

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

ANEXO 2: Certificados de los laboratorios.

ANEXO 3: Construcción y procedimiento de las lecturas del medidor Parshall.

ANEXO 4: Lecturas de H_a y H_b in situ.

ANEXO 5: Panel fotográfico.

ANEXO 5: Análisis del balance de masas.

ANEXO 6: Analisis del balance de masas

ANEXO 7: Memoria de cálculo de la propuesta del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Conima.

ANEXO 8: Planos de la propuesta de la PTAR de la localidad de Conima.

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

TITULO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE LA OPERATIVIDAD Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE CONIMA-MOHO-PUNO.

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS
<p><u>Problema General.</u> ¿Cuál es la situación operativa actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima y qué propuestas se pueden implementar para optimizar su funcionamiento, asegurando el cumplimiento de los estándares ambientales establecidos?</p>	<p><u>Objetivo General</u> Evaluar la operatividad actual de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima y proponer mejoras que optimicen su funcionamiento y cumplan con los estándares ambientales establecidos.</p>	<p><u>Variables Independientes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Operatividad de la PTAR <p><u>Variables Dependientes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Planta de tratamiento de aguas residuales 	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuras existentes (Cámara de rejillas, Cámara de distribución de caudales y lagunas de estabilización). - Parámetros físicos, químicos y microbiológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de retención de los contaminantes orgánicos - SST - Temperatura - Ph - DBO₅ - DQO - Aceites y Grasas - Coliformes fecales 	<p><u>Técnicas a utilizar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización de aguas residuales en el afluente de la PTAR. - Caracterización de agua en el efluente de proceso. - Análisis e interpretación en campo.
<p><u>Problemas Específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo es la variación horaria del caudal en el afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en Conima, mediante la recolección y análisis de datos de caudal cada hora durante un periodo de 24 horas en días representativos? - ¿Cuál es el diagnóstico técnico de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima? - ¿Cuál es la calidad del efluente según la caracterización de los parámetros físico, químicos y microbiológico de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima? - ¿Cómo determinar la eficiencia en la remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima? - ¿Cuál es la propuesta para implementar un plan de mejora en la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima? 	<p><u>Objetivos Específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la variación horaria del caudal en el afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales en Conima, mediante la recolección y análisis de datos de caudal cada hora durante un periodo de 24 horas en días representativos. - Realizar un diagnóstico técnico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Conima. - Analizar la calidad del efluente según la caracterización de los parámetros físico, químicos y microbiológico de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima. - Determinar la eficiencia en la remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Conima. - Proponer un plan de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Conima. Puno. 	<p><u>METODOLOGÍA</u></p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Tipo: Aplicada</p>			

ANEXO 2: Certificados de los laboratorios.



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00209

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 1 de 4

Señores : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE / RODOLFO MAMANI COAQUIRA
Dirección : PTAR - CONIMA, MOHO - PUNO
Atención : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE / RODOLFO MAMANI COAQUIRA
Proyecto : TESIS UNA - PUNO

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE
Registro de muestreo : 137-20
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 29/10/2020
Fecha de ensayo : 29/10/2020
Nro de muestras : 1

Table with 7 columns: Cod. Interno L.A.S., (c) Nombre de muestra, (c) Matriz de la muestra, (c) Zona, Urb. AAHH/Dist/Prov/Depart., (c) Punto de muestreo y/o coordenadas, (c) Fecha de inicio de muestreo, (c) Hora de inicio de muestreo. Row 1: AG20000550, AFLUENTE PTAR, Agua Residual - Agua Residual Doméstica, JAHUIR MANTA / CONIMA / MOHO / PUNO, E:453224 N:8291364 Z:3861.13, 29/10/2020, 9:11

(c) : datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

Handwritten signature and stamp of Omar A. Juárez Soto, Gerente de Operaciones, with INACAL registration number 114426.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

“<Valor numérico” = Límite de detección del método, “<Valor Numérico” = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

Nº 12977



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00209

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*845	808		846	859	860
		SD	pH	T	SST	DBO-5	DQO
		mg/L	Unidad de pH	°C	mg/L	mg/L	mg O2/L
AG20000550	AFLUENTE PTAR	384	7.22	22.6	82	72.5	390


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

™<Valor numérico> = Límite de detección del método, ™<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

Nº 12978



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00209

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 3 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	871
		Coliformes Total NMP/100 mL
AG20000550	AFLUENTE PTAR	92x10 ⁶


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 José A. Ortiz Condori
 Microbiología
 Biólogo C.B.P. 13052

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

¹<Valor numérico> = Límite de detección del método. ²<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

N° 12712



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00209

Fecha de emisión:9/11/2020

Página 4 de 4

METODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango
845	Sólidos Disueltos en agua por gravimetría: SMEWW. 22 st Ed. Part-2540 C. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C	[0.125 - 1000] mg/L
808	Determinación de pH en aguas SMEWW. 22 th Ed.4500-H pH Part.B. Electrometric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 14] Unidad de pH
846	Sólidos Suspendidos Totales en aguas SMEWW. 23rd Ed. Item 2540-Solids D. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[* 7.6 - 200000] mg/L
859	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas DBO SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[* 0.5 - 20000] mg/L
860	Ensayo de demanda química de oxígeno en aguas DQO SMEWW. 22 th Ed.5220-COD Part.D. Closed reflux, Colorimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[* 2 - 10000] mg O2/L
871	Numeración de Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 B, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.(MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[* 1.8 -] NMP/100 mL

* : Limite detección b : Limite de cuantificación

----- Fin del informe -----


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, *<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

Nº 12979



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00210

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 1 de 4

Señores : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE / RODOLFO MAMANI COAQUIRA
Dirección : PTAR - CONIMA, MOHO - PUNO
Atención : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE / RODOLFO MAMANI COAQUIRA
Proyecto : TESIS UNA - PUNO

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE
Registro de muestreo : 137-20
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 29/10/2020
Fecha de ensayo : 29/10/2020
Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG20000551	EFLUENTE PTAR	Agua Residual - Agua Residual Doméstica	JAHUIR MANTA / CONIMA / MOHO / PUNO	E:453224 N:8291364 Z:3861.13	29/10/2020	9:39

(c) : datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Condiciones de recepción de la muestra

Cooler refrigerado

Observación

-

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114428

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

^m<Valor numérico> = Límite de detección del método, ⁿ<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

N° 12980



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00210

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 2 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	*845	808		846	859	860
		SD	pH	T	SST	DBO-5	DQO
		mg/L	Unidad de pH	°C	mg/L	mg/L	mg O2/L
AG20000551	EFLUENTE PTAR	392	7,41	22,3	128	70,3	324


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

~<Valor numérico> = Límite de detección del método, ~<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

N° 12981



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00210

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 3 de 4

RESULTADOS DE ENSAYO MICROBIOLÓGICOS

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	871	
		Coliformes Total NMP/100 mL	
AG20000551	EFLUENTE PTAR	16x10 ³	

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
José A. Ortiz Condori
Microbiología
Biólogo C.B.P. 13052

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

™<Valor numérico> = Límite de detección del método, ™<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C - 1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
Teléfono (054) 443294 Fax (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

N° 12711



Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-20-00210

Fecha de emisión: 9/11/2020

Página 4 de 4

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango
*845	Sólidos Disueltos en agua por gravimetría: SMEWW. 22 st Ed. Part.2540 C. Total Dissolved Solids Dried at 180 °C	[^a 0.125 - 1000] mg/L
808	Determinación de pH en aguas SMEWW. 22 th Ed.4500-H pH Part.B. Electrometric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[- 14] Unidad de pH
846	Sólidos Suspendidos Totales en aguas SMEWW. 23rd Ed. Item 2540-Solids D. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[^b 7.6 - 200000] mg/L
859	Demanda bioquímica de oxígeno en aguas DBO SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 23rd Ed Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[^b 0.5 - 20000] mg/L
860	Ensayo de demanda química de oxígeno en aguas DQO SMEWW. 22 th Ed.5220-COD Part.D. Closed reflux, Colorimetric Method. (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[^b 2 - 10000] mg O2/L
871	Numeración de Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part-9221 B, 23rd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.(MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[^b 1.8 -] NMP/100 mL

^a : Límite de detección ^b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----


 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
 Omar A. Juárez Soto
 Gerente de Operaciones
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

^a<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^b<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



FIQ Nro

111-2023

N° 002227

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL

PROCEDENCIA : PTAR-CONIMA/CONIMA/MOHO/PUNO

MOTIVO : TESIS UNA PUNO

MUESTREO : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE

ANÁLISIS : 31/07/2023

CÓDIGO : B0009-000439

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS	MÉTODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.85	6.98	Electrométrico
Temperatura	°C	18.02	18.05	Termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	280.00	234.00	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	323.10	165.68	Digestión Cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	118.50	64.40	Digestión Cerrada
Aceites y grasa	mg/L	0.24	0.08	Soxhlet
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	93.00	23.00	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	<1	<1	NMP/100ml

Puno, C.U. 04 de setiembre del 2023

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIG - UNA - CIP - 102393



Walter B. Arango Aragón Ph.D.
 DECANO - FIG - UNA



FIQ Nro **LQ-2023**

N° 002301

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL

PROCEDECENCIA : PTAR-CONIMA/CONIMA/MOHO/PUNO

MOTIVO : TESIS UNA PUNO

INTERESADO : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE

MUESTREO : 21/08/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 21/08/2023

CÓDIGO : B0009-000461

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS	MÉTODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.92	6.88	Electrométrico
Temperatura	°C	18.40	18.60	Termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	263.00	118.70	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	425.72	268.80	Digestión Cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	139.80	82.90	Digestión Cerrada
Aceites y grasa	mg/L	6.85	3.75	Soxhlet
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	93.00	23.00	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	<1	<1	NMP/100ml

Puno, C.U. 07 de setiembre del 2023

V°B°


ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 182393




Walter E. Arancio Aragón Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA



FIQ Nro **LQ-2023**

N° 002367

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL

PROCEDENCIA : PTAR-CONIMA/CONIMA/MOHO/PUNO

MOTIVO : TESIS UNA PUNO

INTERESADO : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE

MUESTREO : 12/09/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 12/09/2023

CÓDIGO : B0009-000488

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS	METODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.73	7.03	Electrométrico
Temperatura	°C	17.40	17.40	Termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	204.00	196.80	Gravimétrico
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	624.23	276.30	Digestión Cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	220.00	110.40	Digestión Cerrada
Aceites y grasa	mg/L	0.0660	0.0012	Soxhlet
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	93.00	23.00	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	<1	<1	NMP/100ml

Puno, C.U. 29 de setiembre del 2023

VºBº


ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 182393




Walther B. Aparicio Aragón Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA



FIQ Nro **LQ-2023**

N° 002499

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA RESIDUAL

PROCEDENCIA : PTAR-CONIMA/CONIMA/MOHO/PUNO

MOTIVO : TESIS UNA PUNO

INTERESADO : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE

MUESTREO : 29/09/2023, por el interesado

ANÁLISIS : 29/09/2023

CÓDIGO : B0009-000505

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS	MÉTODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.16	6.68	Electrométrica
Temperatura	°C	18.16	18.30	Termómetro
Sólidos en suspensión	mg/L	763	257.00	Gravimétrica
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	210.30	110.32	Digestión Cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	84.00	43.30	Digestión Cerrada
Aceites y grasa	mg/L	8.56	8.41	Soxhlet
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	93.00	23.00	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml	<1	<1	NMP/100ml

Puno, C.U. 13 de noviembre del 2023

V°B°

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 182393



Walter B. Apurto Aragón Ph.D.
DECANO - FIQ - UNA

ANEXO 3: Construcción y procedimiento de las lecturas del medidor Parshall.

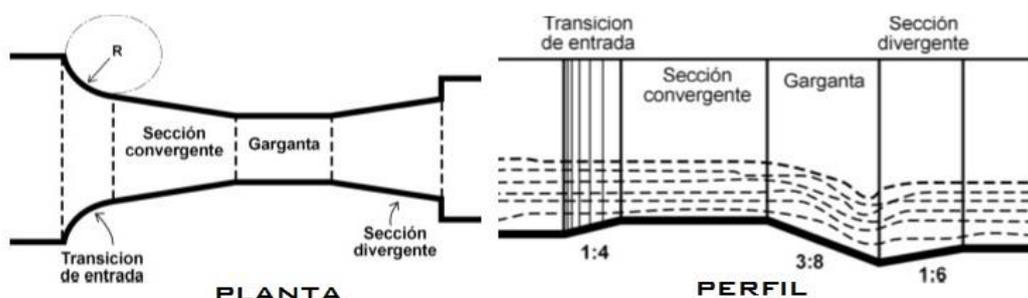
3.1 Medidor Parshall.

Manrique Ugarte (2004) el medidor Parshall es una de las estructuras más antiguas y utilizadas para la medición de caudales en canales abiertos. Desarrollado en la década de 1920 por el ingeniero estadounidense Ralph L. Parshall, este dispositivo se caracteriza por su diseño simple y eficiente, que minimiza las pérdidas de carga en comparación con otras estructuras de aforo. Puede ser fabricado en diversos materiales como madera, metal y concreto, adaptándose a diferentes magnitudes de canales y caudales a medir. Su funcionamiento se basa en el principio de Venturi, donde el flujo de agua se acelera al pasar por un estrechamiento, lo que genera una variación en el nivel del agua que se relaciona directamente con el caudal. (p. 40)

De Azevedo & Acosta Alvares (1975) diseñado por Ralph L. Parshall, es una estructura hidráulica utilizada para medir el caudal de agua que fluye a través de un canal. Este dispositivo se basa en el principio del régimen crítico y está compuesto por cuatro secciones principales: transición de entrada, sección convergente, garganta y sección divergente. La geometría del medidor permite que el flujo de agua se acelere al pasar por la garganta, lo que facilita la medición precisa del caudal mediante una relación matemática entre la altura del agua y el flujo correspondiente.

Figura 3.1

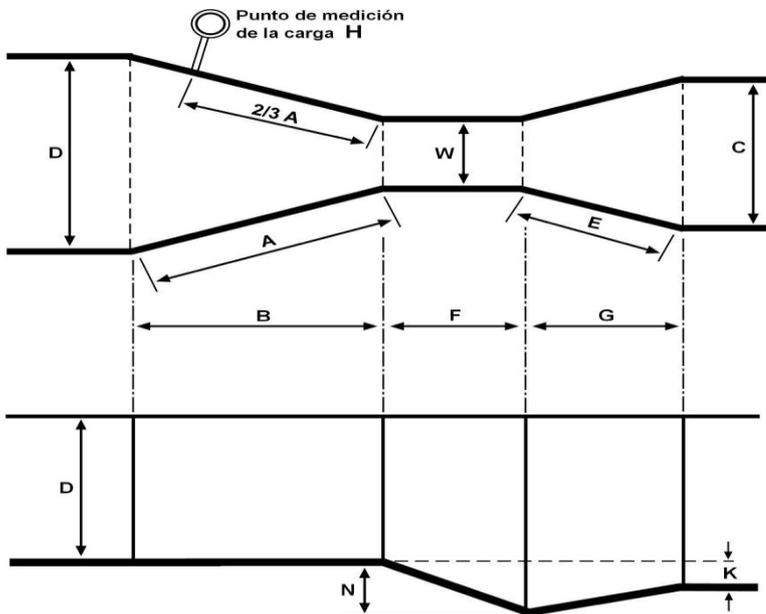
Medidor Parshall (planta y perfil)



Nota. Tomado De Azevedo & Acosta Alvares, Manual de Hidráulica (p. 477)

Figura 3.2

Dimensiones del medidor Parshall



Nota. Tomado De Acevedo & Acosta Alvares, Manual de Hidráulica (p. 471)

Las dimensiones de la construcción se determinan según la figura 3.1 y la figura 3.2, y las medidas de cada componente se basan en el ancho de la garganta (W) especificado en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Dimensiones típicas de medidor Parshall (cm).

W	A	B	C	D	E	F	G	K	N
3"	46.6	45.7	17.8	25.9	38.1	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	62.1	61.0	39.4	40.3	45.7	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	88.0	86.4	38.0	57.5	61.0	30.5	45.7	7.6	11.4

Nota. De Azevedo & Acosta Alvares, Manual de Hidráulica (p. 472).

De los ensayos realizados en el canal han permitido derivar una ecuación que se muestra a continuación y esta ecuación a su vez varía de acuerdo al ancho de garganta que se aprecia en la tabla 3.2.

$$Q = K * H^n \dots\dots\dots \text{(ecuación 3.1)}$$

Dónde: Q = Caudal (m^3/s), H = Altura del flujo (m), K y n = constantes

Tabla 3.2

Valores de "n" y "K (S.I.)"

W (S.I.)	n	K
3"	1.547	0.176
6"	1.580	0.381
9"	1.530	0.535

Nota. De Azevedo & Acosta Alvares, Manual de Hidráulica (p. 476).

3.2 Construcción e instalación del medidor Parshall.

Se diseñó y construyó el medidor Parshall con un ancho de garganta de 3 pulgadas siguiendo las especificaciones detalladas en las tablas 3.1.

Figura 3.3

Construcción del medidor Parshall



Nota. Se aprecia el corte de piezas, soldadura en la parte exterior y el producto final.

Para la fabricación del medidor Parshall, se empleó plancha de aluminio liso de 2 y 3 mm como material principal. Además, se llevó a cabo la soldadura en la parte exterior, tal como se ilustra en la figura 3.3.

En cuanto a la instalación, se aseguraron tanto los niveles horizontales y verticales del medidor Parshall en el aliviadero de la cámara de rejillas tal como se muestra en la figura 3.4.

En este apartado, se presentan las dimensiones finales del medidor Parshall, una vez construidas.

Tabla 3.3

Diferencia de dimensiones en la construcción del medidor Parshall

Partes	Estándar (cm)	Real (cm)	Diferencia (%)
W	7.62	7.63	0.1%
A	46.6	46.67	0.2%
B	45.7	45.82	0.3%
C	17.8	17.77	-0.2%
D	25.9	25.85	-0.2%
E	30.48	30.92	0.0%
	60.96		
F	15.2	15.24	0.3%
G	30.5	30.53	0.1%
K	2.5	2.5	0.0%
N	5.7	5.71	0.2%

Nota. Se aprecia que las diferencias son menores del $\pm 2\%$.

Según se detalla en la tabla 3.3, las medidas obtenidas se encuentran dentro de los límites de tolerancia establecidos, con diferencias inferiores al $\pm 2\%$ en comparación con las dimensiones estándar indicadas en la tabla 3.1.

Figura 3.4

Instalación in situ del medidor Parshall



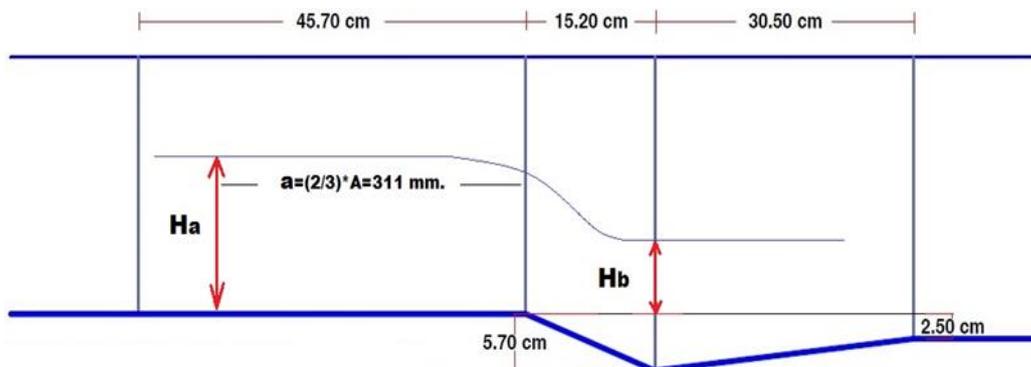
Nota. Se muestra la preparación de la mezcla de concreto (hormigón + cemento + agua), el vaciado de concreto conjuntamente con el medidor y la puesta en operación del agua residual.

3.3 Lectura de H_a y H_b en el medidor Parshall

De Azevedo & Acosta Alvares (1975), la ubicación óptima para la medición de las profundidades de agua, establece que la medición H_a debe realizarse a dos tercios de la longitud de la pared convergente, aguas arriba del medidor y la medición H_b se lleva a cabo en la cresta inferior de la garganta del medidor Parshall. (ver figura 3.5)

Figura 3.5

Ubicación de H_a y H_b , en el medidor Parshall



Nota. Las medidas del medidor Parshall, corresponde al ancho de garganta de 3”.

En las tablas 3.4 y 3.5 se presentan las lecturas de las profundidades de H_a y H_b obtenidas in situ mediante el medidor Parshall.

Tabla 3.4

Lectura de H_a (cm) y H_b (cm), en el medidor Parshall

Hora	02/05/2023		03/05/2023	
	H_a	H_b	H_a	H_b
06:00 am	4.30	0.00	3.80	0.00
07:00 am	4.95	0.00	5.40	0.00
08:00 am	7.00	0.20	6.20	0.00
09:00 am	6.90	0.10	6.90	0.15
10:00 am	6.50	0.00	7.10	0.30
11:00 am	5.70	0.00	6.80	0.00
12:00 pm	6.20	0.00	6.20	0.00
01:00 pm	5.00	0.00	5.80	0.00
02:00 pm	4.10	0.00	5.70	0.00
03:00 pm	5.20	0.00	4.65	0.00
04:00 pm	5.30	0.00	3.80	0.00
05:00 pm	5.40	0.00	3.20	0.00
06:00 pm	5.50		3.90	
07:00 pm	5.00		4.25	
08:00 pm	4.80		3.70	
09:00 pm	2.80		1.95	
10:00 pm	1.70		0.60	
11:00 pm	0.60		0.40	
12:00 am	0.50		0.40	
01:00 am	0.60		0.40	
02:00 am	0.50		0.45	
03:00 am	0.80		0.40	
04:00 am	1.40		0.40	
05:00 am	3.30		1.10	

Nota. En las fechas 02/05/2023 y 03/05/2023 se lectura H_a y H_b . Elaboración propia.

Tabla 3.5*Lectura de H_a (cm) en el medidor Parshall*

Hora	H_a 14/05/2023	H_a 15/05/2023	H_a 04/06/2023
06:00 am	4.10	4.00	2.20
07:00 am	4.20	5.80	4.10
08:00 am	5.80	7.10	4.10
09:00 am	6.50	7.30	4.20
10:00 am	6.70	7.50	6.00
11:00 am	6.20	7.10	6.10
12:00 pm	5.65	6.10	6.00
01:00 pm	6.70	6.60	5.80
02:00 pm	5.80	5.60	5.60
03:00 pm	6.30	6.20	6.10
04:00 pm	6.40	6.20	4.90
05:00 pm	6.20	6.30	5.10
06:00 pm	5.90	6.15	5.40
07:00 pm	5.50	5.35	5.50
08:00 pm	4.30	4.85	4.20
09:00 pm	1.60	1.90	1.80
10:00 pm	0.45	0.50	0.90
11:00 pm	0.40	0.40	0.55
12:00 am	0.40	0.40	0.50
01:00 am	0.40	0.40	0.50
02:00 am	0.40	0.45	0.50
03:00 am	0.40	0.40	0.45
04:00 am	0.45	0.40	0.60
05:00 am	0.90	1.30	1.20

Nota. En las fechas 14/05/2023, 15/05/2023 y 04/06/2023 solo se hizo la lectura de H_a en el medidor Parshall.

Figura 3.6

Lecturas in situ de H_a y H_b en el medidor Parshall



Nota. Se aprecia las lecturas durante el día y la noche.

3.4 Cálculo del grado de sumergencia

De Azevedo & Acosta Alvares (1975), se refiere al nivel al que el flujo de agua está cubierto por la superficie del aforador. En este caso específico, se establece que, para un aforador con una garganta de 3" de ancho, la máxima sumersión permitida es del 50%. Esta limitación asegura que el dispositivo funcione eficientemente sin comprometer su precisión. Para su cálculo se establece la siguiente formula:

$$S = \frac{H_b}{H_a} * 100\% \quad (1)$$

Dónde:

S = Sumergencia

H_a y H_b = Profundidad del agua

Tabla 3.6*Resultados del grado de sumergencia*

Hora	02/05/2023	03/05/2023
06:00 am	0.00 %	0.00 %
07:00 am	0.00 %	0.00 %
08:00 am	2.86 %	0.00 %
09:00 am	1.45 %	2.17 %
10:00 am	0.00 %	4.23 %
11:00 am	0.00 %	0.00 %
12:00 pm	0.00 %	0.00 %
01:00 pm	0.00 %	0.00 %
02:00 pm	0.00 %	0.00 %
03:00 pm	0.00 %	0.00 %
04:00 pm	0.00 %	0.00 %
05:00 pm	0.00 %	0.00 %

Nota. Resultan de la ecuación de sumergencia De Azevedo & Acosta Alvares (1975).

Los resultados expuestos en la Tabla 3.6 muestran que todos los valores están por debajo del 50%, con un máximo de 4.23%. Este hallazgo indica que el medidor Parshall está funcionando bajo condiciones de descarga libre.

3.5 Lectura por el método volumétrico

Núñez Leonardo (2015) este método propuesto para la medición de caudales pequeños es sencillo, requiere poco equipo y ofrece alta precisión cuando se aplica correctamente. Este enfoque consiste en calcular el caudal a partir del tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de volumen conocido. (p. 42)

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen de llenado}}{\text{Tiempo de llenado}} \quad (2)$$

Tabla 3.7*Resultados del aforo por el método volumétrico*

Hora	Fecha: 02/05/2023			
	V (Lts.)	T (seg.)	Q (L/s)	Q _{prom} (L/s)
08:00 am	5	1.77	2.825	2.820
	5	1.77	2.825	
	5	1.78	2.809	
10:00 am	5	1.97	2.538	2.521
	5	1.98	2.525	
	5	2.00	2.500	
12:00 pm	5	2.12	2.358	2.344
	5	2.13	2.347	
	5	2.15	2.326	
02:00 pm	5	4.03	1.241	1.245
	5	4.01	1.247	
	5	4.01	1.247	
04:00 pm	5	2.73	1.832	1.843
	5	2.71	1.845	
	5	2.70	1.852	

Nota. Se aprecia que por cada hora se hizo 3 lecturas y luego se sacó el promedio del caudal.

En la tabla 3.7, se desarrolló un método para el control del caudal utilizando un medidor Parshall. Este enfoque incluyó la utilización de un recipiente de 5 litros y un cronómetro para realizar las mediciones.

3.6 Validación de la ecuación del medidor Parshall

ASTM (2013) para la validación de la ecuación del medidor Parshall, se debe considerar la norma ASTM D1941 – 91 (2013), que establece que la precisión de las relaciones de descargas de flujo libre debe estar dentro de un margen de $\pm 5.00\%$. Este margen es aplicable a canales que cumplen con los requisitos estándar de instalación y fabricación.

Tabla 3.8*Caudal de la ecuación y del método volumétrico*

Hora	Ha (cm)	Qmp	Qv	Diferencia
08:00 am	7.00	2.877	2.820	-1.98%
10:00 am	6.50	2.565	2.521	-1.74%
12:00 pm	6.20	2.384	2.344	-1.71%
02:00 pm	4.10	1.257	1.245	-0.97%
04:00 pm	5.30	1.871	1.843	-1.52%

Nota. Qmp = Caudal resultante del medidor Parshall, Qv = caudal resultante del método volumétrico. Se tomó como referencia para la validación de los cálculos la fecha 02/05/2023.

En la verificación presentada en la tabla 3.8, se observa que la diferencia máxima registrada es de -1.98%. Este resultado se encuentra dentro del rango permitido por la normativa, que establece una diferencia máxima de $\pm 5\%$. Deducimos que la ecuación utilizada para el medidor Parshall es válida y confiable para su operación.

$$Q = 1.547 * H_a^{0.176} \quad (3)$$

ANEXO 4: Lecturas de H_a y H_b in situ



LECTURA DE Ha y Hb, en el MEDIDOR PARSHALL

TESISTAS : DIOMEDES CERESO VILLASANTE

LUGAR : PTAR del distrito de Conima

DISTRITO : Conima

PROVINCIA : Moho

REGION : Puno

MARTES 02/05/2023	00 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	6.20	cm	Hb	0.00	cm
	01 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	5.00	cm	Hb	0.00	cm
	02 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	4.10	cm	Hb	0.00	cm
	03 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	5.20	cm	Hb	0.00	cm
	04 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	5.30	cm	Hb	0.00	cm
	05 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	5.40	cm	Hb	0.00	cm
	06 : 00 AM	Ha	4.30	cm	Hb	0.00	cm	18 : 00 PM	Ha	5.50	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	4.95	cm	Hb	0.00	cm	19 : 00 PM	Ha	5.00	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	7.00	cm	Hb	0.20	cm	20 : 00 PM	Ha	4.80	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	6.90	cm	Hb	0.10	cm	21 : 00 PM	Ha	2.80	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	6.50	cm	Hb	0.00	cm	22 : 00 PM	Ha	1.70	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	5.70	cm	Hb	0.00	cm	23 : 00 PM	Ha	0.60	cm	Hb	—	cm

MIÉRCOLES 03/05/2023	00 : 00 AM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	6.20	cm	Hb	0.0	cm
	01 : 00 AM	Ha	0.60	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	5.80	cm	Hb	0.0	cm
	02 : 00 AM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	5.70	cm	Hb	0.0	cm
	03 : 00 AM	Ha	0.80	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	4.65	cm	Hb	0.0	cm
	04 : 00 AM	Ha	1.40	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	3.80	cm	Hb	0.0	cm
	05 : 00 AM	Ha	3.30	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	3.20	cm	Hb	0.0	cm
	06 : 00 AM	Ha	3.80	cm	Hb	0.0	cm	18 : 00 PM	Ha	3.90	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	5.40	cm	Hb	0.0	cm	19 : 00 PM	Ha	4.25	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	6.20	cm	Hb	0.0	cm	20 : 00 PM	Ha	3.70	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	6.90	cm	Hb	0.15	cm	21 : 00 PM	Ha	1.95	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	7.10	cm	Hb	0.30	cm	22 : 00 PM	Ha	0.60	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	6.80	cm	Hb	0.0	cm	23 : 00 PM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm



LECTURA DE Ha y Hb, en el MEDIDOR PARSHALL

TESISTAS : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE
 LUGAR : PTAR del distrito de Conima
 DISTRITO : Conima
 PROVINCIA : Moho
 REGION : Puno

JUEVES 04/05/2023	00 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	01 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	02 : 00 AM	Ha	0.45	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	03 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	04 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	05 : 00 AM	Ha	1.10	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	06 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	18 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	19 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	20 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	21 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	22 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	23 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm



LECTURA DE Ha y Hb, en el MEDIDOR PARSHALL

TESTISTAS : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE

LUGAR : PTAR del distrito de Conima

DISTRITO : Conima

PROVINCIA : Moho

REGION : Puno

MARTES 14/05/2023	00 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	5.65	cm	Hb	—	cm
	01 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	6.30	cm	Hb	—	cm
	02 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	5.80	cm	Hb	—	cm
	03 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	6.30	cm	Hb	—	cm
	04 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	6.40	cm	Hb	—	cm
	05 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	6.20	cm	Hb	—	cm
	06 : 00 AM	Ha	4.10	cm	Hb	—	cm	18 : 00 PM	Ha	5.90	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	4.20	cm	Hb	—	cm	19 : 00 PM	Ha	5.50	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	5.80	cm	Hb	—	cm	20 : 00 PM	Ha	4.30	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	6.50	cm	Hb	—	cm	21 : 00 PM	Ha	1.60	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	6.70	cm	Hb	—	cm	22 : 00 PM	Ha	0.45	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	6.20	cm	Hb	—	cm	23 : 00 PM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm

MIÉRCOLES 15/05/2023	00 : 00 AM	Ha	6.40	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	6.10	cm	Hb	—	cm
	01 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	6.60	cm	Hb	—	cm
	02 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	5.60	cm	Hb	—	cm
	03 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	6.20	cm	Hb	—	cm
	04 : 00 AM	Ha	0.45	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	6.20	cm	Hb	—	cm
	05 : 00 AM	Ha	0.90	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	6.30	cm	Hb	—	cm
	06 : 00 AM	Ha	4.00	cm	Hb	—	cm	18 : 00 PM	Ha	6.15	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	5.80	cm	Hb	—	cm	19 : 00 PM	Ha	5.35	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	7.10	cm	Hb	—	cm	20 : 00 PM	Ha	4.85	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	7.30	cm	Hb	—	cm	21 : 00 PM	Ha	1.90	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	7.50	cm	Hb	—	cm	22 : 00 PM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	7.10	cm	Hb	—	cm	23 : 00 PM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm



LECTURA DE Ha y Hb, en el MEDIDOR PARSHALL

TESISTAS : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE
LUGAR : PTAR del distrito de Conima
DISTRITO : Conima
PROVINCIA : Moho
REGION : Puno

JUEVES 16/05/2023	00 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	01 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	02 : 00 AM	Ha	0.45	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	03 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	04 : 00 AM	Ha	0.40	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	05 : 00 AM	Ha	1.30	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	06 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	18 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	19 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	20 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	21 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	22 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	23 : 00 PM	Ha	—	cm	Hb	—	cm



LECTURA DE Ha y Hb, en el MEDIDOR PARSHALL

TESISTAS : DIOMEDES CEREZO VILLASANTE
LUGAR : PTAR del distrito de Conima
DISTRITO : Conima
PROVINCIA : Moho
REGION : Puno

DOMINGO 04/06/2023	00 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha	6.00	cm	Hb	—	cm
	01 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha	5.80	cm	Hb	—	cm
	02 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha	5.60	cm	Hb	—	cm
	03 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha	6.10	cm	Hb	—	cm
	04 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha	4.90	cm	Hb	—	cm
	05 : 00 AM	Ha	—	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha	5.10	cm	Hb	—	cm
	06 : 00 AM	Ha	4.20	cm	Hb	—	cm	18 : 00 PM	Ha	5.40	cm	Hb	—	cm
	07 : 00 AM	Ha	4.10	cm	Hb	—	cm	19 : 00 PM	Ha	5.50	cm	Hb	—	cm
	08 : 00 AM	Ha	4.10	cm	Hb	—	cm	20 : 00 PM	Ha	4.20	cm	Hb	—	cm
	09 : 00 AM	Ha	4.20	cm	Hb	—	cm	21 : 00 PM	Ha	1.80	cm	Hb	—	cm
	10 : 00 AM	Ha	6.00	cm	Hb	—	cm	22 : 00 PM	Ha	0.90	cm	Hb	—	cm
	11 : 00 AM	Ha	6.10	cm	Hb	—	cm	23 : 00 PM	Ha	0.55	cm	Hb	—	cm

LUNES 05/06/2023	00 : 00 AM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm	12 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	01 : 00 AM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm	13 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	02 : 00 AM	Ha	0.50	cm	Hb	—	cm	14 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	03 : 00 AM	Ha	0.45	cm	Hb	—	cm	15 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	04 : 00 AM	Ha	0.60	cm	Hb	—	cm	16 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	05 : 00 AM	Ha	1.20	cm	Hb	—	cm	17 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	06 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	18 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	07 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	19 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	08 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	20 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	09 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	21 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	10 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	22 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm
	11 : 00 AM	Ha		cm	Hb		cm	23 : 00 PM	Ha		cm	Hb		cm

ANEXO 5: Panel fotográfico

Figura 5.1

Verificación de la cámara de rejas.



Nota: Se visualiza que la cámara de rejas tiene tapa de concreto.

Figura 5.2

Estado de la cámara de rejas en su interior.



Nota: Se visualiza que la cámara de rejas esta con basuras y aceros oxidados

Figura 5.3

Tuberías del afluente de las lagunas.



Nota: Se observa la vegetación y la tubería de ingreso a las lagunas

Figura 5.4

Tuberías del afluente de las lagunas



Nota: Se observa la vegetación en la corona central

Figura 5.5

Puesta en funcionamiento el medidor Parshall



Nota: Se aprecia el ingreso del agua residual del alcantarillado.

Figura 5.6

Lectura realizada el 02/05/2023 a las 2:00 pm.



Nota: Se aprecia el ingreso del agua residual del alcantarillado.

Figura 5.7

Lectura realizada el 02/05/2023 a las 7:00 pm.



Nota: Se contempla al tesista realizando la medición durante la noche.

Figura 5.8

Lectura realizada el 03/05/2023 a las 01:00 am.



Nota: Vemos otra lectura durante la noche.

Figura 5.9

Lectura realizada el 03/05/2023 a las 05:00 am.



Nota: Vemos tomar datos de las lecturas realizadas.

Figura 5.10

Lectura realizada el 03/05/2023 a las 04:00 pm.



Nota: Observamos lecturas realizadas durante el día.

Figura 5.11

Lectura realizada el 14/05/2023 a las 03:00 pm.



Nota: Observamos lecturas realizadas durante el día.

Figura 5.12

Lectura realizada el 14/05/2023 a las 09:00 pm.



Nota: Vemos la imagen del registro de datos de lecturas realizadas durante la noche.

Figura 5.13

Lectura realizada el 15/05/2023 a las 05:00 pm.



Nota: Contemplamos otra lectura que se hizo durante el día.

Figura 5.13

Lectura realizada el 15/05/2023 a las 11:00 pm.



Nota: Contemplamos otra lectura que se hizo durante la noche.

ANEXO 6: Análisis del balance de masas.

6.1 Eficiencia de remoción del sistema de tratamiento a utilizar

En este proyecto de tesis, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de la eficiencia de los procesos unitarios seleccionados, basándose en los criterios de selección previamente establecidos. Esta evaluación incluye el análisis de la reducción de contaminantes, evaluando cada proceso individualmente hasta alcanzar el cumplimiento de las normativas vigentes. Todo este procedimiento se fundamenta en un análisis detallado del balance de masas.

Figura 6.1

Calculo de la eficiencia de los procesos unitarios propuestos

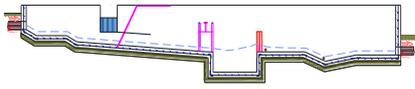
DATOS BASICOS

DATOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

Parametros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Unidades	MC - 01	Unidades
Potencial de Hidrógeno	7.22	6.85	6.92	6.73	7.16	Unid. pH	6.98	Unid. pH
Temperatura	22.60	18.02	18.40	17.40	18.00	°Celsius	18.88	°Celsius
Solidos totales	82.00	280.00	263.00	204.00	763.00	mg/L	318.40	mg/L
Parametros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Unidades	MC - 01	Unidades
DBO5	72.50	118.50	139.80	220.00	84.00	mg/L	126.96	mg/L
DQO	390.00	323.10	425.72	624.23	210.30	mg/L	394.67	mg/L
Grasas y Aceites		0.24	6.85	0.07	8.56	mg/L	3.93	mg/L
Parametros	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	Unidades	MC - 01	Unidades
Numeración de coliformes totales (NMP)	92.00	93.00	93.00	93.00	93.00	NMP	92.80	NMP

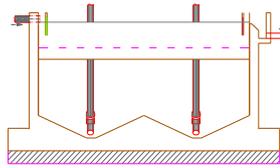
ESTRUCTURAS

PRE - TRATAMIENTO:

ENTRADA			SALIDA	
Q (e)	= 3.20 l/seg		Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 126.96 mg/l		DBO5 (e)	= 120.61 mg/l
SS (e)	= 318.40 mg/l		SS (e)	= 286.56 mg/l
Coli (e)	= 9.3E+04 NMP/100ml	Coli (e)	= 9.28E+04 NMP/100ml	
SE TRANSFORMA				
EFICIENCIA		REMOCION		
-		Q (e)	= 3.20 l/seg	
5%		DBO5 (e)	= 6.35 mg/l	
10%		SS (e)	= 31.84 mg/l	
0%		Coli (e)	= 0.00 NMP/100ml	

TANQUE IMHOFF

ENTRADA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 120.61 mg/l
SS (e)	= 286.56 mg/l
Coli (e)	= 9.28E+04 NMP/100ml



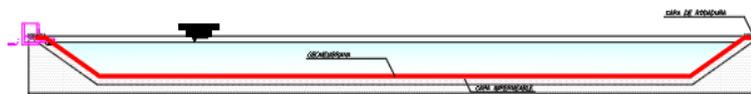
SALIDA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 79.60 mg/l
SS (e)	= 114.62 mg/l
Coli (e)	= 9.28E+03 NMP/100ml

EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCION	
%	%	Q (e)	= 3.20 l/seg
	34%	DBO5 (e)	= 41.01 mg/l
	60%	SS (e)	= 171.94 mg/l
	90%	Coli (e)	= 8.35E+04 NMP/100ml

LAGUNA FACULTATIVA PRIMARIA

ENTRADA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 79.60 mg/l
SS (e)	= 114.62 mg/l
Coli (e)	= 9280.00 NMP/100ml

SALIDA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 19.90 mg/l
SS (e)	= 45.85 mg/l
Coli (e)	= 9.28E+02 NMP/100ml

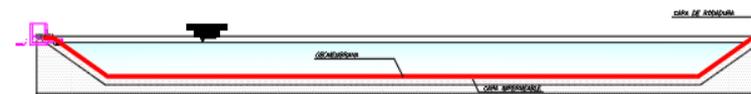


EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCION	
%	%	Q (e)	= 3.20 l/seg
	75%	DBO5 (e)	= 59.70 mg/l
	60%	SS (e)	= 68.77 mg/l
	90%	Coli (e)	= 8.35E+03 NMP/100ml

LAGUNAS DE MADURACION

ENTRADA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 19.90 mg/l
SS (e)	= 45.85 mg/l
Coli (e)	= 928.00 NMP/100ml

SALIDA	
Q (e)	= 3.20 l/seg
DBO5 (e)	= 3.98 mg/l
SS (e)	= 18.34 mg/l
Coli (e)	= 9.28E+01 NMP/100ml



EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCION	
%	%	Q (e)	= 3.20 l/seg
	80%	DBO5 (e)	= 15.92 mg/l
	60%	SS (e)	= 27.51 mg/l
	90%	Coli (e)	= 8.35E+02 NMP/100ml

RESUMEN				
PARAMETRO	ECA (categoría 4)	LÍMITES MAXIMOS PERMISIBLES	VALOR EN DESCARGA	OBSERVACION
DBO5 (mg/l)	<= 15	100	3.98	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Solidos Suspendidos (mg/l)	< 25	100	18.34	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Coliformes Termotolerantes NMP/100ml)	< 1000	10000	92.80	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL

El análisis realizado indica que los procesos seleccionados para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en Conima cumplen con la normativa ECA agua categoría 4 y los LMP. Esto permite avanzar con el diseño de los procesos unitarios necesarios para su implementación.

ANEXO 7: Memoria de cálculo de la propuesta del sistema de tratamiento de aguas
residuales de la localidad de Conima.

7.1 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL TREN DE TRATAMIENTO

7.1.1 Cálculo del caudal de diseño.

La propuesta de mejora debe orientarse a la población según los datos del último censo del INEI, dado que la población del distrito de Conima está en disminución. Se realizó el cálculo de la variación del caudal horario durante las 24 horas, cuyos resultados se detallan en el Anexo 3 y en la Tabla 20. Se obtuvo un caudal mínimo de 0.034 L/s, que corresponde principalmente al caudal de infiltración. Finalmente, se determinó un caudal de alcantarillado de 3.201 L/s para el diseño de la planta optimizada.

Figura 7.1

Cálculo del caudal para el diseño de la propuesta de la PTAR

RESUMEN			
Caudal de retorno de alcantarillado	80%		
Realizando el cálculo	$Q_{\text{retorno}} =$	2.981	lt/seg
Caudal por infiltración de conexiones ilícitas	5%		(lt/seg)
Realizando el cálculo	$Q_{\text{ci}} =$	0.186	lt/seg
Caudal por infiltración de conexiones ilícitas	1%		(lt/seg)
Realizando el cálculo	$Q_{\text{ci}} =$	0.034	lt/seg
Caudal de alcantarillado	$Q = Q_{\text{retorno}} + Q_{\text{ci}} + Q$		
Realizando el cálculo	$Q =$	3.201	lt/seg

Nota: Se usa los datos obtenidos de los cálculos del medidor Parshall

7.1.2 Diseño de la cámara de rejillas

Según la NTP OS 090, el tratamiento preliminar de aguas residuales comienza con la separación de sólidos gruesos. Para ello, se utilizan rejillas

transversales, compuestas por barras dispuestas uniformemente con separaciones que oscilan entre 1 y 5 cm (o 2.5 cm). Estas barras se colocan en un ángulo de entre 30° y 60° respecto a la horizontal, lo que facilita su limpieza manual. El espaciamiento entre las barras se determina en función del objetivo específico del proceso de tratamiento.

- Rejas gruesas de 4 a 10cm o más.
- Rejas medias de 2 a 4cm (más comunes)
- Rejas finas de 1 a 2cm

Según la normativa vigente, se recomienda que las aberturas tengan un tamaño de entre 2 y 5 cm. Sin embargo, para aquellas localidades que cuentan con un sistema inadecuado de recolección de residuos sólidos, se sugiere limitar el tamaño de las aberturas a un máximo de 2.5 cm. Es importante destacar que las rejas finas pueden presentar problemas operativos y de mantenimiento, ya que generalmente son mecanizadas.

En cuanto a las velocidades recomendadas para el paso de agua a través de barras limpias, la norma establece un rango mínimo de 0.6 m/s y un máximo de 0.75 m/s. Estos valores se fundamentan en el caudal máximo horario.

Finalmente, se incluye el cálculo realizado mediante hojas de cálculo elaboradas por el tesista.

Figura 7.2

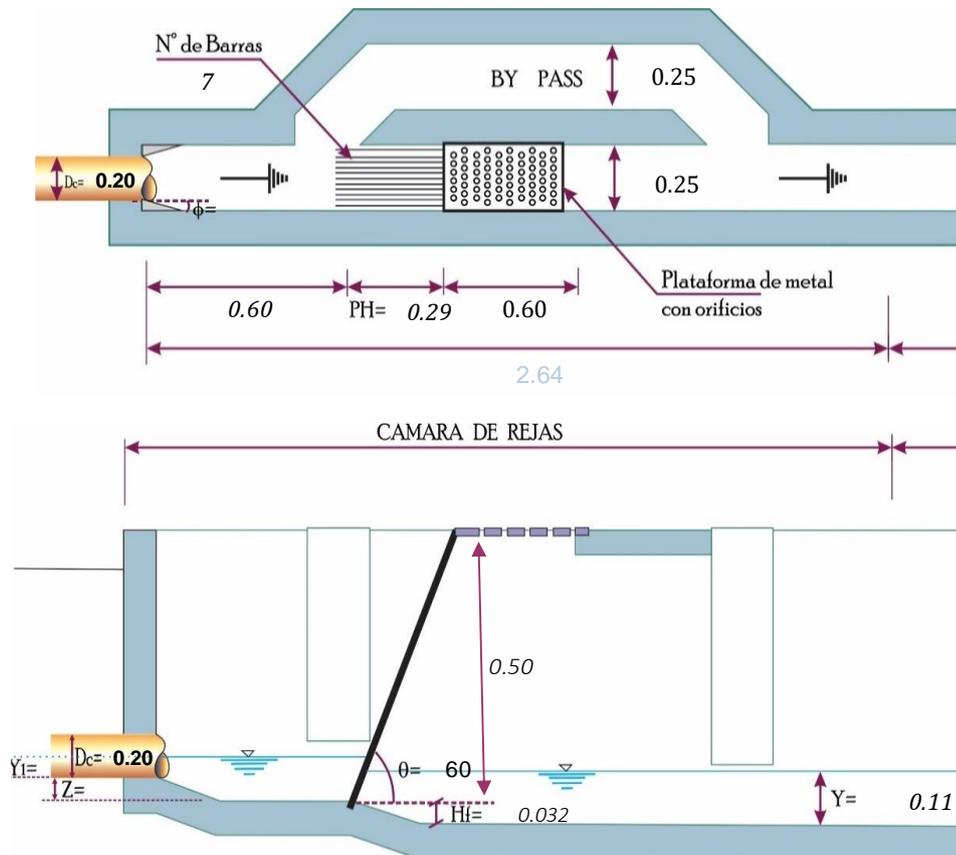
Calculo del diseño de la cámara de rejas

DISEÑO DE LA CÁMARA DE REJAS - TRATAMIENTO PRELIMINAR						
CALCULO DE DEMANDA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Horario	$Q_{mh} = 2.98$	lps	$Q_d = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$	$Q_d = 3.20$	lps	Caudal de diseño
Caudal por Infiltración	$Q_{inf} = 0.19$	lps				
Caudal por conexiones erradas	$Q_{ce} = 0.03$	lps				
Caudal de Diseño	$Q_d = 3.20$	lps	$Q_{max} = K_{max} \times Q_p$	$Q_{max} = 2.98$	lps	Caudal Máximo
Constante Mínimo	$K_{min} = 0.4$		$Q_{min} = K_{min} \times Q_d$	$Q_{min} = 1.28$	lps	Caudal Mínimo
CALCULO DE BARRAS						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Número de canales	$N_c = 1$	und	ada unidad con un canal de rejas funcionando alternadamente para limpieza y mantenimiento			
Caudal Máximo	$Q_{max} = 3.20$	lps	$Q_{max\ u} = Q_{max}/N$	$Q_{max\ u} = 3.20$	lps	Tirante Máximo
Caudal Mínimo	$Q_{min} = 1.28$	lps	$Q_{min\ u} = Q_{min}/N$	$Q_{min\ u} = 1.28$	lps	Tirante Mínimo
Espesor de las Barras	$e = 1/4$	pulg	$E = \frac{a}{(a+e)}$	$E = 0.80$		Coef. geométrico (sección de paso entre barras)
Espaciamiento entre Barras	$a = 1$	pulg				
Ancho de las barras	$br = 1\ 1/2$	pulg				
Velocidad entre barras	$V_r = 0.50$	m/s	$A_u = (Q_{max}/V_r)/1000$	$A_u = 0.006$	m ²	Area útil
			$Ac = A_u/E$	$Ac = 0.008$	m ²	Area del canal
CALCULO DEL CANAL DE REJAS / CRIBAS						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Ancho del canal	$B = 0.25$	m	$Y_{max} = Ac/B$	$Y_{max} = 0.032$	m	Tirante Máximo
Coef. Rugosidad del Canal	$n = 0.013$		$RH = Ac/Pm = Ac/(2Y+B)$	$RH = 0.0255$	m	Radio Hidráulico
Velocidad	Correcta		$S = (Q_{max} \cdot n / (Ac \cdot RH^{2/3}))^2$	$S = 3.61$	%o	Pendiente del canal
			$V_c = Q_{max}/Ac$	$V_c = 0.40$	m/s	Velocidad antes de las
			$R = Q_{min} \cdot n / (S^{1/2} B^{8/3})$	$R = 1.8130$	m	Determinar la relación Y/B
De la Tabla para el Ymin	$Y/B = 0.093$		$Y_{min} = 0.093 \cdot B$	$Y_{min} = 0.02$	m	Tirante Mínimo
			$A_{min} = B \cdot Y_{min}$	$A_{min} = 0.01$	m ²	Area Mínimo
Velocidad	Correcta		$V_{min} = Q_{min}/A_{min}$	$V_{min} = 0.22$	m/s	Velocidad mínima en el
			$N = (B-a)/(e+a)$	$N = 7$	und	Número de Barras
PERDIDA DE CARGA EN LAS REJAS						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Velocidad Máxima en la rejilla	$V_r = 0.70$	m/s	Según Kirshner (Rejas Limpias)			
Gravedad	$g = 9.81$	m/s ²	$h_v = \frac{V^2}{2g}$	$h_v = 0.02$	m	Pérdida de energía en la rejilla
Forma de Barra	Rectangular		$H_r = \beta \left(\frac{e}{a}\right)^{4/3} h_v \cdot \text{sen}\theta$	$H_r = 0.01$	m	Pérdida total en la rejilla
Factor forma	$\beta = 2.42$					
separación entre barrotes	$a = 1$	pulg				
Díámetro de Barrote	$e = 1/4$	pulg				
inclinación de las barras	$\theta = 60$	°	Según Metcalf-Eddy (Rejas Obstruidas)			
Velocidad Máxima en la rejilla	$V = 0.70$	m/s	$V' = V/t$	$V' = 1.40$	m/s	veloc. considerando 50% obstrucción
Obstrucción en las rejas	$t = 50\%$		$H_f = \left[\frac{(V'^2 - V^2)}{2g}\right] / 0.7$	$H_f = 0.11$	m	Pérdida de carga (Metcalf-Eddy)
Gravedad	$g = 9.81$	m/s ²				
Pérdida de carga elegida			$MAYOR [H, H_f]$	$H_f = 0.11$	m	se elige la mayor pérdida de carga
CALCULO DE LA ALTURA DE LA REJA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Tirante Máximo	$Y = 0.032$	m	$H = Y + BL$	$H = 0.50$	m	Altura de la reja
Borde Libre	$BL = 0.47$	m				
CALCULO DE LA LONGITUD DE LA REJA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Altura de la reja	$B = 0.50$	m	$L = H/\text{sen}\theta$	$L = 0.58$	m	Longitud de la reja
Inclinación de las barras	$\theta = 60$	°	$PH = H/\text{tag}\theta$	$PH = 0.29$	m	Proyección Horizontal

ZONA DE TRANSICIÓN						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Pendiente del Emisor	S' = 10	%	$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$ $D = \sqrt[2]{ \left(\frac{Q * n}{S^{1/2}} \right)^3 * \frac{2^{13} * \theta^2}{(\theta - \text{sen}\theta)^5} }$	$\theta = 1.998$	rad	Angulo formado del centro de tubería
Caudal Máximo Emisor	Qmxu = 0.0032	m ³ /s		D = 0.20	m	Diámetro del Emisor
Relación Max Y/D	Y/D = 0.75			Dc = 0.20	m	Diámetro del Emisor comercial
Coef. Rugosidad Emisor	n = 0.013			Dc = 12	pulg	Diámetro del Emisor comercial
Angulo de zona de transición	$\varphi = 30$	°sexg	$L' = (B - Dc) / (2 * \tan\varphi)$ $R_1 = Qmxu * n / (S^{1/2} Dc^{8/3})$	L' = 0.60	m	Longitud d transición emisor
Ancho cribado	B = 0.25	m		R 1 = 0.00096		Determinar la relación
De la Tabla	Y/D = 0.515		Y1 = 0.515 * Dc	Y1 = 0.10	m	Tirante en el emisor
			A1 = k ² Dc ²	A1 = 0.02	m ²	Area Húmeda del emisor
			RH1 = A1 / PM1	RH1 = 0.04	m	Radio Hidráulico
			Tensión Tractiva Correcta	T1 = S' * RH1	T1 = 0.40	kgf/m ²
			V1 = Qmx u / A1	V1 = 3.10	m/s	Velocidad en el emisor
			H1 = 0.1 (V1 - Vc) ² / 2g	H1 = 0.04	m/s	Velocidad en el emisor
Caudal Mínimo Emisor	Qminu = 0.0013	m ³ /s	R2 = Qminu * n / (S ^{1/2} Dc ^{8/3})	R2 = 0.000	m	Para determinar la
Diámetro del Emisor	Dc = 0.20	m	Y2 = 0.174 * Dc	Y2 = 0.03	m	Tirante en el emisor
De la Tabla	Y/D = 0.174		A2 = k ² Dc ²	A2 = 0.004	m ²	Area húmeda del emisor
			V2 = Qmin u / A2	V2 = 0.33	m/s	Velocidad en el emisor
			RH2 = A2 / PM2	RH2 = 0.02	m	Radio Hidráulico
			Tensión Tractiva Correcta	T2 = S' * RH2	T2 = 0.19	kgf/m ²

MATERIAL CRIBADO						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo	Qmh = 0.0032	m ³ /s	Mtc = Qmh * Mc * 86400	Mtc = 6.36	lpd	Material cribado a ser retirado por día
Abertura/Espaciamiento	Y/D = 1/25	pulg/mm				
Materia Cribado / Caudal	Mc = 0.023	L/m ³				

CALCULO DEL VERTEDERO DE SALIDA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo	Qmh = 0.023	m ³ /s	Hv = (Q / (1.838 * B)) ^{2/3}	Hv = 0.1	m	Altura del Vertedero
Ancho del canal	B = 0.25	m				



7.1.3 Diseño del desarenador

El desarenador es un componente crucial en el tratamiento de aguas, diseñado para retener gravas y arenas, protegiendo así los equipos mecánicos y optimizando la operación de estructuras como el tanque Imhoff, el filtro biológico y las lagunas. A continuación, se presentan los aspectos más relevantes en su diseño y funcionamiento, conforme a la norma NTP-OS.090.

Número de Unidades y By-Pass:

Según la norma, se deben diseñar al menos dos desarenadores en paralelo. Esto permite la operación continua mientras se realiza el mantenimiento y limpieza de una de las unidades.

Control de Velocidades:

La norma establece que la velocidad horizontal del agua debe mantenerse alrededor de 0.3 m/s, con una tolerancia del 20%. Este control es fundamental para asegurar la efectividad en la sedimentación de partículas.

Área de Desarenadores:

Las partículas nocivas, con un tamaño igual o superior a 0.2 mm y un peso específico de 2.65 g/cm³, tienen una velocidad de sedimentación aproximada de 2 cm/s. Por lo tanto, los desarenadores deben diseñarse con tasas de aplicación que oscilen entre 600 y 1200 m³/m² día. La RNE-OS.090 sugiere tasas entre 45 y 70 m³/m³ hora, lo que se traduce en tasas de aplicación de 1080 a 1600 m³/m² día. Estos parámetros son esenciales para calcular el área necesaria para cada desarenador.

Profundidad de Lámina Líquida:

La profundidad del agua en los desarenadores tipo canal se determina en función del caudal mínimo, medio y máximo, considerando las condiciones del controlador de velocidad (vertedero de salida). Cada vertedero tiene una ecuación específica que relaciona la altura del agua (H) con el caudal (Q).

Ancho de los Desarenadores:

Una vez establecida la profundidad del agua, se calcula el ancho de los canales para mantener la velocidad óptima de 0.3 m/s. Si se considera una sección de flujo rectangular, la relación se expresa como:

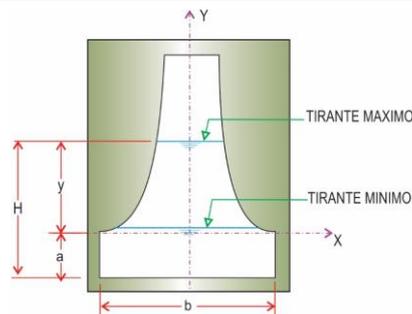
$$Q = A \cdot V_H = B \cdot H \cdot V_H$$

Figura 7.3

Calculo del diseño del desarenador

DISEÑO DESARENADOR SUTRO - TRATAMIENTO PRELIMINAR						
CALCULO DE DEMANDA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Horario	$Q_{mh} = 2.98$	lps	$Q_d = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$	$Q_d = 3.20$	lps	Caudal de diseño
Caudal por Infiltración	$Q_{inf} = 0.19$	lps				
Caudal por conexiones erradas	$Q_{ce} = 0.03$	lps				
Caudal de Diseño	$Q_d = 3.20$	lps	$Q_{max} = K_{max} \times Q_p$	$Q_{max} = 2.98$	lps	Caudal Máximo
Constante Mínimo	$K_{min} = 0.40$		$Q_{min} = K_{min} \times Q_p$	$Q_{min} = 1.28$	lps	Caudal Mínimo

SECCION RECTANGULAR CONTROLADO POR VERTEDERO SUTRO						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Unitario	$Q_{max u} = 0.0032$	m^3/s	$Q = 2.74 \sqrt{ab} \left(H - \frac{a}{3} \right)$	$Q = 0.0091$	m^3/s	Verificamos para nuestro Caudal Máximo Horario
Caudal Mínimo Unitario	$Q_{min u} = 0.00128$	m^3/s				
altura mínima	$a = 0.01$	m		$Q = 9.13$	lps	
Ancho de la base	$b = 0.25$	m		Correcto		
Altura de agua	$H = 0.0700$	m				



LONGITUD DEL DESARENADOR

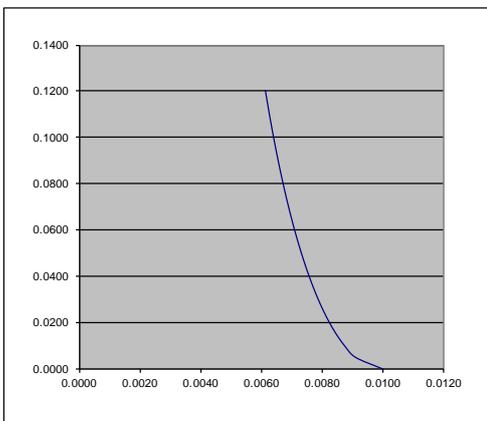
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Altura de agua	H = 0.070	m	$L = 25 * H$	L d = 1.75	m	Longitud del Desarenador
Por Norma se adiciona 25% como mínimo a la entrada y a la salida del desarenador						
Coef. Rugosidad	n = 0.013		$L r = 25% * L d$	L r = 2.19	m	Longitud real del Desarenador
				L r = 2.20	m	Longitud adoptada

ANCHO DEL DESARENADOR

DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo	Qmax = 0.00320	m ³ /s	$A = Qmax / (V.H)$	A = 0.2	m	Ancho del Desarenador
Altura de agua	H = 0.050	m				
Velocidad Horizontal	V = 0.40	m/s				

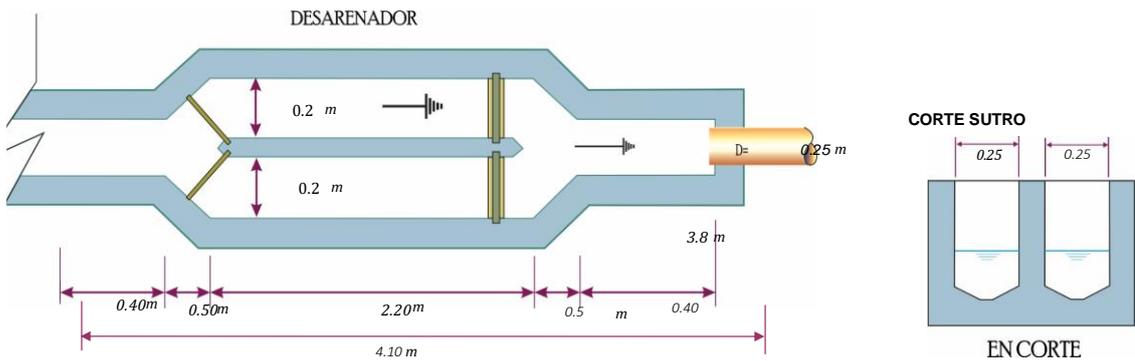
CALCULO DE LA SECCION DEL SUTRO

$$x / b = 1 - (2 / p)$$



X (m)	y (m)	X (m)	y (m)
0.0100	0.0000	0.0062	0.1150
0.0091	0.0050	0.0061	0.1200
0.0087	0.0100	0.0061	0.1250
0.0085	0.0150	0.0060	0.1300
0.0082	0.0200	0.0060	0.1350
0.0081	0.0250	0.0059	0.1400
0.0079	0.0300	0.0059	0.1450
0.0077	0.0350	0.0058	0.1500
0.0076	0.0400	0.0058	0.1550
0.0074	0.0450	0.0057	0.1600
0.0073	0.0500	0.0057	0.1650
0.0072	0.0550	0.0056	0.1700
0.0071	0.0600	0.0056	0.1750
0.0070	0.0650	0.0055	0.1800
0.0069	0.0700	0.0055	0.1850
0.0068	0.0750	0.0054	0.1900
0.0067	0.0800	0.0054	0.1950
0.0066	0.0850	0.0054	0.2000
0.0066	0.0900	0.0053	0.2050
0.0065	0.0950	0.0053	0.2100
0.0064	0.1000	0.0052	0.2150
0.0063	0.1050	0.0052	0.2200
0.0063	0.1100	0.0052	0.2250
0.0062	0.1150	0.0051	0.2300
0.0061	0.1200	0.0051	0.2350

DIMENSIONES DEL DESARENADOR



7.1.4 Diseño del Tanque Imhoff y lecho de secado

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario que combina la sedimentación del agua con la digestión de los lodos en un solo sistema, lo que le confiere el nombre de tanque de doble cámara. Su diseño sencillo y la ausencia de componentes mecánicos lo hacen una opción eficiente para el tratamiento de aguas residuales.

Estructura y Funcionamiento

Un tanque Imhoff típico presenta una forma rectangular y se compone de tres compartimentos:

- Cámara de Sedimentación: Aquí, las aguas residuales ingresan y los sólidos sedimentables se separan del líquido. Los sólidos se deslizan por las paredes inclinadas hacia la cámara de digestión a través de una ranura en el fondo.
- Cámara de Digestión de Lodos: En esta sección, los lodos acumulados son descompuestos biológicamente. La ranura entre las cámaras evita que los gases y partículas suspendidas interfieran con el proceso de sedimentación.
- Área de Ventilación y Acumulación de Natas: Los gases y partículas generados durante la digestión son dirigidos a esta área, evitando su retorno a la cámara de sedimentación.

Manejo de Lodos

Los lodos acumulados en la cámara de digestión son extraídos periódicamente y enviados a lechos de secado, donde su contenido de humedad se

reduce mediante infiltración. Posteriormente, estos lodos pueden ser enterrados o utilizados para mejorar suelos.

Dimensionamiento del Tanque Imhoff

Para dimensionar adecuadamente un tanque Imhoff, se deben considerar los criterios establecidos en la Norma OS090. Se utilizará una hoja de cálculo para facilitar este proceso. Este resumen proporciona una visión clara y concisa del funcionamiento y características del tanque Imhoff, así como su importancia en el tratamiento de aguas residuales.

Figura 7.4

Calculo del Tanque Imhoff

DISEÑO TANQUE IMHOFF - TRATAMIENTO PRIMARIO		
A PARAMETROS DE DISEÑO		
1.- Población actual	783	
2.- Período de diseño (años)	20	
3.- Población futura	783	habitantes
4.- Número de Tanques Imhoff	2	
4.1.- Población futura de diseño usando dos líneas de tratamiento, con dos tanques Imhoff c.u.	392	habitantes
<i>Se pondrá en funcionamiento 2 tanques Imhoff, según la población y se mantendrá debido al decrecimiento poblacional</i>		
5.- Dotación de agua, l/(habx día)	120	L/(hab x día)
6.- Factor de retorno	0.8	
7.- Altitud promedio, msnm	3824	m.s.n.m.
8.- Temperatura mes más frío, en °C	10	°C
9.- Tasa de sedimentación, m ³ /(m ² xh) OS.090	1	m ³ /(m ² x h))
10.- Período de retención, horas OS 0.90	1.5	horas (1.5 a 2.5), OS 0.90
11.- Borde libre, m	0.3	m
12.- Volumen de digestión, l/hab a 15°C	70	L/hab a 15°C
13.- Relación L/B (teórico)	5.00	> a 3
14.- Espaciamento libre pared digestor al sedimentador, metros	1.60	m 1.0 mínimo
15.- Angulo fondo sedimentador, radianes	50°	(50° - 60°)
	0.87	radianes
16.- Distancia fondo sedimentador a altura máxima de lodos (zona neutra), m	0.5	m
17.- Factor de capacidad relativa	1.40	
18.- Espesor muros sedimentador, m	0.2	m
19.- Inclinación de tova en digestor	15°	(15° - 30°)
	0.26	radianes
20.- Numero de troncos de piramide en el largo	2	
21.- Numero de troncos de piramide en el ancho	1	
22.- Altura del lodos en digestor, m	0.94	m
23.- Requerimiento lecho de secado	0.1	m ² /hab.

Factores de capacidad relativa y tiempo de digestión de lodos, según OS 0.90		
Temperatura °C	Tiempo digestión (días)	Factor capacidad relativa
5	110	2
10	76	1.4
15	55	1
20	40	0.7
> 25	30	0.5

B RESULTADOS

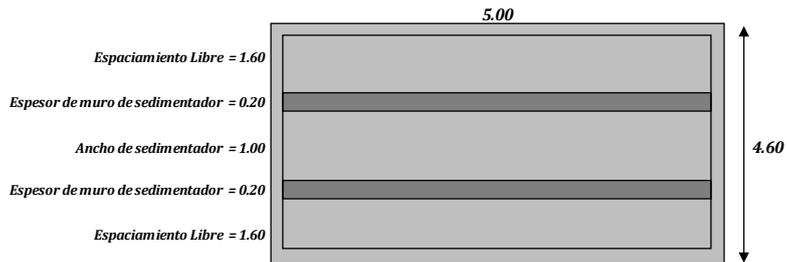
- 24.- Caudal medio, l/día
- 25.- Area de sedimentación, m²
- 26.- Ancho zona sedimentador (B), m
- 27.- Largo zona sedimentador (L), m
- 28.- Prof. zona sedimentador (H), m
- 29.- Altura del fondo del sedimentador
- 30.- Altura total sedimentador, m
- 31.- Volumen de digestión requerido, m³
- 32.- Ancho tanque Imhoff (Bim), m
- 33.- Volumen de lodos en digestor, m³
- 34.- Superficie libre, %
- 35.- Altura del fondo del digestor, m
- 36.- Altura total tanque imhoff, m
- 37.- Area de lecho de secado, m²

40.27	m ³ /día
1.68	m ²
1.00	m
5.00	m
1.50	m
0.59	m
2.39	m
38.37	m ³
4.60	m
28.66	m ³
70%	
0.61	m
4.44	m
39.15	

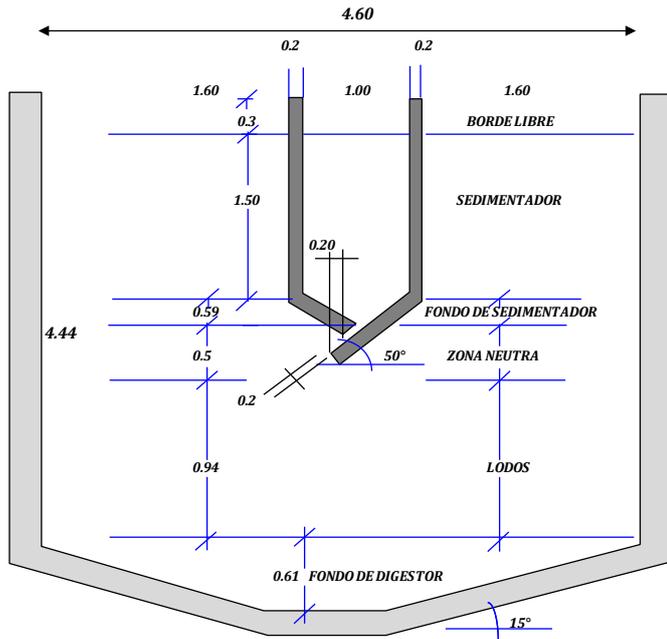
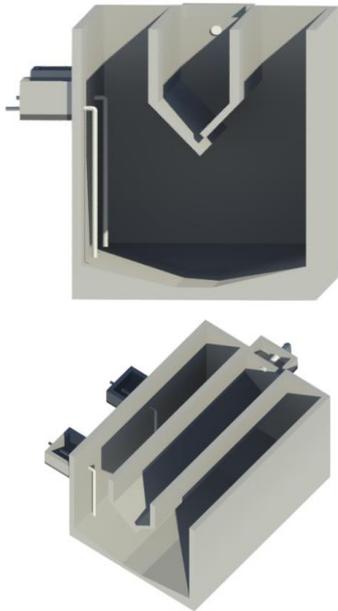
$L/Bim = 1.09$ → OK!, debe ser mayor a 1

→ (min. 30%) OK!

Se deberá modificar las celdas: Relación L/B (teorico)(fila 13), Espaciamento libre pared digestor al sedimentador (fila 15) y Altura de lodos en digestor (fila 22) de tal forma que Volumen de lodos en digestor (fila 33) sea > o igual a Volumen de digestión requerido (fila 31). Según OS.090 → **OK! CUMPLE**



ISOMÉTRICO



Los lechos de secado de lodos representan una de las soluciones más sencillas y económicas para la deshidratación de lodos estabilizados, como los lodos digeridos. Este método es especialmente adecuado para pequeñas comunidades, donde se busca una alternativa eficiente y de bajo costo para el manejo de residuos.

Figura 7.5

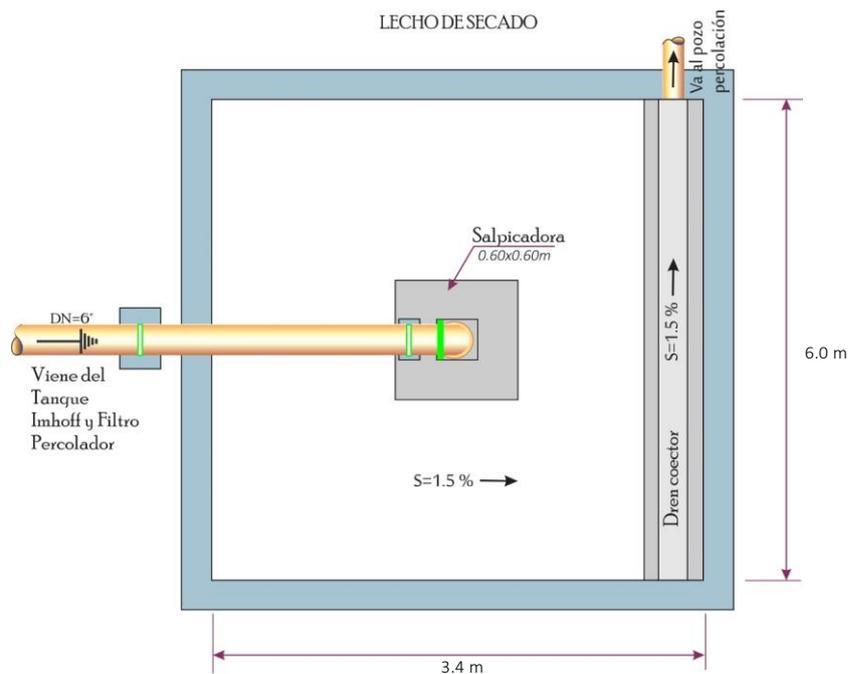
Calculo del diseño de Lecho de secados

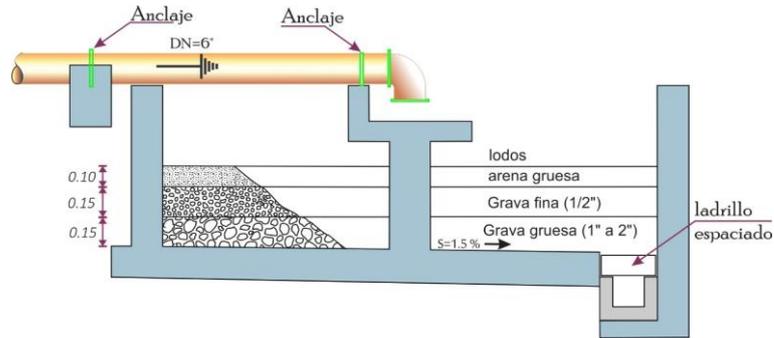
DISEÑO DE LECHO DE SECADOS			
DATOS	CANTIDAD	UND	
Población de Diseño	Pf = 783	hab	
Caudal diseño	Qd = 3.20	l/s	
%sólidos contenidos en lodo	% = 10%		Dato varía entre [8-12%]
Contribución per cápita	Cpc = 90	gr.SS/h*d	
Temperatura	T° = 10	°C	
Profundidad de ampliación	Ha = 0.40	m	Dato varía entre [0.20-0.60m]
Densidad de lodo	q = 1.05	kg/L	
Ancho del lecho de secado	W =	m	
Número de lechos de secado	N° = 2.00	und	

CÁLCULO DE DEMANDA			
PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
$C = \frac{Cpc \cdot Pf}{1000}$	C = 70.47	KgSS/d	Carga de sólidos
$Msd = ((0.5 \cdot 0.7 \cdot 0.5) + (0.5 \cdot 0.3)) \cdot C$	Msd = 22.90	KgSS/d	Masa de sólidos en el lodo
$Vld = Msd / (\% \cdot q)$	Vld = 0.21	m ³ /día	Volumen de lodos digeridos
$Vel = Vld \cdot fcr$	Vel = 16.25	m ³	Volumen de lodos a extraer
$Vu = Vel / N^\circ$	Vu = 8.13	m ³	Volumen unitario de lodos a extraer

Factor de capacidad relativa (fcr)		
COD	TEMPERATURA °C	Digestión de lodos
1	5	110
2	10	76
3	15	55
4	20	40
5	> 25	20

DIMENSIONES DEL LECHO DE SECADO			
$A = Vel / Ha$	A = 20.32	m ²	Area del lecho de secado
$A_{req} = b \cdot x \cdot b$	L = 6.00	m	Longitud lecho de secado
$W = A / L$	W = 3.40	m	Ancho lecho de secado





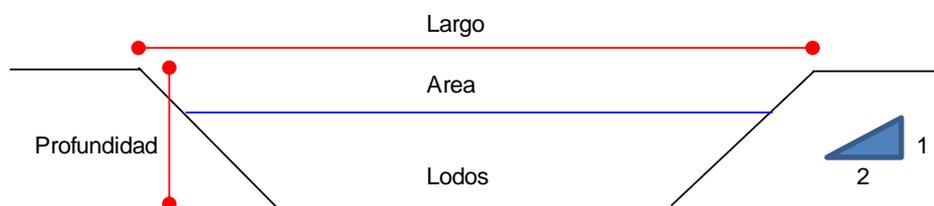
7.1.5 Diseño de lagunas facultativas y lagunas de maduración

En el presente estudio se analizan las condiciones aerobias en la superficie y anaerobias en el fondo de la laguna. Se observa la presencia de algas y bacterias, así como la influencia de la luz solar y la fotosíntesis en el proceso de remoción de DBO. La baja carga orgánica superficial favorece el desarrollo de una población algal activa, lo que optimiza la eficiencia del sistema. Estas lagunas son altamente recomendables, ya que, a diferencia de las lagunas anaerobias, no generan olores desagradables.

Figura 7.6

Calculo del diseño de lagunas facultativas - primarias

DISEÑO DE UNA LAGUNA DE ESTABILIZACION FACULTATIVA



CALCULO DE LA DOTACION

Segun el RNE OS.090

$$\text{Dotacion} = 120 \text{ lts/hab/dia}$$

Habitantes = 783 hab
 Número de lagunas = 2
 Concentración de DBO = 79.60 mg/L
 Temperatura del mes mas frio = 5 °C
 Profundidad (Asumida) = 1.5 m
 Relacion de largo/ancho = 4
 asa de evaporacion neta = 6.2 mm/d
 Talud (Z) 1:2 a 1:3 = 2 exterior
 Ancho berma min = 2.5 m
 Borde libre = 0.5 m

CANTIDAD DE AGUA A TRATAR

Gasto 37584 L/d
 Gasto 37.584 m³/d

Siendo:

Coeficiente de aporte respecto a la hora de máxima demanda	80%
--	------------

CARGA DE DISEÑO

$$C_s = 250 (1.05)^{T-20}$$

C_s = Carga de diseño $\frac{\text{Kg.DBO}}{\text{hab.dia}}$ 93.11
 T = Temperatura del mes mas frio °C 0.77428

Carga de diseño = **120.25** kg.DBO/hab.dia

ESTIMACION DE LA CARGA REMOVIDA EN LA LAGUNA

$$C_{sr} = 0.8063.C_s + 7.67$$

C_{sr} = Carga removida de la laguna $\frac{\text{Kg.DBO}}{\text{hab.dia}}$

Carga de removida = **104.63** kg.DBO/hab.dia

AREA DE LA LAGUNA

$$A = \frac{S_i \cdot Q}{C_s \cdot 1000}$$

A = area de la laguna (ha)
 S_i = Concentración de DBO (mg/L)
 Q = gasto (m³/d)

Area de la laguna = **0.0249** ha 0.38032
 Area de la laguna = **248.79** m²

VOLUMEN DE LAGUNA

$$V = A \cdot h$$

Considerando 2 metros de profundidad
 V = Volumen de la laguna (m³)
 h = Profundidad de la laguna (m)

Volumen de la laguna = **373.19** m³

DIMENSIONAMOS LA LAGUNA

Tomando una relacion de largo/ancho de 2

$$\frac{L}{W} = X = \frac{\text{Ancho}}{\text{Largo}} = 5$$

$$W = \sqrt{\frac{A}{X}}$$

$$L = W \cdot X$$

Ancho = **7.89** m
 Largo = **31.55** m

TIEMPO DE RETENCION

$$t = \frac{2 \cdot A \cdot h}{(2 \cdot Q) - 0.001 \cdot A \cdot e}$$

t = Tiempo de retencion (dias)
e = Tasa de evaporacion neta (mm/dia)

Tiempo de retencion = **10.14** dias

RESUMEN DE LAS MEDIDAS DE LA LAGUNA

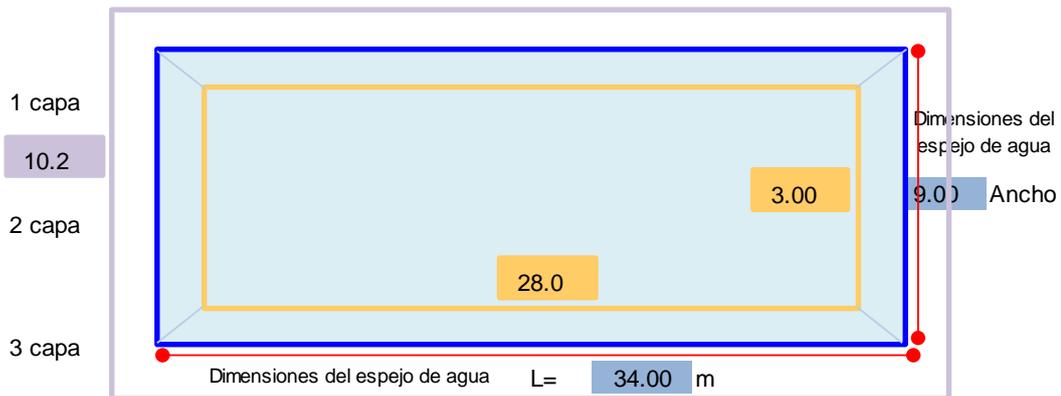
Talud (Z) 1:2 a 1:3 2
Ancho berma min 2.5
Borde libre = 0.3

Dimensiones de Coronación		
Longitud	35.20	m
Ancho	10.20	m

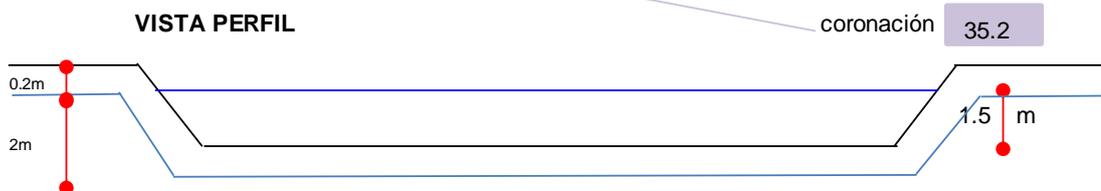
Dimensiones del espejo de agua		
Longitud	34.00	m
Ancho	9.00	m

Dimensiones de fondo		
Longitud	28.00	m
Ancho	3.00	m

VISTA PLANTA COLOCADO GEOMEMBRANA



VISTA PERFIL



COLOCADO GEOMEMBRANA

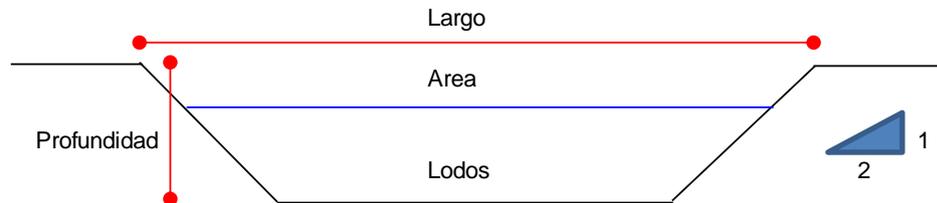
TIPO: Geomembrana HDPE en rollo e= 1.5mm
Ancho: 7m
Longitud: Variable
Traslape optimo: 0.3m

A continuación, se diseñarán las lagunas facultativas secundarias, se propone el diseño de un sistema de lagunas en serie, con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes.

Figura 7.7

Calculo del diseño de lagunas facultativas - secundarias

DISEÑO DE UNA LAGUNA DE MADURACION



CALCULO DE LA DOTACION

Segun el RNE OS.090

Dotacion =	120	lts/hab/dia
Habitantes =	783	hab
Número de lagunas=	2	
Concentraci3n de DBO =	19.90	mg/L
Temperatura del mes mas frio =	5	°C
Profundidad (Asumida) =	1.5	m
Relacion de largo/ancho =	4	
asa de evaporacion neta =	6.2	mm/d
Talud (Z) 1:2 a 1:3=	2	exterior
Ancho berma min =	2.5	m
Borde libre =	0.5	m

CANTIDAD DE AGUA A TRATAR

Gasto 37584 L/d
Gasto 37.584 m³/d

Siendo:

Coeficiente de aporte respecto a la hora de máxima demanda	80%
--	------------

CARGA DE DISEÑO

$$C_s = 250 (1.05)^{T-20}$$

C_s = Carga de diseño $\frac{\text{Kg.DBO}}{\text{hab.dia}}$ 93.11
T = Temperatura del mes mas frio °C 0.77428

Carga de diseño = **120.25** kg.DBO/hab.dia

ESTIMACION DE LA CARGA REMOVIDA EN LA LAGUNA

$$C_{sr} = 0.8063.C_s + 7.67$$

C_{sr} = Carga removida de la l $\frac{\text{Kg.DBO}}{\text{hab.dia}}$

Carga de removida = **104.63** kg.DBO/hab.dia

AREA DE LA LAGUNA

$$A = \frac{Si \cdot Q}{Cs \cdot 1000}$$

A = area de la laguna (ha)
Si = Concentracion de DBO (mg/L)
Q = gasto (m³/d)

Area de la laguna = **0.0062** ha 0.38032
Area de la laguna = **62.20** m²

VOLUMEN DE LAGUNA

$$V = A \cdot h$$

Considerando 2 metros de profundidad
V = Volumen de la laguna (m³)
h = Profundidad de la laguna (m)

Volumen de la laguna = **93.30** m³

DIMENSIONAMOS LA LAGUNA

Tomando una relacion de largo/ancho de 2

$$\frac{L}{W} = X = \frac{\text{Ancho}}{\text{Largo}} = 5$$

$$W = \sqrt{\frac{A}{X}}$$

$$L = W \cdot X$$

Ancho = **3.94** m
Largo = **15.77** m

TIEMPO DE RETENCION

$$t = \frac{2 \cdot A \cdot h}{(2 \cdot Q) - 0.001 \cdot A \cdot e}$$

t = Tiempo de retencion (dias)
e = Tasa de evaporacion neta (mm/dia)

Tiempo de retencion = **2.50** dias

RESUMEN DE LAS MEDIDAS DE LA LAGUNA

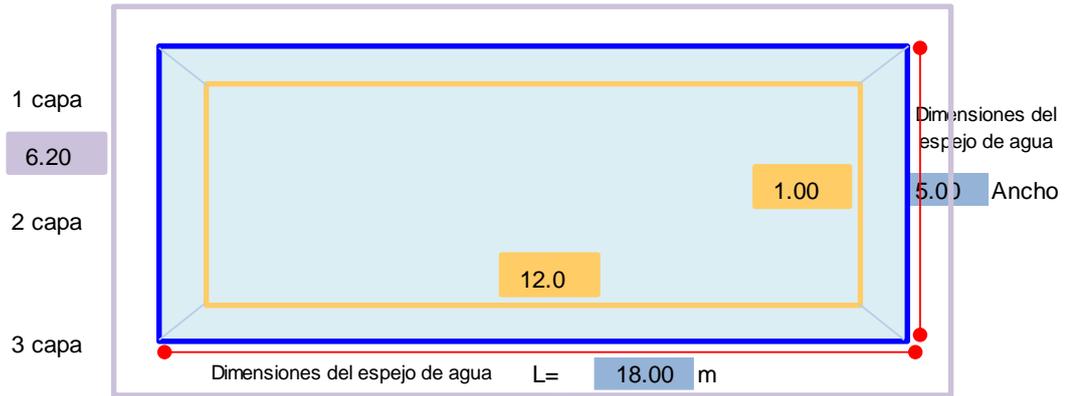
Talud (Z) 1:2 a 1:3 2
Ancho berma min 2.5
Borde libre = 0.3

Dimensiones de Coronación		
Longitud	19.20	m
Ancho	6.20	m

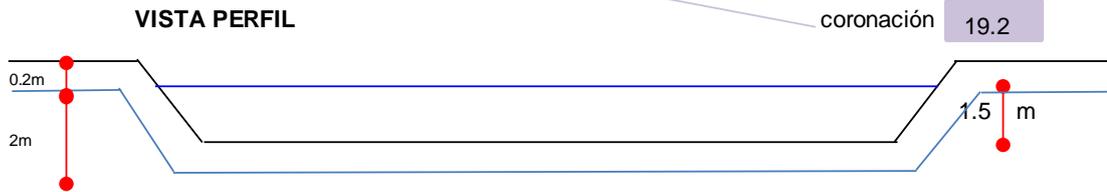
Dimensiones del espejo de agua		
Longitud	18.00	m
Ancho	5.00	m

Dimensiones de fondo		
Longitud	12.00	m
Ancho	1.00	m

VISTA PLANTA COLOCADO GEOMEMBRANA



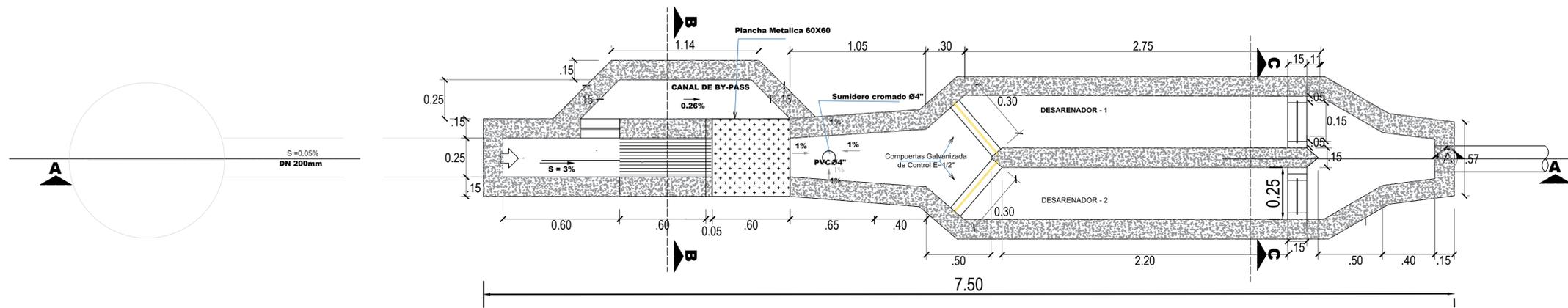
VISTA PERFIL



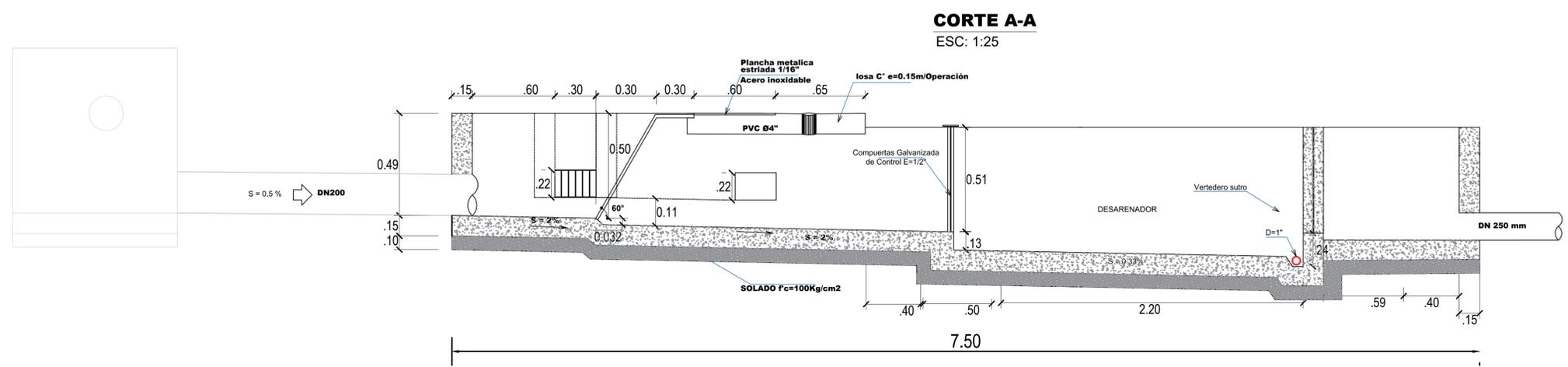
COLOCADO GEOMEMBRANA

TIPO:	Geomembrana HDPE en rollo e= 1.5mm
Ancho:	7m
Longitud:	Variable
Traslape optimo:	0.3m

ANEXO 8: Planos de la propuesta de la PTAR de la localidad de Conima.

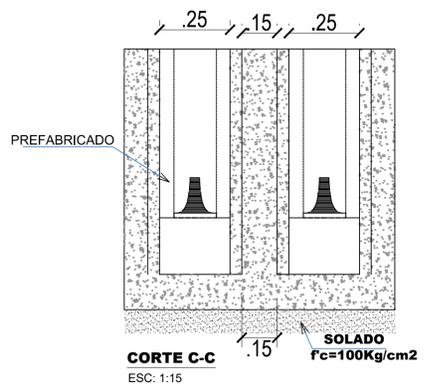


PLANTA REJAS DE LIMPIEZA MANUAL
ESC: 1:20

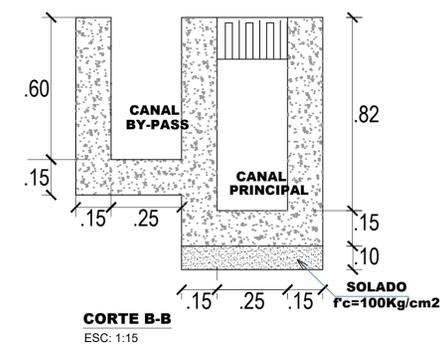


CORTE A-A
ESC: 1:25

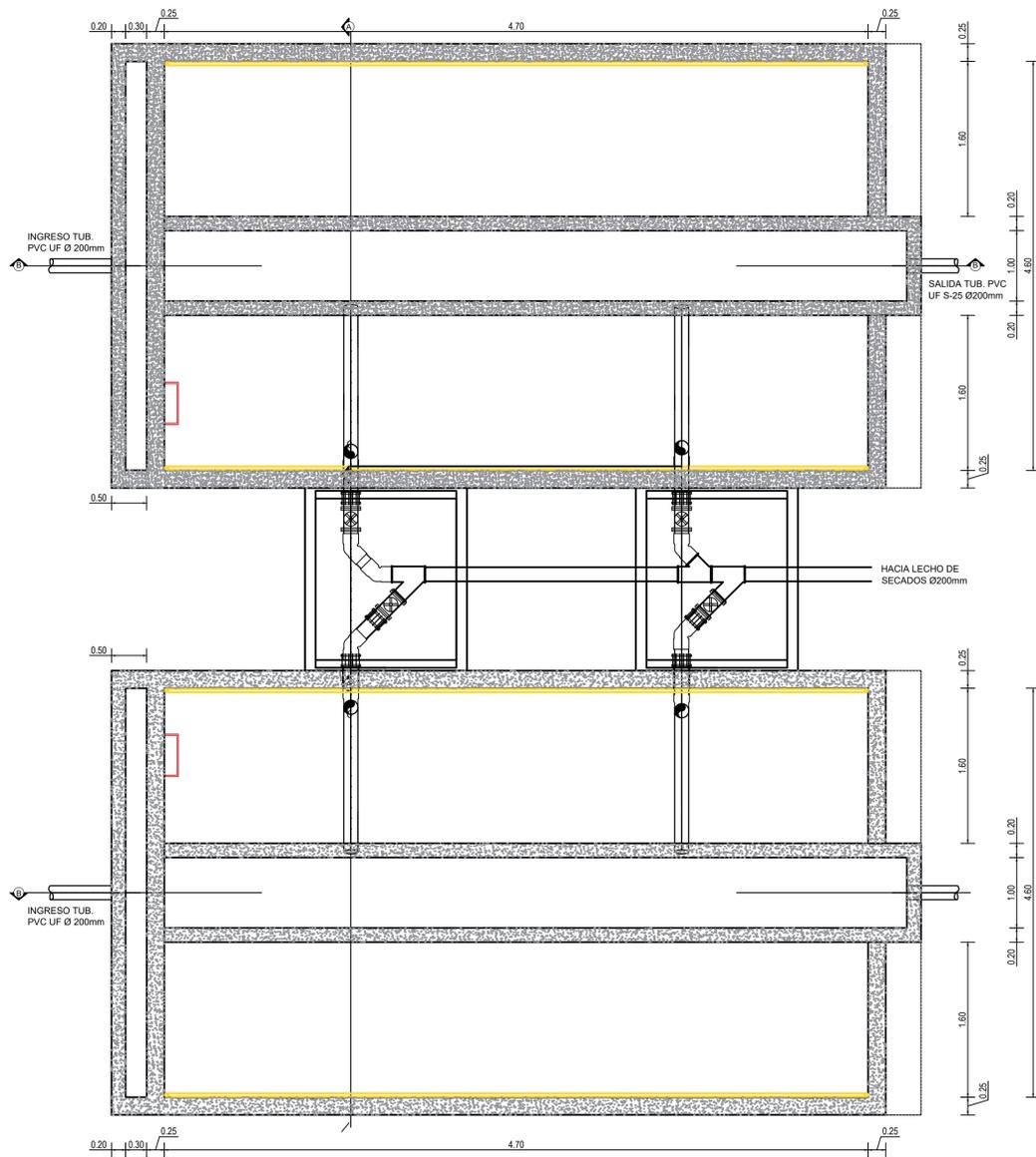
PLANTA DESARENADOR CON VERTEDERO SUTRO
ESC: 1:25



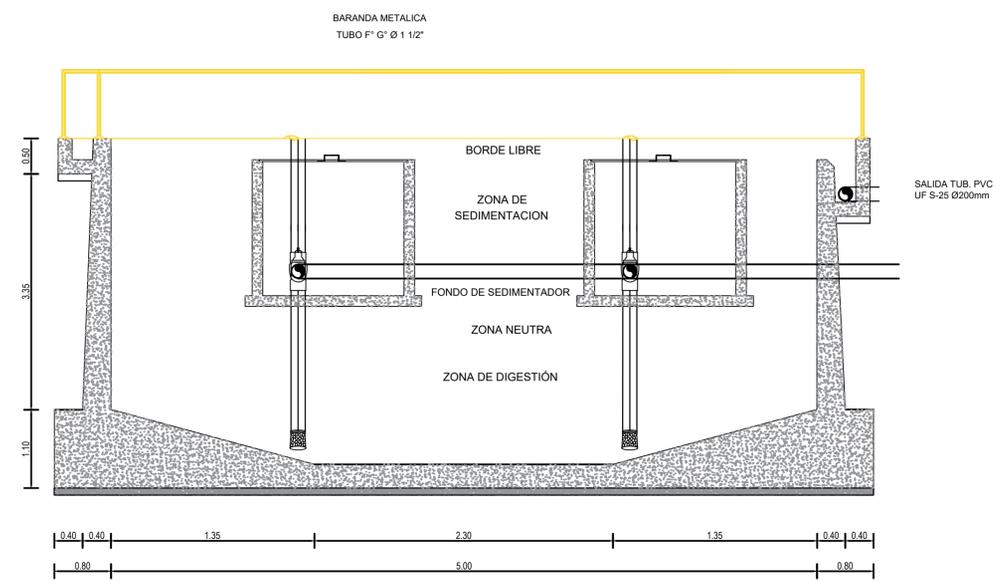
CORTE C-C
ESC: 1:15



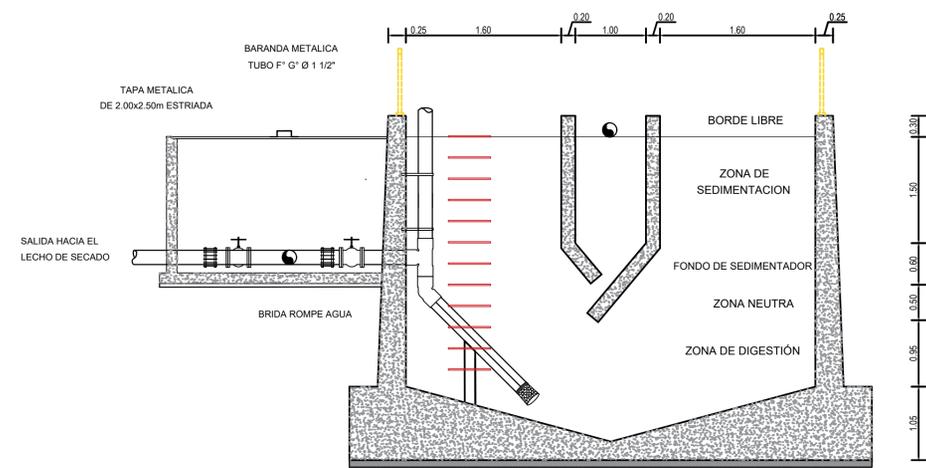
CORTE B-B
ESC: 1:15



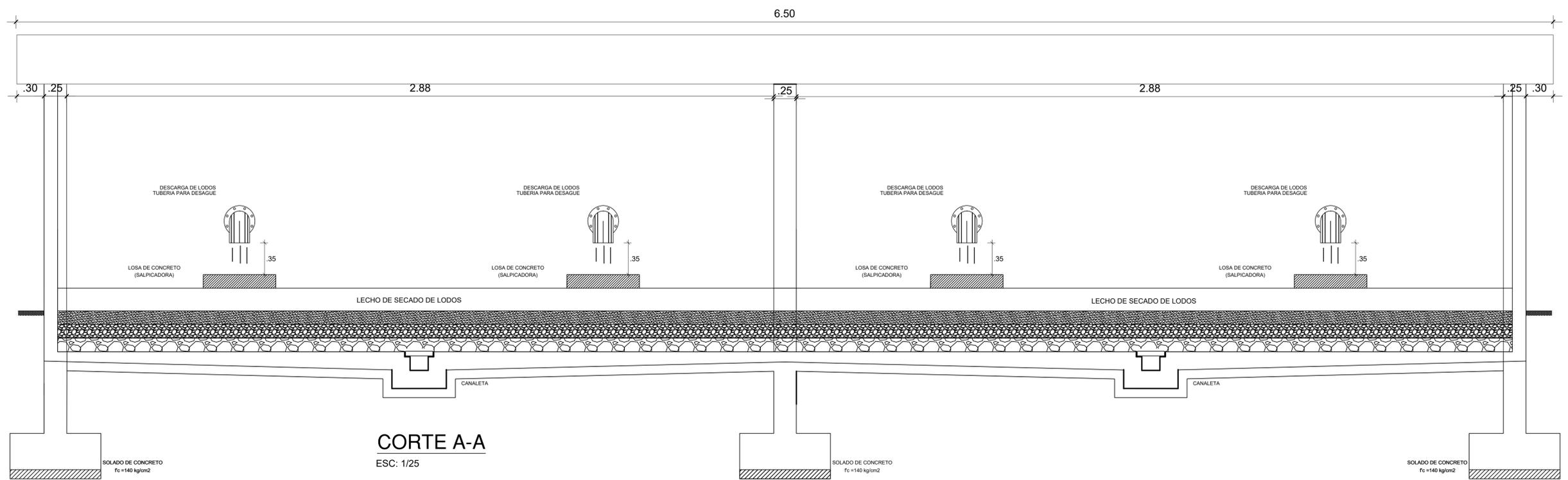
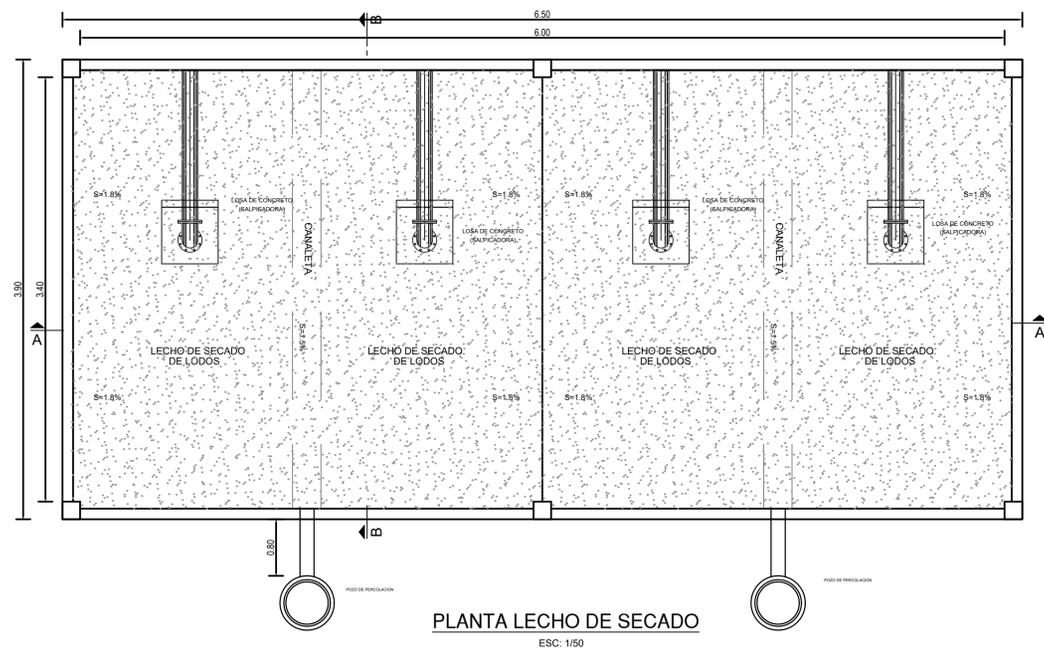
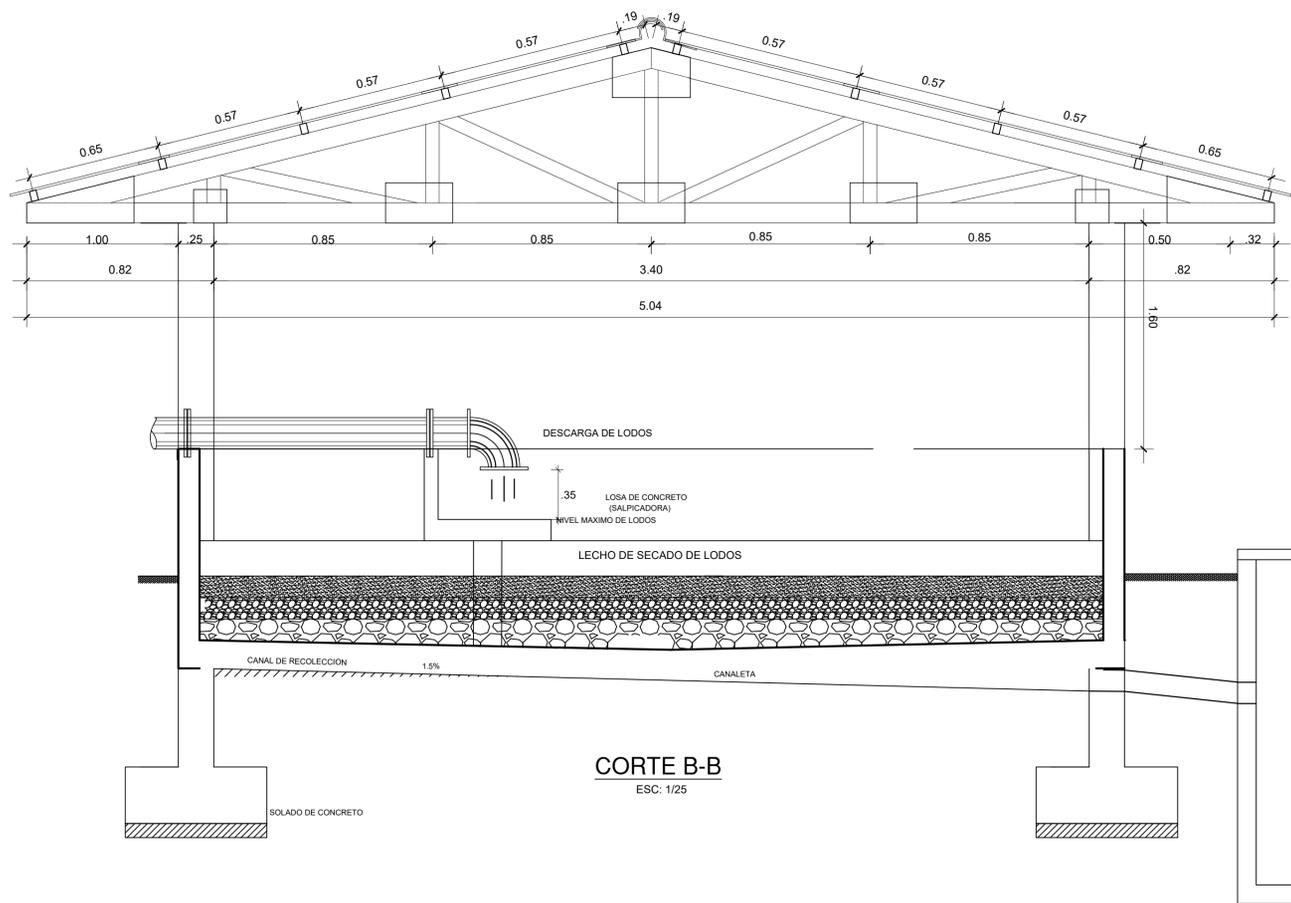
PLANO DE PLANTA - TANQUE IMHOFF
ESCALA: 1/50

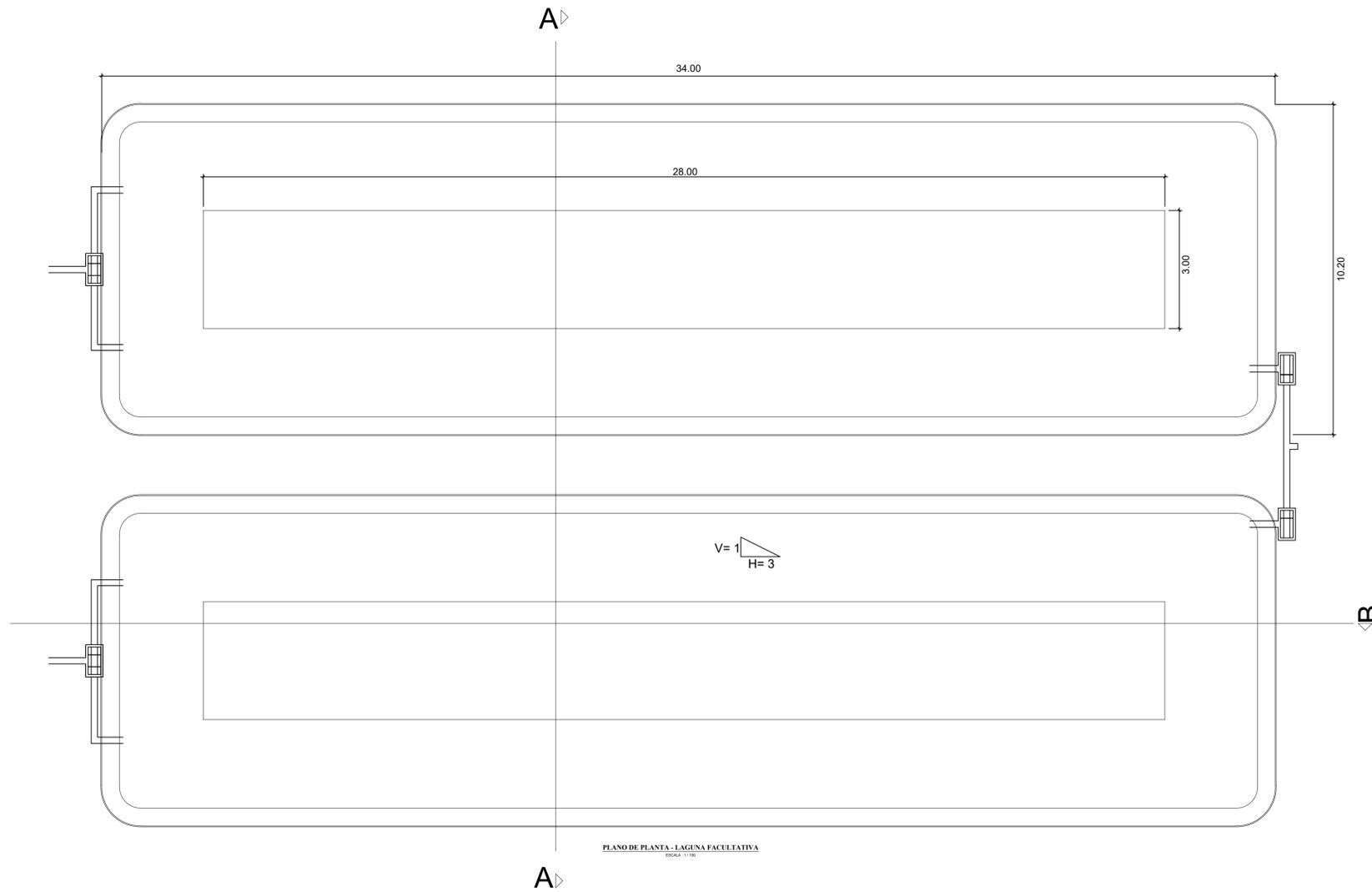


PLANO DE CORTE B-B
ESCALA: 1/50

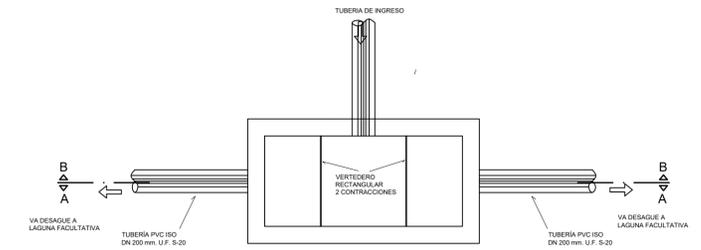


PLANO DE CORTE A-A
ESCALA: 1/50



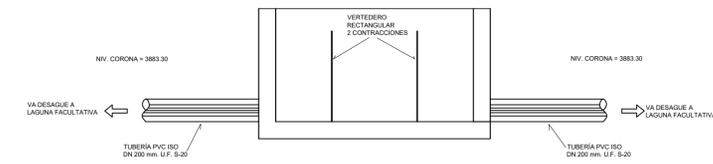


PLANO DE PLANTA - LAGUNA FACULTATIVA
ESCALA: 1/100



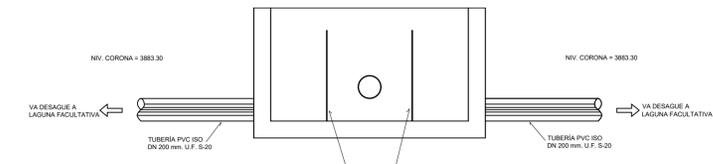
CAMARA REPARTIDORA DE CAUDAL; PLANTA

ESCALA: 1/25



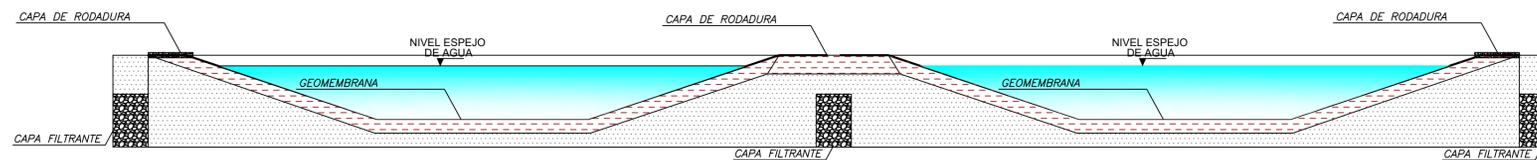
CORTE A - A; CAMARA REPARTIDORA DE CAUDAL

ESCALA: 1/25

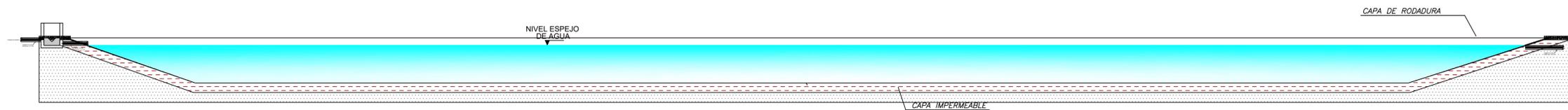


CORTE B - B; CAMARA REPARTIDORA DE CAUDAL

ESCALA: 1/20



PLANO DE CORTE A-A
ESCALA: 1/100



PLANO DE CORTE B-B
ESCALA: 1/100



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Anexo 8:

PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA LOCALIDAD DE CONIMA - DISTRITO DE CONIMA, PROVINCIA DE MOHO, REGION DE PUNO.

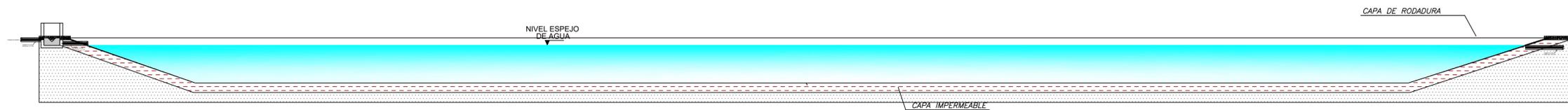
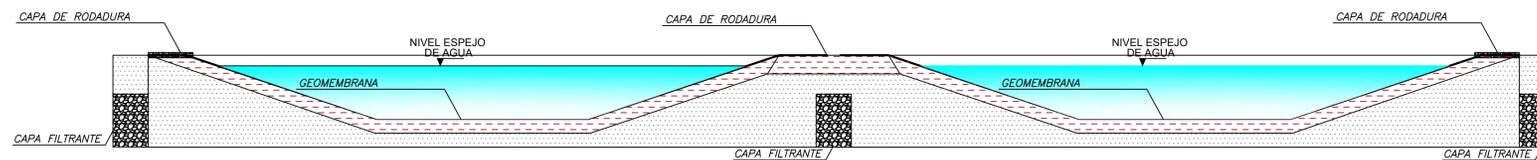
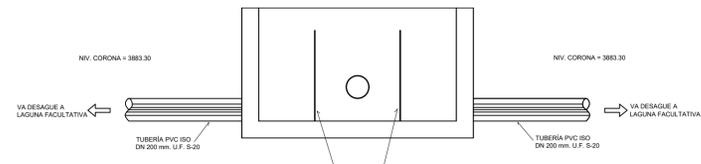
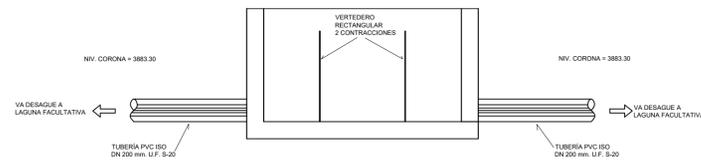
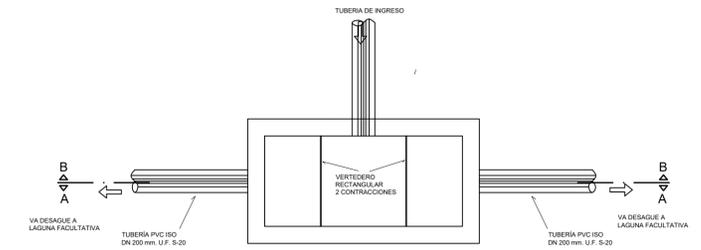
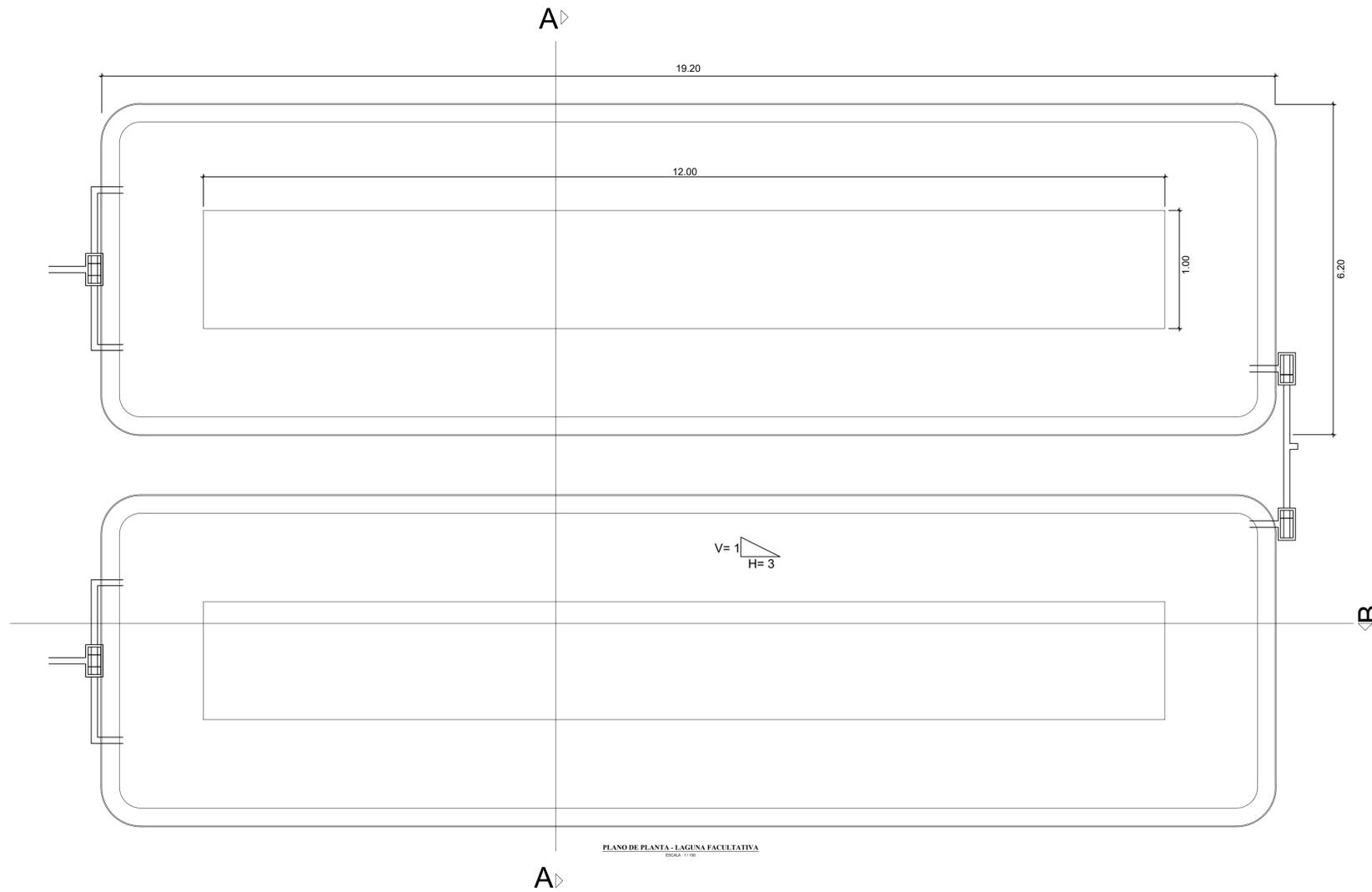
UBICACION GEOGRAFICA	
Región:	PUNO
Provincia:	MOHO
Distrito:	CONIMA

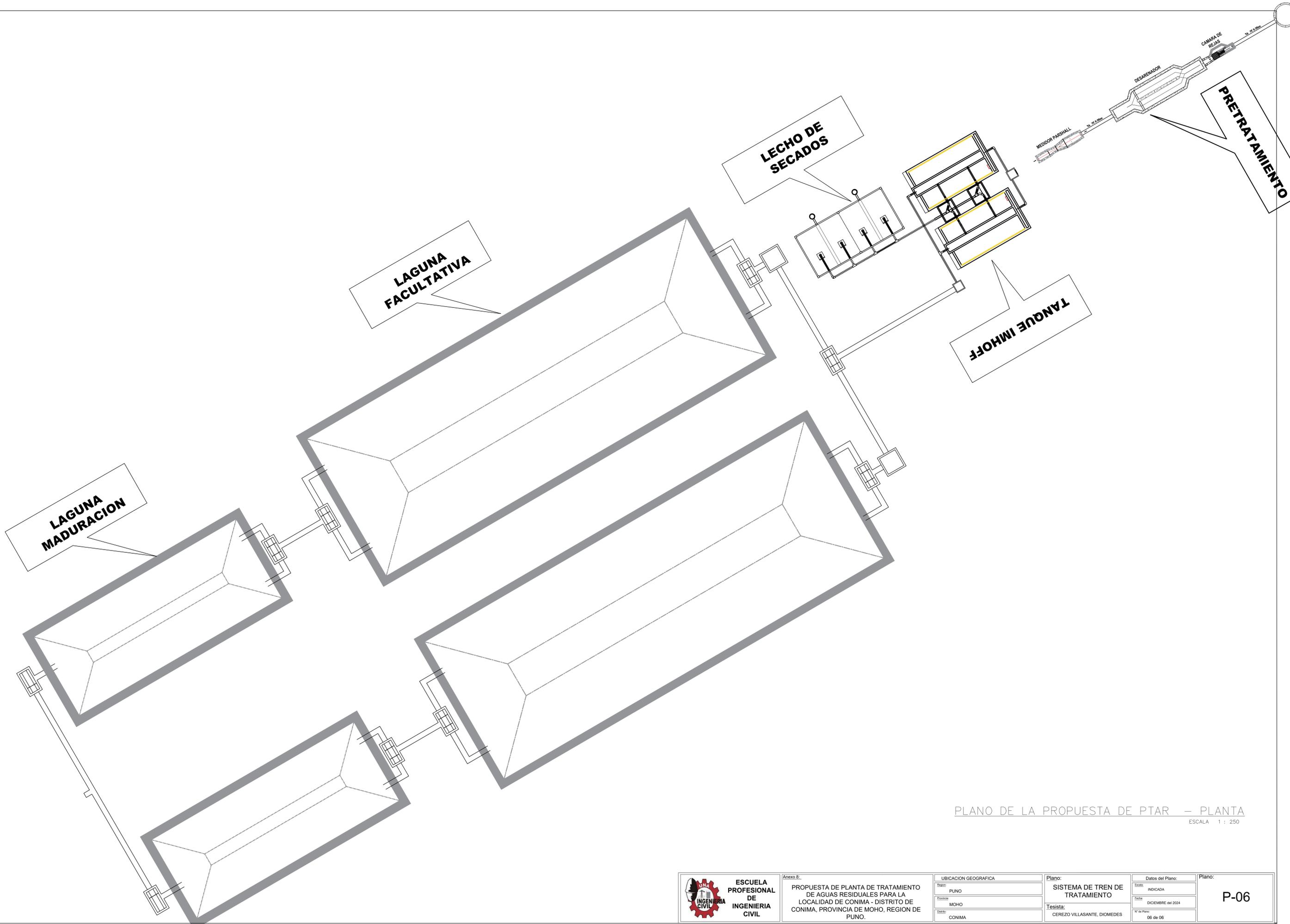
Plano:	
LAGUNAS FACULTATIVAS	
Tesista:	CEREZO VILLASANTE, DIOMEDES

Datos del Plano:	
Escala:	INDICADA
Fecha:	DICIEMBRE del 2024
N° de Plano:	04 de 06

Plano:

P-04





PLANO DE LA PROPUESTA DE PTAR — PLANTA
 ESCALA 1 : 250

<p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Anexo 8:</p> <p>PROPUESTA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA LOCALIDAD DE CONIMA - DISTRITO DE CONIMA, PROVINCIA DE MOHO, REGION DE PUNO.</p>	<p>UBICACION GEOGRAFICA</p> <p>Región: PUNO</p> <p>Provincia: MOHO</p> <p>Distrito: CONIMA</p>	<p>Plano:</p> <p>SISTEMA DE TREN DE TRATAMIENTO</p> <p>Tesista:</p> <p>CEREZO VILLASANTE, DIOMEDES</p>	<p>Datos del Plano:</p> <p>Escala: INDICADA</p> <p>Fecha: DICIEMBRE del 2024</p> <p>N° de Plano: 06 de 06</p>	<p>Plano:</p> <p>P-06</p>
---	--	--	--	---	----------------------------------