración de ion de hidrogeno es difícil de tratar por medios biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede modificar la concentración de las aguas naturales.
- ✓ **Alcalinidad:** Capacidad del agua de neutralizar los ácidos. En las aguas residuales la alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos
- ✓ (OH), carbonatos ( $\text{CO}_3$ )-<sup>2</sup> y bicarbonatos (HCO) de elementos como calcio, magnesio, sodio, potasio o de ion amonio.
- ✓ **Nitrógeno y fósforo:** Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bio-estimuladores. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales mediante procesos biológicos.
- ✓ Otros elementos dañinos que deben de eliminarse son el azufre, algunos metales pesados como el níquel, manganeso, plomo, cromo, cadmio, el cinc, cobre, hierro y mercurio.

- ✓ **Cloruros:** La fuente más común de cloruros en las aguas residuales domésticas son las heces humanas.
- ✓ **Gases:** Los gases que se encuentran en las aguas residuales son: nitrógeno (N<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S), el amoniaco (NH<sub>3</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>). Siendo así los tres últimos procedentes de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

**c) Características Biológicas:** Las aguas residuales tienen una gran cantidad de organismos procedentes de las excretas de personas y animales. Muchos de ellos son patógenos y pueden originar desde una simple enfermedad hasta enfermedades muy graves que pueden llegar a ser mortales. Los principales componentes biológicos y agentes infecciosos para el hombre y los animales que pueden encontrarse en el agua residual se pueden clasificar en tres grandes grupos: las bacterias, los parásitos (protozoos y helmintos) y los virus.

- **Microorganismos:** Los microorganismos son seres vivos invisibles al ojo humano. Pueden ser parte de distintas clases, abarcado hongos, bacterias, algas, etc. Puede decirse que algunos de ellos son los primeros seres vivos en aparecer sobre la faz de la tierra y hay algunas teorías que incluso estipulan el origen de la vida fuera de ésta, con microorganismos provenientes del exterior de la misma. Este tipo de formas de vida en general se componen de una sola célula, aunque también existen organismos con más de una. El conocimiento

de los microorganismos se vio impulsado en buena medida por la intención de contrarrestar enfermedades e infecciones.

- **Organismos Patógenos:** Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos son: las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de helmintos. Dado que es difícil y costoso identificar los diferentes microorganismos, se utiliza como indicador de la contaminación por patógenos al grupo de coliformes totales y una fracción de ellos los coliformes fecales.  
Coliformes fecales: Aparte de otras clases de bacterias, cada ser humano evacua de 100.000 a 400.000 millones de organismos coliformes cada día. Por ello, se considera que la presencia de coliformes puede ser un indicador de la posible presencia de organismos patógenos, y que la ausencia de aquéllos es un indicador de que las aguas están libres de organismos que puedan causar enfermedades. Coliformes totales: No todos los coliformes son de origen fecal, por lo que se hizo necesario desarrollar pruebas para diferenciarlos a efectos de emplearlos como indicadores de contaminación. Se distinguen, por lo tanto, los coliformes totales (que comprende la totalidad del grupo) y los coliformes fecales (aquellos de origen intestinal). Desde el punto de vista de la salud pública esta diferenciación es importante puesto que permite asegurar con alto grado de



certeza que la contaminación que presenta el agua es de origen fecal.

**Composición de las Aguas Residuales Después de su Tratamiento:** Según Sánchez (1995), indica que “después de un tratamiento biológico que contemple un buen diseño, adecuado tiempo de retención hidráulico y en presencia de los microorganismos idóneos, las características finales del agua son muy distintas a las iniciales, la actividad biológica intensa y suficiente a cargo de las bacterias, algas, protozoarios, hongos, principalmente, produce agua mineralizada cuyas características son las requeridas en el desarrollo de la flora y fauna, lo cual significa capacidad de intercambio gaseoso, cantidad de oxígeno disuelto superior a 6 mg/l, mínima presencia de materia orgánica biodegradable, mucha cantidad de minerales como lo son carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio. También puede encontrarse minerales como lo son los silicatos, fluoruros, compuestos de hierro, magnesio, aluminio, boro, entre otros”.

Un aspecto a recalcar es la múltiple presencia de microorganismos encargados de los procesos para el tratamiento del agua residual en los sistemas biológicos.

### **2.1.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Metcalf - Eddy (1996), indica que “diversos autores argumentan que el objetivo básico del tratamiento de aguas residuales, es proteger la salud promover el bienestar de las personas y proteger el ambiente”. Para otros autores, el objetivo es “modificar las características del agua

de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos especificados en la legislación, para ser vertido en un cuerpo receptor sin causar impactos adversos en el ecosistema o pueda ser reutilizado en otras actividades”.

Desde el año 1900 hasta la década de los 70, los objetivos de tratamiento fueron inicialmente la reducción del material coloidal, suspendido, y material flotante. Hasta los 80 los objetivos estaban más relacionados con criterios estéticos y ambientales. Los criterios posteriores se hicieron más exigentes y empezó a considerarse la necesidad de eliminación de nutrientes.

Posteriormente en los años 90 como consecuencia del avance tecnológico, el tratamiento de aguas residuales se enfocó en solucionar los problemas de salud pública causados por sustancias tóxicas y microorganismos patógenos presentes en el agua residual y a desarrollar prácticas que permitan solucionar el problema en la fuente.

Ahora bien, el enfoque tradicional del tratamiento de las AR. Difiere totalmente del tratamiento destinado al reúso, para el primer caso los objetivos se centran en la reducción de los compuestos orgánicos biodegradables, del material flotante y del suspendido, el tratamiento con finalidades de reúso consiste en aprovechar los nutrientes y parte de la materia orgánica, concentrándose básicamente en la reducción de patógenos (OMS, 2006), “los objetivos del reúso pueden ser múltiples, entre ellos se encuentra evitar la sobreexplotación del recurso hídrico, fomentar el uso eficiente del agua,

prevenir la contaminación, sensibilizar y concientizar a la población sobre la importancia del reúso, complementar instrumentos de prevención y control”.

**Niveles y Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales:** En términos generales en una PTAR, ocurren operaciones, procesos físicos químicos y biológicos.

Se puede considerar que las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en estos procesos son las mismas que se realizan en la naturaleza (ríos, lagos, suelos, etc.), solo en forma controlada dentro de tanques o reactores y a velocidades mayores, los niveles y procesos de tratamiento son:

**a) Tratamiento Preliminar:** RIGOLA (1999), Indica que “en los desbastes se retienen los sólidos de mayor tamaño, que podrían provocar un mal funcionamiento de los equipos posteriores”. Pueden usar distintos equipos; rejas tamices auto limpiantes, microfiltros, etc. “La homogenización tiene por objetivo uniformizar los caudales y características del efluente cuando los vertidos son irregulares, discontinuos o diferentes de unos momentos a otros, evitando que descargas puntuales puedan afectar todo el proceso posterior”.

Para conseguir la homogenización y evitar la sedimentación de sólidos, el depósito debe estar provisto de agitación, mecánico o por aire y es preciso acudir a dos, y hasta tres etapas de operación con un sistema automático de un control de PH. Si el volumen diario de vertido es pequeño realizarla neutralización en discontinuo.

El tratamiento preliminar de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Las unidades o dispositivos son (Ayala y Gonzales, 2008):

- **Rejas:** La operación de cribado se emplea para remover el material grueso, generalmente flotante, contenido en algunas aguas residuales, que puede obstruir o dañar bombas, tuberías y equipos de las plantas de tratamiento o interferir con la buena operación de los procesos de tratamiento.
- **Desarenador:** Se emplea para remover gravillas, arenas, cenizas y otros materiales inorgánicos presentes en las aguas residuales que pueden causar abrasión o desgaste excesivo en los equipos mecánicos de una planta de tratamiento. El desarenador se ubica generalmente después del cribado.



Figura N°: 1 – Canal de Rejas.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.



Figura N°: 2 – Canal Desarenador.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

**b) Tratamiento Primario:** Para Rigola (1999), “los tratamientos primarios preparan las aguas residuales para su tratamiento biológico, eliminan ciertos contaminantes y reducen las variaciones del caudal y concentración de las aguas que llegan a la planta”.

Esta etapa se encarga de la remoción de parte de los sólidos pesados (arenilla, arcillas y limos) que trabaja únicamente con las fuerzas de la gravedad, el tratamiento primario prosigue la reducción de sólidos disueltos, turbidez y parte de la materia orgánica, también es airear el agua y sedimentar partículas más finas que vienen con el agua (polvo y tierra), por otro lado también cumple la función de enviar un caudal de agua constante a las demás unidades, es posible además la eliminación de una pequeña fracción de contaminación bacteriológica.

“Con este nombre se designa a los procesos cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos y puede ser por: sedimentación o flotación. De estos procesos, el más utilizado y que mejor se ajusta a

las características de las aguas residuales de pequeñas localidades es la sedimentación”. (Ayala y Gonzales, 2008).

Aun cuando este tipo de tratamiento disminuye la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales, ésta se limita a la fracción en suspensión y no a la disuelta, condición que determina su nombre a tratamiento primario. Estas unidades se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos y, de grasas y aceites en las aguas residuales. Las unidades o dispositivos de tratamiento que utilizan el proceso de sedimentación son, (Ayala y Gonzales, 2008):

- **Tanques Sépticos:** Un tanque séptico es un depósito (que puede ser de uno o más compartimiento), impermeable, de escurrimiento continuo y forma rectangular o cilíndrica que recibe, además de la excreta y agua residual proveniente de los inodoros, aguas grises de origen doméstico. “Su construcción es generalmente subterránea y puede hacerse de piedra, ladrillo, hormigón u otro material resistente a la corrosión. En algunos diseños el depósito está equipado con pantallas o deflectores colgantes tanto en la entrada, para conseguir una distribución eficaz del agua y evitar altas velocidades, como en la salida, para evitar que escape la capa de espuma y nata que se forman durante su funcionamiento”. (Duncan, 1982; Hopkins, 1951; Unda, 1993).



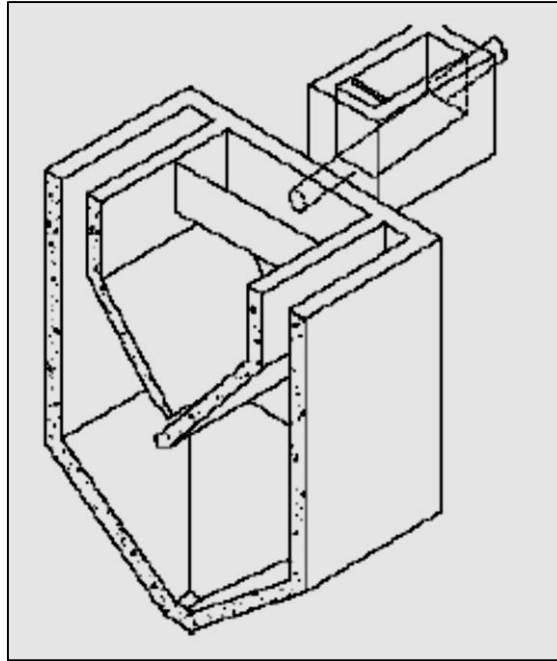


Figura N°: 4 – Tanque Imhoff.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

c) **Tratamiento Secundario:** Según Rigola (1999), “el tratamiento secundario más común es un tratamiento biológico aerobio seguido de una decantación secundaria en un tratamiento biológico, las bacterias y otros microorganismos destruyen y metabolizan la materia orgánica solubles y coloidales, la DQO y la DBO a valores de 100 mg/l la velocidad de degradación depende de que se hallen presente los microorganismos adecuados”.

Aunque la mayoría de las sustancias orgánicas se degradan, especialmente de origen natural, algunos de origen sintético son muy resistentes.

Este término comúnmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, los cuales, en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola



en material celular, productos inorgánicos o material inerte, (Ayala y Gonzales, 2008).

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno). Dependiendo de la forma en que estén soportados los microorganismos, existen dos grandes tipos de procesos. (Ayala y Gonzales, 2008).

### **c.1. Con Microorganismos en Suspensión:**

- **Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente (RAFA):** El reactor es de flujo ascendente y en la parte superior cuenta con un sistema de separación de gas-liquido-sólido, el cual evita la salida de los sólidos suspendidos en el efluente y favorece la evacuación del gas.

Las unidades son tapadas para facilitar la recolección del gas que se genera en este proceso anaerobio. Los puntos débiles del proceso son la lentitud del proceso de arranque del reactor, necesidad de uniformar el caudal, necesidad de corrección de pH continua, y requiere mayor cuidado en su operación que otras alternativas.

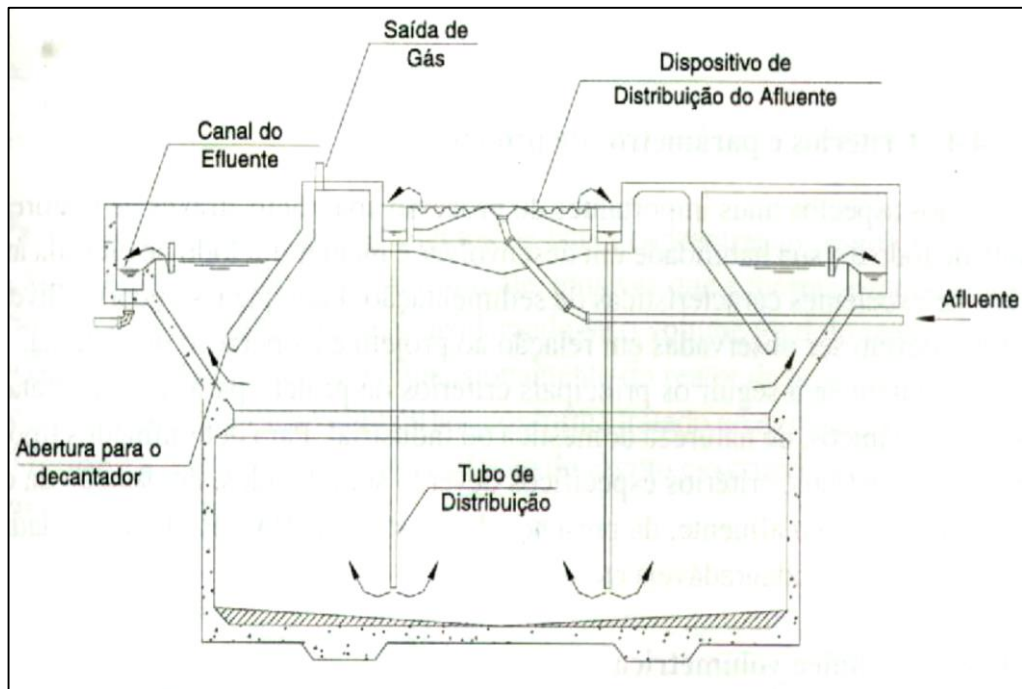


Figura N°: 5 – Esquema de Reactor UASB Para Tanque Circular o Rectangular.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- Lagunas de Estabilización:** Las lagunas de estabilización son depósitos de aguas servidas que permiten la generación de microorganismos aeróbicos y anaerobios, para efectuar la estabilización y desinfección de las aguas haciéndolas inocuas a la salud, por lo tanto, utilizables para otras actividades. Los sistemas de lagunas son simples de construir, confiables y fáciles de mantener, requieren poco equipo importado y facilitan la eliminación de los patógenos.

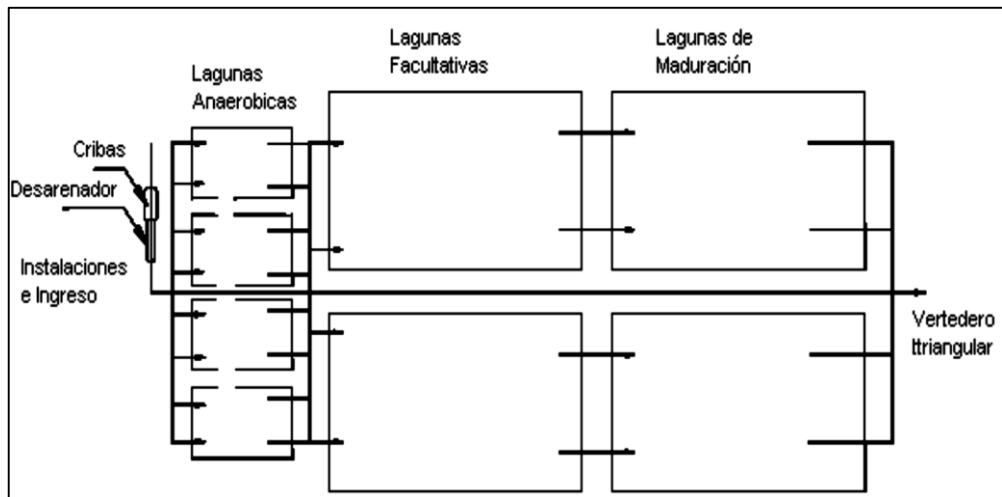


Figura N°: 6 – Disposición de las Lagunas de Estabilización.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- Lodo Activado Convencional:** Este proceso es el más utilizado para plantas de tratamiento grandes en países económicamente avanzados. Es un proceso que requiere un alto nivel de energía y de control para su buena operación. El nombre de este proceso proviene de la producción de una masa “activada” (viva) de microorganismos capaces de estabilizar un residuo vía procesos aerobios. El proceso consiste en introducir el residuo orgánico en un reactor en donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio suspensión (líquido mezcla). El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante el uso de difusores o de aireadores mecánicos, que también sirven para mantener el líquido en estado de mezcla completa.

Después del reactor aerobio sigue un sedimentador secundario, lo cual remueve sólidos y las células de las bacterias. Una parte de las células sedimentadas se recirculan para mantener en el reactor

la concentración de células deseadas, mientras que la otra parte se purga del sistema.



**Figura N°: 7 – Planta de Lodos Activados Convencional.**  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- **Zanjas de Oxidación:** Las zanjas de oxidación extendida son una variante del proceso de lodos activados por aireación prolongada. El proceso se basa en suministrar el oxígeno por medio de rotores o aireadores mecánicos que hacen circular el agua en un canal cerrado, esta actividad también se puede llevar a cabo por difusores que se complementan con agitadores superficiales o sumergidos que le imprimen una velocidad de acción horizontal al agua.



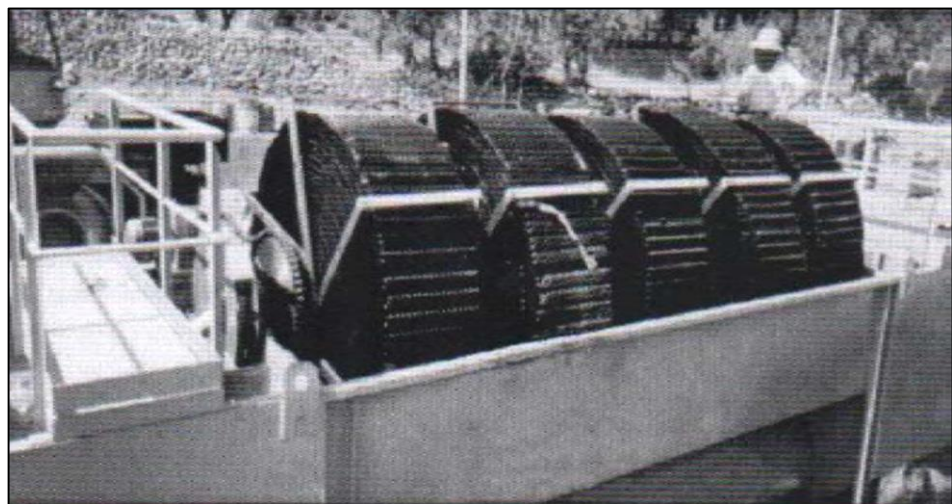
Figura N°: 8 – Zanja de Oxidación.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

### c.2. Con Microorganismos Fijos:

- **Biodiscos:** Originalmente, este sistema consistía en un tanque por donde fluyen las aguas residuales, previamente decantadas, y en cuyo interior existía una serie de discos de madera, con diámetros entre 1 a 3.5 m, montados sobre una flecha horizontal que permite el giro de los discos; durante el movimiento, cerca del 40% del área superficial de los discos se encontraba sumergida en el agua residual contenida en el tanque. Actualmente se utilizan placas de plástico corrugado y otros materiales en vez de los de madera. Cuando el proceso inicia su operación, los microorganismos del agua residual afluyente se adhieren a la superficie del material plástico y se desarrollan hasta que toda esta área queda cubierta con una capa o película microbiana. Al girar los discos, la película biológica adherida a estos entra en contacto alternadamente con el agua residual que está en el tanque y con el oxígeno atmosférico. Al emerger la porción sumergida, los discos arrastran una capa líquida sobre la superficie de la película biológica, lo cual permite la

oxigenación del agua y de los microorganismos, debido a la sucesión de inmersiones, la capa líquida se renueva constantemente. La oxigenación se lleva a cabo por difusión a través de la película líquida que queda adherida a la biomasa. Los microorganismos utilizan el oxígeno molecular disuelto para efectuar la degradación aerobia de la materia orgánica que se utiliza como fuente de nutrientes.

El exceso de microorganismos se desprende de los discos debido a las fuerzas cortantes originadas por la rotación de los discos al pasar por el agua. Los microorganismos desprendidos se mantienen en suspensión en el líquido, salen del tanque con el efluente y se requiere de un sedimentador secundario para retirar estos nuevos sólidos en suspensión. En forma general, el sistema está constituido por un sedimentador primario, biodiscos y un sedimentador secundario.



**Figura N°: 9 – Vista General de un Biodisco.**  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- Filtro Anaerobio:** Esencialmente consiste en un reactor de flujo ascendente empacado con soportes plásticos o con piedras de 3 a 5 cm de diámetro promedio. El coeficiente de vacíos debe ser grande para evitar el taponamiento, lo que en algunos casos se traduce en un área específica inferior a  $100 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Debido a la distribución desordenada del soporte, las purgas de lodo no son efectivas, lo que provoca una acumulación lenta pero constante de biomasa que con el tiempo puede crear problemas de taponamiento. Este reactor puede admitir cargas hasta de  $20 \text{ Kg.DQO} / \text{m}^3. \text{ día}$ .

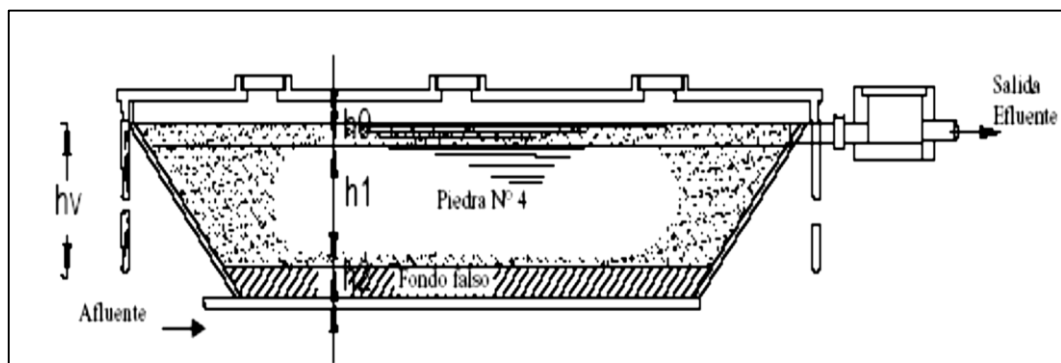


Figura N°: 10 – Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- Filtros Percoladores (Rociadores):** El filtro percolador es un relleno cubierto de limo biológico a través del cual se percola el agua residual. Normalmente el agua residual se distribuye en forma de pulverización uniforme sobre el lecho de relleno mediante un distribuidor rotativo de flujo. El agua residual percola en forma descendente a través del relleno y el efluente se recoge en el fondo. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este

sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte. Generalmente, no requieren recirculación.



Figura N°: 11 – Vista General de un Filtro Percolador.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

- **Humedales:** Estos son una adaptación de las lagunas, usando plantas acuáticas en vez de algas para proveer oxígeno a las bacterias. “Los humedales pueden ser de flujo libre (FWS) o de flujo subsuperficial (SFS), los humedales de flujo libre suelen consistir en balsas o canales paralelos, con la superficie de agua expuesta a la atmosfera, y los humedales de flujo subsuperficial consisten en zanjas excavadas y rellenos de material granular generalmente grava, done el agua fluye debajo de la superficie de grava la cual proporciona nutrientes a las plantas emergentes” (Hammer 1989).





Figura N°: 12 – Humedal de Flujo Libre Superficial.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.



Figura N°: 13 – Humedal de Flujo Sub-Superficial.  
Fuente: Ayala y Gonzales, 2008.

**d) Tratamiento Terciario:** Para Rigola (1999), “los tratamientos terciarios completan el tratamiento de las aguas residuales cuando se necesita una depuración mayor de la conseguida con los tratamientos primarios y secundarios”.

La filtración se utiliza para eliminar los sólidos que puedan haber sido arrastrados a la salida del decantador secundario, además de sus aplicaciones en tratamientos especiales. Como medio de filtración se

puede emplear arena, grava, antracita, otro material adecuado, o una combinación de ellos. “El pulido de efluentes del tratamiento biológico se suele hacer como capas de granulometría creciente, duales o de multimedia, filtrado en profundidad porque el fango arrastrado bloquearía fácilmente el filtro de arena fina trabajando en superficie, los filtros de arena son preferibles cuando hay que filtrar floculos formados químicamente y aunque su ciclo sea más corto pueda limpiarse con menos agua”. Podemos apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Niveles y Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales**

NIVEL	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO
Preliminar	Remueve material causante de problemas operacionales como trapos, ramas, materiales, plásticos.	Rejas, tamices, desarenador, tanques de homogenización, trampas de grasa, medidor y repartidos de caudal
Primario	Remueve sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga orgánica	Sedimentador, unidades con inyección de aire tanque séptico Imhoff y tanques de flotación.
Secundario	Procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%	Lodos activados filtros percoladores humedales lagunas de estabilización. Reactores.
Terciario	Remueve sólidos suspendidos a través de microfiltración además en este nivel se remueven	Microfiltración, la coagulación y precipitación la absorción por carbón activado, cloración, destilación, oxidación química extracción por solvente remoción por espuma nitrificación - de nitrificación.

Fuente (RNE- Norma OS – 090 PTAR)

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una alta calidad física, química y biológica, ósea, que son procesos por los cuales se le da un pulimento alto al agua. Las metas de tratamiento varían de acuerdo al reusó que se le pretenda dar a estas aguas. Normalmente el tratamiento terciario es para remover nutrientes (nitrógeno y fosforo) del agua. Generalmente no se utiliza el tratamiento terciario para aguas residuales municipales, a menos que el reusó de

las aguas tenga alguna aplicación en la industria y en algunos casos en protección de un área ecológicamente sensitiva.

**e) Desinfección:** Cuando se descargan aguas residuales tratadas en cuerpos de agua que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público, o con propósitos recreativos, se requiere un tratamiento suplementario para destruir las bacterias, y minimizar riesgos para la salud humana debido a la alta contaminación de las aguas, tal tratamiento se conoce como desinfección. Si se utiliza una tecnología distinta a las lagunas de estabilización debe evaluarse la necesidad de utilizar este proceso en función al impacto en los usos del cuerpo receptor de los efluentes o al reusó de las aguas residuales. Existen varios métodos de desinfección, (Ayala, Gonzales, 2008):

- Físicos, tales como: filtración, ebullición, rayos ultravioletas.
- Químicos, aplicación de: cloro, bromo, yodo, ozono, iones plata, etc.

**e.1. Cloración:** El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más importantes que existen para la desinfección del agua, dado su amplio uso, además se utilizan para:

- Eliminar olores.
- Decolorar.
- Ayudar a evitar la formación de algas.
- Ayudar a la oxidación de la materia orgánica.
- Ayudar a eliminar las espumas en los decantadores.

Los compuestos más comunes del cloro son: cloro gas, hipoclorito de sodio y de calcio; éstos últimos son más utilizados en plantas pequeñas, donde la simplicidad y la seguridad son más importantes que el costo. En plantas de tratamiento donde se manejan grandes volúmenes de agua es más recomendable utilizar cloro gaseoso. En ambos casos deben tomarse las debidas precauciones para garantizar la mezcla correcta de la solución de cloro con el agua sometida a tratamiento. Se requiere un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos, al cabo del cual el contenido de cloro residual debe ser de 0.5 a 1.0 mg/l. (miligramos por litro).

**e) Manejo de Lodos:** Respecto (Rojas, 2002), “El tratamiento de las aguas residuales produce una serie de subproductos como son los residuos de las rejillas, desarenadores y sedimentadores”. “Este caso específico se refiere a los productos retenidos en los sedimentadores tanto primario como secundario y que vienen a conformar la parte más importante de los subproductos”.

“Los lodos antes de su disposición final deben ser acondicionados a causa del alto contenido de materia orgánica putrescible y que de ninguna manera pueden ser dispuestos libremente”.

El lodo procedente de las plantas de tratamiento, varía según el tipo de planta, en líneas generales se puede indicar que los lodos provienen de la sedimentación primaria y representa entre el 0.22% y el 0.93% del volumen de agua residual y el contenido de sólidos volátiles es del 63% al 83%”.

En el caso de los lodos provenientes de la sedimentación secundaria, varían en función de los procesos. “Los lodos resultantes de los filtros percoladores muestran un rendimiento de 0.08% a 0.10% del caudal tratado y el contenido de sólidos volátiles es del 60% en promedio. Los lodos activados comúnmente presentan rendimiento del 1.2 al 1.5 del volumen de agua tratado con un contenido de humedad de 97% al 99%”.

Los procesos típicos de manejo de lodos son: concentración (espesamiento, digestión, acondicionamiento, deshidratación o secado, incineración y oxidación). De éstos, la digestión, incineración u oxidación por vía húmeda son los más empleados para la reducción de la materia orgánica, y la concentración, acondicionamiento y deshidratación para la eliminación de la humedad.

El tratamiento de la materia orgánica persigue:

- Reducción apreciable del contenido de la materia orgánica volátil.
- Aumento del contenido de sólidos fijos.
- Reducción del contenido de humedad.
- Mayor posibilidad de drenaje del agua contenida en los lodos.
- Producción de gases, principalmente metanos.

En la tabla N°03, se muestran las características de los lodos procedentes de diferentes procesos de tratamiento.

**Tabla 3: Características de los Lodos.**

TIPO DE LODO	ASPECTO	OLOR	SECADO	HUMEDAD
Primario	Pardo y Pegajoso	Fuerte	Difícil	95.0-97.5 %
Secundario				
Filtro Biológico	Ceniciento floculento	Medio	Medio	92.0-95.0 %
Lodo Activado	Marrón floculento	Suave	Difícil	98.5-99.5 %
Precipitación Química	Ceniciento gelatinoso	Fuerte	Difícil	93.0-95.0 %
Lodo Séptico	Negro	Fuerte		
Lodo Digerido	Negro homogéneo granular	Suave	Fácil	

Fuente: Rojas, 2002.

#### **2.1.4. NORMATIVA EN EL PERÚ**

En los últimos años en el Perú se ha generado gran contaminación en sus recursos hídricos, se formalizó y regulo los vertimientos en algunos receptores. El gobierno comenzó a trabajar la gestión integral de los recursos hídricos y del ambiente, dando como resultado:

- Ley de Recursos Hídricos. - Es aquí donde toma protagonismo la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Ministerio del Ambiente. - Donde se formulan los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental.
- Compromiso del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, generando los Valores Máximo Admisibles (VMA), y considerándolos en el RNE para los diseños de construcción de obras.

Establecidos por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEF A - MINAM, 2014 se tiene los parámetros principales de control en el agua residual:

**Valores Máximos Admisibles (VMA):** Valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias y equipos de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de las aguas residuales. (Aprueban los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Decreto Supremo 021-2009-VIVIENDA, 2009).

**Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. (Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Decreto Supremo 015-2015-MINAM, 2015).

**Límite Máximo Permisible (LMP):** Es la medida de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente o una

emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Decreto Supremo 003-2010-MINAM, 2010).

**Tabla 4: Límites Máximos Permisibles para Efluentes de PTAR Domésticas o Municipales**

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES DE PTAR		
PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Aceites y Grasas	mg/lts	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000
DBO	mg/lts	100
DBQ	mg/lts	200
PH		6.5 – 8.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/lts	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2010.

#### 2.1.5. FISCALIZACIÓN AMBIENTAL

Acción de control que realiza una entidad pública dirigida a verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de un administrado, sea una persona natural o jurídica de derecho privado o público. Comprende las acciones de fiscalización ambiental que son ejercidas por el OEFA y las EFA de acuerdo a sus competencias, y puede ser entendida en sentido amplio y en sentido estricto. Y se ejercen mediante:

- **Entidad de Fiscalización Ambiental (EFA):** Entidad pública de ámbito nacional, regional o local que tiene la facultad atribuida de realizar acciones de seguimiento y verificación del desempeño de las funciones de fiscalización. Excepcionalmente, y por disposición legal, puede ser



considerada EFA, aquel órgano de línea de la entidad que se encuentre facultado para realizar funciones de fiscalización ambiental.

- **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):** Es un organismo público técnico especializado, con personería jurídica de derecho público interno, se encuentra adscrito al MINAM y se encarga de la fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de incentivos. Es el ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, donde también supervisa la labor fiscalizadora de las EFA.
- **Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA):** Creado mediante Ley N° 29325, modificada por la Ley N° 30011, con la finalidad de articular las funciones de fiscalización ambiental a nivel nacional, regional y local.
- **Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento (SUNASS):** Organismo público descentralizado, creado por Decreto Ley N° 25965, adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, con personería de derecho público y con autonomía administrativa, funcional, técnica, económica y financiera; cuya función es normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de servicios de saneamiento a nivel nacional.
- **Autoridad Nacional del Agua (ANA):** Organismo constitucional autónomo del Perú . Es el Ente Rector del Sistema Nacional de la Gestión de los Recursos Hídricos.

## 2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES

**Aguas Residuales:** Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria. Las aguas que han recibido uso y cuyas características han sido modificadas.

**Aguas Residuales Crudas:** Aguas residuales que no han sido tratadas.

**Aguas Residuales Municipales:** Son aguas residuales domésticas. Se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

**Aguas Servidas:** Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materiales fecales.

**Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR:** Se ubica en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR.

**Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida:** Se ubica en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR. Este dispositivo de salida, puede ser el medidor de flujo, caja de registro, buzón de inspección u otra estructura apropiada.

**Demanda Biológica de Oxígeno:** Es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación; normalmente se

mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5) y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO<sub>2</sub>/l).

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de 20°C. Se representa como DBO5.

**Demanda Química de Oxígeno:** Es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro(mgO<sub>2</sub>/l). La medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizando en la oxidación química. Se representa como DQO.

**Deshidratación de Lodos:** Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.

**Desarenador:** Cámara destinada a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación.

**Efluente:** Líquido que sale de un proceso de tratamiento, caudal de agua tratada que sale de una planta o unidad de tratamiento.

**Eficiencia de Tratamiento:** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico, normalmente se expresa en porcentaje.

**Lodo:** Conjunto de sedimentos de mayor tamaño que se precipitan gracias a su peso propio.

**Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** Instalación física constituida por procesos físicos, químicos, biológicos, utilizada para mejorar las características del agua residual.

**Proceso Anaerobio:** Se refiere al proceso que no implica oxígeno. Este es el proceso por el que la materia orgánica se descompone a través de organismos anaeróbicos vivos. Las anaerobias convierten el nitrógeno en ácido y amoníaco.

**pH:** Logaritmo con signo negativo de la concentración de iones hidrógeno, expresado en moles por litro.

**Proceso Aerobio:** Es el proceso con presencia de oxígeno, actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante sedimentación.

**Sedimentación:** La función principal de la sedimentación es separar las partículas suspendidas en el agua para posteriormente realizar una decantación.

## 2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

De la evaluación situacional técnico y social se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba, se encuentra en óptimas condiciones.

### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- a) El estado de funcionamiento de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba es óptimo y sus componentes se alinean a los parámetros establecidos en la normatividad vigente.
- b) Los parámetros fisicoquímicos y biológicos que presenta el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba se encuentran dentro los límites máximos permisibles.
- c) La planta tratamiento de aguas residuales satisface a los usuarios en el proceso de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.
- d) Las mejoras técnicas para el tratamiento de aguas residuales es la inclusión del diseño de filtro biológico para la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.
- e) Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

### **2.3.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LA VARIABLE**

#### **Definición Conceptual**

**Variable, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** Es una infraestructura encargada del proceso de autodepuración es inherente a los cuerpos de agua, ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples tales como

dióxido de carbono, nitrógeno, entre otros, además de ciertos microorganismos que absorben algunas sustancias inorgánicas.

### Definición Operacional

**Variable, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

## 2.3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 2.3.4.1. VARIABLE

X = Planta de Tratamiento de aguas residuales.

VARIABLE	DIMENSION	SUB DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACION	
INDEPENDIENTE	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residuales.	Calidad del efluente producto del tratamiento de aguas residuales de Salaverry	Los indicadores deben encontrarse dentro de los rangos establecidos por SUNASS.	Definido en cuestionario	Procesamiento de Datos
		Agua residual que ingresa a la planta.	Aceites y grasas	Cantidad de grasa por unidad de medida.	mg/L	Laboratorio Químico
			Coliformes Termotolerantes	Cantidad de Coliformes.	NMP/100ml	Laboratorio Químico
			Sólidos Totales	Residuo que queda, después que una muestra de agua residual ha sido evaporada y secada a una temperatura específica de 103 a 105 °C.	mL/L	Laboratorio Químico
			Sólidos Suspendidos Totales	Sólidos constituidos por sólidos sedimentales, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal, que son retenidos en el elemento filtrante.	mL/L	Laboratorio Químico
		Calidad del efluente.	Temperatura	Potencial o Grado Calorífico.	°C	Laboratorio Químico
			Ph	Índice de Acidez.	Unidad	Laboratorio Químico
			Sólidos Disueltos Totales	Sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en el agua y que son retenidas en el material filtrante.	mL/L	Laboratorio Químico
			Sólidos Sedimentados	Sólidos que se sedimentan cuando el agua se deja en reposo durante 1 hora.	mL/L	Laboratorio Químico
			Sólidos Suspendidos Volátiles	Cantidad de materia orgánica (incluidos los inorgánicos) capaz de volatilizarse por el efecto de la calcinación.	mL/L	Laboratorio Químico
			DBO	Contenido de oxígeno por unidad de volumen.	mg/L	Laboratorio Químico
			DQO	Estimación de la materia.	mg/L	Laboratorio Químico
			Nitrogeno Total	Suma de nitrógenos amoniacal y orgánico.	mg/L	Laboratorio Químico

Fuente: Elaboración Propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método específico de la investigación fue el método científico porque se ha realizado un conjunto de pasos ordenados que inicio con la observación, el planteamiento del problema, la postulación de la hipótesis y concluyendo con los resultados. Así mismo, se utilizarán el método inductivo, y otros relacionados al área según las necesidades de la investigación. En el proceso también, se usó el método analítico cuantitativo para el cálculo de las diferentes mediciones y el cualitativo para la descripción de los datos que son susceptibles a la interpretación por ser datos categoriales, es decir a analizar y evaluar cada una de las hipótesis planteadas.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio fue Aplicada según Carrasco, (2005), “ella trata de comprender y resolver el problema, así mismo como esta genera mejora y afianza a la gestión del recurso”. De acuerdo a los propósitos de la investigación y a la naturaleza de los problemas planteados, se empleó para el desarrollo del presente proyecto de investigación el tipo de investigación: Investigación Aplicada (Tecnológica). Es aplicada en razón que se utilizó conocimientos de ingeniería civil a fin de ser aplicados para generar conocimientos con aplicación a problemas reales el cual son los tratamientos

de aguas residuales, así mismo nos permite proponer alternativas de solución para su mejoramiento. Por otro lado, algunos autores afirman que el tipo de investigación es de campo, este consiste según Santa Paella Stracuzzi y Feliberto Martins Pestana “la recolección de datos de diferentes estudios son cambiar ninguna variable”. En esta se estudia todas las variables en su entorno para no perder su naturalidad.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El estudio por el nivel de profundidad fue el nivel Descriptivo - Correlacional; según Sabino Muñoz, Ledesma (2008, p. 19), manifiesta “permite describir las manifestaciones de las variables y aplicar un nuevo modelo, sistema para mejorar la situación problemática, además de establecer el grado de relación entre las variables”. Como describir el estado situación de la planta de tratamiento de aguas residuales y determinar la relación existente, en base a los resultados plantear mejoras técnicas. Por otro lado, en el diseño de la planta de tratamiento para aguas residuales, se realizó una investigación tipo proyectivo (investigación tecnológica), donde se intenta proponer una evaluación al vertido final de las aguas servidas domésticas. Esto “implica explorar, describir y proponer alternativas de cambio, y no necesariamente ejecutar la propuesta” (Santa Paella Stracuzzi y Feliberto Martins Pestana). Como se mencionó anteriormente, la investigación aportó una solución a la problemática de evaluación y cumplimiento de diseño obras civiles ejecutadas, los cuales se evalúan su funcionamiento óptimo. Solo se llegó hasta las propuestas de cambios para cubrir las necesidades de la población basado en conocimientos anteriores, luego la comunidad decidió que se ejecutará dichas propuestas.



### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación empleó el diseño No Experimental – Transeccional. La investigación fue no experimental, dado que se observó los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos, es decir no se manipuló la variable en estudio. Así mismo, es Transeccional, ya que los datos se recolectarán en un solo momento, en un tiempo único. El diseño de la investigación fue no experimental, “es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable”. “El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes”. “Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos”. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica, sino que se observan las que existen. “Las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, lo que impide influir sobre ellas para modificarlas.” (Santa Paella Stracuzzi y Feliberto Martins Pestana)

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.5.1. POBLACIÓN**

Para el caso de la evaluación social de la población beneficiaria, el estudio de la población estuvo conformada por el distrito de Huaribamba. “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (Fidias Arias, 1999).

La población estuvo conformada por 523 familias.

Para el caso de la evaluación técnica, la población estuvo conformada por la PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES de del distrito de Huaribamba. “El tamaño de la población accesible depende del tiempo y de los recursos del investigador” (Ary, Jacob y Razavieh, 1989).

### **3.5.2. MUESTRA**

Para el caso de la evaluación social de la población beneficiaria, la Muestra fue no probabilística intencional simple, el tipo de muestreo fue aleatoria o por conveniencia. La muestra es un sub conjunto representativo finito que se extrae de la población accesible. En este sentido una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a las del conjunto, permite hacer inferencia o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. Para la presente evaluación los datos fueron tomados en base a una población de 523 familias (según el padrón de usuarios del servicio), estos datos tomados forman la muestra de evaluación y son 56 familias, las cuales fueron elegidas de distintos sectores dentro del área de estudio.

Para el caso de la evaluación técnica, la muestra fue las aguas residuales del efluente y afluente de la planta de tratamiento del distrito de Huaribamba.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. Entrevista no estructurada**

Se determinó preguntas no estructuradas a los habitantes quienes viven en los distintos sectores de la zona de estudio; esto con el fin de tener un mejor panorama de la problemática.

#### **3.6.2. Observación Directa**

Esta se dio mediante un procedimiento sistemático y controlado a fin de recopilar datos y registros mediante la observación y documentarlas mediante fichas técnicas.

#### **3.6.3. Análisis de Documentos**

Basada en información bibliográfica, fuentes documentales e internet, para la elaboración del marco teórico y demás componentes de la investigación.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Esta etapa comprendió el procesamiento de la información recopilada, el análisis e interpretación de los resultados y la preparación del esquema preliminar del informe de investigación. Se utilizaron las siguientes actividades importantes:

- 1° Delimitación de la zona de estudio, mediante levantamiento topográfico, de la planta de tratamiento de aguas residuales, ejecutadas con estación total y referida a las coordenadas UTM – WGS84, obteniéndose el perfil del terreno donde se encuentra ubicada la planta y las áreas libres.
- 2° Recopilación de datos de campo, muestreo de aguas residuales afluente y efluente, para análisis de laboratorio químico.

3° Procesamiento de datos cualitativos y cuantitativos.

4° Interpretación y discusión de resultados.

### **3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE DATOS**

Una vez obtenidos los datos documentales y de campo, se procedió al procesamiento de los mismos con la finalidad de describir, graficar, analizar, comparar los datos obtenidos de la planta de tratamiento de aguas residuales, respetando los parámetros y normas del RNE (OS.070 Redes de aguas residuales, y OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales), ANA, SUNASS y MINAM, recurriendo a la aplicación del software Excel y AutoCAD.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

##### 4.1.1. UBICACIÓN

La zona de estudio se encuentra ubicado en la jurisdicción de la Región Huancavelica, Provincia de Tayacaja, Distrito de Huaribamba.

##### Ubicación Política:

Localidad : Huaribamba

Distrito : Huaribamba

Provincia : Tayacaja

Región : Huancavelica

##### Ubicación Geográfica:

**Tabla 5: Coordenadas del Ámbito del Proyecto.**

ITEM	PUNTOS	UTM ESTE - X	UTM NORTE - Y	ELEVACIÓN
01	V01	498971.37	8644113.94	3580.37
02	V02	499388.55	8643919.64	3600.78
03	V03	499546.95	8644198.55	3554.66
04	V04	500169.73	8644380.72	3392.33
05	V05	500168.43	8644444.90	3375.00
06	V06	499539.78	8644607.23	3375.00
07	V07	499174.03	8644628.11	3395.25

Fuente: Elaboración Propia.

**Límites:**

Norte : Distrito de San Marcos de Rocchac

Sur : Distritos de Acraquia, Ahuaycha, Pampas y Daniel Hernández

Este : Distrito de Salcabamba

Oeste : Distrito de Pazos.

**4.1.2. TOPOGRAFÍA**

Su relieve montañoso es muy accidentado, se halla comprendido entre los 2010 a 4500 m.s.n.m. presenta quebradas profundas, valles interandinos y altas montañas, Predomina una topografía irregular, formado por valle, colinas y laderas con altitudes que varían entre los 2010 m.s.n.m. hasta 4,500 m.s.n.m. la mayor parte del territorio está formado por laderas moderadamente inclinadas que constituyen las tierras de cultivo, muchas de las cuales se encuentran en proceso de erosión, en la parte baja presenta zonas donde predominan los mejores pastos naturales y consecuentemente son las de mayor capacidad para producir este tipo de plantas para el sostenimiento de una ganadería productiva.

**4.1.3. DATOS DE POBLACIÓN**

Los habitantes de la zona de estudio se concentran en lotes de vivienda, cada uno de los cuales es un usuario de los servicios de agua potable y saneamiento. La densidad por vivienda para este estudio es de 3.65 de acuerdo al siguiente detalle:

**Tabla 6: Densidad por Vivienda.**

DESCRIPCIÓN	LOTES HABITADOS
Población	1,909
Viviendas	523
Densidad h/v	3.65

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.1.4. ACCESIBILIDAD**

Los accesos viales terrestres que interconectan a Huaribamba, son de nivel nacional e interprovincial.

Una vía de interconexión nacional desde la capital de nuestro país es por la carretera central, Lima - Huancayo. Siguiendo la carretera central hacia Ayacucho, encontramos dos vías de acceso, una de ellas la más transitada es Huancayo – Pucara – Pazos – Ila - Huaribamba; la otra vía es de Huancayo - Huayucachi, Imperial (Ñahuinpuquio) y divisoria Pampas.

Para salir del distrito de Huaribamba a Pampas (Capital de la Provincia de Tayacaja región Huancavelica) y a Huancayo (Capital de la Región Junín), se cuenta con dos vías principales. La primera vía a Pampas, se sigue la ruta de Ayacancha, Huallhua, Lachoccasa y al Valle de Pampas, llegando a Pampas en promedio de 2 horas de viaje en un aproximado de 40 km. La segunda a Huancayo, pasando por la ruta de Anta, Churampi, Ila, Pazos, Marcavalle, Pucará, Sapallanga y Huancayo, en viaje de 2.30 horas, con un recorrido de aproximadamente 65 km.

## 4.2. EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – PTAR

En el desarrollo de la investigación se evaluó técnica y socialmente la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, respecto al funcionamiento para el diagnóstico situacional, y respecto al grado de satisfacción por parte de los usuarios para el diagnóstico social.

### 4.2.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL

- a) **Cámara de Rejas:** En las fotografías mostradas podemos apreciar la saturación de la cámara de rejas con basura, arena, etc. las tuberías se encuentran cristalizadas ya que están expuestas al sol, las aguas residuales no llegan al Tanque Imhoff por lo que se deriva directamente a los campos para luego llegar al riachuelo que pasa metros abajo.



Figura N°: 14 – Estado Situacional de la Cámara de Rejas.  
Fuente: Elaboración Propia.

- b) **Tanque Imhoff:** Esta estructura al momento de inspeccionar se pudo apreciar que el caudal de agua residual no ingresa, por lo



tanto, se encuentra inoperativo en condiciones de no ser utilizado por falta de mantenimiento.



Figura N°: 15,16 – Estado Situacional del Tanque Imhoff.  
Fuente: Elaboración Propia.

- c) **Lecho de Secado:** En las fotografías mostradas podemos apreciar la saturación del lecho de secado la cual colapso por el mal dimensionamiento y mala operación y falta de mantenimiento.



Figura N°: 17 – Estado Situacional del Lecho de Secado.  
Fuente: Elaboración Propia.

d) **Filtro Biológico:** La planta de tratamiento de aguas residuales no cuenta con un tratamiento secundario como el filtro biológico, en las fotografías mostradas podemos apreciar que metros debajo de esta estructura la salida de las aguas residuales, que salen directamente del filtro biológico y se derivan directamente al riachuelo sin ningún tratamiento adecuado.



Figura N°:18 – Estado Situacional del Filtro Biológico.  
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2.2. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO

Estos parámetros se determinaron en el laboratorio, previa toma de muestras en el campo en puntos específicos de la planta de tratamiento de aguas residuales (afluente y efluente). Los resultados obtenidos se muestran en sus respectivos certificados (Ver Anexo N°02).

Los parámetros de mayor importancia son (DBO5, DQO, pH, CE, fosforo, aceites y grasas, sólidos totales en suspensión, coliformes fecales, coliformes totales, etc.), los cuales deben ser cumplidos según la norma vigente establecida por el MINAM. En el decreto supremo N° 003 – 2010.

**Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5):** La determinación de la DBO5 es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en los procesos de estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un periodo de incubación de 5 días y a 20°C, el parámetro analizado en el afluente es de 479 mg/l. y 426 mg/l. en el efluente este parámetro es fundamental en el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, denotándose un descenso en cuanto a la biodegradabilidad de la materia orgánica a medida que avanza el tratamiento en el afluente y el efluente de las plantas se llevó a cabo según lo establecido en el Standard Methods. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla N° 07.

**Demanda química de oxígeno (DQO):** La determinación de la DQO del afluente y del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales se llevó a cabo según lo establecido en el método estandarizado para agua y aguas residuales. Los resultados obtenidos son de 804 mg/l. en el afluente y 720 mg/l. en el efluente, como se muestran en la tabla N° 07.

**Determinación del pH:** Este parámetro en fase acuosa se define como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidronio (protón hidratado H<sup>+</sup>);  $-pH = -\log H^+$ , el valor de las aguas residuales y de ello podemos determinar su basicidad o acidez de la misma, en el afluente se tiene el valor de 7.0 y en el efluente el valor de 7.9, tal como se muestran en la tabla N° 07.

**Conductividad Eléctrica:** La conductividad eléctrica que tiene el agua residual al entrar y salir del sistema varía desde 1.60 uS/cm a 1.22 uS/cm, este parámetro es muy importante porque si se considera realizar el reúso del agua residual en la agricultura deberá cumplir con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, establecidos por el MINAM. Como se puede observar en la tabla N° 07.

**Fosforo:** El aporte de fosforo en el afluente del sistema varia de 6.70 mg/l y de efluente es de 3.00 mg/l, lo cual disminuye en el proceso de tratamiento en tanque imhoff en donde ocurre las reacciones químicas, tal como se puede observar en la tabla N° 07.

**Aceites y Grasas:** Los aceites y grasas alteran los procesos aerobios y anaerobios, forman películas que impiden el desarrollo de la

fotosíntesis y cubren los fondos y lechos de ríos, degradando el ambiente durante el proceso de descomposición lo cual se observa un decremento apreciable de 13.18 mg/l en el afluente a 6.0 mg/l en el efluente, lo cual indica que existe una biodegradación de aceites y grasas en el tanque imhoff, tal como se puede observar en la tabla N° 07.

**Sólidos Suspendidos Totales:** Este parámetro se determina usando un equipo Multiparámetro de campo marca HANNA; el ensayo se realizó en el laboratorio, introduciendo el electrodo en el punto de muestreo para obtener el resultado de dicho parámetro.

Todos estos parámetros mencionados se realizan con el medidor multiparamétrico portátil, para la muestra ensayada se tiene 97.01 mg/l en al afluente y 90.0 mg/l en el efluente, como se detalla en la tabla N° 07.

**Coliformes Fecales (NMP):** Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales son capaces de fermentar lactosa, estas características se relacionan con los organismos y microorganismos, en particular bacterias y virus, entre otros, causantes de enfermedades

Estas pueden variar debido que las aguas residuales son mezclados en la recolección con aguas pluviales, como se determinó en el laboratorio los coliformes fecales es de 1100/100ml, tal como se puede observar en la tabla N° 07.

**Coliformes Totales (NMP):** La velocidad de remoción de bacteria aumenta con la presencia de oxígeno disuelto y con valores de pH superiores a niveles de 9.0, la falta de mantenimiento permite que en la mayor parte del tiempo se observe una capa sobrenadante, nata y lenteja de agua y dificultando el paso de la radiación solar a regiones más profundas afectando el proceso de eliminación de bacterias coliformes y la actividad fotosintética.

La concentración de coliformes totales obtenidas en laboratorio en el afluente es mayor a 2400/100ml. Lo que indica que estas aguas no deben ser vertidas al cuerpo receptor, por no cumplir con las normas de la calidad de aguas residuales (ECA) establecidos por el MINAM. Decreto supremo N° 002-2008. Como se puede observar en la tabla N° 07.

**Tabla 7: Valores Representativos del Análisis de Laboratorio a Muestras de Afluente y Efluente.**

PARAMETRO	UNIDAD	AFLUENTE	EFLUENTE
DBO <sub>5</sub>	mg/lt	479	426
DQO	mg/lt	804	720
Ph		7.0	7.9
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1.6	1.22
Fosforo	mg/lt	6.7	3.0
Aceites y Grasas	mg/lt	13.18	6.0
Solidos Suspendidos Totales	mg/lt	97.01	90.0
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	1100	
Coliformes Totales	UFC/100 ml	>2400	

Fuente: Análisis de Laboratorio Físicoquímico y Bacteriológico.

#### 4.2.3. DIAGNOSTICO SOCIAL

Para la presente evaluación los datos fueron tomados en base a una población de 523 familias (según el padrón de usuarios del servicio), estos datos tomados forman la muestra de evaluación y son

56 familias, las cuales fueron cogidas de distintos sectores dentro del área de estudio.

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas realizadas a la población del Distrito de Huaribamba, resultados donde nos muestra la percepción de la población en cuanto a la planta de tratamiento de aguas residuales:

**Tabla 8: Calificación del Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales.**

Mala	4	7.10%
Regular	30	53.60%
Buena	22	39.30%

Fuente: Elaboración Propia.

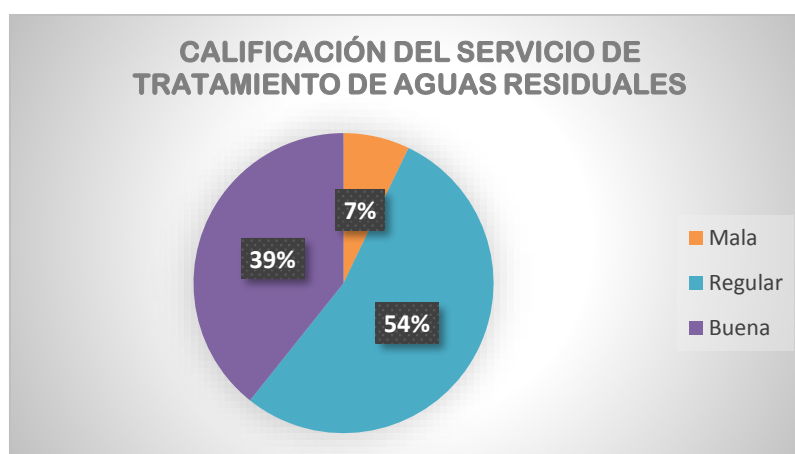


Figura N°: 19 – Calificación del Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos procesados de la Tabla N° 08, da como resultado la figura N° 19, donde podemos apreciar, que la gran mayoría de las viviendas encuestadas consideran que el servicio de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, es regular.

**Tabla 9: Tratamiento al Efluente del PTAR.**

Ninguno	56	100.00%
Otro (cloro)	0.0	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

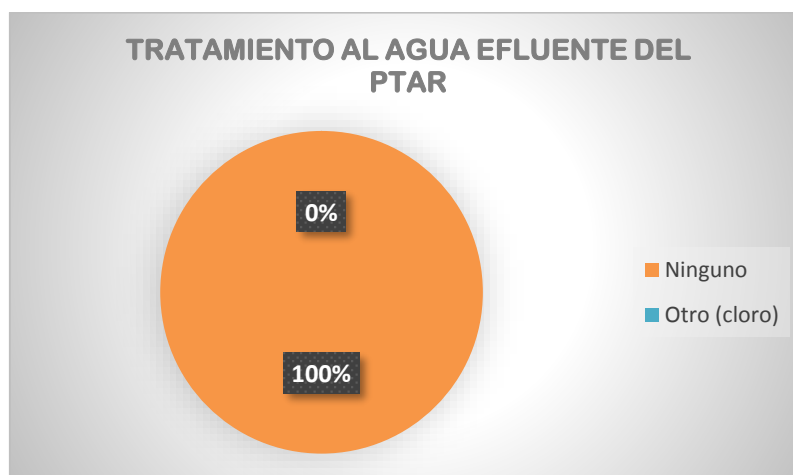


Figura N°: 20 – Tratamiento al Agua Efluente del PTAR.

Fuente: Elaboración Propia.

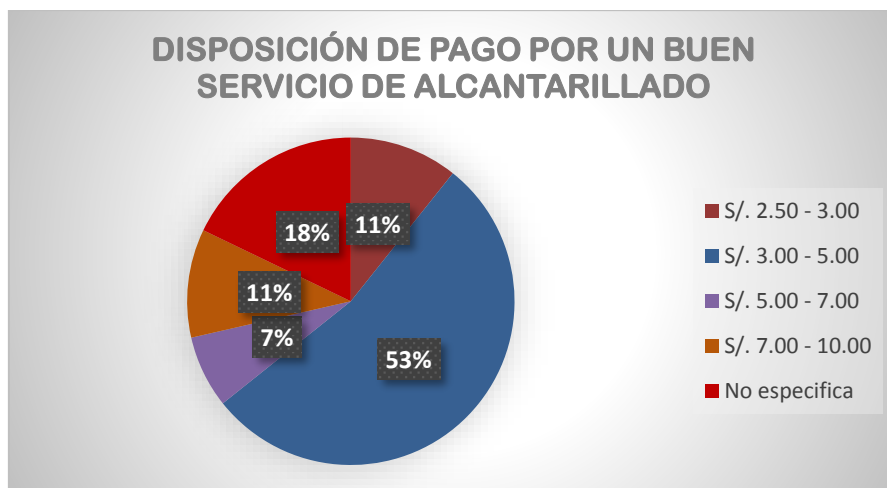
De los datos procesados de la Tabla N° 09, da como resultado la figura N° 20, donde podemos apreciar, que la totalidad de las viviendas encuestadas afirman que el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, no recibe ningún tratamiento de desinfección antes de ser derivado al riachuelo Huaribamba.

**Tabla 10: Disposición de Pago por un Buen Servicio de Alcantarillado.**

S/ 2.50 – 30.00	6	10.70%
S/. 3.00 – 5.00	30	53.60%
S/ 5.00 – 7.00	4	7.10%
S/ 7.00 - 10.00	6	10.70%
No Especifica	10	17.90%

Fuente: Elaboración Propia.





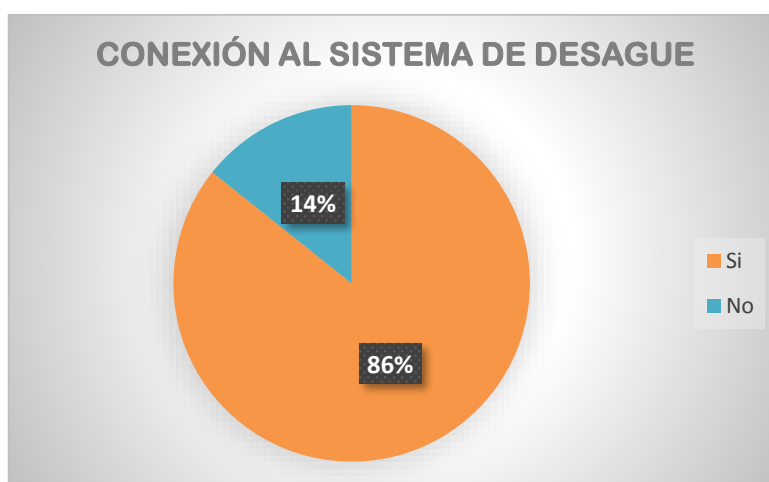
**Figura N°: 21 – Disposición de Pago por un Buen Servicio de Alcantarillado.**  
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos procesados de la Tabla N° 10, da como resultado la figura N° 21, donde podemos apreciar, que la gran mayoría de las viviendas encuestadas se encuentran dispuestas a realizar el respectivo pago por un buen servicio de alcantarillado.

**Tabla 11: Conexión al Sistema de Alcantarillado.**

Si	48	85.70%
No	8	14.30%

Fuente: Elaboración Propia.



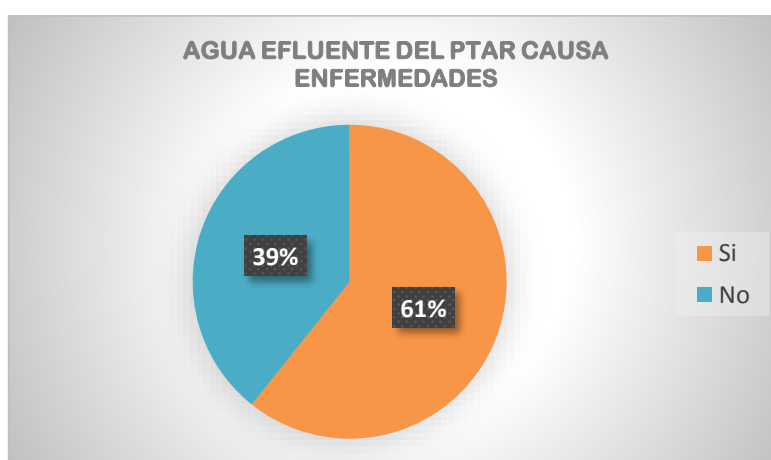
**Figura N°: 22 – Conexión al Sistema de Alcantarillado.**  
Fuente: Elaboración Propia.

De los datos procesados de la Tabla N° 11, da como resultado la figura N° 22, donde podemos apreciar, que la gran mayoría de las viviendas encuestadas se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado.

**Tabla 12: Agua Efluente del PTAR Causa Enfermedades.**

Si	34	60.70%
No	22	39.30%

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura N°: 23 – Agua Efluente del PTAR Causa Enfermedades.**

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos procesados de la Tabla N° 12, da como resultado la figura N° 23, donde podemos apreciar, que la gran mayoría de las viviendas encuestadas afirman que las aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba puede causar enfermedades.

**Tabla 13: Participación de la Población en el Mejoramiento del PTAR.**

Si	56	100.00%
No	0.0	0.00%

Fuente: Elaboración Propia.

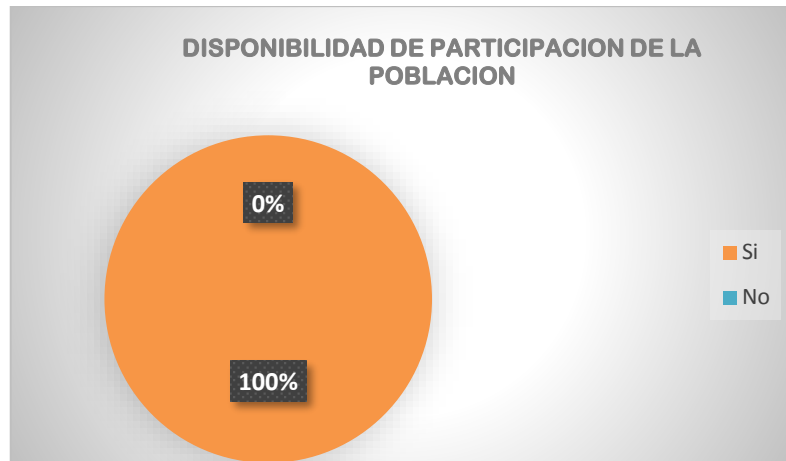


Figura N°: 24 – Participación de la Población en la Ejecución del Mejoramiento del PTAR.

Fuente: Elaboración Propia.

De los datos procesados de la Tabla N° 13, da como resultado la figura N° 24, donde podemos apreciar, que la totalidad de las viviendas encuestadas se encuentran disponibles en participar en la ejecución del mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

#### 4.2.4. PROPUESTA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PTAR

**1. Población de Diseño:** La población de diseño está comprendida por la población del Distrito de Huaribamba (523 viviendas), con una densidad poblacional de 3.65 habitantes/vivienda, haciendo un total de 1909 habitantes.

- N° de vivienda = 523
- Densidad Poblacional = 3.65 habitante/vivienda
- Población Actual =  $523 * 3.65 = 1,909$  habitantes

Los cálculos de población de diseño para la presente tesis se justifican mediante la hoja del cálculo Excel en el Anexo N° 04.

**2. Caudal de Diseño de las Aguas Residuales Domiciliarias:** Los caudales de aguas residuales se obtienen a partir de la base de datos de consumo de agua potable para el sector estudiado. El consumo que se registra por tipo de usuario es convertido en caudal de agua residual a partir del coeficiente de retorno.

Considerando para el diseño una dotación de 120 lts/hab/día según guía MEF Ámbito Rural. Se procede a realizar el cálculo del caudal de diseño para las estructuras proyectadas:

- Dotación: 120 lt/(hab. x día)
- Población Actual: 1909 hab.
- Población futura: 2356 hab.

$$Q_m = \frac{Población * Dotación}{86,400} * Cr$$

Dónde:

Q<sub>m</sub>: Caudal medio diario de aguas residuales.

Población: Cantidad de habitantes (Población futura).

Dot: Dotación.

Cr: coeficiente de retorno (0.8), según Norma OS.100.

Reemplazando en la formula se tiene:

$$Q_m = \frac{2356 \text{ hab.} * 120 \text{ lts/hab/día}}{86,400} * 0.8 = 2.62 \text{ lts/seg.}$$

Para los efectos de las variaciones de consumo se considera según las normas de RNE OS.070 se consideró los siguientes coeficientes de variación de consumo para el cálculo de caudales característicos.

- Coeficiente para consumo máximo diaria:  $K_1 = 1.30$
- Coeficiente para consumo máximo horaria:  $K_2 = 1.80 - 2.50$
- Coeficiente de variación mínima horaria:  $K_3 = 0.50$

#### **Caudal Máximo Diario:**

$$Q_{\text{máximo diario}} = K_1 * Q_m$$

$$Q_{\text{máximo diario}} = 1.30 * 2.62 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{máximo diario}} = 3.41 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{máximo diario}} = 0.00341 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

#### **Caudal Máximo Horario:**

$$Q_{\text{máximo horario}} = K_2 * Q_m$$

$$Q_{\text{máximo horario}} = 2.50 * 2.62 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{máximo horario}} = 6.55 \text{ lts/seg.}$$

$$Q_{\text{máximo horario}} = 0.00665 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Los cálculos de caudal de diseño de las aguas residuales para la presente tesis se justifican mediante la hoja del cálculo Excel en el Anexo N° 05.

**3. Tratamiento Preliminar:** Este tratamiento consiste en una serie de procesos físicos, los cuales tienen el objetivo de acondicionar las características del agua residual, de forma tal que no causen problemas de operación y funcionamiento a las siguientes etapas.

La utilidad que esta presenta es la de remover los sólidos gruesos, arenas y gravillas; así como también minimizar los efectos negativos al tratamiento. Dentro de las unidades que se diseñaron para la presente tesis son los que se detallan a continuación: Canal de entrada, Cámara de rejillas y Desarenador.

**Canal de Entrada:** El canal de acceso o, de entrada, es la estructura en la cual descarga la tubería del colector de conducción en la planta.

**Cámara de Rejas:** El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. El procedimiento más corriente, es hacer pasar el agua residual influente a través de rejillas o tamices.

En los procesos de tratamiento de agua residual, las rejillas se utilizan para proteger bombas, válvulas, tuberías y otros elementos, contra los posibles daños y obstrucciones provocadas por la presencia de objetos extraños de gran tamaño.

**Desarenador:** Los desarenadores se proyectan para separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas, deben tener remoción mecánica de los materiales retenidos, cuando el caudal de dimensionamiento fuera igual o superior a 250 Lts/seg, como en nuestro caso el caudal final es de 0.775 Lts/seg; podemos definir que:

- El gradamiento utilizará rejillas de barra de remoción manual.

- La desarenación será por caja de arena tipo canal de limpieza manual, siendo una unidad.
- El control de escurrimiento en la caja de arena y en el canal de unión de la rejilla será obtenido por la instalación de una canaleta parshall, precedida de un rebalse, el cual también permitirá la lectura del caudal afluente.

Los cálculos de dimensionamiento del canal de entrada, cámara de rejillas y desarenador para la presente tesis se justifican mediante la hoja del cálculo Excel en el Anexo N° 06, de los cuales en la tabla N° 14 se muestra el resultado:

**Tabla 14: Dimensionamiento del Canal de Entrada, Cámara de Rejas y Desarenador.**

RESULTADO	VALORES	UNIDAD
<b><u>CAMARA DE REJAS</u></b>		
Ancho de Canal	0.50	ml
Longitud Máxima	1.85	ml
Tirante de Agua	0.05	ml
Altura Asumida	0.55	ml
Borde Libre	0.15	ml
<b><u>DESARENADOR</u></b>		
Ancho de Canal	0.50	ml
Longitud Máxima	2.85	ml
Tirante de Agua	0.05	ml
Altura Descarga Asumida	0.90	ml
Borde Libre	0.15	ml
<b><u>CANAL BY-PASS</u></b>		
Ancho de Canal	0.50	ml
Tirante de Agua	0.05	ml
Altura Asumido	0.50	ml

Fuente: Elaboración Propia.

**4. Tratamiento Primario:** El tratamiento primario es el proceso para separar las partículas en suspensión no retenidas en el pre-tratamiento. Dentro de las unidades que se diseñaron para la presente tesis son los que se detallan a continuación:

**Tanque Imhoff:** El diseño hidráulico del tanque imhoff se muestra en la hoja de cálculo Excel en el Anexo 07, de los cuales en la tabla N° 15 se muestra el resultado:

**Tabla 15: Dimensionamiento Tanque Imhoff.**

<b>RESULTADO</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Caudal Medio</b>	226.18	m3/día
<b>Área de Sedimentación</b>	9.42	m2
<b>Ancho Zona Sedimentador</b>	1.60	ml
<b>Largo Zona Sedimentador</b>	6.40	ml
<b>Profundidad Zona Sedimentador</b>	2.00	ml
<b>Altura Fondo del Sedimentador</b>	0.95	ml
<b>Altura Total del Sedimentador</b>	3.25	ml
<b>Volumen de Digestión Requerido</b>	85.53	m3
<b>Ancho Tanque Imhoff</b>	5.30	ml
<b>Volumen de Lodos en Digestor</b>	90.06	m3
<b>Superficie Libre</b>	60.00	%
<b>Altura Fondo del Digestor</b>	0.71	ml
<b>Altura Total Tanque Imhoff</b>	6.76	ml
<b>Área de Lecho de Secado</b>	117.80	m2

Fuente: Elaboración Propia.

**5. Tratamiento Secundario:** El tratamiento secundario consiste en la eliminación de material orgánica disuelta y en mal estado coloidal, también es llamado biológico porque la descomposición se hace



por acción bacteriana hasta convertirla en sustancia simple que ya no se descompondrán más. Dentro de las unidades que se diseñaron para la presente tesis son los que se detallan a continuación:

**Filtro Biológico:** El diseño hidráulico del filtro biológico se muestra en la hoja de cálculo Excel en el Anexo 08, de los cuales en la tabla N° 16 se muestra el resultado:

**Tabla 16: Dimensionamiento de Filtro Biológico.**

RESULTADO	VALORES	UNIDAD
DBO Requerido en el Efluente (Se)	100.00	mg/l
Eficiencia del Filtro: $E = (S_o - S_e)/S_o$	68.00	%
Carga de DBO: $W = S_o x Q/1000$	47.50	KgDBO/día
Caudal Recirculante (QR)	0.00	m <sup>3</sup> /día
Razón de Recirculación: $R = QR/Q$	0.00	
Factor de Recirculación: $F = (1+R)/(1+R/10)^2$	1.00	
Volumen del Filtro: $V = (W/F) x (0.4425E/(1-E))^2$	42.99	m <sup>3</sup>
Profundidad del Medio Filtrante (H)	2.50	m
Área del Filtro: $A = V/H$	17.20	m <sup>2</sup>
Tasa de Aplicación Superficial: $TAS = Q/A$	8.77	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .día)
Carga Orgánica: $CV = W/V$	1.10	KgDBO/(m <sup>3</sup> .día)
Filtro Circular	4.68	m
Filtro Rectangular – Largo	5.00	m
Filtro Rectangular - Ancho	3.40	m

Fuente: Elaboración Propia.

**6. Tratamiento de Lodos:** El término de lodos se utiliza para designar a los sólidos que se sedimentan cuando las aguas negras pasan a través del tanque de sedimentación, el volumen de los lodos depende principalmente de su contenido de agua y muy poco de

carácter de la materia sólida, ya que al momento del salir del tanque los lodos contienen un 5% de sólidos y un 95 % de agua. Dentro de las unidades que se diseñaron para la presente tesis son los que se detallan a continuación:

**Lecho de Secado:** El diseño hidráulico del lecho de secado se muestra en la hoja de cálculo Excel en el Anexo 09, de los cuales en la tabla N°17 se muestra el resultado:

**Tabla 17: Dimensionamiento de Lecho de Secado.**

<b>RESULTADO</b>	<b>VALORES</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Tiempo de Digestión</b>	110.00	día
<b>Carga de Solidos</b>	193.20	Kg SS/día
<b>Masa de Solidos - Lodos</b>	62.80	Kg SS/día
<b>Volumen de Lodos Digeridos</b>	554.20	Lts/día
<b>Volumen de Lodos a Extraer</b>	61.00	m <sup>3</sup>
<b>Área del Lecho de Secado</b>	121.90	m <sup>2</sup>
<b>Largo del Lecho de secado</b>	12.20	m
<b>Ancho del Lecho de Secado</b>	10.00	m

Fuente: Elaboración Propia.

**7. Desinfección (Cloración):** El proceso de desinfección se realiza para eliminar los microorganismos patógenos que pueda haber en el agua que ha sido sometida a los tratamientos primarios y/o secundarios.

La desinfección se aplica antes del vertido de las aguas tratadas en corrientes especialmente sensibles a la presencia de microorganismos (aguas para recreación, contacto directo y algunas aguas de riego).

Desde un punto de vista general, un buen proceso de desinfección debe inactivar en el menor tiempo posible prácticamente todos los agentes patógenos usando bajas dosis y sin formar residuos o subproductos potencialmente dañinos para las aguas receptoras finales.

Para la presente tesis se seleccionó el método de desinfección con cloro (Cloración), debido a las siguientes razones:

- Costo requerido más bajo.
- Su obtención es fácil.
- Es posible un período largo de almacenamiento, por lo tanto, es apropiado para un sistema de respaldo.

El dimensionamiento del sistema de cloración se muestra en la hoja de cálculo Excel en el Anexo 10.

#### **4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

##### **Hipotesis de investigación:**

Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba

##### **Hipótesis estadística:**

**Ho:** No existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

**Hi:** Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba

**Nivel de significancia:**

0.05

**Prueba estadística:**

R de Pearson

**Correlaciones**

		Condiciones técnicas	Condiciones sociales
Condiciones técnicas	Correlación de Pearson	1,000	0,890**
	Sig. (bilateral)	.	0,000
	N	56	56
Condiciones sociales	Correlación de Pearson	0,890**	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	.
	N	56	56

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

### **Paso 3: Conclusión**

Con un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confianza del 95% , dado que el p valor 0.000 es menor a 0.05; por otra parte el coeficiente de correlación de R de Pearson = 0,890 se concluye que se rechaza la hipótesis nula no existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba: y se acepta la hipótesis alterna Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. EVALUACIÓN TÉCNICA Y SOCIAL DEL PTAR**

Después de haber realizado la evaluación técnica y social a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba, se elaboró el diagnóstico respectivo mediante el análisis comparativo con la normatividad vigente, encontrando la siguiente problemática:

- Respecto a la evaluación técnica se encontró deficiencias en el funcionamiento del PTAR existente en el Distrito de Huaribamba, el PTAR no se encuentra en condiciones óptimas para realizar tratamiento de agua residual, debido a la falta de mantenimiento y deterioro, por lo que no es posible tratar las aguas residuales domésticas, incluso está trabajado intermitentemente lo que ha aumentado la problemática ambiental porque se está enviando el agua residual directamente a la fuente hídrica del Riachuelo Huaribamba, generando así una fuerte contaminación a esta cuenca.
- Respecto a la evaluación social se evidencio que la gran mayoría de los usuarios califican al servicio de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, como regular, a su vez la totalidad de usuarios mencionan que el efluente del PTAR existente no recibe ningún tratamiento alguno y es vertido hacia el riachuelo Huaribamba por lo que consideran que estas pueden causar algún tipo de enfermedad.

- Así mismo se determinó que existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

## **5.2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PTAR**

Después de haber realizado el diagnostico situacional a los componentes que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, podemos mencionar lo siguiente:

En la actualidad no hay un adecuado tratamiento de las aguas residuales en la planta de tratamiento del Distrito de Huaribamba, debido a que la tecnología actual en el PTAR, no ha resultado favorable para el servicio, teniendo fallas de dimensionamiento en el diseño, como se pudo apreciar esta no presenta un tratamiento preliminar adecuado apreciándose la cámara de rejas saturada de aguas residuales, tuberías cristalizadas ya que están expuestas al sol, las aguas residuales no llegan al Tanque Imhoff por lo que se deriva directamente a los campos para luego llegar al riachuelo que pasa metros abajo, con respecto al tratamiento primario se apreció que el caudal de agua residual no ingresa al tanque imhoff, por lo que se encuentra inoperativo por condiciones de no ser utilizado para el cual fue diseñado y construido, del tratamiento secundario podemos mencionar que no cuenta con estructura del filtro biológico y se aprecia la salida de las aguas residuales los cuales salen directamente y se derivan hacia el riachuelo sin ningún tratamiento secundario alguno, finalmente del tratamiento terciario se apreció la saturación del lecho

de secado la cual colapso por falta de mantenimiento y mala operación. De todas las etapas de funcionamiento del PTAR se evidencio que la infraestructura carece del mantenimiento respectivo, por lo que se recomienda el rediseño del PTAR, acorde al desarrollo del Distrito de Huaribamba.

### **5.3. PARÁMETROS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

Después de haber realizado el análisis fisicoquímico y bacteriológico al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, podemos mencionar lo siguiente:

- El efluente procesado en la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba a la fecha no cumple con los límites máximos permisibles fijados por la norma vigente establecida por el MINAM. En el decreto supremo N° 003 – 2010, los parámetros evaluados no cumplen con estos aspectos principales necesarios para el cumplimiento de los límites máximos permisibles para el vertimiento en un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba), Los parámetros de mayor importancia son (DBO5, DQO, pH, aceites y grasas, sólidos totales en suspensión, coliformes totales), a continuación, se discuten los resultados del análisis fisicoquímico y bacteriológico del efluente:

- ✓ Se obtuvo 426 mg/l de contaminación de DBO5, en comparativo con la norma vigente establecida por el MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 100 mg/l, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba no se encuentra



dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).

- ✓ Se obtuvo 720 mg/l de contaminación de DQO, en comparativo con la norma vigente establecida por el MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 200 mg/l, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba no se encuentra dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).
- ✓ El nivel de contaminación de iones hidroxilo es de 7.9, en comparativo con la norma vigente establecida por el MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 6.5 a 8.5, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba se encuentra dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).
- ✓ Se obtuvo 6.0 mg/l de contaminación de aceites y grasas, en comparativo con la norma vigente establecida por el MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 20 mg/l, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba se encuentra dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).
- ✓ Se obtuvo 90 mg/l de contaminación de solidos suspendidos totales, en comparativo con la norma vigente establecida por el

MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 150 mg/l, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba se encuentra dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).

- ✓ Se obtuvo 2400NMP/100ml de contaminación de coliformes totales, en comparativo con la norma vigente establecida por el MINAM mediante el decreto supremo N° 003 – 2010, el límite máximo permisible para descargas a un cuerpo de agua es de 10,000NMP/100ml, por lo que el agua tratada en el PTAR del Distrito de Huaribamba se encuentra dentro de los limite máximos permisibles para ser vertido a un cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).

#### **5.4. DIAGNOSTICO SOCIAL**

Después de haber determinado el grado de satisfacción por parte de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, podemos mencionar lo siguiente:

- El 54% de los usuarios encuestados califican al servicio de tratamiento de aguas residuales como regular, el 39% califican como buena y el 7% lo califican como mala.
- El 100% de los usuarios encuestados afirman que el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, no recibe tratamiento alguno antes de ser derivado al riachuelo Huaribamba.

- El 53% de los usuarios encuestados se encuentran dispuestos a realizar el pago por un buen servicio de alcantarillado de S/ 3.00 – S/ 5.00, el 7% el pago de S/ 5.00 – S/ 7.00, el 11% de S/ 7.00 – S/ 10.00, otro 11% el pago de S/ 2.50 – S/ 3.00 y el 18% no especifica.
- El 86% de los usuarios encuestados indican que sus viviendas se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado y el 14% no se encuentran conectados.
- El 61% de los usuarios encuestados indican que las aguas efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba puede causar enfermedades y el 39% indican que no causan enfermedades estas aguas residuales.
- El 100% de los usuarios encuestados se encuentran disponibles en participar en la ejecución del mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.

## **5.5. PROPUESTA TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DEL PTAR**

Después de haber evaluado la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, se propone el mejoramiento de dicha infraestructura, como se detalla a continuación.

- La cámara de reja que se propone tendrá las siguientes dimensiones: ancho de canal de 0.50 m y longitud máxima de 1.85 m.
- El desarenador que se propone tendrá las siguientes dimensiones: ancho de 0.5m, longitud máxima de 2.85 m, con una altura de descarga de 0.90 m.

- El Tanque imhoff que se propone tendrá las siguientes dimensiones: ancho total de 5.30 m, largo total de 6.40 m, profundidad total de 6.76 m.
- El filtro biológico que se propone tendrá las siguientes dimensiones: ancho total de 3.40 m, largo total de 5.0 m y profundidad del medio filtrante de 2.50 m.
- El lecho de secado que se propone tendrá las siguientes dimensiones: ancho total de 10.0 m y largo total de 12.20 m.

## CONCLUSIONES

1. La planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba fue diseñada para tratar las aguas residuales domésticas del área urbana, pero debido a la falta de mantenimiento y deterioro no se encuentra en óptimas condiciones para tratar dichas aguas, incluso está trabajado intermitentemente por lo que se está derivando el agua residual directamente a la fuente hídrica del Riachuelo Huaribamba.
2. Los componentes de la PTAR que presentan daños por lo que se encuentran inoperativos son; la cámara de rejas que se encuentra saturada de basura, las tuberías cristalizadas ya que están expuestas al sol, el tanque imhoff no recibe el caudal respectivo de las aguas residuales, no cuenta con filtro biológico y las aguas se derivan hacia el riachuelo sin ningún tratamiento secundario alguno, finalmente se apreció la saturación del lecho de secado la cual colapso por la mala operación y falta de mantenimiento.
3. Los parámetros que se han analizado son: T(C°), pH(und), CE (us/cm), DBO5 (mg/l), DQO mg/l, ST (mg/l), DT (mg/l), Cloruros (mg/l), y Aceites y Grasas (mg/l), al comparar los valores determinados en el efluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S.003-2010-MINAM, se concluye que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales (DBO5, DQO) superan los límites máximos permisibles, contaminando y afectando de este modo el cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba).
4. El grado de satisfacción por parte de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, se evidencio que el 54% de los usuarios encuestados califican al servicio de tratamiento de aguas residuales como regular, el 39% califican como buena y el 7% lo califican como

mala, el 100% de los usuarios encuestados afirman que el efluente de la PTAR no recibe tratamiento, El 53% de los usuarios encuestados se encuentran dispuestos a realizar el pago por un buen servicio de alcantarillado de S/ 3.00 – S/ 5.00, el 7% el pago de S/ 5.00 – S/ 7.00, el 11% de S/ 7.00 – S/ 10.00, otro 11% el pago de S/ 2.50 – S/ 3.00 y el 18% no especifica, el 86% de los usuarios encuestados indican que sus viviendas se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado y el 14% no se encuentran conectados, el 61% de los usuarios encuestados indican que las aguas efluentes de PTAR puede causar enfermedades y el 39% indican que no causan enfermedades estas aguas residuales y el 100% de los usuarios encuestados se encuentran disponibles en participar en la ejecución del mejoramiento de la PTAR.

5. Se plantea una nueva propuesta técnica de mejoramiento, para un buen tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, la que permitirá contrarrestar los impactos negativos en la salud y el ambiente generados por la inoperatividad de la actual planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, dicho planteamiento comprende el tratamiento preliminar (cámara de rejillas y desarenador), tratamiento primario (tanque imhoff), tratamiento secundario (filtro biológico), mantenimiento del tratamiento de lodos (lecho de secado), y la desinfección del efluente mediante módulo de cloración.
6. Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba. Dado que el p valor 0.000 es menor a 0.05; por otra parte, el coeficiente de correlación de R de Pearson = 0,890.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba que permitan mejorar el tratamiento de dichas aguas y así evitar los vertimientos directos al cuerpo natural (Riachuelo Huaribamba)
2. Se recomienda realizar el mantenimiento respectivo de la infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba, el cual consistirá en la limpieza de la cámara de rejas y el desarenador, la frecuencia puede variar en función a la cantidad de material retenido en la reja.
3. Se recomienda que las autoridades respectivas deben de velar para que todas las instituciones públicas y privadas, cumplan la legislación y normatividad ambiental vigente como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos permisibles (LMP). para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.
4. Se recomienda que se tome conciencia por parte de la población, sobre la importancia que tienen las plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que es de suma importancia la realización de charlas para la concientización sobre los desechos que se arroja al alcantarillado y las consecuencias que se genera en la PTAR, cuando existe una alta concentración de material orgánica.
5. Se recomienda encargar a un operador permanente en la PTAR, quien será responsable del funcionamiento, además el operador deberá realizar los mantenimientos preventivos como limpieza, inspecciones visuales, etc. en la PTAR para evitar situaciones de emergencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aceros Deck. (2009). *Manual Técnico Para el uso de Placas Colaborantes para Losas de Entrepisos*. Lima - Perú: Publicaciones Aceros Deck.
2. Alvis, C. (2015). *Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
3. American Institute of Steel Construction. (2006). *Steel Construction Manual 13<sup>o</sup> Edition*. United States of America: AISC.
4. Arocutipa, J. (2013). *Evaluación y Propuesta Técnica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Massiapo del Distrito de Alto Inambari - Sandia*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
5. Caracheo, M. (2008). *Metodología de evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
6. Carbajal, M., & Villacorta, G. (2016). *Evaluación Técnica y Económica del Sistema Convencional de Alcantarillado Residual Entre Alcantarillado al Vacío en la Calle Garote, Distrito de Belén, Provincia de Maynas, Región Loreto*. Loreto, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
7. Chiriboga, I. (2016). *Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ubillus en la Parroquia Pintag e Implementación del Sistema de Gestión Integrado*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
8. Comité ACI 318. (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto estructural (ACI318S-05)*. Michigan - USA: FARMINGTON HILLS.
9. Correa, G. (2008). *Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia, Colombia*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.



10. Deck, A. (s.f.). *Manual Técnico Para el uso de Placas Colaborantes para Losas de Entrepisos*. Lima - Perú: Publicaciones Aceros Deck.
11. El Peruano. (2009). Norma E.060. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de Concreto armado.
12. Espinoza, R. (2010). *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
13. Freire, P. (2012). *Análisis y evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la empresa TEIMSA-Ambato*. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
14. Guerra, L. (2011). *Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Bassussarry utilizando biorreactores de membranas*. Satenejas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar (USB).
15. Gutarra, R. (2016). *Diseño de la Infraestructura Para el Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Biodiscos del Sistema de Alcantarillado de la Localidad de Huayllspanca - Sapallanga*. Perú: Universidad Peruana Los Andes.
16. Larreinaga, M., Romano, C., & Torres, N. (2005). *Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Propuesta Para El Tratamiento de las Aguas Residuales de la Zona Urbana del Municipio de Uluazapa, Departamento de San Miguel*. El Salvador: Universidad Panamericana (UPAN).
17. Luis, J. (2013). *Prototipo de sistema de monitoreo para la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca*. Oaxaca, México: Universidad del Golfo de México.
18. Matos, N. (2017). *Reutilización de Aguas Grises en el Sistema Constructivo en la Universidad Peruana Los Andes - Facultad de Ingeniería, provincia de Huancayo*. Huancayo, Perú: Universidad Peruana Los Andes.

19. Oviedo, J., Pereira, W., & Vitola, C. (2007). *Evaluación Técnica del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Primera Brigada de Infantería de Marina BRIM - 1*. Colombia: Universidad de Sucre.
20. Ramos, C. (2014). *Modelo de Tratamiento de Aguas Residuales Lodos Activados Convencional en el Valle del Mantaro*. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
21. Rosas, D. (2008). *Generación de indicadores para la planta de tratamiento de aguas servidas de Osorno*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.
22. Toledo, J. (2010). *Propuesta de aplicación de la metodología beneficio costo (b/c) para la evaluación económica de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR): caso PTAR del Cusco*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
23. Zanabria, J. (2007). *Aplicación del Sistema de Saneamiento no Convencional Para el Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas en el Centro Poblado de Pampacancha - Lircay - Angaraes - Huancavelica*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

## **ANEXOS**

Anexo - 01. Matriz de Consistencia.

Anexo - 02. Análisis Físicoquímico y Bacteriológico.

Anexo - 03. Encuesta de Diagnostico Social.

Anexo - 04. Población de Diseño.

Anexo - 05. Cálculo de Caudales de Aguas Residuales.

Anexo - 06. Dimensionamiento de Canal de Entrada, Cámara de Rejas y Desarenador.

Anexo - 07. Dimensionamiento de Tanque Imhoff.

Anexo - 08. Dimensionamiento de Filtro Biológico.

Anexo – 09. Dimensionamiento de Lecho de Secado.

Anexo – 10. Dimensionamiento del Sistema de Cloración.

Anexo – 11. Planos.

## Anexo Nro. 01: Matriz de Consistencia

<b>TÍTULO: EVALUACIÓN TÉCNICA Y SOCIAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE HUARIBAMBA</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el resultado de la evaluación situacional técnico y social de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a) ¿Cuáles son los componentes y su estado de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales?</p> <p>b) ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y biológicos que presenta el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales?</p> <p>c) ¿Cuál es grado de satisfacción de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales?</p> <p>d) ¿Cuáles son las mejoras técnicas para el tratamiento de aguas residuales según el tipo de planta de tratamiento de aguas residuales que tiene el distrito de Huaribamba?</p> <p>e) ¿Cuál es la relación de la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento del Distrito de Huaribamba?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar los resultados de la evaluación situacional técnica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales, del Distrito de Huaribamba</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a) Establecer los componentes que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el análisis comparativo de éstos con los parámetros y normas vigentes de dicha infraestructura del Distrito de Huaribamba.</p> <p>b) Definir los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.</p> <p>c) Determinar el grado de satisfacción de los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales que tiene el Distrito de Huaribamba.</p> <p>d) Establecer propuestas de mejoras técnicas en función al diagnóstico obtenido de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.</p> <p>e) Determinar la relación de la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales, del Distrito de Huaribamba</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>De la evaluación situacional técnico y social se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba, se encuentra en óptimas condiciones.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>El estado de funcionamiento de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba es óptimo y sus componentes se alinean a los parámetros establecidos en la normatividad vigente.</p> <p>Los parámetros fisicoquímicos y biológicos que presenta el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba se encuentran dentro los límites máximos permisibles.</p> <p>La planta tratamiento de aguas residuales satisface a los usuarios en el proceso de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.</p> <p>Las mejoras técnicas para el tratamiento de aguas residuales es la inclusión del diseño del filtro biológico a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaribamba.</p> <p>Existe relación directa entre la evaluación de las condiciones técnicas y sociales de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.</p>	<p><b>Variable:</b></p> <p>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.</p> <p><b>Parámetros:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento de Componentes de Planta de Tratamiento.</li> <li>• Parámetros Físicoquímicos y Biológicos.</li> <li>• Mejoras para Tratamiento de Aguas Residuales.</li> </ul>	<p><b>Método de investigación</b></p> <p>Método científico</p> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Aplicada y/o tecnológica</p> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <p>Descriptivo - Correlacional</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>No Experimental - Transeccional</p> <p><b>Población</b></p> <p>Ev. Social: Población beneficiaria del distrito de Huaribamba 523 familias. Ev. Técnica: Planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Huaribamba.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Ev. Social: 56 familias de distintos sectores del distrito de Huaribamba. Ev. Técnica: Aguas residuales del efluente y afluente de la planta de tratamiento del distrito de Huaribamba.</p>

## Anexo - 02.

### Análisis Físicoquímico y Bacteriológico.



#### LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017

##### INFORME DE ENSAYO: SE-0521-18

Cliente	: CARMEN PICHARDO HUACHUPOMA
Dirección	: Av. Túpac Amaru N° 403 (N° 405) - Lima
Tipo de muestra	: Agua Residual.
Cantidad de muestras	: Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.
Fecha de muestreo	: 2018-07-13, 09:26 horas.
Procedimiento de muestreo	: Muestreo realizado por ECOLAB SRL: IC-22: Muestreo en Aguas Residuales.
Procedencia de las muestras	: Ciudad de Huaribamba Proyecto: "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de Huaribamba, Provincia de Taya-caja".
Ubicación del punto de muestreo	: Coordenadas UTM (Sistema WGS 84): W-GRLSM-07-18: 18358053E, 8699395N.
Lugar de recepción de las muestras	: Calle Beta N° 135, Callao.
Fecha de recepción de las muestras	: 2018-07-13.
Fecha de ejecución del ensayo	: Del 2018-07-13 al 2018-07-23.

##### Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Aceites y Grasas	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Demanda Química de Oxígeno	Sólidos Suspendidos Totales
	mg/L	mg/L	mgO <sub>2</sub> /L	mg/L
W-GRLSM-07-18 (Efluente Final)	6,0	426,0	720,0	90,0

##### Métodos de ensayos:

- Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test: Azide Modification.
- Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
- Sólidos Suspendidos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 1 de 4

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

**INFORME DE ENSAYO: SE-0521-18**

Cliente : CARMEN PICHARDO HUACHUPOMA  
 Dirección : Av. Túpac Amaru N° 403 (N° 405) - Lima  
 Tipo de muestra : Agua Residual.  
 Cantidad de muestras : Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.  
 Fecha de muestreo : 2018-07-13, 09:26 horas.  
 Procedimiento de muestreo : Muestreo realizado por ECOLAB SRL:  
 IC-22: Muestreo en Aguas Residuales.  
 Procedencia de las muestras : Ciudad de Huaribamba  
 Proyecto: "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y  
 Alcantarillado en la Localidad de Huaribamba, Provincia de Tayaaja".  
 Ubicación del punto de muestreo : Coordenadas UTM (Sistema WGS 84):  
 W-GRLSM-07-18: 18358053E, 8699395N.  
 Lugar de recepción de las muestras : Calle Beta N° 135, Callao.  
 Fecha de recepción de las muestras : 2018-07-13.  
 Fecha de ejecución del ensayo : Del 2018-07-13 al 2018-07-23.

**Resultados:**

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Aceites y Grasas mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO <sub>2</sub> /L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L
W-GRLSM-07-18 (Efluente Final)	6,0	426,0	720,0	90,0

**Métodos de ensayos:**

- Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. Azide Modification.
- Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
- Sólidos Suspendidos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El período de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: **SE-0521-18**

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	pH <sup>(1)</sup>	Temperatura <sup>(2)</sup> °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Sólidos Sedimentables ml/L/h
W-GRLSM-07-18 (Afluente Final)	7,9	16,7	4,3	5,5

(1) Medición en campo

(2) Valor asociado a la muestra durante la medición del pH

Métodos de ensayos:

- pH (medición en campo): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H<sup>+</sup> B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
- Temperatura en campo: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.
- Oxígeno Disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
- Sólidos Sedimentables: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22nd Ed. 2012. Solids. Settleable Solids.

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Coliformes Fecales NMP/100mL
W-GRLSM-07-18 (Afluente Final)	9,2 x 10 <sup>6</sup>

\* "Ensayo realizado en un laboratorio externo y está acreditado ante el IAS. La validez de los informes de ensayo de IAS es reconocido por INACAL-DA, según el Acuerdo de Reconocimiento Multilateral del ILAC."

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El período de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perechibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 2 de 4

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: **SE-0521-18**

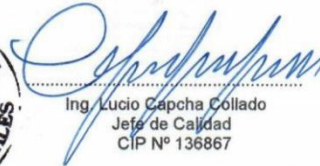
Método de ensayo:

- Coliformes Fecales: SM 9221 E / 9221 C, 22<sup>nd</sup> Ed. 2012. Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure.

Estado y condiciones de la muestra: La muestra llegó refrigerada. Muestra preservada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (DQO, Aceites y grasas), Oxígeno Disuelto (Reactivo I y Reactivo II).



Qco. M<sup>ra</sup>. Julietta Cáceres Contreras  
Jefe de Laboratorio  
CQP N° 1208



Ing. Lucio Capcha Collado  
Jefe de Calidad  
CIP N° 136867

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 3 de 4



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: SE-0521-18

**ANEXO  
LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN**

Determinación	unidades	L. C. M.
Aceites y Grasas	mg/L	1,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg	£ 2,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,9
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	0,1*

L. C. M.: Límite de Cuantificación del Método, estimados para agua residual.

£ El método establece como señal significativa mínima de variación en masa cuantificable.

\* Lectura mínima de la graduación del cono Imhoff, material volumétrico.

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; sólo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

**INFORME DE ENSAYO: SE-0521-18**

Cliente : CARMEN PICHARDO HUACHUPOMA  
 Dirección : Av. Túpac Amaru N° 403 (N° 405) - Lima  
 Tipo de muestra : Agua Residual.  
 Cantidad de muestras : Es 01 muestra en frascos de plásticos y vidrio.  
 Fecha de muestreo : 2018-07-13, 09:26 horas.  
 Procedimiento de muestreo : Muestreo realizado por ECOLAB SRL:  
 IC-22: Muestreo en Aguas Residuales.  
 Procedencia de las muestras : Ciudad de Huaribamba  
 Proyecto: "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y  
 Alcantarillado en la Localidad de Huaribamba, Provincia de Taya-caja".  
 Ubicación del punto de muestreo : Coordenadas UTM (Sistema WGS 84):  
 W-GRLSM-07-18: 18358053E, 8699395N.  
 Lugar de recepción de las muestras : Calle Beta N° 135, Callao.  
 Fecha de recepción de las muestras : 2018-07-13.  
 Fecha de ejecución del ensayo : Del 2018-07-13 al 2018-07-23.

**Resultados:**

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	Aceites y Grasas mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno mg/L	Demanda Química de Oxígeno mgO <sub>2</sub> /L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L
W-GRLSM-08-18 (Efluente Final)	13,18	479,0	804,0	97,01

**Métodos de ensayos:**

- Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test: Azide Modification.
- Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
- Sólidos Suspendidos Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 1 de 4

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: **SE-0521-18**

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones			
	pH <sup>(1)</sup>	Temperatura <sup>(2)</sup> °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Sólidos Sedimentables ml/L/h
W-GRLSM-08-18 (Afluente Final)	7,0	15,7	6,6	7,5

(1) Medición en campo

(2) Valor asociado a la muestra durante la medición del pH

Métodos de ensayos:

- pH (medición en campo): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H<sup>+</sup> B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
- Temperatura en campo: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.
- Oxígeno Disuelto: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
- Sólidos Sedimentables: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22nd Ed. 2012. Solids. Settleable Solids.

Resultados:

Descripción de la muestra	Determinaciones
	*Coliformes Fecales NMP/100mL
W-GRLSM-08-18 (Afluente Final)	11,0 x 10 <sup>6</sup>

\* "Ensayo realizado en un laboratorio externo y está acreditado ante el IAS. La validez de los informes de ensayo de IAS es reconocido por INACAL-DA, según el Acuerdo de Reconocimiento Multilateral del ILAC."

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El período de custodia de la muestra está definido por 30 días calendario de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 2 de 4

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: **SE-0521-18**

Método de ensayo:

- Coliformes Fecales: SM 9221 E / 9221 C, 22<sup>nd</sup> Ed. 2012. Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure.

Estado y condiciones de la muestra: La muestra llegó refrigerada. Muestra preservada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (DQO, Aceites y grasas), Oxígeno Disuelto (Reactivo I y Reactivo II).

  
Qco. M<sup>a</sup>. Julietta Cáceres Contre  
Jefe de Laboratorio  
CQP N° 1208

  
ECOLAB S.R.L.  
SERVICIOS AMBIENTALES

  
Ing. Lucio Capcha Collado  
Jefe de Calidad  
CIP N° 136867

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendarios de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 3 de 4

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-017**

INFORME DE ENSAYO: **SE-0521-18**

**ANEXO  
LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN**

Determinación	unidades	L. C. M.
Aceites y Grasas	mg/L	1,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg	£ 2,5
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,9
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	0,1*

L. C. M.: Límite de Cuantificación del Método, estimados para agua residual.

£ El método establece como señal significativa mínima de variación en masa cuantificable.

\* Lectura mínima de la graduación del cono Imhoff, material volumétrico.

*El presente informe es redactado íntegramente en ECOLAB SRL, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de ECOLAB SRL; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El periodo de custodia de la muestra está definido por 30 días calendarios de ingresado la muestra al laboratorio, excedido el tiempo o menos días será eliminada en función de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.*

Callao, 25 de Julio de 2018.

Página 4 de 4

### Anexo - 03.

## Encuesta de Diagnóstico Social.

	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ENCUESTA</b></p> <p>Señores agradecerles por anticipado en responder la presente encuesta, se realiza con propósitos académicos de investigación a fin de conocer la satisfacción de los clientes en relación al Servicio de Agua Potable y Alcantarillado del distrito de Huaribamba, por lo que su opinión es muy valiosa para nosotros, a partir de esta información se realizará algunas propuestas para mejorar la satisfacción de los clientes.</p> <p>Para ello le solicitamos conteste la siguiente encuesta, marcando con una (X) en la respuesta que más se adecua según su punto de vista, considerando la escala propuesta.</p>								
N°	Pregunta	Respuesta							
01	Calificación del Servicio de Tratamiento de Aguas Residuales.	Mala	Regular	Buena					
02	Disposición de Pago por un Buen Servicio de Alcantarillado.*	Si	No						
03	Tratamiento al Efluente del Tratamiento de Aguas Residuales.	Si	No						
04	Conexión al Sistema de Alcantarillado.	Si	No						
05	Agua Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Causa Enfermedades.	Si	No						
06	Participación de la Población en el Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.	Si	No						
<p>* En el caso de ser la respuesta afirmativa ¿cuánto es el promedio o rango de monto que podría abonar por el servicio?</p> <table border="1"><tr><td>S/ 2.50 – 3.00</td></tr><tr><td>S/. 3.00 – 5.00</td></tr><tr><td>S/ 5.00 – 7.00</td></tr><tr><td>S/ 7.00 - 10.00</td></tr><tr><td>No Especifica</td></tr></table> <p style="text-align: center;"><i>¡Muchas Gracias por su opinion y apoyo!</i></p>					S/ 2.50 – 3.00	S/. 3.00 – 5.00	S/ 5.00 – 7.00	S/ 7.00 - 10.00	No Especifica
S/ 2.50 – 3.00									
S/. 3.00 – 5.00									
S/ 5.00 – 7.00									
S/ 7.00 - 10.00									
No Especifica									

### Anexo - 04.

#### PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL HUARIBAMBA

#### CALCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO

Tasa de Crecimiento regional

r = 1.17%

TASA DE CRECIMIENTO A TOMAR:

r = 1.17%

AÑO	POBLACION		VIVIENDA		POBLACION HUARIBAMBA
	TOTAL	TASA (%)*	TOTAL	DENSIDAD (hab/viv)	
2016	266	1.17%	73.00	3.65	UBS
2016	1643	1.17%	450.00	3.65	CONEXIONES

#### POBLACION DE DISEÑO PTAR

PERIODO		Población Proyectada Conexiones Domiciliarias	Población total Huaribamba
Nº	AÑO		
0	2016	1643	1909
1	2017	1662	1931
2	2018	1681	1954
3	2019	1700	1976
4	2020	1719	1998
5	2021	1739	2021
6	2022	1758	2043
7	2023	1777	2065
8	2024	1796	2088
9	2025	1815	2110
10	2026	1835	2132
11	2027	1854	2155
12	2028	1873	2177
13	2029	1892	2199
14	2030	1912	2222
15	2031	1931	2244
16	2032	1950	2266
17	2033	1969	2289
18	2034	1988	2311
19	2035	2008	2333
20	2036	2027	2356

### Anexo - 05. Cálculo de Caudales de Aguas Residuales.

<b>CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO PTAR</b>	
Población de Diseño:	Pactual = 1,643 hab
Tasa de crecimiento poblacional:	r = 1.17 %
Horizonte:	t = 20 años
Población FPD:	Pfinal = 2027 hab
Dotación:	Dot = 120 l/hab/día
Pérdidas físicas:	%p = 20%
Coeficiente de máxima demanda diaria:	K <sub>1</sub> = 1.3
Coeficiente de máxima demanda horaria:	K <sub>2</sub> = 2.0
Coeficiente de contribución máxima diaria al desagüe:	K = 1.3
Coeficiente de contribución mínima horaria al desagüe:	Kmin = 0.5
Coeficiente de contribución máxima horaria al desagüe:	Kmax = 2.0
Porcentaje de contribución:	%C = 0.80
Caudales de diseño según el análisis de la demanda:	
Caudales de contribución al desagüe (Caudales de Diseño PTAR):	<b>Qpd = 2.82 lps</b>
	<b>Qmin = 1.41 lps</b>
	<b>Qmax = 5.63 lps</b>
	<b>Qmd = 3.66 lps</b>



Anexo - 06. Dimensionamiento de Canal de Entrada, Cámara de Rejas y Desarenador.

DISEÑO DE CAMARA DE REJAS						
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAMELICA"					
LUGAR:	DISTRITO DE HUARIBAMBA					
NUMERO	DESCRIPCION	SIMBOLO	CALCULO	UNIDAD	NORMA	
1.00	Coef. De variacion max. Horaria	K2=	2.00			
2.00	Coef. De variacion minima	K3=	1.30			
3.00	Caudal Promedio	Qp=	0.00282	m3/s		
4.00	Caudal Máximo Horario	Qmh=	0.00563	m3/s		
5.00	Caudal Mínimo	Qmin=	0.00366	m3/s		
6.00	Coeficiente de Manning	n=	0.013			
7.00	Pendiente del Canal	S=	0.001	m/m.		
8.00	Separación entre barras	a=	3.0	cm.	OS-090 <2.0Cm - 5.0 Cm>	
9.00	Ancho de las barras	e=	0.8	cm.	OS-090 <0.5 cm - 1.5cm>	
10.00	Velocidad entre rejas	V=	0.6	m/s.	OS-090 <0.6 - 0.75>m/s	
11.00	Eficiencia entre las rejas	E= (a/(e+a))	0.80		Eficiencia: 0.60-0.75 recom: 0.75	
<b>RESULTADOS</b>						
<b>Para Caudal Máximo</b>						
12.00	Area útil	Au=Qmh/V	0.009	m2		
13.00	Velocidad de aproximación	Vo=V*E	0.48	m/s.	OS-090 <0.3 - 0.6>m/s	
14.00	Area aguas arriba de la reja	Aar=Qmh/Vc	0.0117	m2		
15.00	Ancho sugerido	B=	0.50	m.		
16.00	Tirante para reja limpia	Ymáx=Aar/B	0.023	m.		
17.00	Hf (Perdida de carga Metcalf)	hf=1.143(V <sup>2</sup> -Vo <sup>2</sup> )/2g	0.008	m.		
18.00	<b>Para rejas sucias</b>					
19.00	Area obstruida (50%)	Aob=	0.018	m2		
20.00	Tirante	Aob/B=	0.035	m.		
21.00	<b>Para Caudal Mínimo</b>					
22.00	Tirante <i>itere tirantes</i>		0.01670	m.		
23.00	Caudal		0.00115	m3/s.	CORREGIR	
24.00	Velocidad mínima		0.44	m/s.	OS-090 <0.3 - 0.6>m/s	
<b>B) DISEÑO DE REJAS</b>						
24.00	N (Número de barras)	N=	15	barras		
25.00	<u>Pérdida de carga en las rejas:</u>					
0.00	Veloc.a través de rejas sucias	v=2*V	1.20	m/s.		
26.00	Velocidad aguas arriba	Vo=	0.48	m/s.		
25.00	Pérdida de carga (sucía)	hf=1.143(v <sup>2</sup> -Vo <sup>2</sup> )/2	0.07	m.		

CALCULO DE LA LONGITUD DE LA TRANSICION				
26.00	Caudal máximo horario	Qmh=	0.00563	m3/s.
27.00	Diámetro de la tubería de llegada	D=	0.15	m.
28.00	Velocidad en la tubería de llegada	V1=	0.79	m/s.
29.00	Longitud de transición	L=	0.79	m.
		<b>L recomendado=</b>	<b>1.85</b>	<b>m.</b>
30.00	Pérdida de carga en la transición	$hf=0.1(V1-Vo)/2g$	0.0005	m.
CALCULO DE LA VENTANA DE CAPTACION DE LA CANALETA BY PASS				
31.00	Caudal máximo horario	Qmh=	0.0056	m3/s.
32.00	Separación entre barras	a1=	3.00	cm. OS-090 <20mm - 50 mm>
33.00	Ancho de las barras	e1=	1.50	cm. OS-090 <5mm - 15mm>
34.00	Eficiencia entre las rejas	E1=	0.67	Eficiencia: 0.60-0.75 recom: 0.75
35.00	Area obstruida (%)		25.00	
36.00	Longitud de la ventana	<i>iterar</i>	0.20	m.
37.00	Altura de la ventana	$hv=(Qmh/((1-A/100)*L)*E)$	0.098	m. <i>Tirante de agua</i>
		Altura de la ventana (minimo)	0.100	m.
38.00	Velocidad a traves de la ventana	$Qmh/(hv*L)$	0.29	m/s.
39.00	He, Ubicación del by pass respecto al fondo		0.04	m.
	He minimo = Diámetro de la tubería de llegada + 0.10 m		0.25	m.
40.00	N (Número de barras)		4	barras
CALCULO DEL TIRANTE HIDRAULICO AGUAS ABAJO DE LA REJA				
41.00	P, Altura de la grada		0.10	m.
42.00	q Caudal unitario		0.011	m3/s/m
43.00	Yc Tirante Critico		0.02	m.
44.00	Lm Longitud de aproximación		0.12	m.
		<b>Lm (a considerar para diseño)</b>	<b>0.20</b>	<b>m.</b>
45.00	Y1 Tirante antes del resalto		0.01	m.
46.00	V1 Velocidad antes del resalto		0.89	m.
47.00	F Número de Froude		2.51	adim.
48.00	Y2 Tirante despues del resalto		0.04	m.
49.00	V2 Velocidad despues del resalto		0.29	m/s.
50.00	LRH Longitud del resalto hidraulico		0.16	m.
51.00	L2 Longitud posterior al resalto hidraulico		1.00	m.
52.00	H Carga hidraulica sobre la grada		0.03	m.
CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA CAMARA DE REJAS				
52.00	Y altura fondo a pelo agua del colector		0.14	m.
53.00	X distancia horizontal del chorro		0.13	m.
54.00	X1 distancia horizontal de la grada		0.10	m.
55.00	LTR long. Total camara de rejas		3.90	m.
56.00	LAR long. Antes de la reja		2.40	m.
57.00	LDR long. Despues de la reja		1.50	m.
58.00	H1 Altura de la camara antes de la reja		0.50	m.
59.00	H2 Altura de camara despues de la reja		0.60	m.

DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR					
PROYECTO:	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA"				
LUGAR:	DISTRITO DE HUARIBAMBA				
<b>1) DATOS DE DISEÑO</b>					
Caudal Promedio de Desagüe.....	Q'p =	0.00048	m <sup>3</sup> /seg		
Caudal Máximo Horario de Desagüe.....	Q'max =	0.00096	m <sup>3</sup> /seg	RNE	Qmh
Caudal Mínimo de Desagüe.....	Q'mín =	0.00063	m <sup>3</sup> /seg		
Velocidad horizontal del flujo de desagüe.....	Vh =	0.30	m/seg	RNE	0.30 m/s
Tasa de Acumulación de Arena.....	Taa =	0.03	lt/m <sup>3</sup>		
Coefficiente de rugosidad del concreto.....	n =	0.013			
<b>2) DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR</b> Para remocion de partículas de diametro medio o igual a 0.20mm.					
<b>2.1) Area Máxima de Sección Transversal</b>					
$Ast = Q'max / Vh$		<b>Ast =</b>	<b>0.003</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	
<b>2.2) Tirante Máximo de Desagüe en el Canal</b>					
$Ymax = Ast / B$					
Donde:	B.....	Ancho del Canal (mt)			
Asumiendo que el ancho del canal será de.....	<b>B =</b>	<b>0.30</b>	<b>mt</b>		
Entonces; el tirante máximo de desagüe en el canal será.....	<b>Ymax = H =</b>	<b>0.01</b>	<b>mt</b>		
<b>2.3) Área Superficial del Desarenador</b>					
$As = Q'max / Tad$					
Donde:	Q'max.....	Caudal máximo horario de desagüe (m3/h)			
	Tad.....	Tasa de aplicación de desagüe (m3/m2/h)			
	As.....	Áres superficial útil del desarenador (m2)			
Considerando que la "Tad" debe estar entre < 45 - 70 > m3/m2/h,		RNE			
asumiremos un valor conservador equivalente a.....	<b>Tad =</b>	<b>45.00</b>	<b>m3/m2/h</b>		
Entonces; el área superficial útil del desarenador será de.....	<b>As =</b>	<b>0.080</b>	<b>m<sup>2</sup></b>		
<b>2.4) Longitud Útil del Desarenador</b>					
$L = As / B$					
Reemplazando valores, tendremos que.....	<b>L =</b>	<b>0.27</b>	<b>mt</b>		
	Asumimos	<b>L =</b>	<b>1.20</b>	<b>m</b>	
Ademas se debe verificar que L/H sea como minimo 25					
	L / H =	120.0	>	25	
<b>2.5) Calculo de la pendiente de fondo del canal</b>					
$S = ((n*Q)/(A*Rh^{(2/3)}))^{(2)}$					
S =	0.00881	m/m			

<b>3) DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA</b>																											
<b>3.1) Cantidad de Material Retenido</b>																											
$Vad = Q'p * Taa$ ..... (9)																											
Donde:	Vad.....	Volumen de arena diaria (m <sup>3</sup> /día)																									
	Q'p.....	Caudal promedio de desagüe (m <sup>3</sup> /día)																									
	Taa.....	Tasa de acumulación de arena (lt/m <sup>3</sup> )																									
Reemplazando valores, tendremos que.....	<b>Vad =</b>	<b>0.001</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>																								
<b>3.2) Período de Limpieza</b>																											
Se asumirá una limpieza de la Tolva cada.....	<b>PL =</b>	<b>50</b>	<b>días</b> (de 6 a 7 semanas)																								
Entonces; la Tolva tendrá que tener una capacidad de....	<b>Vtv =</b>	<b>0.062</b>	<b>m<sup>3</sup>/día</b>																								
<b>3.5) Dimensiones de la Tolva</b>																											
$Vtv = Lt \times Bt \times Ht$																											
Donde:	Lt.....	Largo de la Tolva (mt)																									
	Bt.....	Ancho de la Tolva (mt)																									
	Ht.....	Altura de la Tolva (mt)																									
Asumiendo los siguientes valores.....	Lt =	0.50	mt																								
	Bt =	0.30	mt																								
	Ht =	0.45	mt																								
Entonces, el volumen útil de la tolva será de.....	<b>Vtv =</b>	<b>0.068</b>	<b>m<sup>3</sup></b>																								
<b>4) DISEÑO DEL VERTEDERO PROPORCIONAL TIPO SUTRO</b>																											
$Q = 2.74 * (a^{0.5}) * b * [H - (a/3)]$ ..... (1)																											
Debemos escoger un Q menor al Q <sub>mín</sub> para asegurar que H > a :																											
Para un "Q" equivalente a....	Q =	0.00059	m <sup>3</sup> /seg < 0.00063 m <sup>3</sup> /seg																								
Asumiendo que "H = a",																											
Tendremos la siguiente expresión.....	$b = [3 * Q * a^{(-3/2)}] / (2 * 2.74)$																										
Dando valores a la variable "a" tendremos los siguientes valores para "b":																											
	<table border="1"> <thead> <tr><th>a</th><th>b</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.020</td><td>0.115</td></tr> <tr><td>0.030</td><td>0.063</td></tr> <tr><td>0.040</td><td>0.041</td></tr> <tr><td>0.050</td><td>0.029</td></tr> <tr><td>0.060</td><td>0.022</td></tr> </tbody> </table>	a	b	0.020	0.115	0.030	0.063	0.040	0.041	0.050	0.029	0.060	0.022	<table border="1"> <thead> <tr><th>a</th><th>b</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.070</td><td>0.018</td></tr> <tr><td>0.080</td><td>0.014</td></tr> <tr><td>0.090</td><td>0.012</td></tr> <tr><td>0.100</td><td>0.010</td></tr> <tr><td>0.110</td><td>0.009</td></tr> </tbody> </table>	a	b	0.070	0.018	0.080	0.014	0.090	0.012	0.100	0.010	0.110	0.009	
a	b																										
0.020	0.115																										
0.030	0.063																										
0.040	0.041																										
0.050	0.029																										
0.060	0.022																										
a	b																										
0.070	0.018																										
0.080	0.014																										
0.090	0.012																										
0.100	0.010																										
0.110	0.009																										
Elegimos.....	a =	0.020	mt ..... (2)																								
Entonces .....	b =	0.174	mt ..... (3)																								
Sabemos que.....	Q = Q' máx	0.00096	m <sup>3</sup> /seg ..... (4)																								

Despejando "H" de la ecuación (1):

$$H = (a/3) + \{ Q / [ 2.74 * (a^{0.5}) * b ] \} \dots\dots\dots (5)$$

Reemplazando (2), (3) y (4) en (5), tendremos que..... **H = 0.021 mt**      0.010 = Ymáx

Luego; procedemos al cálculo para el dibujo del SUTRO:

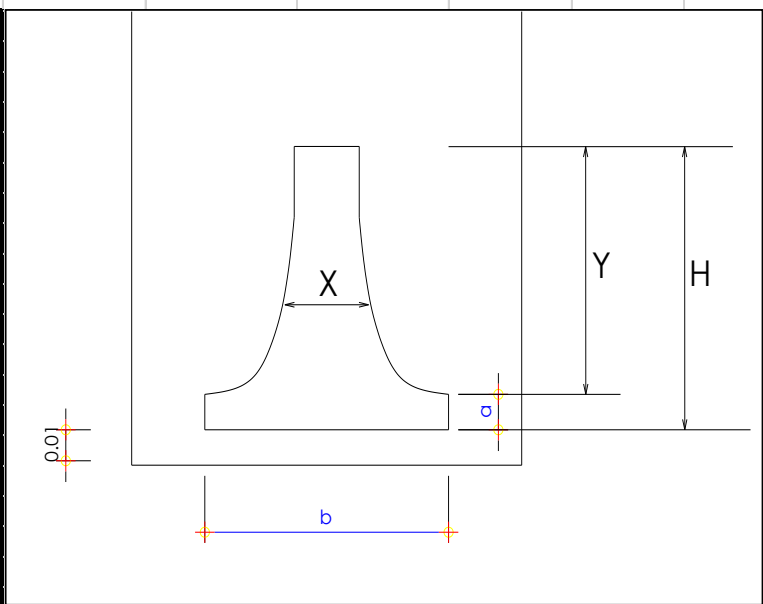
$$X = b * [ 1 - (( 2 / \pi ) * ( \arctang ( Y / a ) ^{0.5} ) ) ]$$

Y (m)	X (m)	X / 2
0.000	0.174	0.0870
0.050	0.062	0.0312
0.055	0.060	0.0301
0.060	0.058	0.0290
0.065	0.056	0.0280
0.070	0.054	0.0272
0.075	0.053	0.0264
0.080	0.051	0.0257
0.085	0.050	0.0250
0.090	0.049	0.0244
0.095	0.048	0.0238
0.100	0.047	0.0233
0.105	0.046	0.0228
0.110	0.045	0.0223
0.115	0.044	0.0219
0.120	0.043	0.0215
0.125	0.042	0.0211
0.130	0.041	0.0207
0.135	0.041	0.0204

Y (m)	X (m)	X / 2
0.140	0.040	0.0200
0.145	0.039	0.0197
0.150	0.039	0.0194
0.155	0.038	0.0191
0.160	0.038	0.0188
0.165	0.037	0.0186
0.170	0.037	0.0183
0.175	0.036	0.0181
0.180	0.036	0.0178
0.185	0.035	0.0176
0.190	0.035	0.0174
0.195	0.034	0.0172
0.200	0.034	0.0170
0.205	0.034	0.0168
0.210	0.033	0.0166
0.215	0.033	0.0164
0.220	0.032	0.0162
0.225	0.032	0.0160
0.230	0.032	0.0159

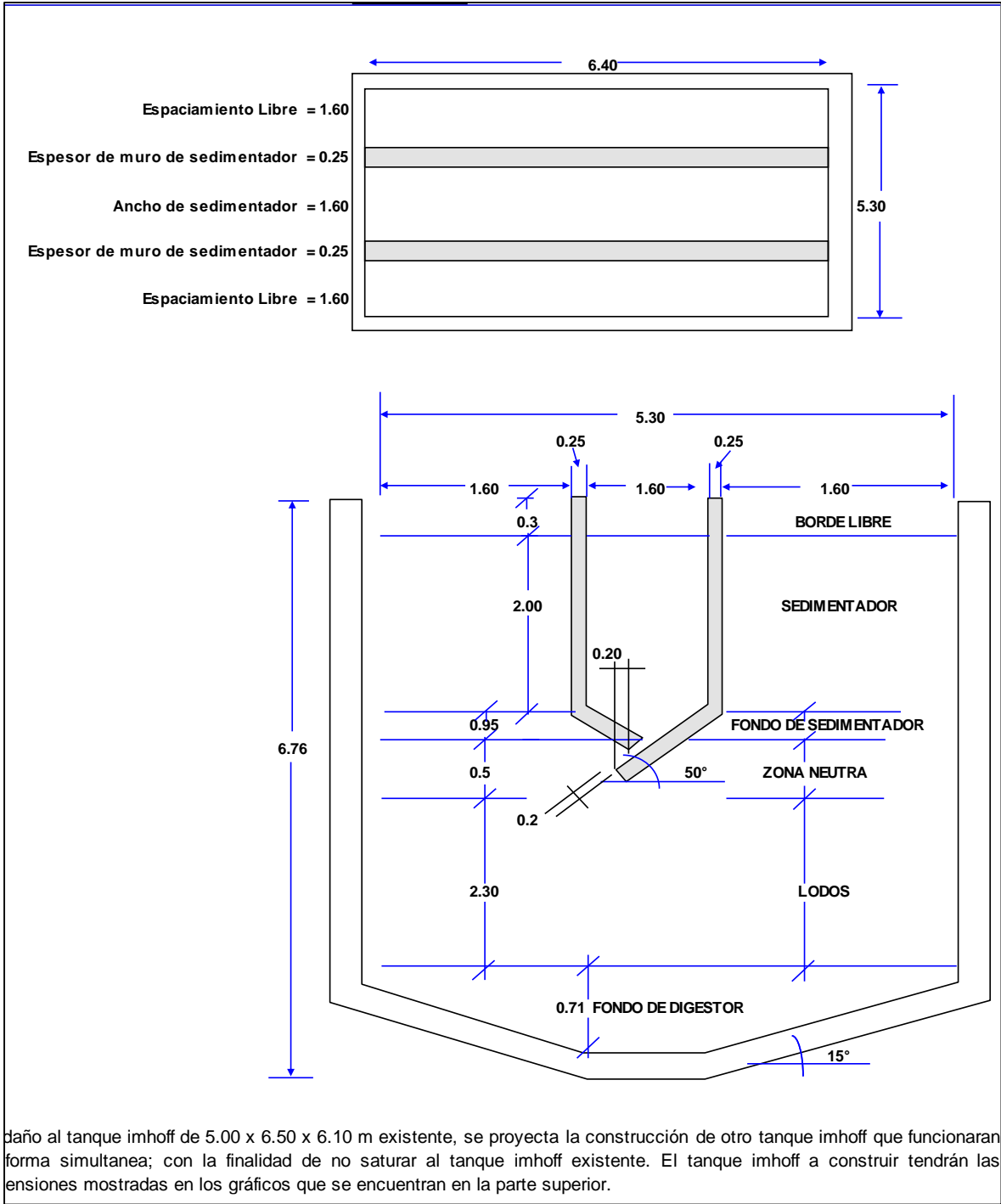
**LECTURA DE CAUDAL SEGÚN H:**

H	QM3/S	Q-LPS
0.020	0.0001	0.11
0.070	0.0006	0.62
0.075	0.0007	0.68
0.080	0.0007	0.73
0.085	0.0008	0.78
0.090	0.0008	0.83
0.095	0.0009	0.88
0.100	0.0009	0.94
0.105	0.0010	0.99
0.110	0.0010	1.04
0.115	0.0011	1.09
0.120	0.0011	1.14
0.125	0.0012	1.19
0.130	0.0012	1.25
0.135	0.0013	1.30
0.140	0.0013	1.35
0.145	0.0014	1.40
0.150	0.0015	1.45
0.155	0.0015	1.50



## Anexo - 07. Dimensionamiento de Tanque Imhoff.

<b><u>DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE IMHOFF</u></b>			
<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAMELICA"</b>			
<b>A PARAMETROS DE DISEÑO</b>			
1.- Población actual	1643	(Población de diseño - Conexiones Domiciliarias en total)	
2.- Tasa de crecimiento (%)	1.17		
3.- Período de diseño (años)	20		
4.- Población futura	2027	habitantes	
5.- Dotación de agua, l/(habx día)	120	L/(hab x día)	
6.- Factor de retorno	0.8		
7.- Altitud promedio, msnm	3020	m.s.n.m.	
8.- Temperatura mes más frío, en °C	5	°C	
9.- Tasa de sedimentación, m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> xh)	1	m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> x h)	
10.- Periodo de retención, horas	2	horas (1.5 a 2.5)	
11.- Borde libre, m	0.3	m	
12.- Volumen de Digestion, l/hab	70	L/hab	
➔ Volumen de digestión (Tanque Imhoff) requerido, m <sup>3</sup>	283.78	m <sup>3</sup>	
Volumen de Tanque Imhoff existente, m <sup>3</sup>	198.25	m <sup>3</sup>	
<b>Volumen de Tanque Imhoff a proyectar, m<sup>3</sup></b>	<b>85.53</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	
<b>DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE IMHOFF FALTANTE</b>			
13.- Relación L/B (teorico)	4.00	> a 3	
14.- Espaciamiento libre pared digestor al sedimentador, metros	1.60	m 1.0 mínimo	
15.- Angulo fondo sedimentador, radianes	50°	(50° - 60°)	
	0.8727	radianes	
16.- Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0.5	m	
17.- Factor de capacidad relativa	2.00		
18.- Espesor muros sedimentador, m	0.25	m	
19.- Inclimación de tolva en digestor	15°	(15° - 30°)	
	0.2618	radianes	
20.- Numero de troncos de piramide en el largo	1		
21.- Numero de troncos de piramide en el ancho	1		
22.- Altura del lodos en digestor, m	2.30	m	
23.- Requerimiento lecho de secado	0.05	m <sup>2</sup> /hab.	
<b>Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos</b>			
	<b>Temperatura</b>	<b>Tiempo digestión</b>	<b>Factor capacidad</b>
	°C	(días)	relativa
	5	110	2
	10	76	1.4
	15	55	1
	20	40	0.7
	> 25	30	0.5
<b>B RESULTADOS</b>			
24.- Caudal medio, l/día	194.59	m <sup>3</sup> /día	
25.- Area de sedimentación, m <sup>2</sup>	8.11	m <sup>2</sup>	
26.- Ancho zona sedimentador (B), m	1.60	m	
27.- Largo zona sedimentador (L), m	6.40	m	
28.- Prof. zona sedimentador (H), m	2.00	m	
29.- Altura del fondo del sedimentador	0.95	m	
30.- Altura total sedimentador, m	3.25	m	
31.- Volumen de digestión requerido, m <sup>3</sup>	85.53	m <sup>3</sup>	
32.- Ancho tanque Imhoff (Bim), m	5.30	m	
33.- Volumen de lodos en digestor, m <sup>3</sup>	90.06	m <sup>3</sup>	
34.- Superficie libre, %	60%	(min. 30%)	
35.- Altura del fondo del digestor, m	0.71	m	
36.- Altura total tanque imhoff, m	6.76	m	
37.- Area de lecho de secado, m <sup>2</sup>	101.35	m <sup>2</sup>	



## Anexo - 08. Dimensionamiento de Filtro Biológico.

<b><u>DIMENSIONAMIENTO DE FILTRO BIOLÓGICO</u></b>	
<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA"</b>	
Población de diseño (P)	2027 habitantes
Dotación de agua (D)	80.00 L/(habitante.día)
Contribución de aguas residuales (C)	80%
Contribución per cápita de DBO5 (Y)	28.8 grDBO5/(habitante.día)
Eficiencia Tratamiento anterior	30%
<b>Producción per cápita de aguas residuales: <math>q = P \times C</math></b>	<b>64 L/(habitante.día)</b>
<b>DBO5 teórica: <math>St = Y \times 1000 / q</math></b>	<b>450.0 mg/L</b>
Eficiencia de remoción de DBO5 del tratamiento primario (Ep)	30%
<b>DBO5 remanente: <math>So = (1 - Ep) \times St</math></b>	<b>315.0 mg/L</b>
<b>Caudal de aguas residuales: <math>Q = P \times q / 1000</math></b>	<b>129.7 m3/día</b>
Dimensionamiento del filtro percolador	
DBO requerida en el efluente (Se)	100 mg/L
<b>Eficiencia del filtro (E): <math>E = (So - Se)/So</math></b>	<b>68%</b>
<b>Carga de DBO (W): <math>W = So \times Q / 1000</math></b>	<b>40.86 KgDBO/día</b>
Caudal de recirculación (QR)	0 m3/día
<b>Razon de recirculación (R = QR/Q)</b>	<b>0</b>
<b>Factor de recirculación (F): <math>F = (1 + R)/(1 + R/10)^2</math></b>	<b>1</b>
<b>Volúmen del filtro (V): <math>V = (W/F) \times (0,4425E/(1-E))^2</math></b>	<b>36.99 m3</b>
Profundidad del medio filtrante (H):	2.50 m
<b>Area del filtro (A): <math>A = V/H</math></b>	<b>14.79 m2</b>
<b>Tasa de aplicación superficial (TAS): <math>TAS = Q/A</math></b>	<b>8.77 m3/(m2.día)</b>
<b>Carga orgánica (CV): <math>CV = W/V</math></b>	<b>1.10 Kg DBO/(m3.día)</b>
Filtro circular	
<b>Diámetro del filtro (d): <math>d = (4A/3,1416)^{1/2}</math></b>	<b>4.34 m</b>
Filtro rectangular	
Largo del filtro (l):	5.00 m
<b>Ancho del filtro (a):</b>	<b>3.00 m</b>
<b>FILTRO DE GRAVA</b>	
<b>Grava zarandeada 1" a 1 1/2"</b>	1.45 m
<b>Grava zarandeada 2" a 2 1/2"</b>	0.55 m
Borde Libre Superior	0.30 m
Altura Borde inferior Tubería a nivel de grava	0.50 m
Nivel de agua inicial debajo del nivel de grava	0.30 m
Ancho canal de recolección de aguas residuales	0.60 m



**Anexo – 09. Dimensionamiento de Lecho de Secado.**

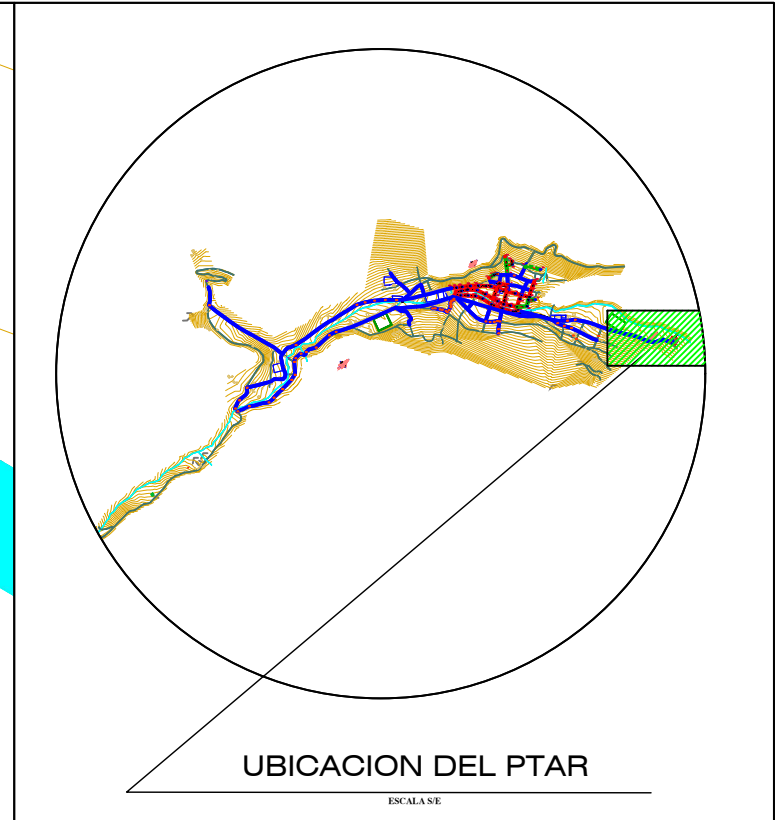
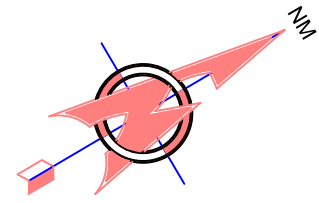
<b><u>DIMENSIONAMIENTO DE LECHO DE SECADO</u></b>			
<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAMELICA"</b>			
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
Poblacion de Diseño(Actual):	Pactual	1,643	Hab.
Población de diseño:	Pservida	2027	hab
Solidos en suspensión:	SS	82	g/hab/día
Densidad del lodo:	$\rho$	1.03	Kg/l
Porcentaje de sólidos:	%Sólidos	11.0%	
Temperatura mes más frío:	T	5	°C
Profundidad útil del lecho de secado:	Ha	0.50	m
<b>RESULTADOS:</b>			
Tiempo de digestión:	td	110.0	día
Carga de sólidos:	C	166.2	Kg SS/día
Masa de sólidos que conforman los lodos:	Msd	54.0	Kg SS/día
Volumen diario de lodos digeridos:	Vld	476.8	l/día
Volumen de lodos a extraerse del tanque:	Vel	52.4	m <sup>3</sup>
Área del lecho de secado:	Als	104.9	m <sup>2</sup>
<b>Dimensionamiento de las unidades:</b>			
Número de lechos de secado:	N	1.00	und
Ancho del lecho de secado:	B	10.00	m
Largo del lecho de secado:	L	10.50	m
Periodo entre descargas:		10	semanas
Número de descargas al año:	Ndescargas	5	
Carga anual:	Ca	60668	Kg SS/año
Carga superficial de sólidos:	Cs	116	Kg SS/m <sup>2</sup> /año
Requerimiento de lecho de secado:		0.052	m <sup>2</sup> /hab
<i>OBSERVACION: El lecho de secado existente si abastece al requerido; solo requiere mantenimiento cambio de lecho filtrante de grava, puesto a que se encuentra saturado).</i>			

## Anexo – 10. Dimensionamiento del Sistema de Cloración.

<b>DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CLORACIÓN</b>						
<b>CÁLCULO DE ALMACENAMIENTO DE CLORO</b>						
DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO		
Dosis máxima	$D_M =$	5.0	mg/l	$D = (D_M + D_m) / 2$	Dosis promedio (D)	
Dosis mínima	$D_m =$	2.5	mg/l		D =	3.75
Tiempo de almacenamiento	T =	60	dias	$W = Q * T * D / 1000$	Peso del cloro requerido en el periodo de almacenamiento (W)	
Caudal de Diseño	$Q_{mh} =$	5.63	l/s		W =	109.45
	$Q_{mh} =$	486.432	m <sup>3</sup> /d			
Peso de un cilindro	p =	67.0	Kg	$N = W / p$	Número de cilindros que se almacenarán (N)	
				N =	2.00	
Area que ocupa cada cilindro	$A_c =$	0.071	m <sup>2</sup>	$AT = 1.25 * A_c * N$	Area ocupado por los cilindros	
				AT =	0.18	m <sup>2</sup>
<b>CÁLCULO DE UNA ESTACIÓN DE CLORACIÓN</b>						
DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO		
Caudal de diseño	$Q_{mh} =$	5.63	l/s	$q = Q * D_M / C$	Caudal mínimo de agua requerido para la operación del difusor (q)	
Dosis máxima	$D_M =$	5.0	mg/l		q =	0.000008
Concentración de la solución	C =	3500	mg/l			
Velocidad en la tubería de alimentación de agua	V =	0.01061723	m/s	$A = q / V$	Area de la tubería	
				A =	0.000757528	m <sup>2</sup>
				$\phi = (4 * A / \pi)^{1/2}$	Diámetro de la tubería de alimentación de agua	
Diametro del difusor				$\phi =$	0.0311	m
				$\phi =$	1.223	pulg
				$\phi$ comercial =	1.500	pulg
Longitud de la tubería de alimentación de agua (recorrido de solución de cloro con dirección a difusor)	f =	0.030		$H_o = f * L * V^2 / (2 * g * \phi)$	Pérdida de carga por fricción	
	L =	1.60	m			
Aceleración de la gravedad	g =	9.81	m/s <sup>2</sup>		$H_o =$	0.0000018385
						m
Coefficiente total de pérdida de carga por accesorios (ver tabla N°1 - líneas abajo)	$\Sigma K =$	0.7		$H_m = \Sigma K * V^2 / (2 * g)$	Pérdida de carga menores	
					$H_m =$	0.0000402181
Presión requerida por el eyector (si no se utilizara eyector, considerar 0)	h =	0	m	$HT = h + H_o + H_s + H_m$	Carga dinámica total	
altura de sumergencia (profundidad de sumergencia del difusor, si no esta sumergido, considerar 0)	$H_s =$	0			HT =	0.0000420567
Tiempo de contacto	T =	30	min	$VT_c = Q * t$	Volumen del tanque de contacto de cloración	
				VTc =	9.18	m <sup>3</sup>
Dimensiones	b	1.00			Longitud Total de la Camara de Contacto	
	h	1.00			9.18	
	L	2.30			# de Camaras	4.00

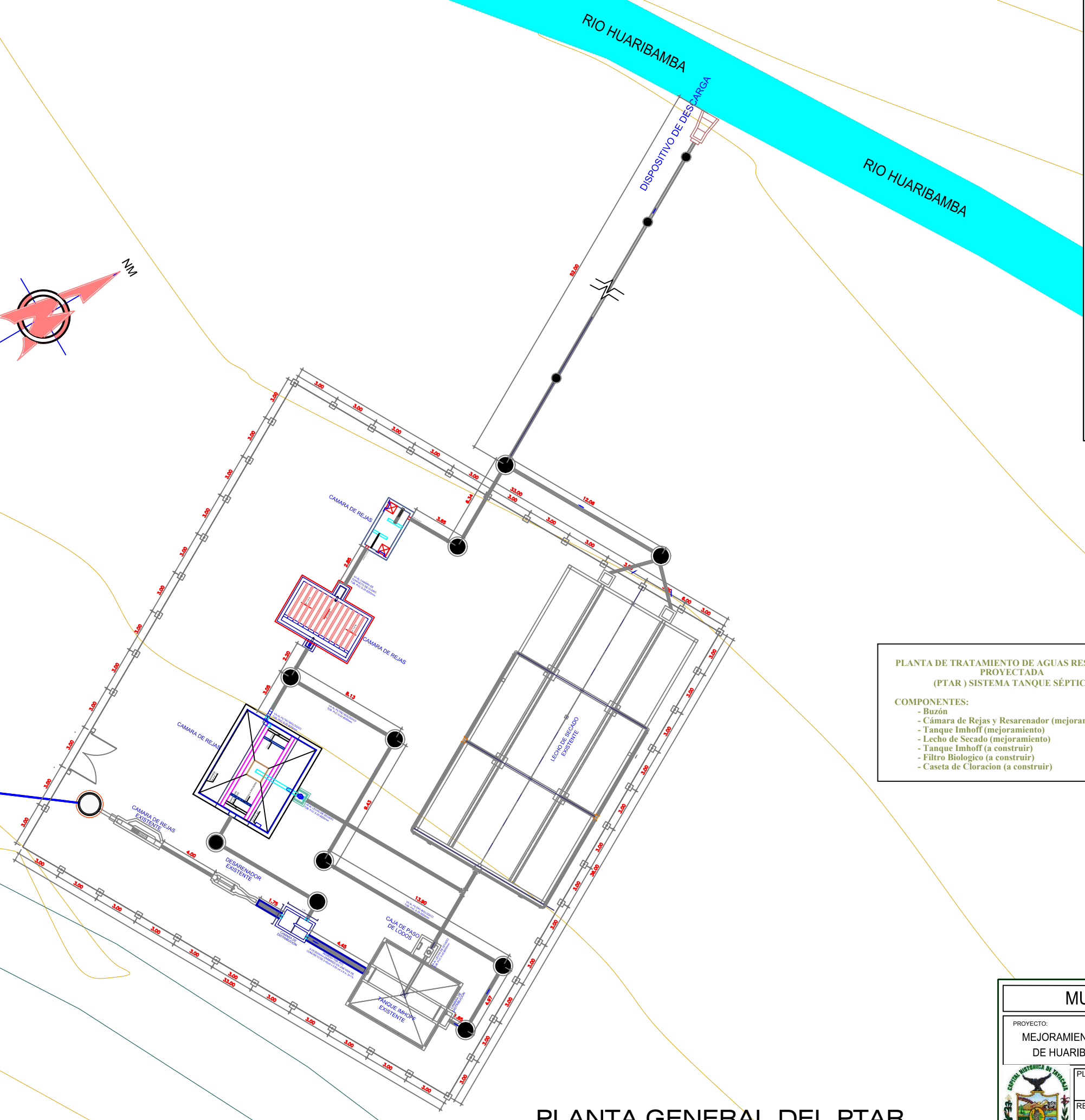
VERIFICACION			
<b>En la camara</b>		<b>En los cambios</b>	
ancho	1.0	ancho	0.2 ancho de muro
alto	1	alto	1
largo	2.3	largo	1.50 1.5 veces el ancho en la camara
N de cam	4.00	N de cam	3.00
Volumen Real	9.2	Volumen Real	0.9
Volumen Total Real	10.1		
Tiempo de Retencion Real	29.90 min		
<b>COEFICIENTES DE PERDIDA DE CARGA MENORES - Tabla N° 1</b>			
Especificar la cantidad de accesorios utilizados en la tubería que alimenta al difusor			
ACCESORIOS	N°	Kunit.	Kparc.
CODO	1	0.4	0.4
TEE		0.25	0
VALVULA DE COMPUERTA	1	0.3	0.3
VALVULA CHECK		0.3	0
FILTRO Y		3.5	0
TOTAL			0.7
<b>Tabla N°2: DISEÑO DE DIFUSORES</b>			
e (espacio entre orificios) =	7.50 cm	$N = B/e$	N = 13 Numero de orificios en el difusor -
$d_0$ (diametro de orificio) =	0.50 Pulg.	$A0 = \pi \cdot d_0^2 / 4$	A0 = 0.000126677 Seccion de los orificios m2
		$V0 = q/A0 \cdot N$	V0 = 0.004884 Velocidad en los orificios m/s
R =	0.46	$Vt = V0/R$	Vt = 0.010617234 Velocidad en la tubería m/s
		$At = q/Vt$	At = 1320.082416 Seccion del difusor m2
		$Dt = (\sqrt{(4At/\pi)})/0.0254$	Dt = 1.22 Diametro del difusor pulg
			Utilizar 1.5 pulg
B=	1.20 m	Longitud del Difusor	

## **Anexo – 11. Planos.**



UBICACION DEL PTAR

ESCALA 5/E




PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PROYECTADA  
(PTAR) SISTEMA TANQUE SÉPTICO

COMPONENTES:

- Buzón
- Cámara de Rejas y Resarenador (mejoramiento)
- Tanque Imhoff (mejoramiento)
- Lecho de Secado (mejoramiento)
- Tanque Imhoff (a construir)
- Filtro Biológico (a construir)
- Caseta de Cloración (a construir)

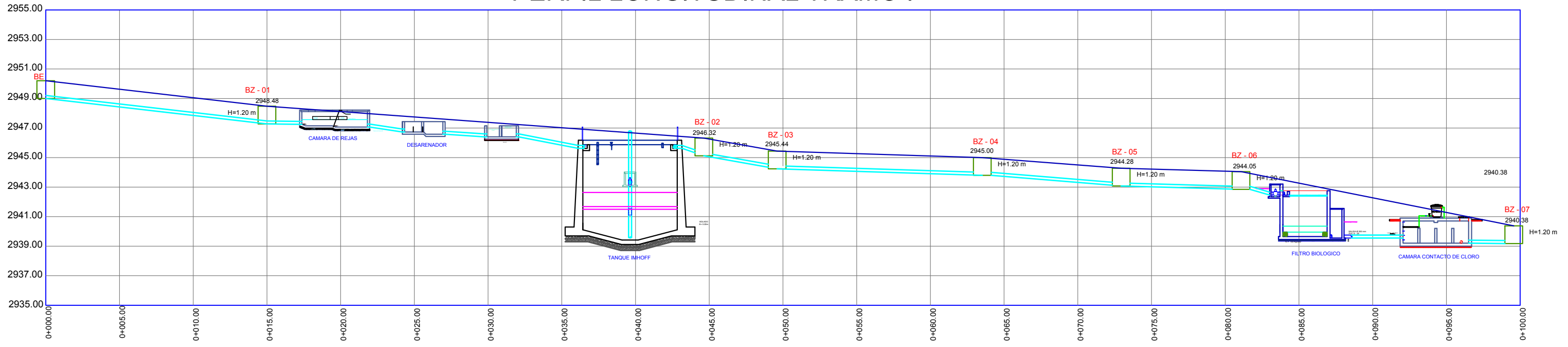
PLANTA GENERAL DEL PTAR  
ESCALA 1/150

<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA, PROVINCIA DE TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO: PLANTA GENERAL DEL PTAR PLANTA GENERAL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		LAMINA: <b>PGP-01</b>
	RESPONSABLE: C.S.P.H	CAD: C.S.P.H	
	FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA	
LOC: <b>HUARIBAMBA</b>	DIST: <b>HUARIBAMBA</b>	PROV: <b>TAYACAJA</b>	DPTO: <b>HUANCVELICA</b>

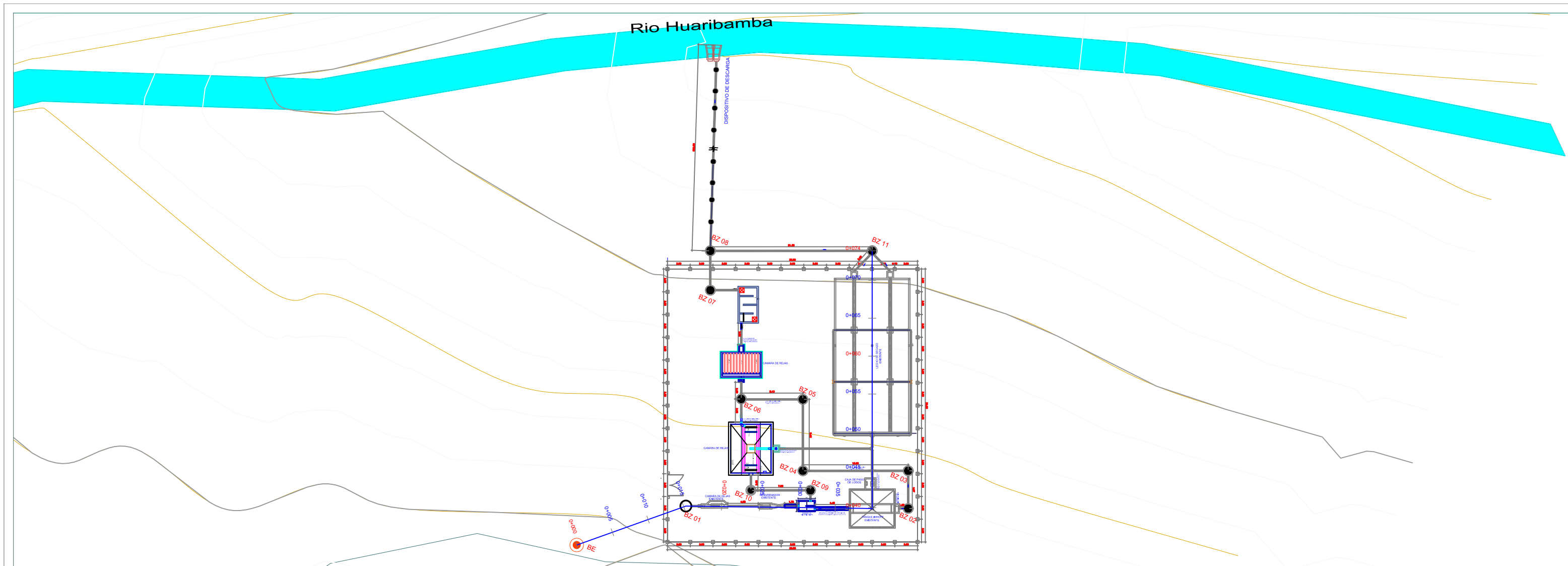
Rio Huaribamba

**TRAMO I**  
ESCALA: 1/250

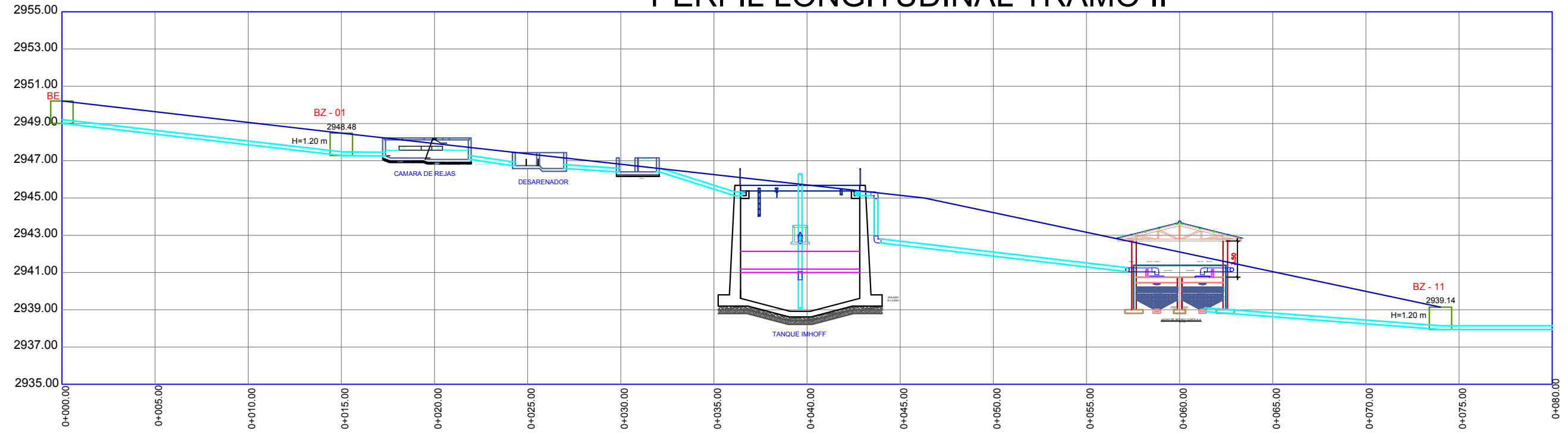
**PERFIL LONGITUDINAL TRAMO I**



<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, PROVINCIA DE TAYACAJA - HUANCVELICA			
PLANO: <b>PERFIL Y CORTES P.T.A.R.</b>		LAMINA: <b>PCP-01</b>	
RESPONSABLE: C.S.P.H.	CAD: C.S.P.H.		
FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA		
LOC: <b>HUARIBAMBA</b>	DIST: <b>HUARIBAMBA</b>	PROV: <b>TAYACAJA</b>	DPTO: <b>HUANCVELICA</b>

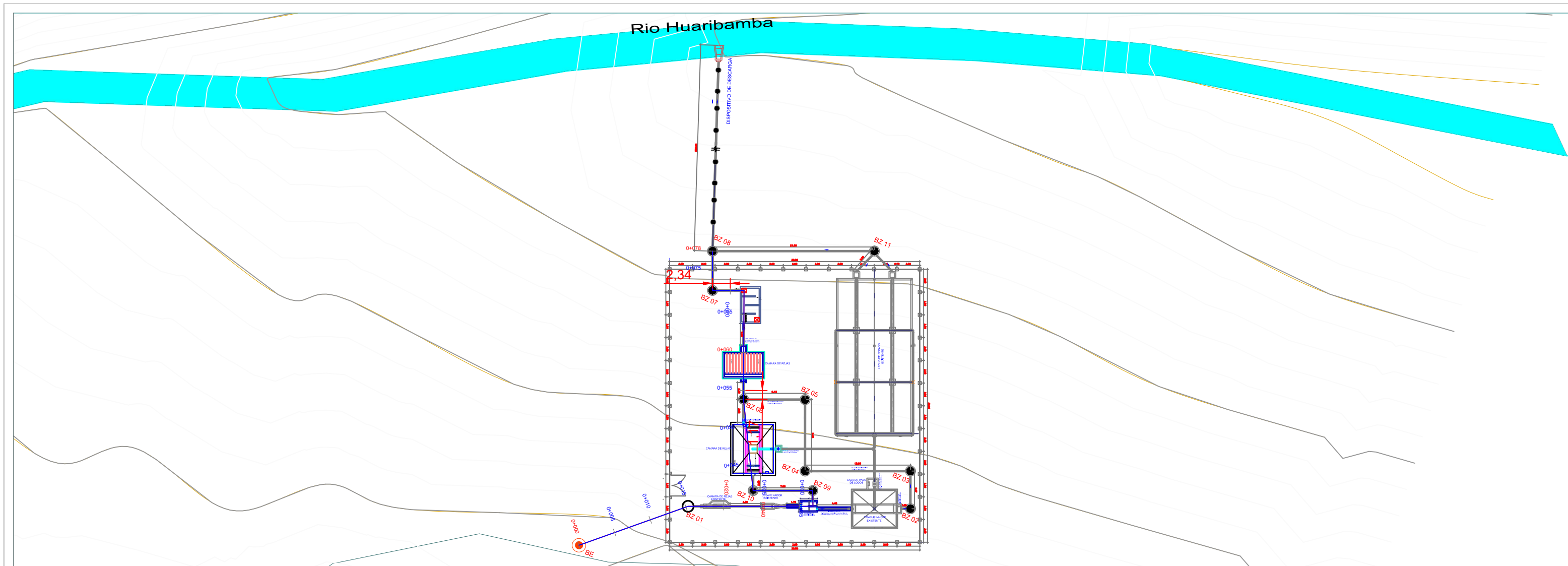


## PERFIL LONGITUDINAL TRAMO II

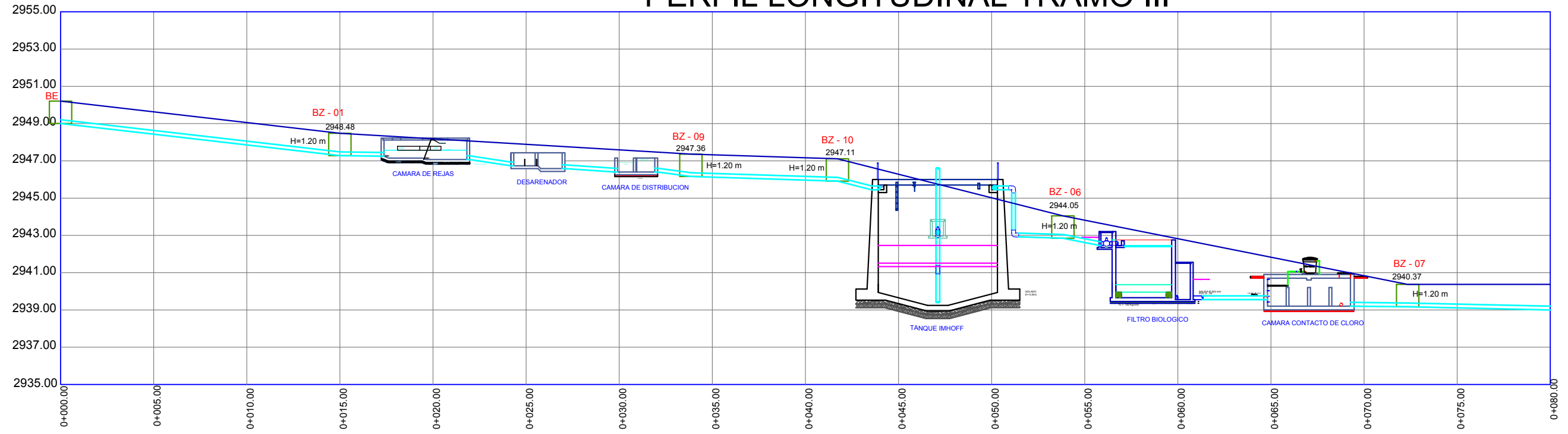


**TRAMO II**  
ESCALA: 1/250

<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, PROVINCIA DE TAYACAJA - HUANCVELICA			
PLANO:	PERFIL Y CORTES P.T.A.R.		LAMINA:
RESPONSABLE:	CAD:	C.S.P.H.	
FECHA:	INDICADA		PCP-02
JULIO - 2018			
LOC: HUARIBAMBA	DIST: HUARIBAMBA	PROV: TAYACAJA	DPTO: HUANCVELICA



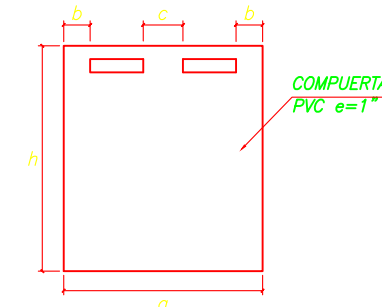
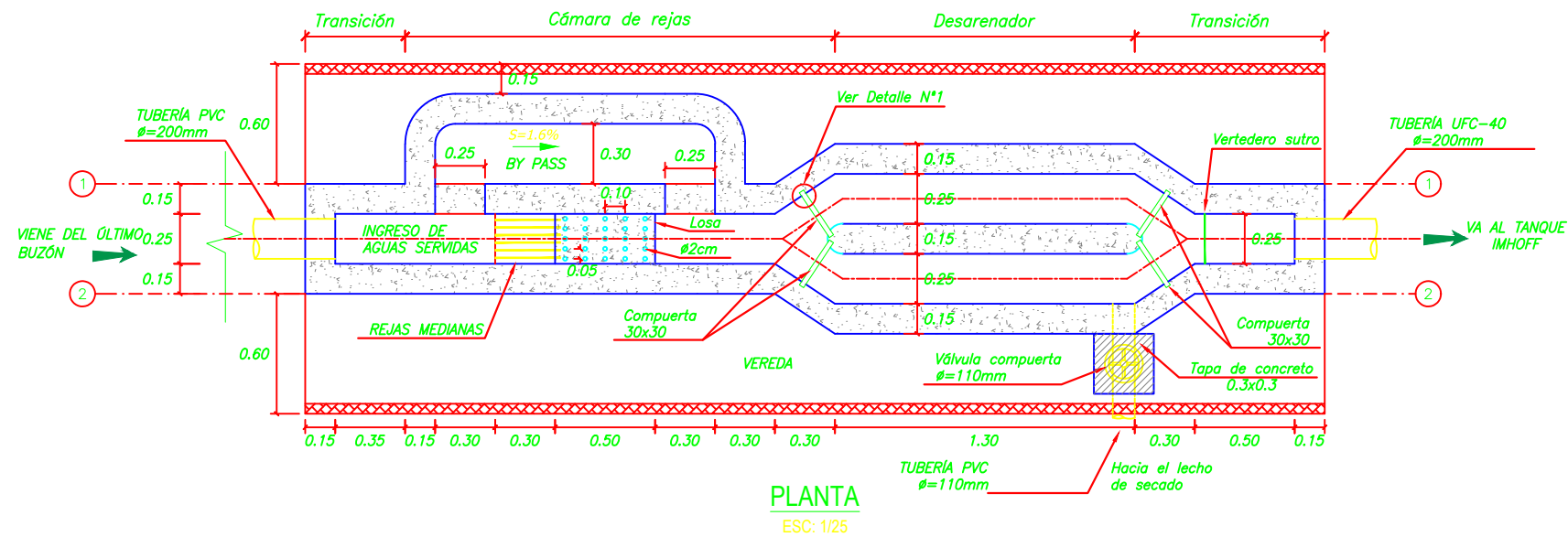
### PERFIL LONGITUDINAL TRAMO III



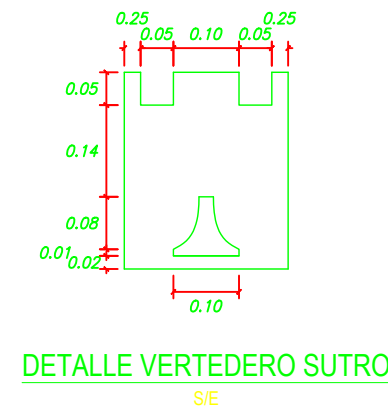
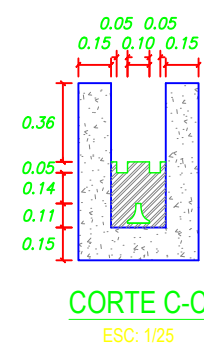
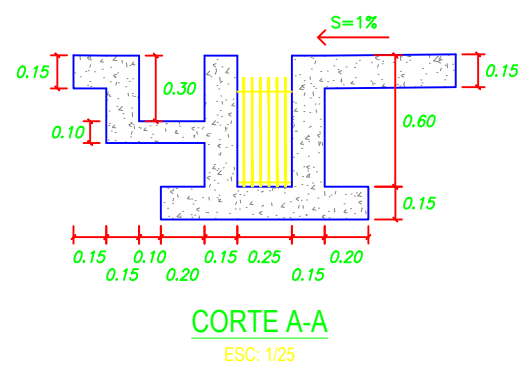
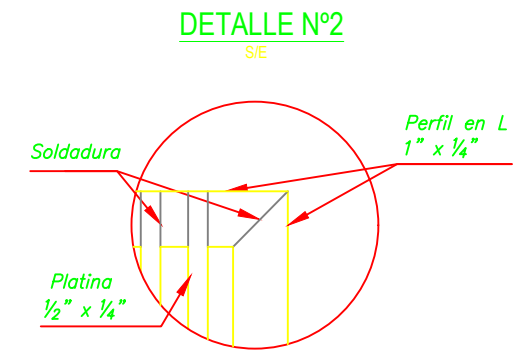
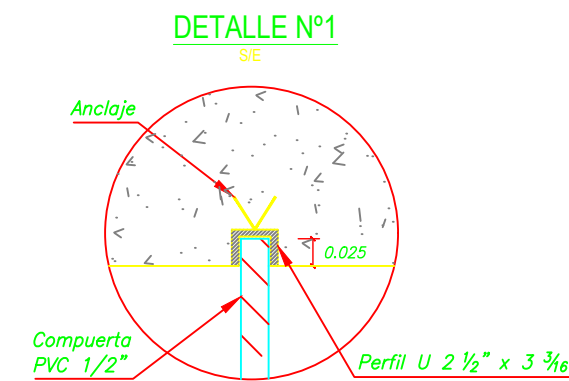
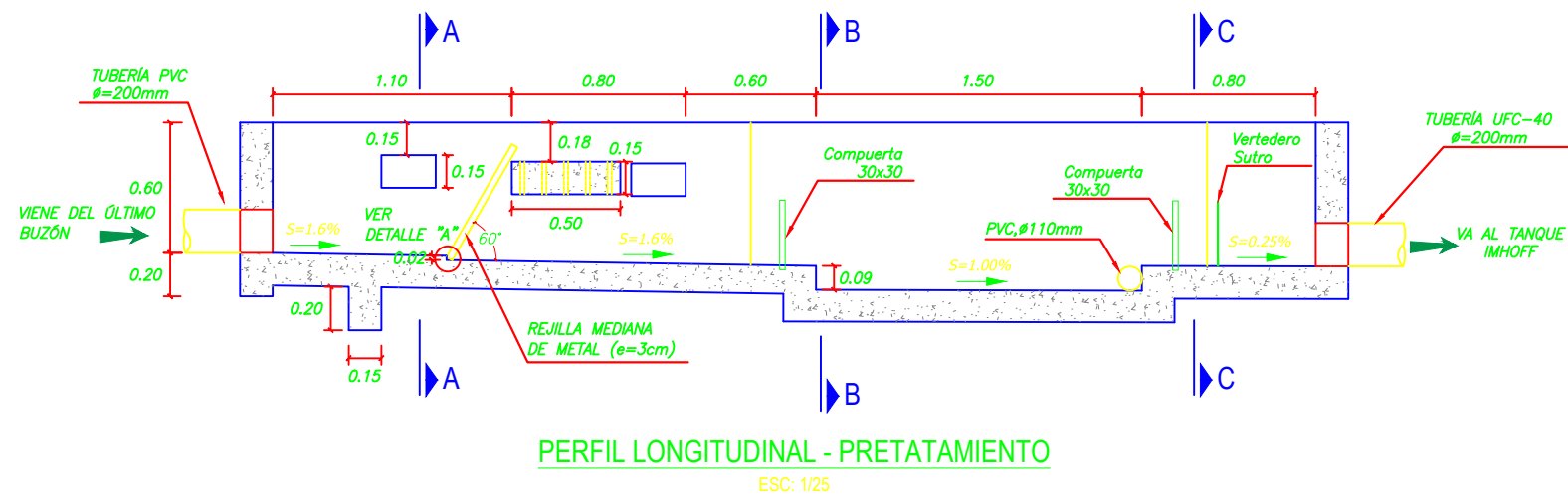
**TRAMO III**  
ESCALA: 1/250

<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, PROVINCIA DE TAYACAJA - HUANCAMELICA			
PLANO:	PERFIL Y CORTES P.T.A.R.		LAMINA:
RESPONSABLE:	CAD:	C.S.P.H.	<b>PCP-03</b>
FECHA:	ESCALA:	INDICADA	
LOC: HUARIBAMBA	DIST: HUARIBAMBA	PROV: TAYACAJA	DPTO: HUANCAMELICA



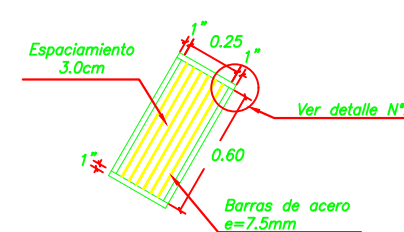
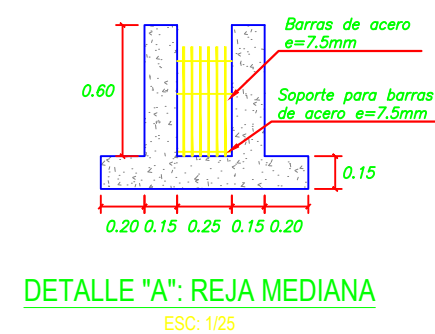
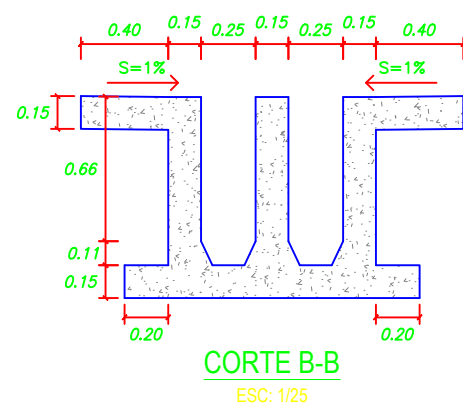


COMPUERTA	h	a	b	c
1	0.30	0.30	0.05	0.10
2	0.30	0.30	0.05	0.10
3	0.30	0.30	0.05	0.10
4	0.30	0.30	0.05	0.10

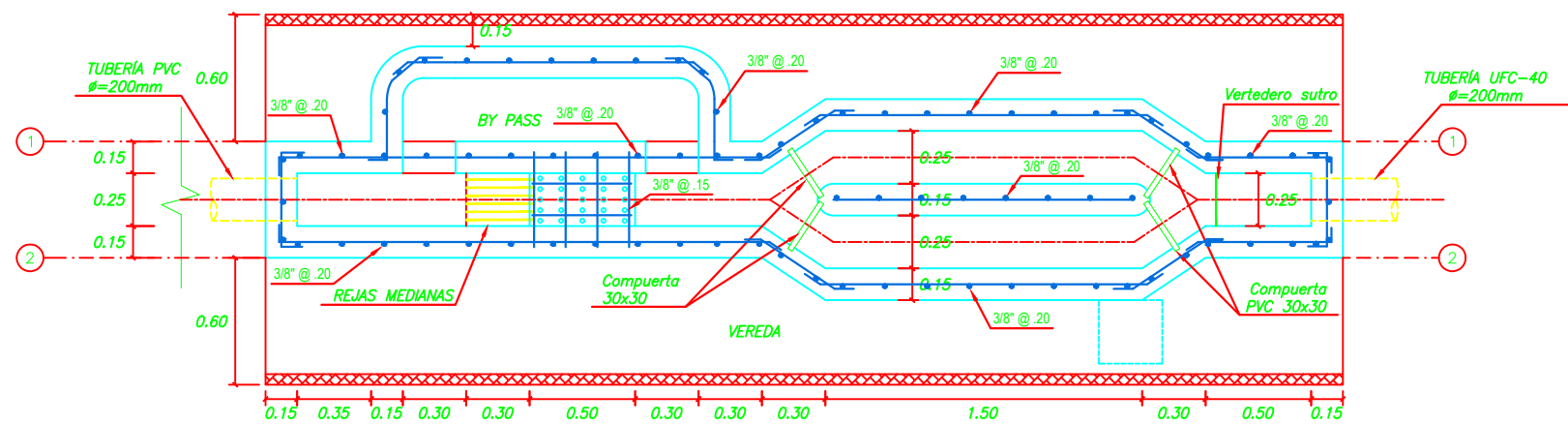


### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

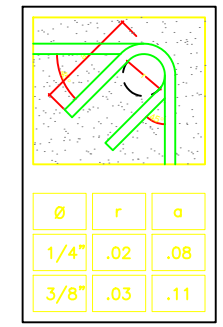
- LAS COMPUERTAS SERAN DE PVC MONOLITICAS DE 1/2" DE ESPESOR
- LOS ENCOFRADOS A EMPLEAR SERAN DE PREFERENCIA METALICOS O MADERA DE PRIMER USO
- EL EXCEDENTE DE LA EXCAVACION DEBERA SER UBICADO CONVENIENTEMENTE PARA SU USO EN RELLENO O POSTERIOR ELIMINACION



<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POATBLE Y ALCANTARILLADO EN LAS LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAVELICA			
	PLANO: CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR (Arquitectura)	LAMINA: <b>CR-01</b>	
	RESPONSABLE: ING. MARCO PERALTA DE LA O.	CAD: D.D.G.	
	FECHA: DICIEMBRE - 2015	Escala: INDICADA	
LOC: <b>HUARIBAMBA</b>	DIST: <b>HUARIBAMBA</b>	PROV: <b>TAYACAJA</b>	DPTO: <b>HUANCAVELICA</b>



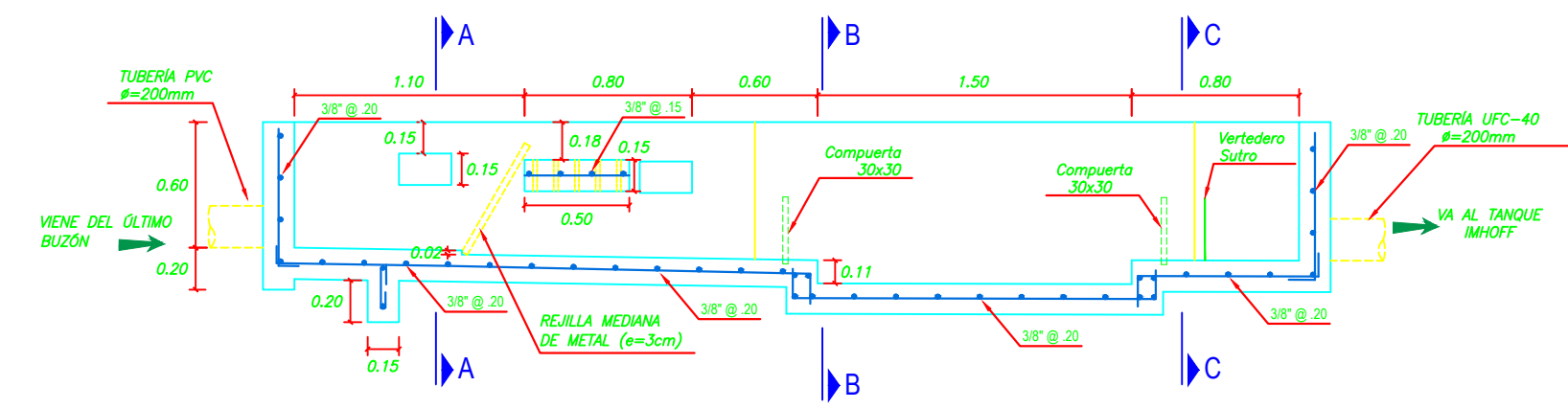
**PLANTA**  
ESC: 1/25



**DETALLE DOBLADO DE ESTRIBO**

**CUADRO DE LONGITUD DE EMPALME**

Ø	D. MIN.	L
3/8"	5 cm.	12 cm.
1/2"	7 cm.	15 cm.
5/8"	8 cm.	20 cm.



**PERFIL LONGITUDINAL - PRETATAMIENTO**  
ESC: 1/25

**ESPECIFICACIONES GENERALES**

CONCRETO .....  $f'c = 210$  Kg./cm<sup>2</sup>.  
 ACERO .....  $f_y = 4200$  Kg./cm<sup>2</sup>.

**RECUBRIMIENTOS LIBRES**

LOSAS Y MUROS ..... 5.0 cm.

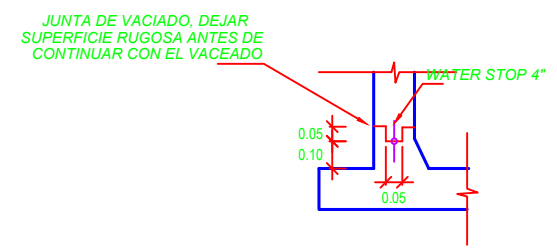
**EMPALMES**

Ø	L1 (cm)
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	60

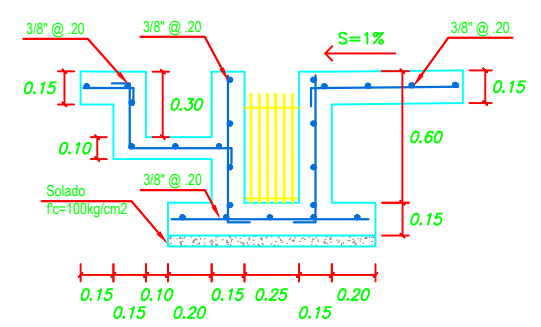
**NOTAS :**

1.- USAR CEMENTO TIPO V PARA ESTRUCTURAS ENTERRADAS.  
 2.- COLOCAR SOLADO  $e=0.05$   $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup>.

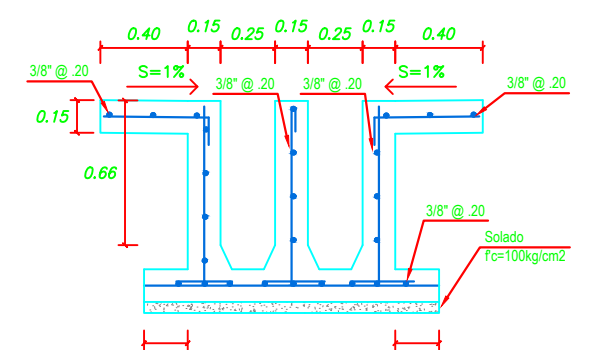
**DETALLE DE JUNTAS DE CONSTRUCCION**



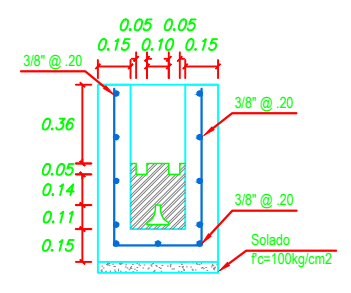
**DETALLE DE JUNTA DE MURO-LOSA**  
ESC: 1:20



**CORTE A-A**  
ESC: 1/25



**CORTE B-B**  
ESC: 1/25



**CORTE C-C**  
ESC: 1/25

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA**

PROYECTO:  
**MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POATBLE Y ALCANTARILLADO EN LAS LOCALIDADES DE HUARIBAMBA DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAMELICA**

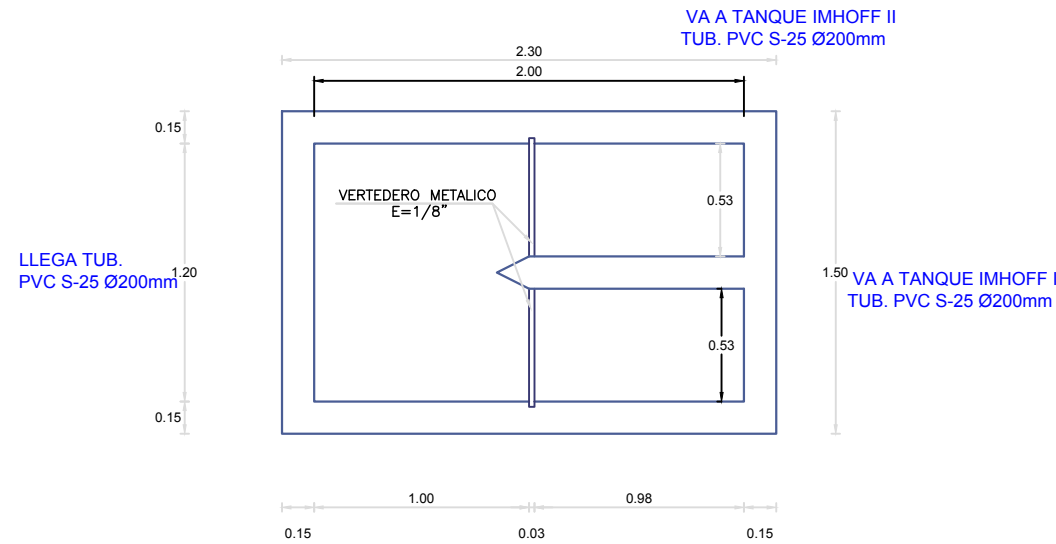
PLANO: CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR (Estructura) LAMINA: **CR-02**

RESPONSABLE: C.S.P.H. CAD: C.S.P.H.

FECHA: JULIO - 2018 Escala: INDICADA

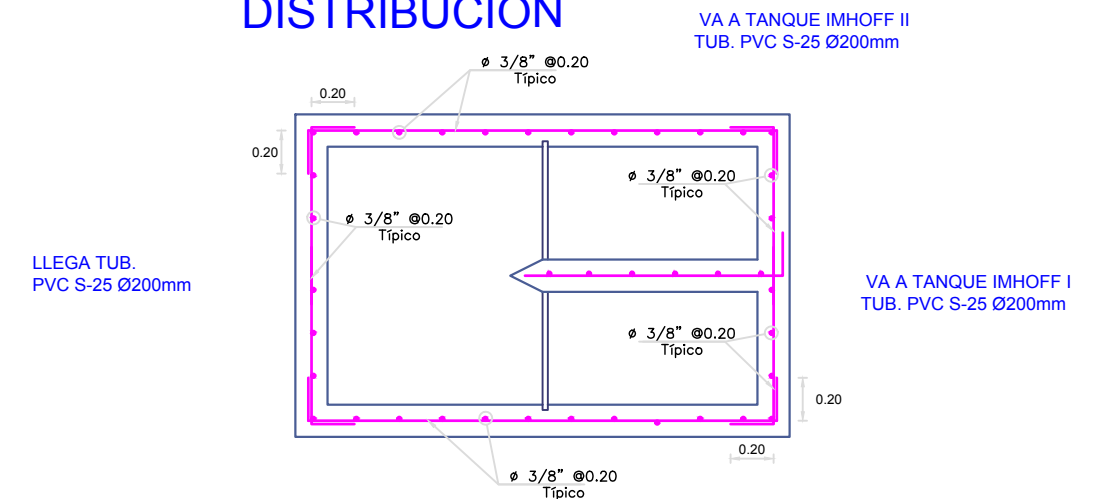
LOC: **HUARIBAMBA** DIST: **HUARIBAMBA** PROV: **TAYACAJA** DPTO: **HUANCAMELICA**

# CAMARA DE DISTRIBUCION

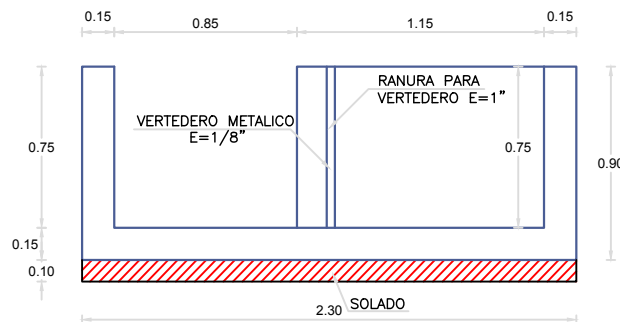


**PLANTA**  
ESC: 1/25

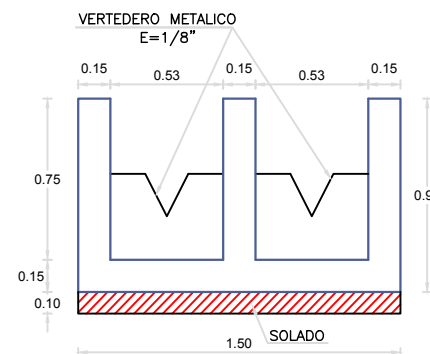
# CAMARA DE DISTRIBUCION



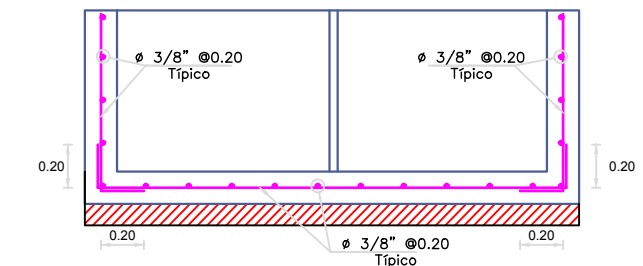
**PLANTA**  
ESC: 1/25



**CORTE B - B**  
ESC: 1/25



**CORTE C - C**  
ESC: 1/25



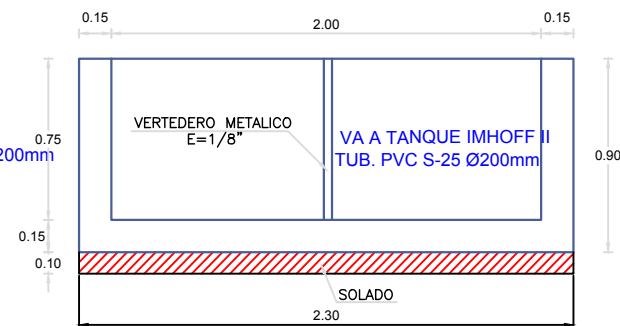
**CORTE A - A**  
ESC: 1/25

LLEGA TUB.  
PVC S-25 Ø200mm

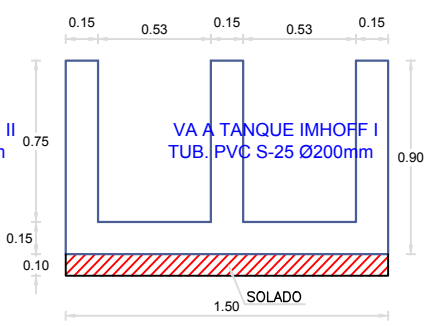
VA A TANQUE IMHOFF I  
TUB. PVC S-25 Ø200mm

LLEGA TUB.  
PVC S-25 Ø200mm

VA A TANQUE IMHOFF II  
TUB. PVC S-25 Ø200mm



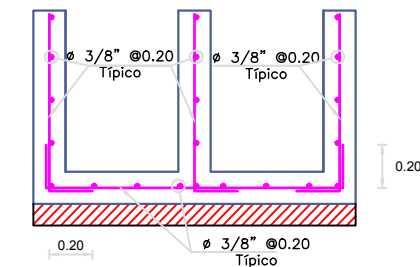
**CORTE A - A**  
ESC: 1/25



**CORTE D - D**  
ESC: 1/25

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	C. DISTRIB.
CONCRETO ARMADO :	
En muros	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>
En losas de fondo	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>
En losas macizas	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>
En tapas de inspeccion	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>
Solado	C:H 1:12
ACERO DE REFUERZO :	
Acero de refuerzo grado 60	f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup>



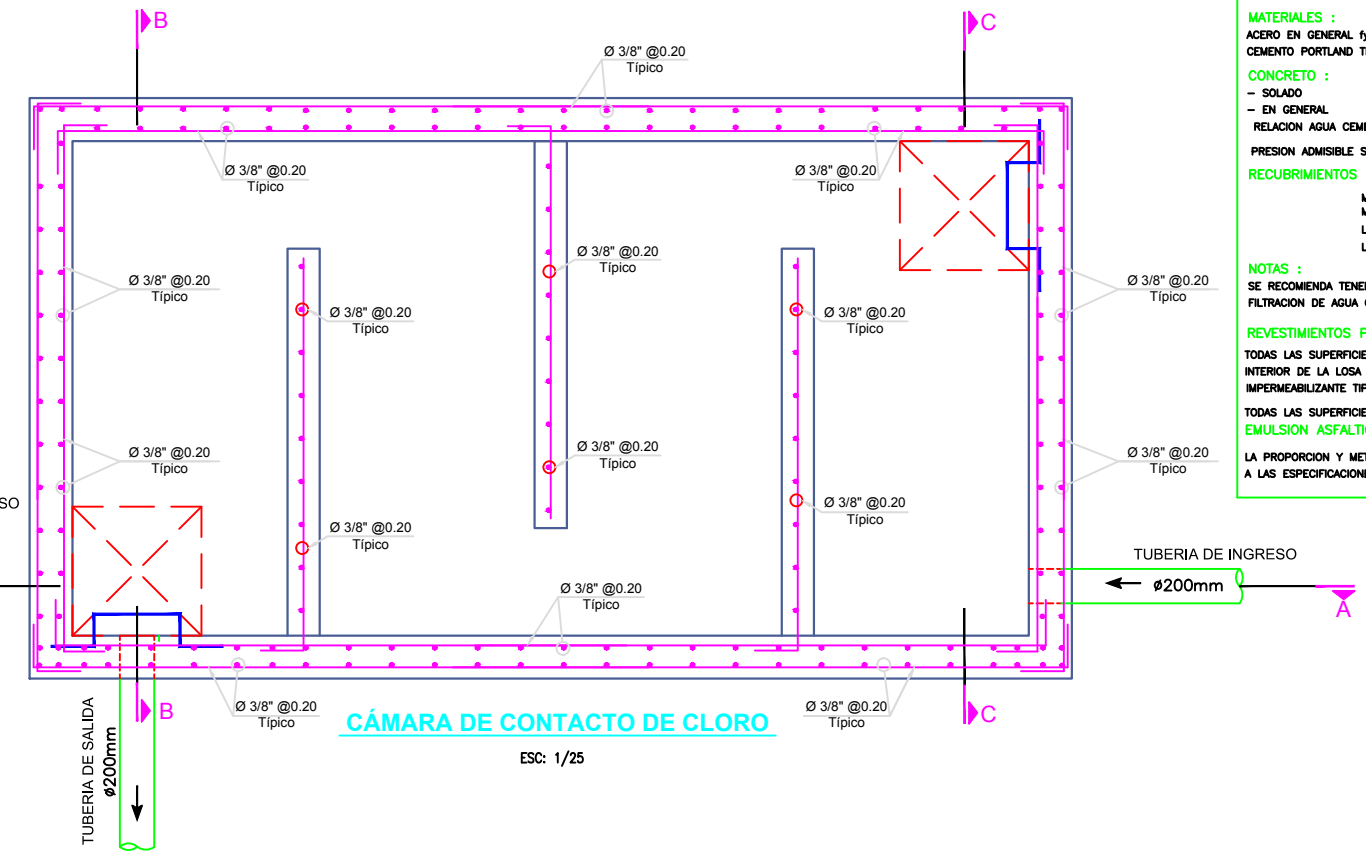
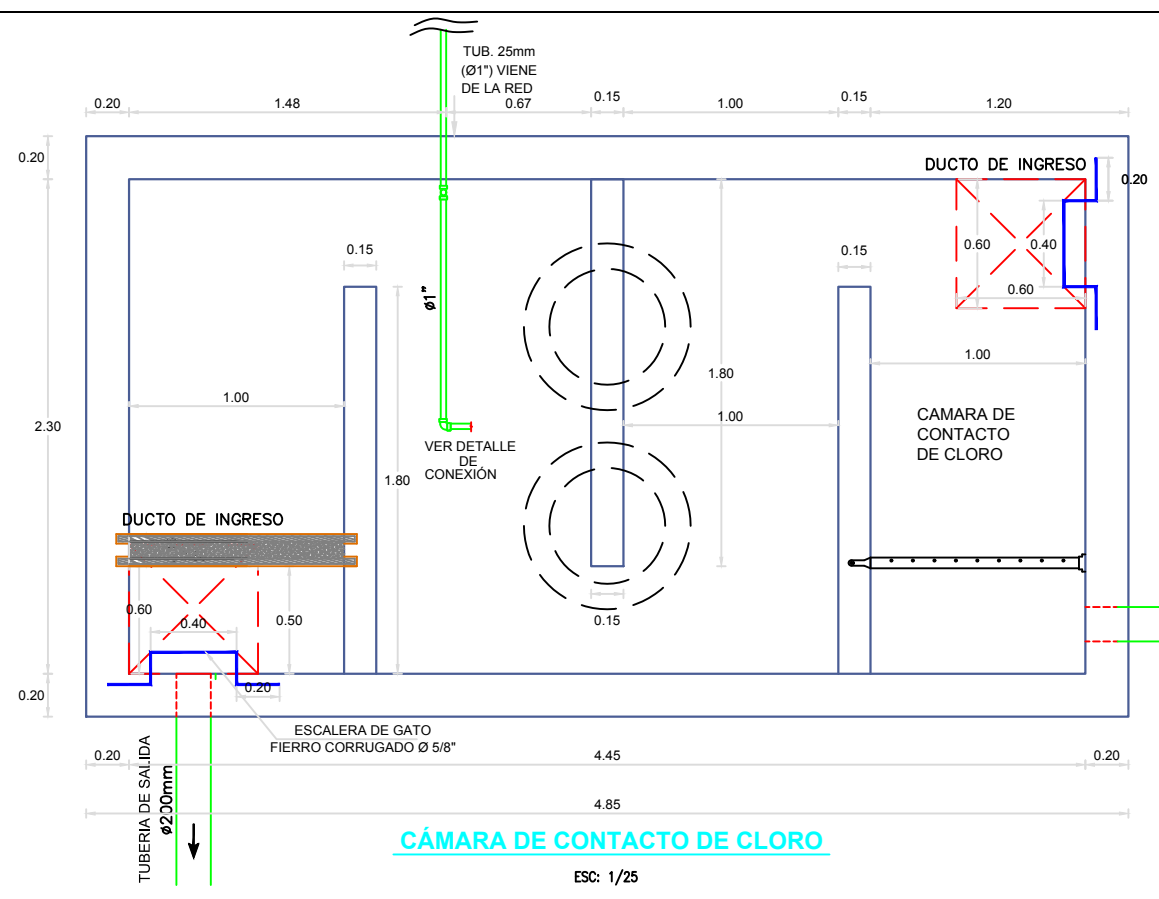
**CORTE B - B**  
ESC: 1/25

## MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA

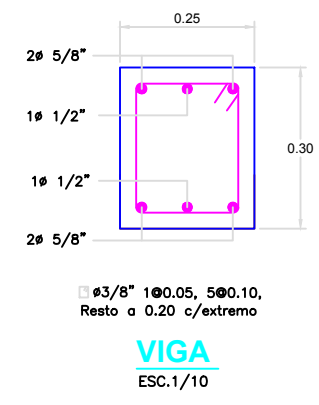
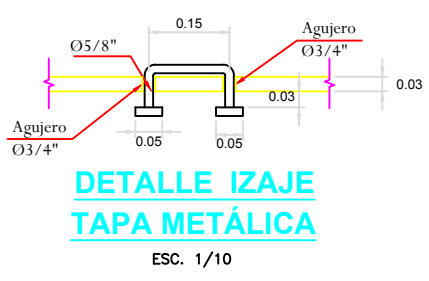
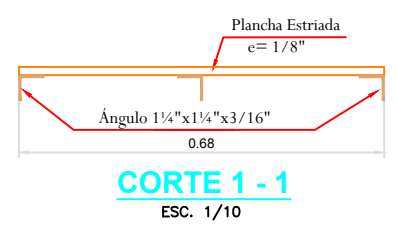
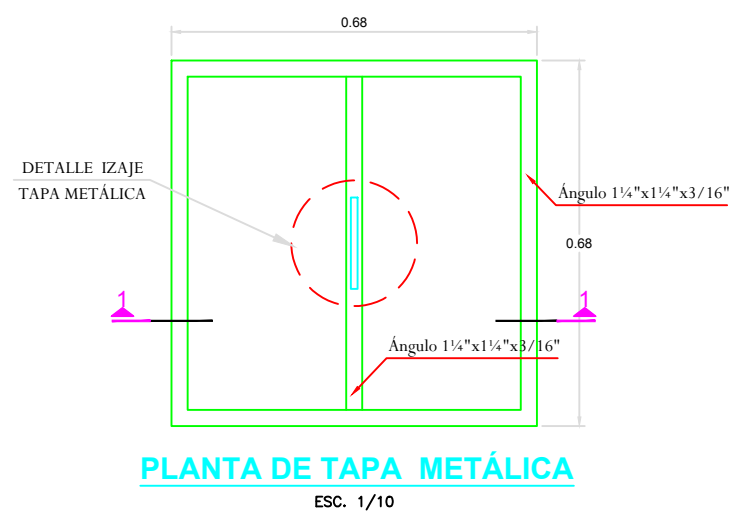
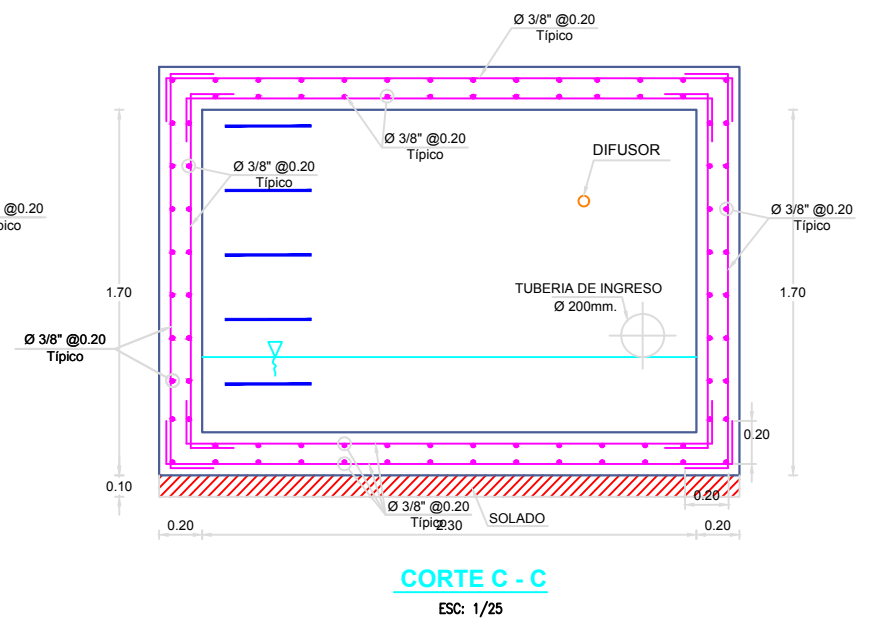
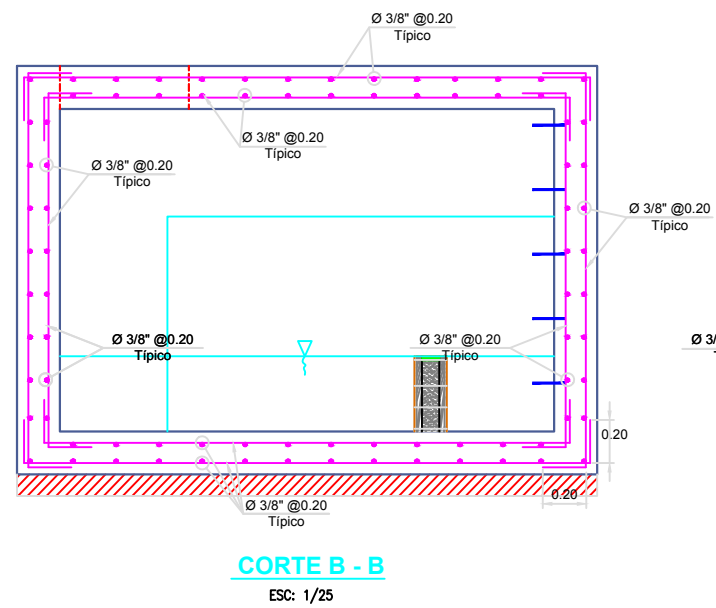
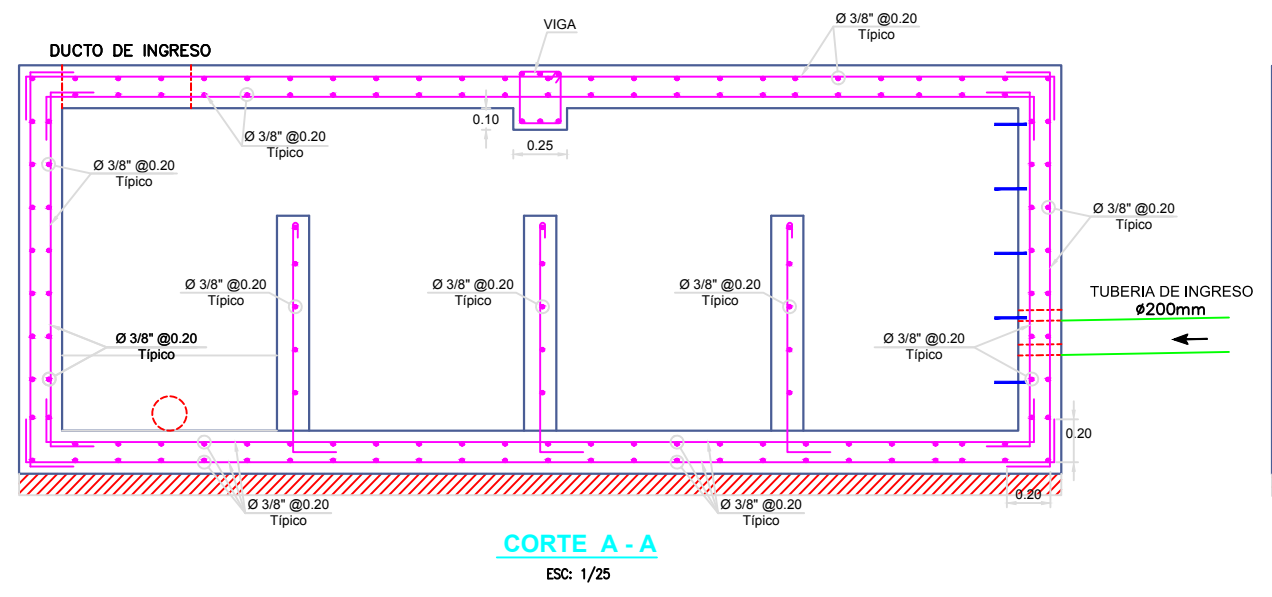
PROYECTO:  
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA

PLANO: <b>CAMARA DE DISTRIBUCION</b>	LAMINA: <b>CD-01</b>
RESPONSABLE: C.S.P.H	CAD: D.D.G.
FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA

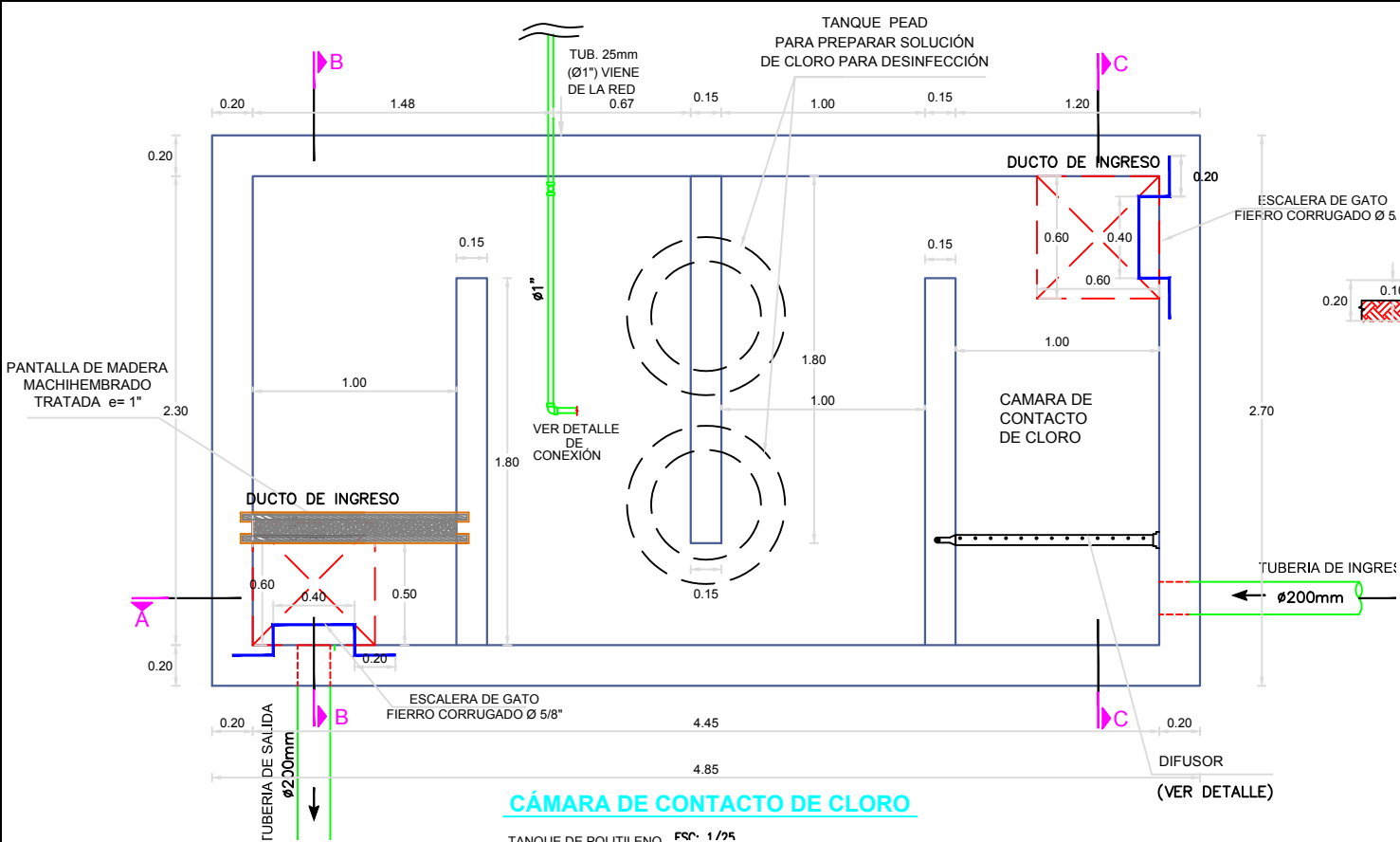
LOC: **HUARIBAMBA** DIST: **HUARIBAMBA** PROV: **TAYACAJA** DPTO: **HUANCVELICA**



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>MATERIALES :</b>	
ACERO EN GENERAL	$f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
CEMENTO PORTLAND TIPO V EN GENERAL	
<b>CONCRETO :</b>	
- SOLADO	$f_c=100 \text{ Kg/cm}^2$
- EN GENERAL	$f_c=280 \text{ Kg/cm}^2$
RELACION AGUA CEMENTO MAXIMA:	0.45
PRESION ADMISIBLE SOBRE EL TERRENO	$\bar{\sigma}_t = 2.10 \text{ Kg/cm}^2$
<b>RECUBRIMIENTOS :</b>	
MURO CARA SECA	: 4.0 cm.
MURO CARA HUMEDA	: 5.0 cm.
LOSA DE FONDO	: 5.0 cm.
LOSA DE TECHO	: 3.0 cm.
<b>NOTAS :</b>	
SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.	
REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA: TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA, INCLUIDO LA SUPERFICIE INTERIOR DE LA LOSA DE TECHO SERAN REVESTIDAS CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE TIPO CEMENTICIO EN DOS CAPAS.	
TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL TERRENO SERAN PINTADAS CON EMULSION ASFALTICA.	
LA PROPORCION Y METODO DE APLICACION DE LOS ADITIVOS SERA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.	

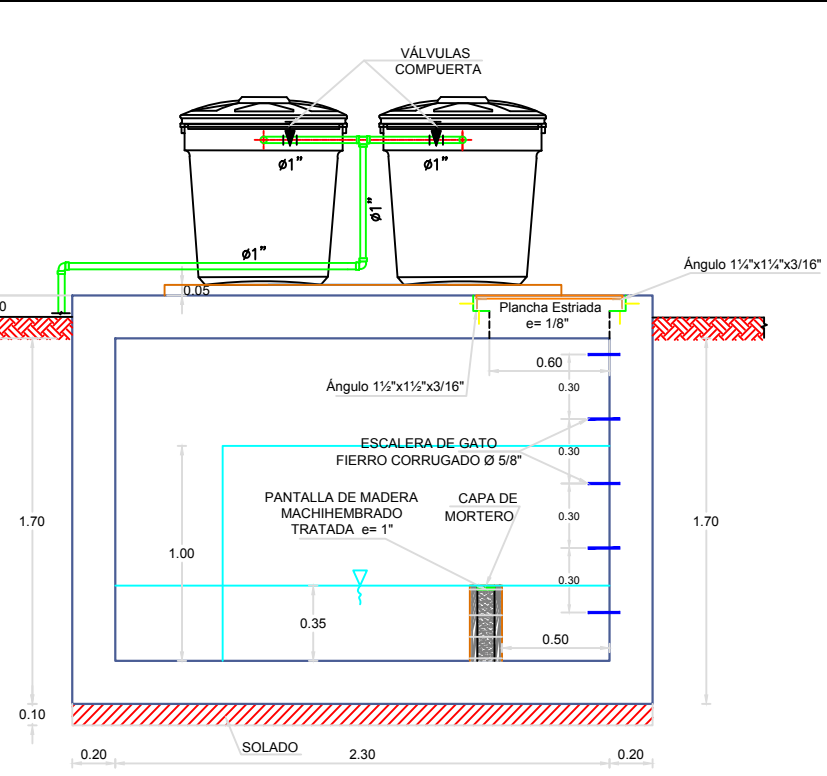


<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO: CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO (HUARIBAMBA)	LAMINA: CCC-01	
	RESPONSABLE: ING. MARCO PERALTA DE LA O	CAD: D.D.G.	
	FECHA: MAYO - 2016	Escala: INDICADA	
LOC: HUARIBAMBA	DIST: HUARIBAMBA	PROV: TAYACAJA	DPTO: HUANCVELICA



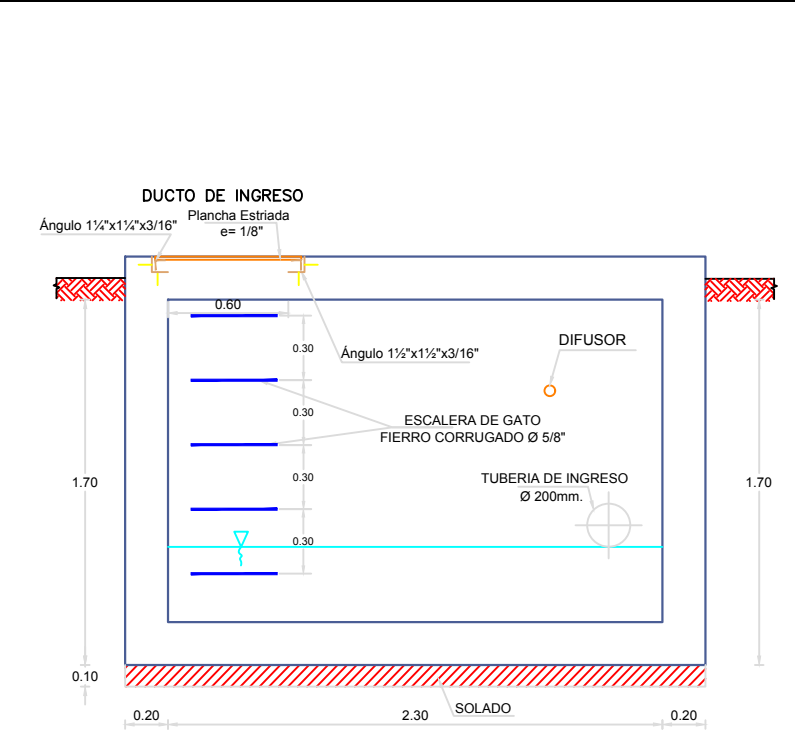
**CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO**

ESC: 1/25



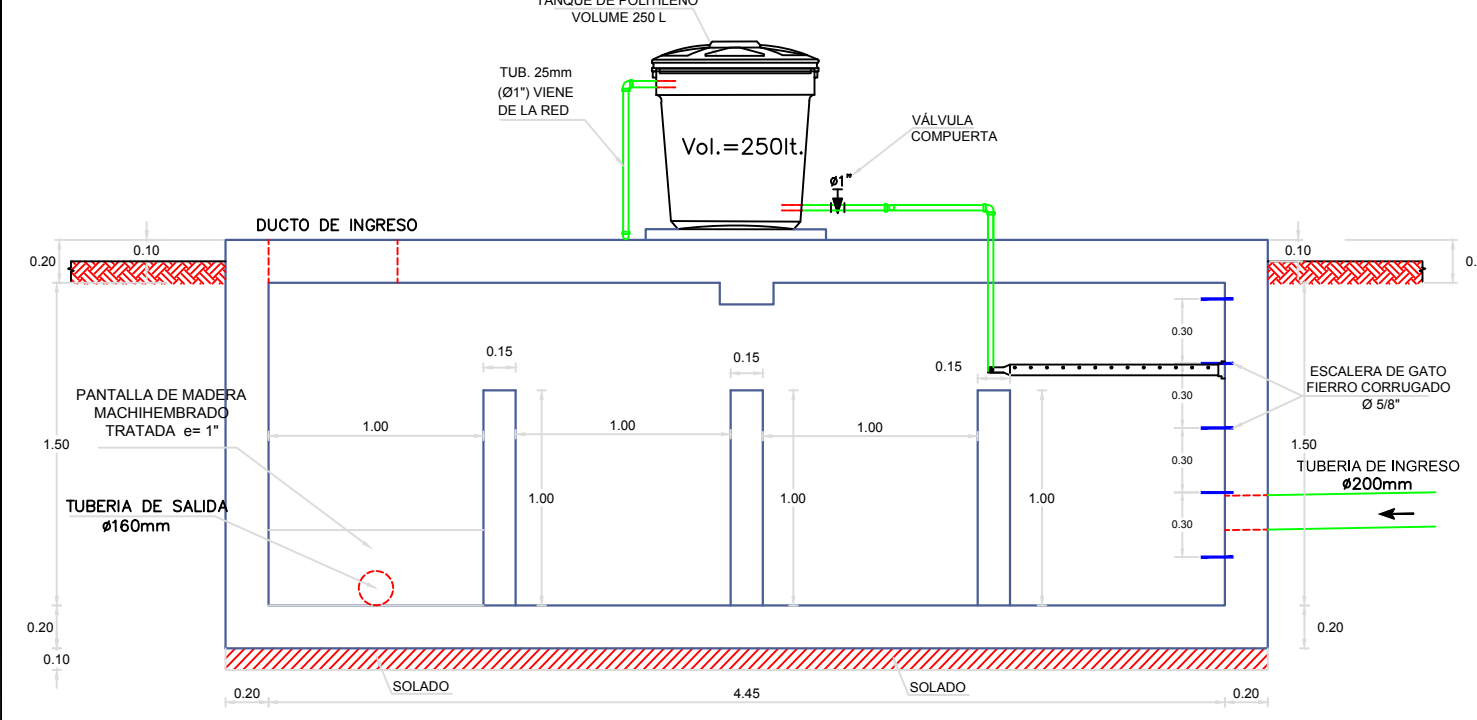
**CORTE B - B**

ESC: 1/25



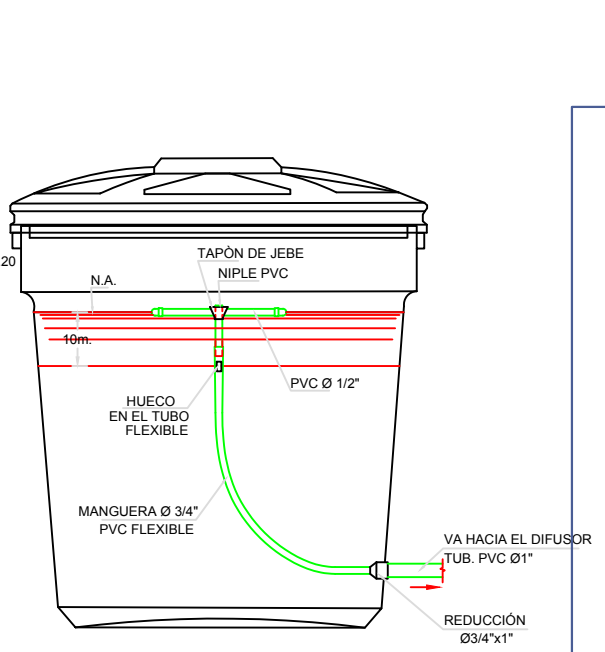
**CORTE C - C**

ESC: 1/25



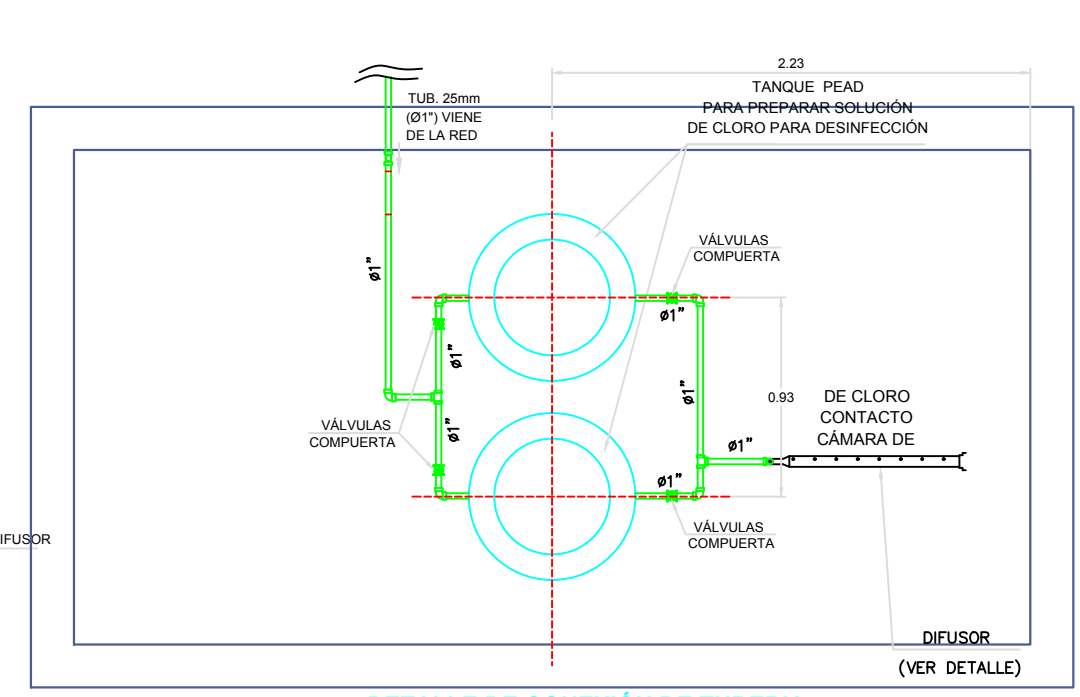
**CORTE A - A**

ESC: 1/25



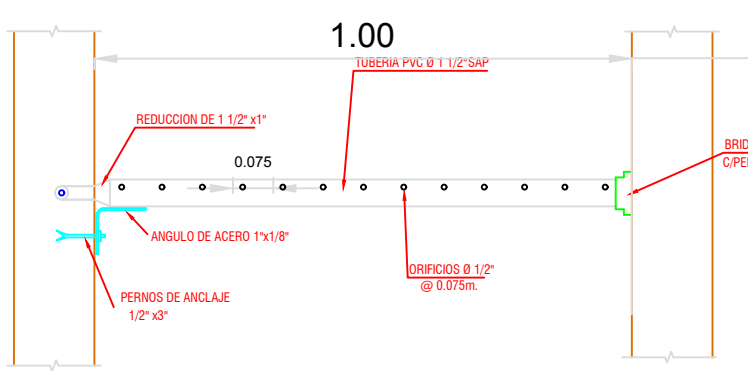
**CORTE N-N DOSIFICADOR CON FLOTADOR**

1:10



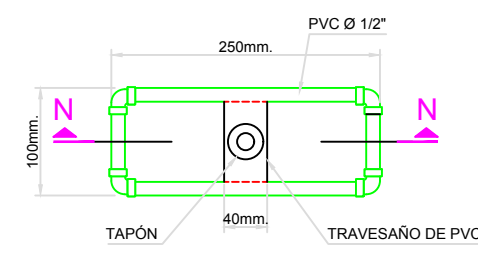
**DETALLE DE CONEXIÓN DE TUBERIA**

ESC: 1/25



**DETALLE DE DIFUSOR**

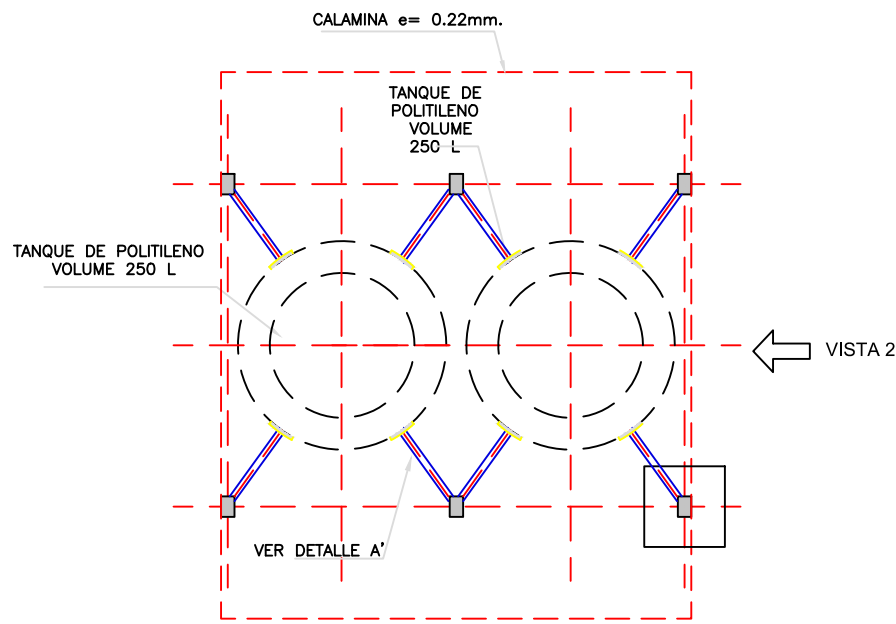
ESC 1:10



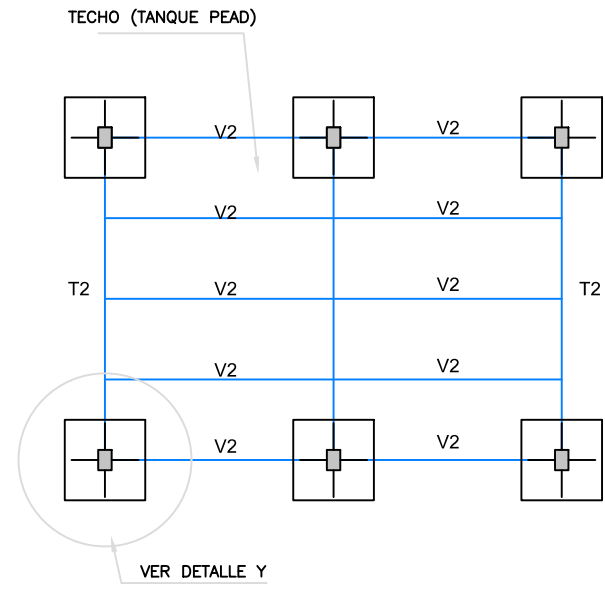
**PLANTA DOSIFICADOR CON FLOTADOR**

1:5

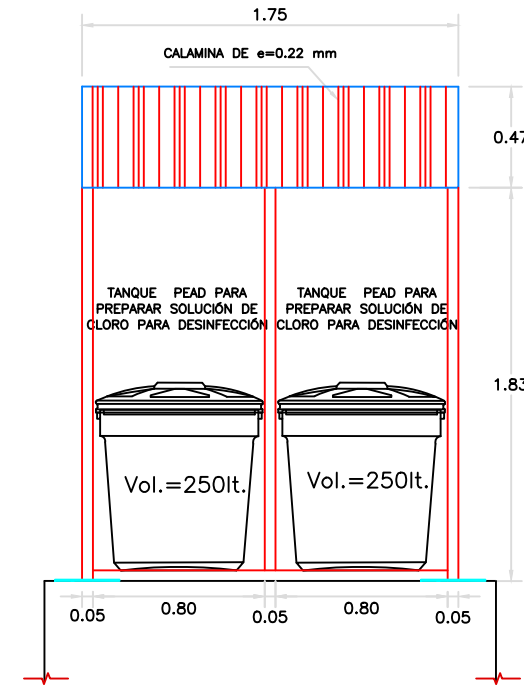
<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO: CAMARA DE CONTACTO DE CLORO - HIDRAULICO (HUARIBAMBA)		LAMINA: CCC-02
	RESPONSABLE: C.S.P.H.	CAD: C.S.P.H.	
	FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA	
LOC: HUARIBAMBA	DIST: HUARIBAMBA	PROV: TAYACAJA	DPTO: HUANCVELICA



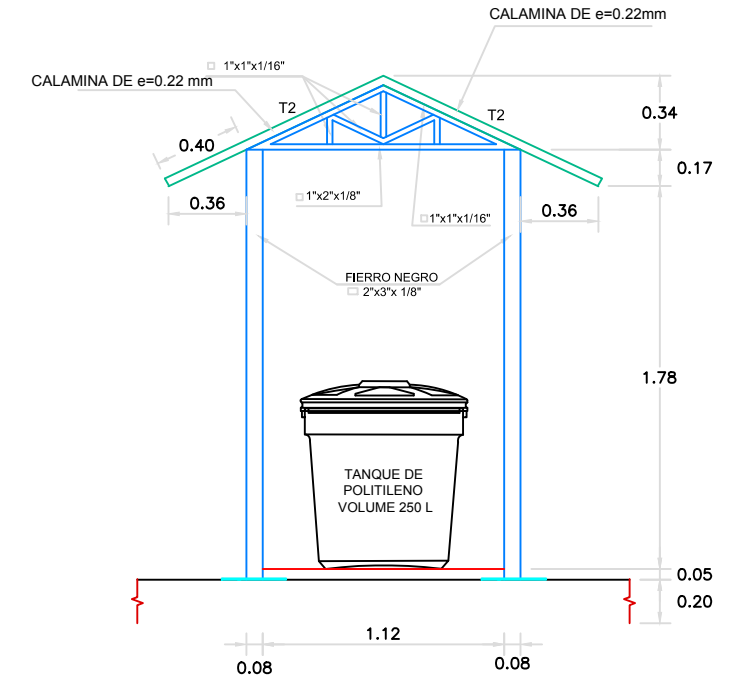
**DETALLE DE ANCLAJE DEL TANQUE**  
1:20



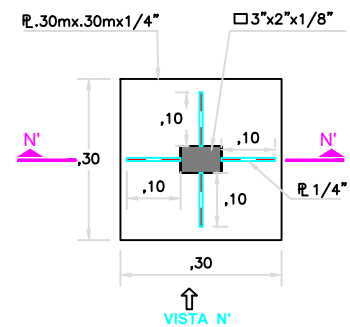
**ARMADURA TECHO DE TANQUE**  
1:20



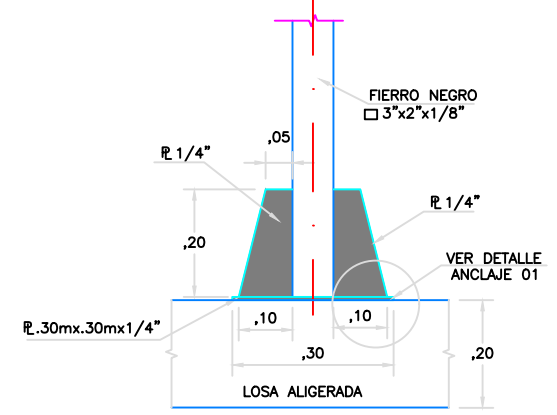
**VISTA 1**  
1:25



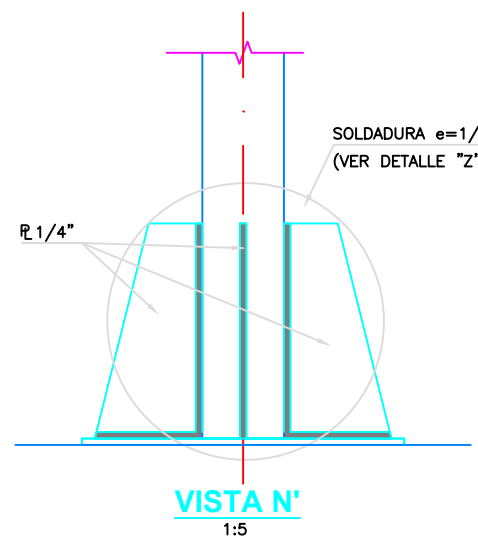
**VISTA 2**  
1:25



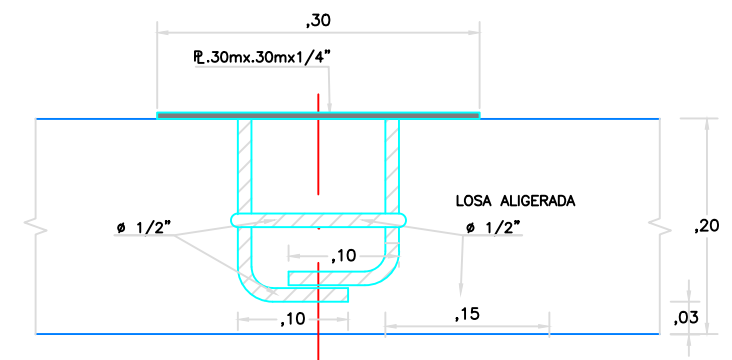
**PLANTA DETALLE "Y"**  
1:10



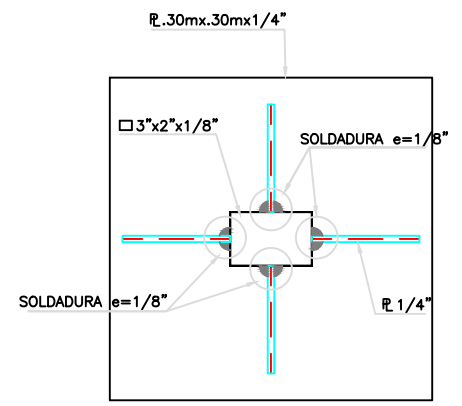
**CORTE N'-N'**  
1:10



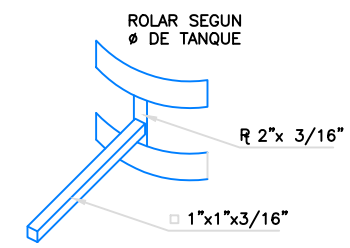
**VISTA N'**  
1:5



**DETALLE DE ANCLAJE 01**  
1:5

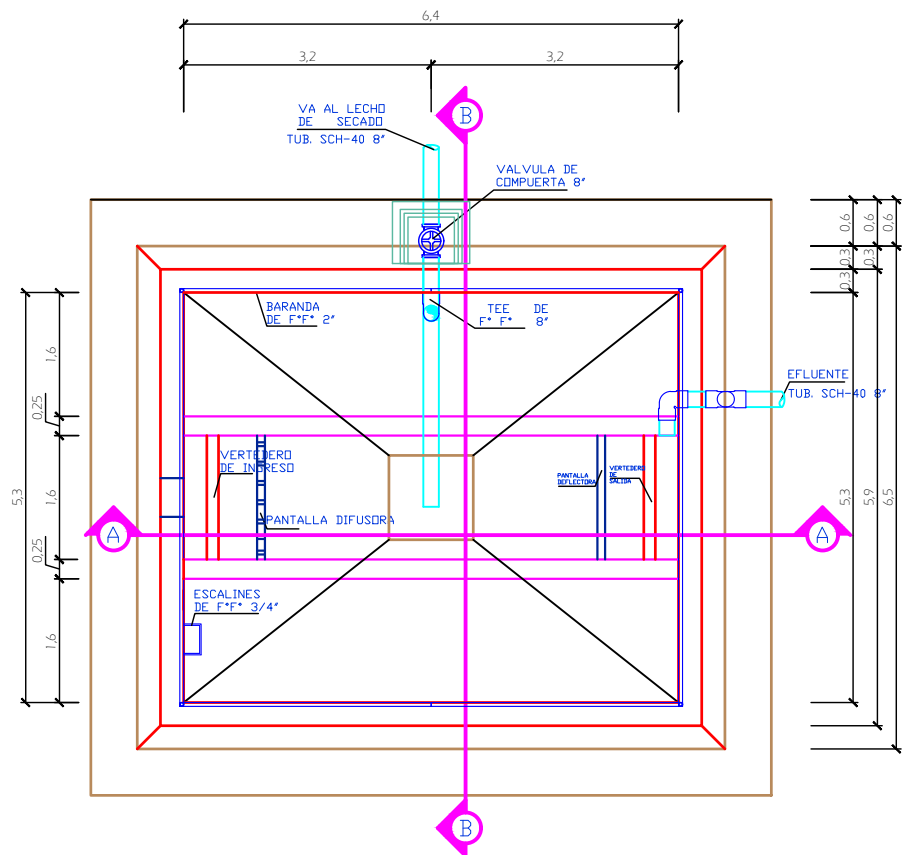


**DETALLE "Z"**  
1:5

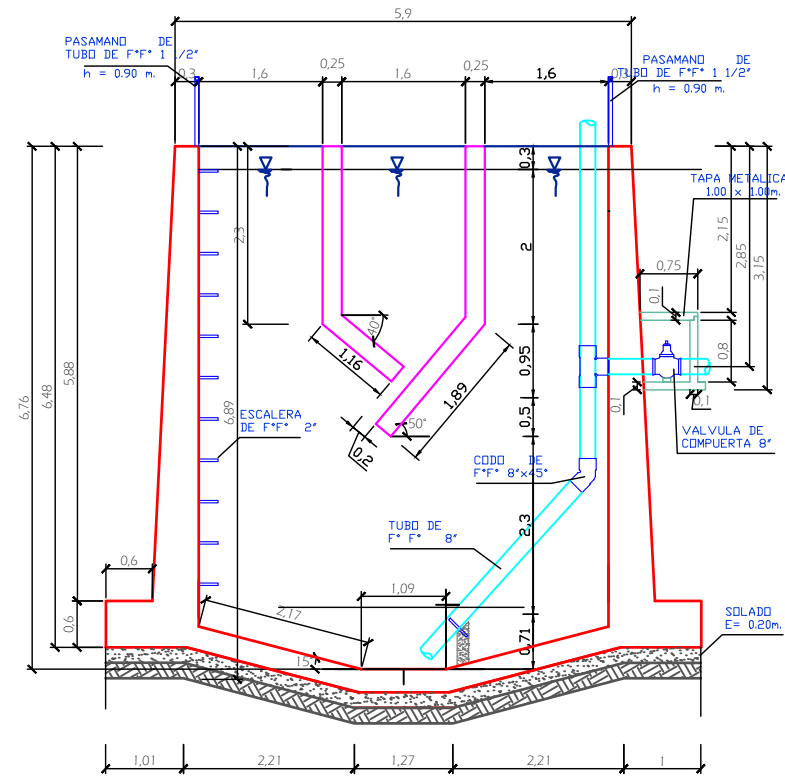


**DETALLE A'**  
S/E

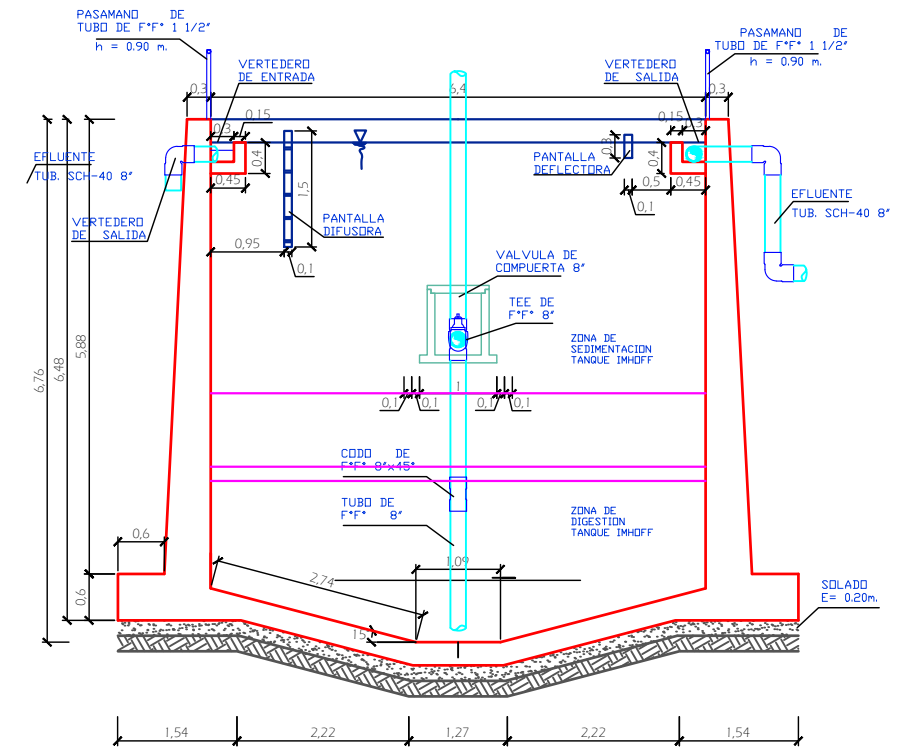
<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO: CAMARA DE CONTACTO DE CLORO - DETALLES (HUARIBAMBA)	LAMINA: <b>CCC-03</b>	
	RESPONSABLE: C.S.P.H.	CAD: C.S.P.H.	
	FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA	
LOC: <b>HUARIBAMBA</b>	DIST: <b>HUARIBAMBA</b>	PROV: <b>TAYACAJA</b>	DPTO: <b>HUANCVELICA</b>



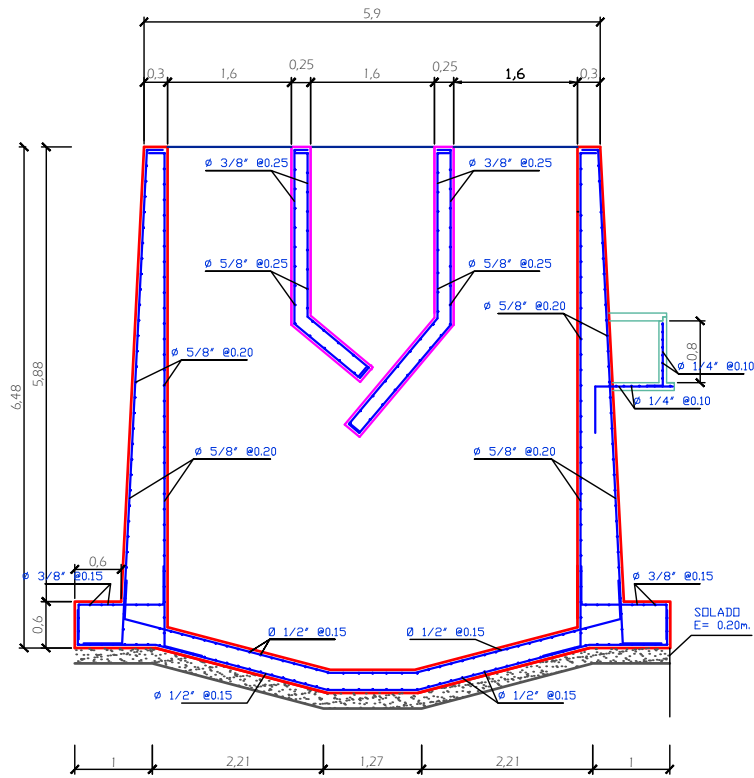
PLANTA  
ESC: 1/50



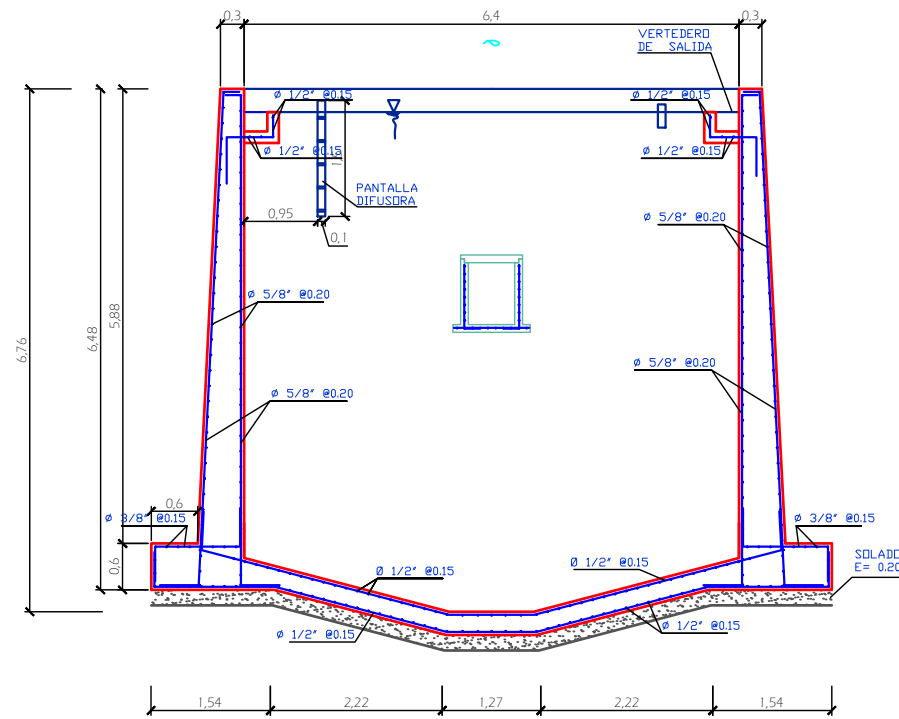
CORTE B-B  
ESC: 1/50



CORTE A-A  
ESC: 1/50



CORTE B-B  
ESC: 1/50



CORTE A-A  
ESC: 1/50

LEYENDA			
ESTRUCTURA	ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD
TANQUE IMHOFF	CODO DE F" 45"x8"	UND	01
	TEE DE F" 8"	UND	01
	VALV. COMP. F" 8"	UND	01
	CODO DE F" 45"x8"	UND	03

CUADRO DE AREAS	
TANQUE IMHOFF	A(ext.)= 26.52 m <sup>2</sup>
	A(int.)= 20.70 m <sup>2</sup>
	Perimetro= 20.26 mts.

**ENCOFRADOS Y DEENCOFRADOS**

**Características de los encofrados:**  
 Deben presentarse en perfecto estado a la correcta colocación dentro del encofrado de todos los fierros indicados.  
 Y otros elementos que deban quedar embudados en el concreto.  
 Estos elementos deberán estar bien asegurados y evitar así que se desplacen durante el proceso de colocación del concreto.  
 Los encofrados deberán ser lo suficientemente impermeables como para impedir pérdidas de lechada y mortero.  
 La cara interior del encofrado deberá estar limpia y libre de partículas diversas.

**REMOCIÓN DE LOS ENCOFRADOS:**  
 Los plazos mínimos de remoción de los encofrados y elementos de sostén, se regirán por los siguientes tiempos:  
 - Costados de muros: 36 Horas  
 - Fondo de losa hasta 5.00 m de luz: 21 días

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
SOLADO DE 4"	C:H 1:12
LOSA DE FONDO	f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
MUROS REFORZADOS	f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
LOSA SUPERIOR	f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
LOSA PREFABRICADA REMOV.	f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>
RELLENO DE CONCRETO	f'c= 140 kg/cm <sup>2</sup>
ACERO LISO	f'y = 2800 kg/cm <sup>2</sup>
ACERO CORRUGADO	f'y = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
CAPACIDAD PORTANTE	1.76 Kg/cm <sup>2</sup>
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE	2.50 mts.

NORMAS - R. N. C. ( Normas E-020, E-030, E-050, E-060)

REVESTIMIENTO PARA SUPERFIES EN CONTACTO CON EL AGUA  
 1- CAPA : MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ESPESOR = 1.5cm. ACABADO RAYADO  
 2- CAPA : A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA 1:3 ESPESOR = 5mm. ACABADO FROTACHADO

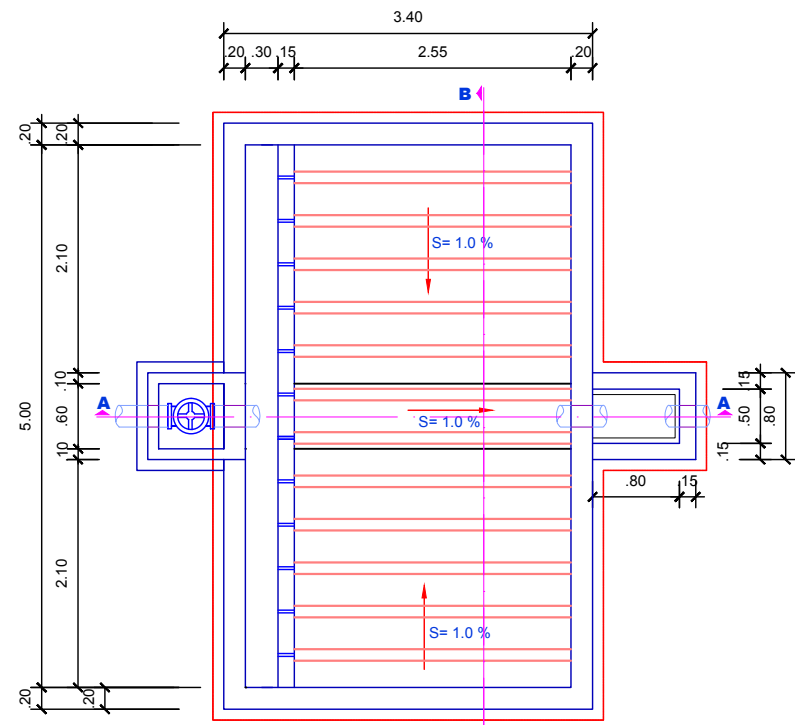
EN AMBAS CAPAS SE UTILIZARA ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 O SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS Y CIMENTO	4.00 cm
LOSA DE FONDO	4.00 cm
MUROS REFORZADOS	4.00 cm
LOSA SUPERIOR	4.00 cm
LOSA PREFABRICADA REMOV.	2.50 cm

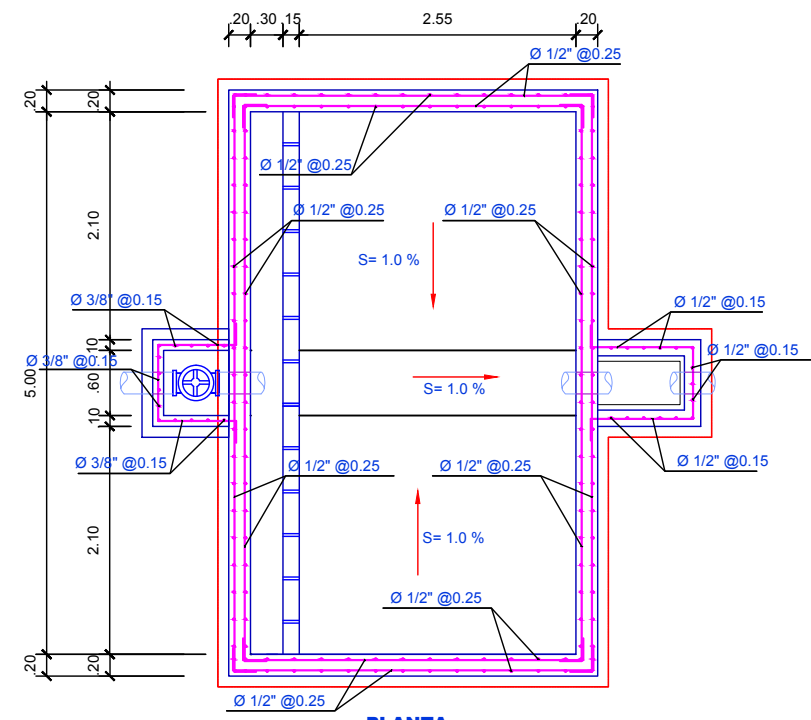
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCavelica

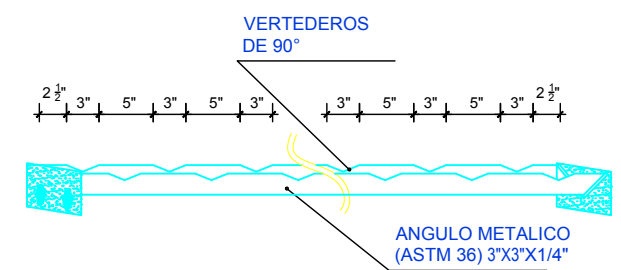
PLANO: TANQUE IMHOFF (Arquitectura y Estructura)	LAMINA: TI-01
RESPONSABLE: C.S.P.H.	CAD: C.S.P.H.
FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA
LOC: HUARIBAMBA	DIST: HUARIBAMBA
PROV: TAYACAJA	DPTO: HUANCavelica



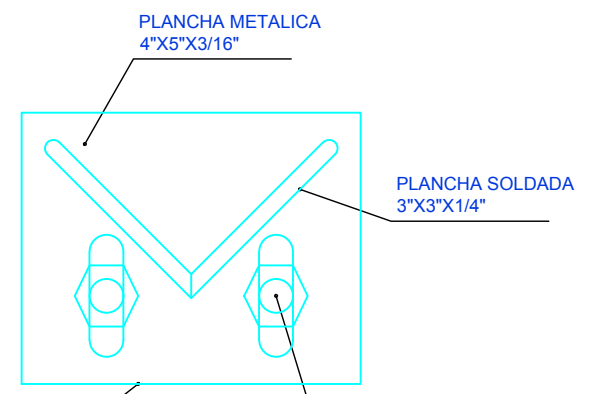
**PLANTA  
FILTRIO BIOLÓGICO**  
ESC:1/50



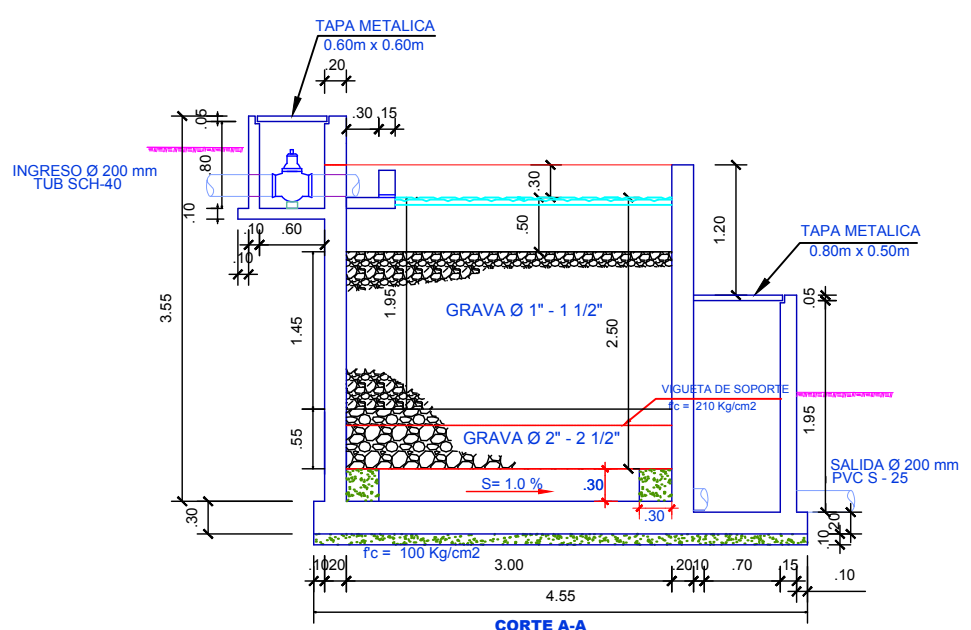
**PLANTA  
FILTRIO BIOLÓGICO**  
ESC:1/50



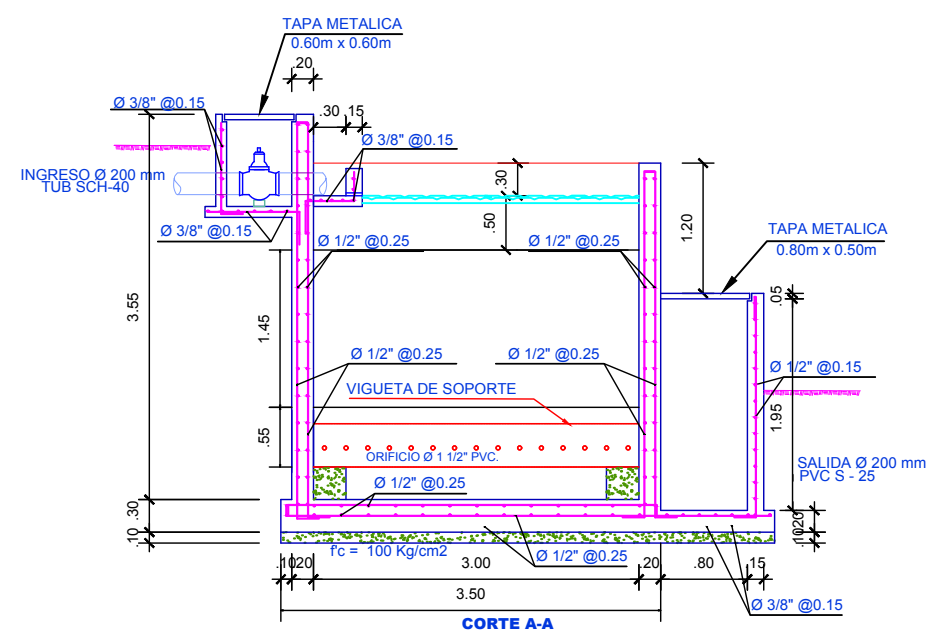
**DETALLE 3  
CANALETA DE REPARTICION**  
ESC: 1/12.5



**DETALLE 2  
PLACA DE ANCLAJE**  
ESC: 1/2



**CORTE A-A  
ESC:1/50**



**CORTE A-A  
ESC:1/50**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

CONCRETO  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  MUROS Y LOSAS T.M Ø 25 mm  
 $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$  SOLADO

CEMENTO PORTLAND TIPO I EN GENERAL

ACERO  $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

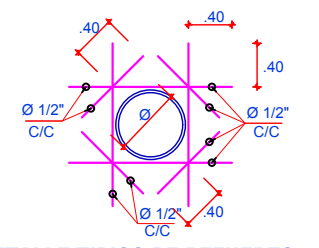
PRESION ADMISIBLE DEL TERRENO  $\sigma = 3.00 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS  
 MUROS : 7.0 cm  
 LOSAS MACIZAS : 7.0 cm

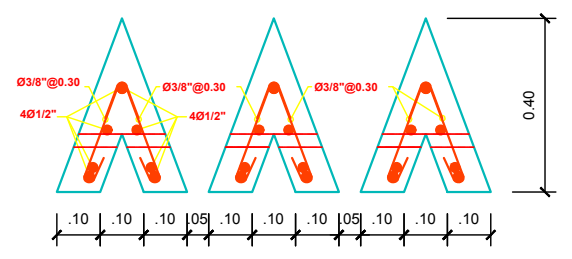
LA ALTURA MAXIMA PARA VACIADO DE CONCRETO SERA DE 1.50 POR ETAPA

REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:  
 1era. CAPA : MEZCLA CEMENTO ARENA 1.5 cm ACABADO RAYADO  
 2da. CAPA : A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA, 1.3 ESPESOR 5mm ACABADO FROTACHADO  
 EN AMBAS CAPAS SE UTILIZAN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 o SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

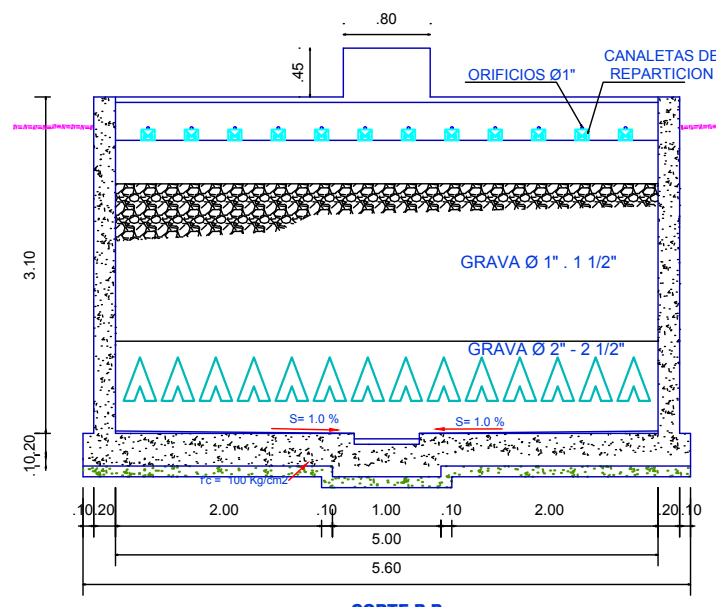
NORMAS USADAS  
 REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES  
 NORMA DE CARGA E-020  
 NORMA DE SUELOS Y CIMENTACION E-050  
 NORMA CONCRETO ARMADO E-060



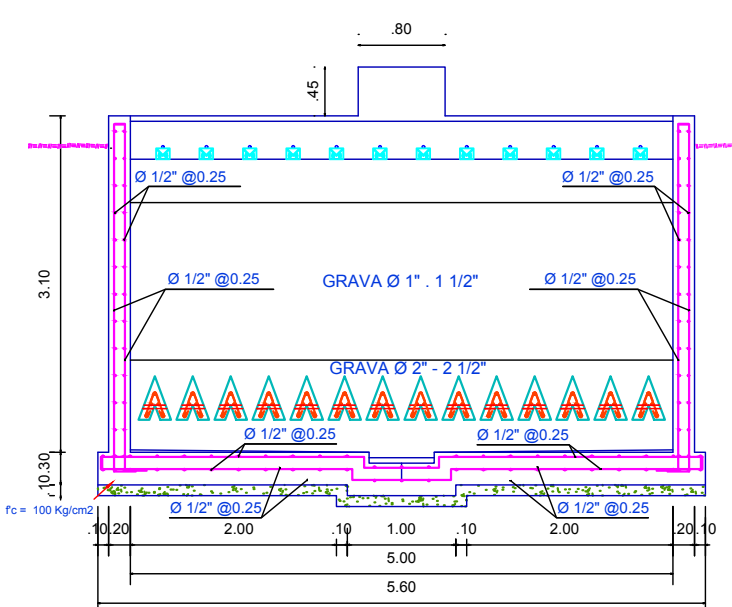
**DETALLE TIPICO DE REFUERZO  
EN PASE DE TUBERIAS**  
ESC:1/12.5



**VIGUETA PREFABRICADA EN DRENAJE  
DE FILTRO DETALLE 01**  
ESC:1/12.5



**CORTE B-B  
ESC:1/50**



**CORTE B-B  
ESC:1/50**

**CUADRO DE TRASLAPES**

Ø	TRASLAPES	LONG. GANCHO 90°
3/8"	.40	.20
1/2"	.45	.20
5/8"	.50	.25

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA**

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LAS LOCALIDADES DE ANTA Y CHURAMPI DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAYELICA

PLANO: FILTRIO BIOLÓGICO (Arquitectura y Estructura) LAMINA: FB-01

RESPONSABLE: C.S.P.H. CAD: C.S.P.H.

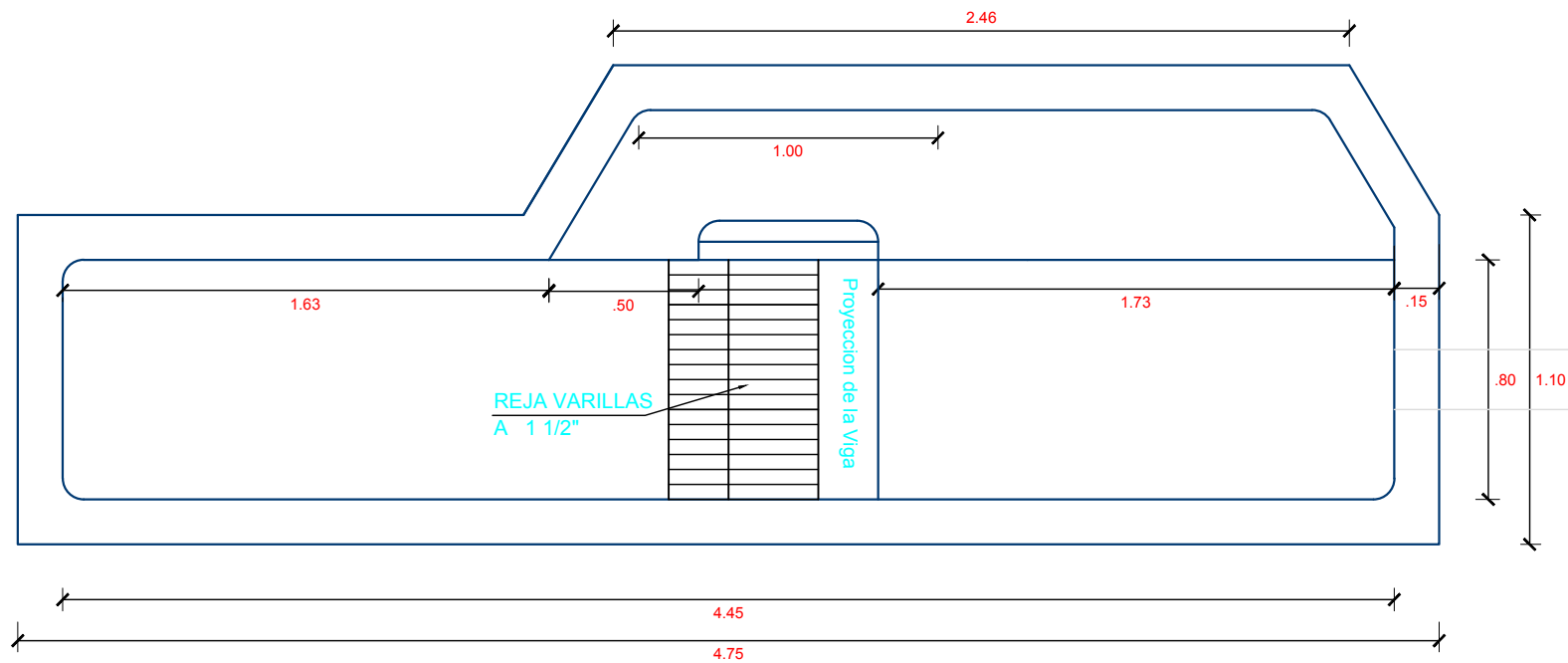
FECHA: JULIO - 2018 Escala: INDICADA

LOC: HUARIBAMBA DIST: HUARIBAMBA PROV: TAYACAJA DPTO: HUANCAYELICA



# VISTA EN PLANTA - CAMARA DE REJAS

1/25

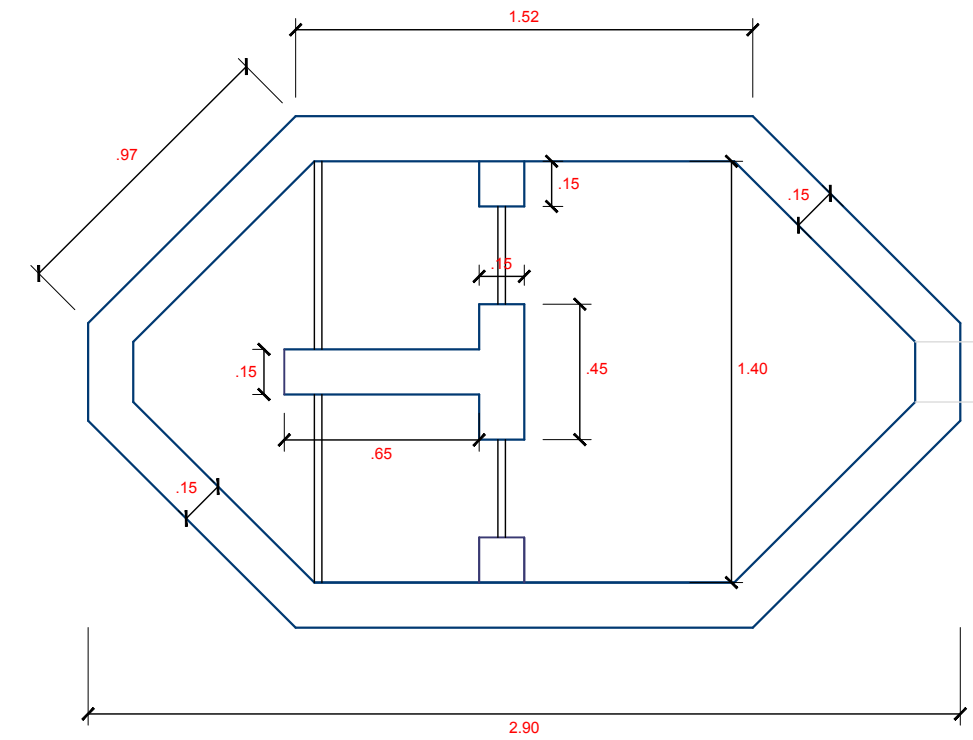


## PLANTA CAMARA DE REJAS

ESC: 1/25

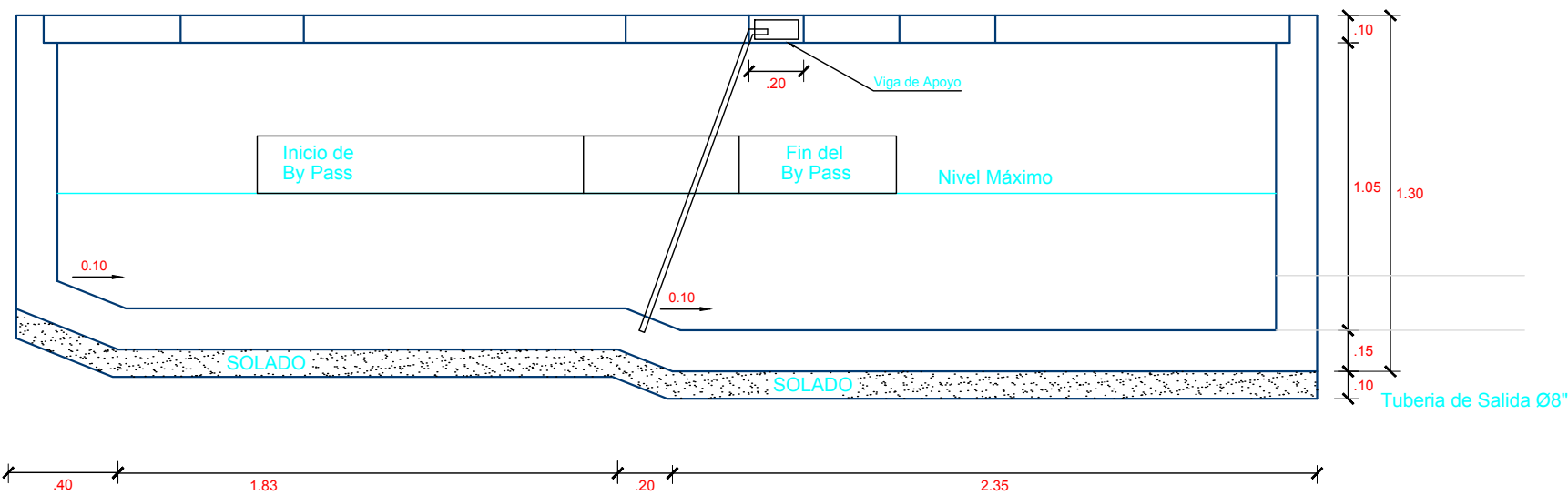
# VISTA EN PLANTA - DESARENADOR

1/25



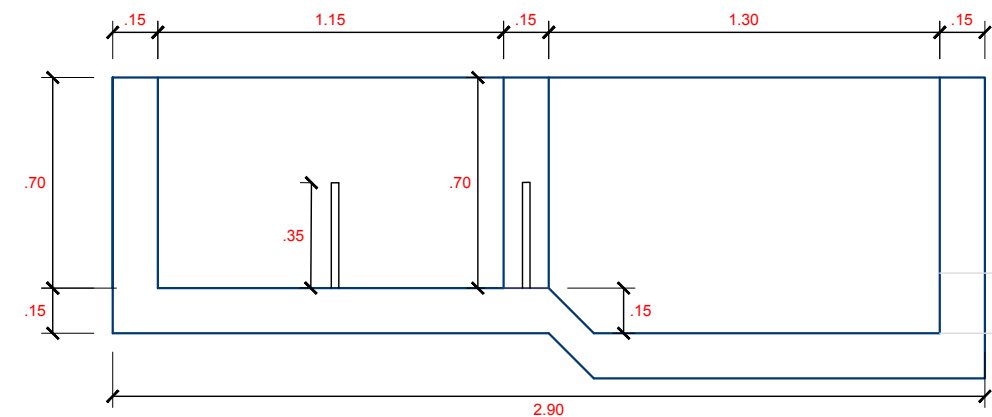
## PLANTA CAMARA DE REJAS

ESC: 1/25



## ELEVACION CAMARA DE REJAS

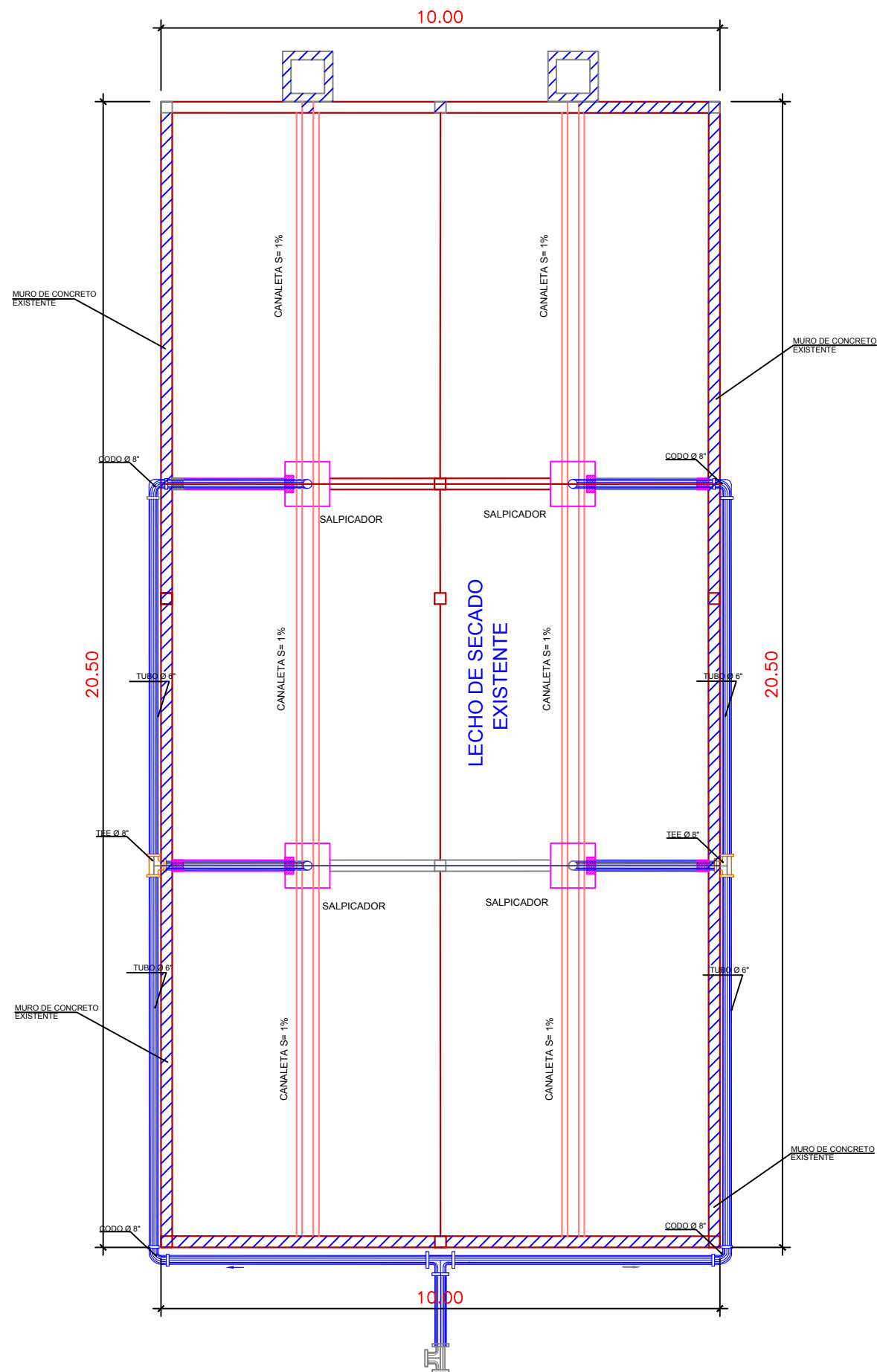
ESC: 1/25



## ELEVACION CAMARA DE REJAS

ESC: 1/25

<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCAVELICA			
	PLANO: CAMARA DE REJAS - DESARENADOR (ESTRUCTURAS EXISTENTES)	LAMINA: <b>CRD-01</b>	
	RESPONSABLE: C.S.P.H.	CAD: C.S.P.H.	
	FECHA: JULIO - 2018	Escala: INDICADA	
LOC : <b>HUARIBAMBA</b>	DIST : <b>HUARIBAMBA</b>	PROV : <b>TAYACAJA</b>	DPTO : <b>HUANCAVELICA</b>



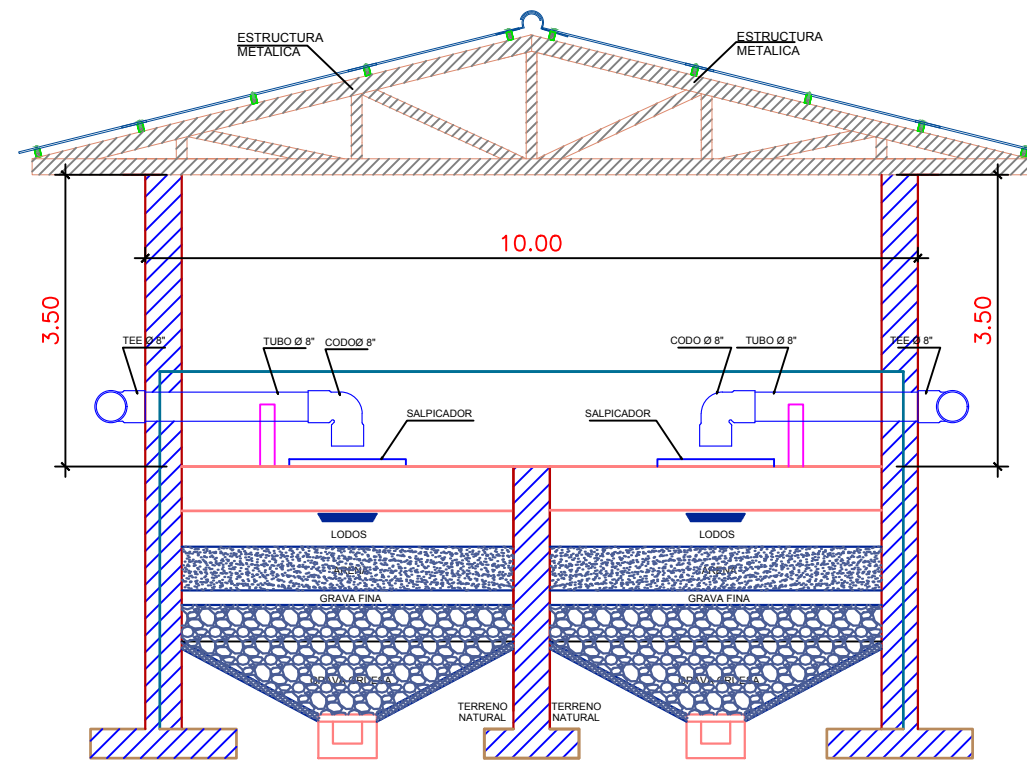
**LECHO DE SECADO - VISTA EN PLANTA**  
ESC: 1/50

**LA ESTRUCTURA EXISTENTE SERAN TARRAJEADO**

**REVESTIMIENTO PARA SUPERFIES EN CONTACTO CON EL AGUA**

- 1.- CAPA : MEZCLA CEMENTO ARENA 1:5 ESPESOR = 1.5cm. ACABADO RAYADO
- 2.- CAPA : A LAS 24 HORAS MEZCLA CEMENTO ARENA 1:3 ESPESOR = 5mm. ACABADO FROTACHADO

EN AMBAS CAPAS SE UTILIZARA ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA 1 O SIMILAR EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE



**LECHO DE SECADO - SECCION TRANSVERSAL**  
ESC: 1/25

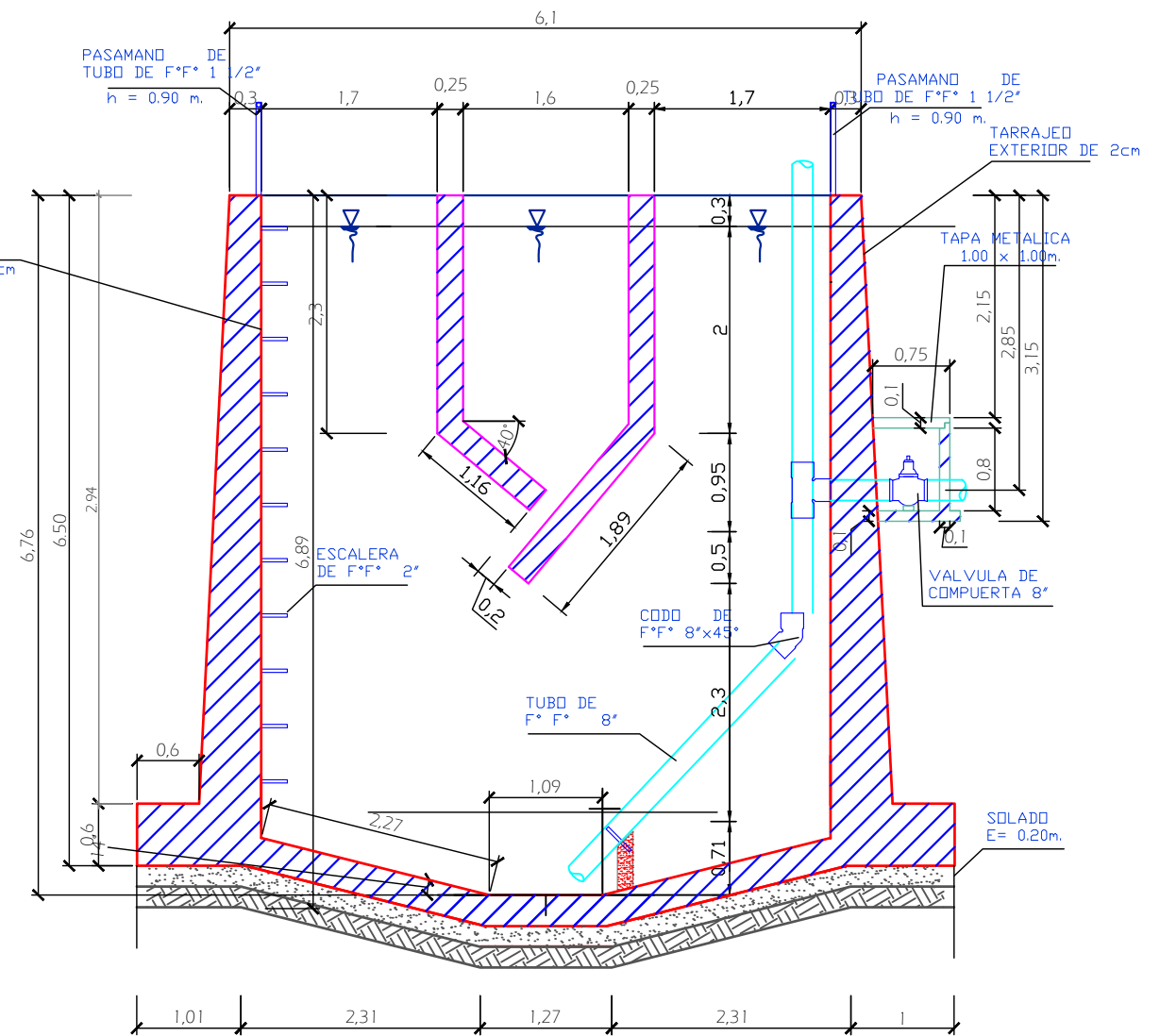
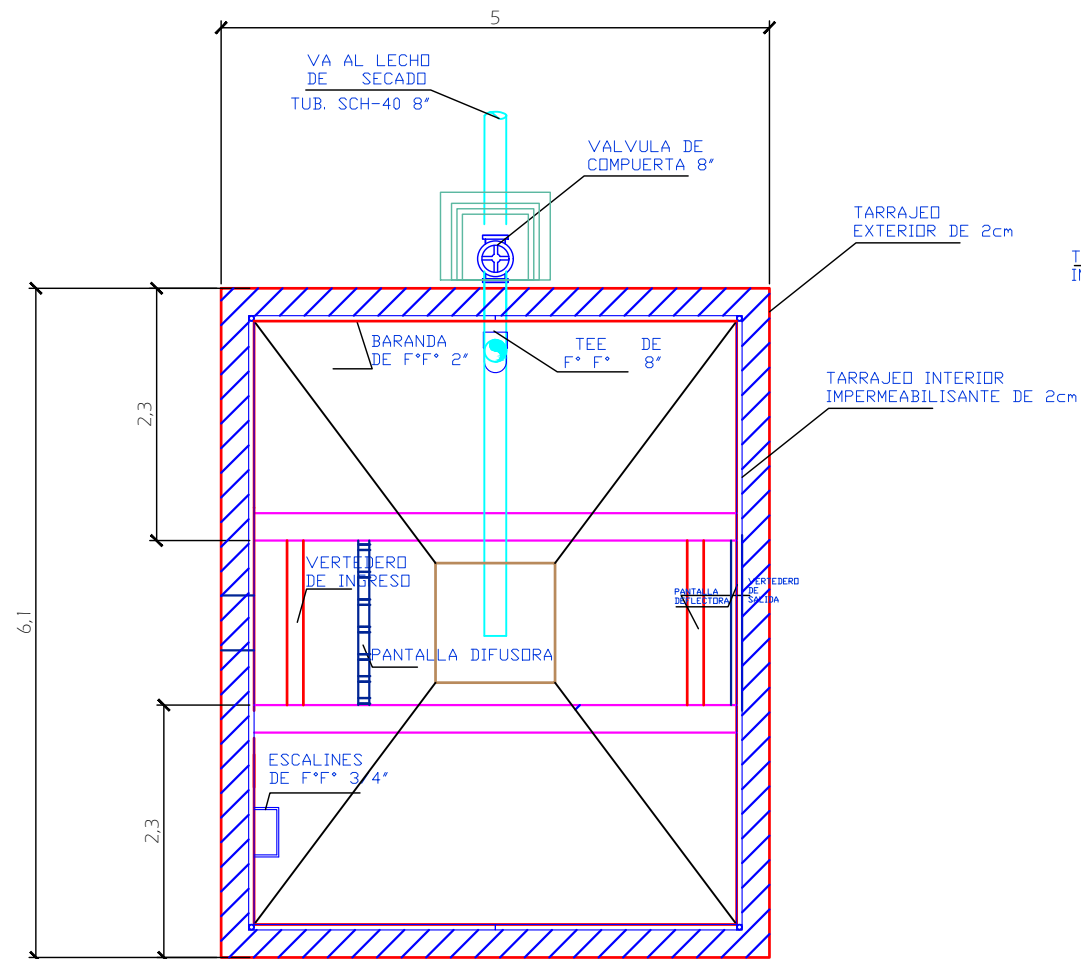
LEYENDA DE ACCESORIOS A CAMBIAR		
ITEM	ACCESORIOS A CAMBIAR	CANTIDAD
Nº1	CODO DE F°F° 8" X 90°	4
Nº2	TEE DE F°F° 8"	4

LEYENDA DE ESTRUCTURA	
ESTRUCTURA CONSTRUIDA	
ESTRUCTURA METALICA CONSTRUIDA	
ESTRUCTURA A CONSTRUIR	

**PLANO DE LECHO DE SECADO (estructura existente)**

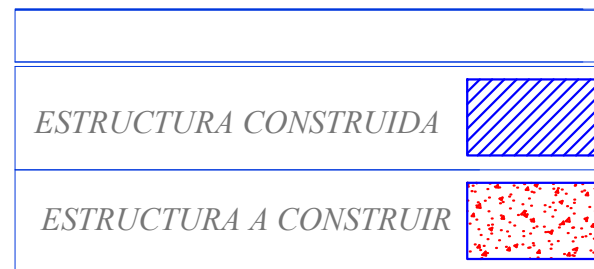
<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO:	LECHO DE SECADO (ESTRUCTURAS EXISTENTES)	
	RESPONSABLE:	CAD:	C.S.P.H.
	FECHA:	Escala:	INDICADA
LOC : <b>HUARIBAMBA</b>	DIST : <b>HUARIBAMBA</b>	PROV : <b>TAYACAJA</b>	DPTO : <b>HUANCVELICA</b>

LAMINA:  
**LSE-01**



SECCION TRANSVERSAL  
ESC: 1/50

LEYENDA DE ACCESORIOS A CAMBIAR		
ITEM	ACCESORIOS A CAMBIAR	CANTIDAD
N°1	VALVA DE COMPUERTA 8"	1
N°2	VERTEDERO	2
N°3	ESCALINETES F°F° 3/4"	1
N°4	BARANDA DE F°F° 2"	1
N°5	TAPA METALICA	1
N°6	PASAMANO DE TUBO F°F° 1 1/2"	1
N°7	CODO DE F°F° 8" X 45°	1
N°8	TEE DE F°F° 8"	1



TANQUE IMHOFF (EXISTENTE)

<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARIBAMBA</b>			
PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE HUARIBAMBA, DISTRITO DE HUARIBAMBA - TAYACAJA - HUANCVELICA			
	PLANO:	TANQUE IMHOFF (estructura existente)	
	RESPONSABLE:	CAD:	C.S.P.H.
	FECHA:	Escala:	INDICADA
LOC:	HUARIBAMBA	DIST:	HUARIBAMBA
PROV:	TAYACAJA	DPTO:	HUANCVELICA
			<b>TIE-01</b>