

ANEXOS

ANEXO 1: Certificados de laboratorio.

ANEXO 2: Fichas de identificación realizadas para el muestreo de aguas residuales.

ANEXO 3: Datos de muestreo y protocolos usados in situ.

ANEXO 4: Panel fotográfico.

ANEXO 5: Operacionalización de variables.

ANEXO 6: Memoria de cálculo de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto del distrito de Ajoyani.

ANEXO 7: Planos de la planta de tratamiento de aguas residuales existente del distrito de Ajoyani.

ANEXO 8: Planos de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto del distrito de Ajoyani.

ANEXO 1: Certificados de laboratorio



Nº 001903

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 01 AFLUENTE DE PTAR
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.58	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	55.50	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	545.77	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	253.60	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	8.73	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	271.17	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	1.9	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
VºBº

LSP

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 192293



Walther B. Aragón, Ph.D.
DECANO - IQ - UNA



Nº 001898

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 02 EFLUENTE DE PTAR
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, , DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.52	Electrométrica
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	26.80	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	235.36	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	128.80	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	7.75	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	212.97	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	4	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
vºBº

LSR

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



Walther B. Aparicio Aragón, Ph.D.
DECANO INQ. UNA



Nº 001902

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-01 PRETRATAMIENTO
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.49	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	43.50	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	538.78	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	248.80	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	12.58	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	266.78	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	2,2	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
VºBº

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



Walther B. Aragón, Ph.D.
DECANO F.Q. - UNA



Nº 001899

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-02 PRETRATAMIENTO
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, , DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	7.47	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	18.53	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	493.35	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	258.80	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	9.81	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	252.01	Incineración
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	1.9	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
vºBº

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



Walther B. Apaza Aragón, Ph.D.
DECANO FIC UNA



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001901

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-03 SEDIMENTADOR PRIMARIO
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, , DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.25	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	35.90	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	470.55	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	266.78	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	1.45	Soxlet
Solidos totales en suspensión	mg/L	248.80	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	1.9	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
vºbº


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




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



Nº 001896

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-06 SED. SECUNDARIO
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

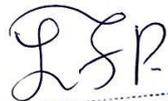
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.27	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	57.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	451.81	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	251.20	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	5.71	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	204.78	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	4.4	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
VºBº


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




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



Nº 001897

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-04 REACTOR BIOLÓGICO
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, , DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.41	Electrométrico
Conductividad eléctrica	µS/cm	78.1	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	422.97	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	166.15	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	10.25	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	238.95	Incineración
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero del 2023.
 vºBº

LSP

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
 ANUJISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
 FIQ - UNA - CIP - 152393



Walter B. Aparicio Aragon
 Walter B. Aparicio Aragon, Ph.D.
 DECANO - FIQ - UNA



Nº 001895

LQ - 2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MP-05 NAVE DE MACROFITAS
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 06/12/2022, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 06/12/2022
ANÁLISIS : 06/12/2022
COD. MUESTRA : B009-000396

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.30	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	58.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	324.05	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	134.60	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	9.81	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	211.15	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	1.9	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 13 de enero 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**

Nº **002000**

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 05 - AFLUENTE
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 02/05/2023, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 02/05/2023
ANÁLISIS : 02/05/2023
COD. MUESTRA : B009-000412

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.64	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S/cm}$	58.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	272.89	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	203.20	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	3.22	Soxlet
Solidos totales en suspensión	mg/L	450.0	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	2.0	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 19 de mayo del 2023.



VºBº

Walther B. Aragón, Ph.D.
DECANO FID-UNAP

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNAP - CIP - 162333



FIQ Nro LQ - 2023

Nº 002003

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 04 - EFLUENTE
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 01/05/2023, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 02/05/2023
ANÁLISIS : 02/05/2023
COD. MUESTRA : B009-000412

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALÍTICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.56	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu S/cm$	58.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	214.90	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	75.0	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	2.30	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	210.0	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	2.3	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 19 de mayo del 2023.

VºBº



Walter D. Espino Aragon, C.I.U.
DECARO - FIQ - UNA

Luz Marina Teves Ponce
ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CIP - 1022923





FIQ Nro **LQ-2023**

Nº 002004

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 03 - AFLUENTE
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 01/05/2023, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 02/05/2023
ANÁLISIS : 02/05/2023
COD. MUESTRA : B009-000412

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FISICO QUIMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.43	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	58.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	331.25	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	213.70	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	2.90	Soxlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	440.0	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	1.9	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 19 de mayo del 2023.

VºBº



Walther
DEC. 02 - FIQ - UNA

LSP
ING. LUZ MARINA TEVES PONCE
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
FIQ - UNA - CP - 162293



FIQ Nro **LQ - 2023**

Nº 002007

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis F.Q. de AGUA: RESIDUAL- MC- 06 - EFLUENTE
PROCEDENCIA : PTAR AJOYANI, DISTRITO DE AJOYANI, PROVINCIA DE CARABAYA
INTERESADO : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
MUESTREO : 02/05/2023, por el interesado
F. RECEPCIÓN : 02/05/2023
ANÁLISIS : 02/05/2023
COD. MUESTRA : B009-000412

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	LIXIVIADO	METODO ANALITICO
Potencial de Hidrogeno	pH	6.70	Electrométrico
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	58.70	termómetro
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	211.49	Digestión cerrada
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	82.7	Digestión cerrada
Aceites y grasa	mg/L	3.47	Soxhlet
Sólidos totales en suspensión	mg/L	260.00	Incineración
MICROBIOLOGICO			
Coliformes totales	UFC/100ml	3.5	UFC/100ml
Coliformes fecales	UFC/100ml	<1	UFC/100ml

Puno, C.U. 19 de mayo del 2023.
VºBº



Walther B. Aragón, Ph.D.
DECANO - FID - UNA

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

**ANEXO 2: Fichas de identificación realizadas para el muestreo de
aguas residuales**

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 01	N° de Registro: 01 Fecha: 05/12/2022 – 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MC – 01, AFLUENTE DE PTAR		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en el último buzón de la línea emisora ubicada al ingreso de la planta de tratamiento de aguas del distrito de Ajoyani, se hizo con ayuda de un pico y herramientas manuales, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366881.00E m, Norte 8425532.00S		
		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 02	N° de Registro: 02 Fecha: 05/12/2022 – 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MC – 02, EFLUENTE DE PTAR		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en el riachuelo de salida de la planta de tratamiento de aguas residuales, el cual se ubicaba a orillas del cerco perimétrico, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366863.00E m, Norte 8425409.00S		
		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 03	N° de Registro: 03 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 01, PRETRATAMIENTO DE LA PTAR		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en la cámara de rejillas, posterior al desarenador, usando EPPs (casco, guantes, barbijo). OBSERVACIÓN: La cámara de rejillas se encuentra ubicado posterior al desarenador,		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366875.00E m, Norte 8425519.00S		
		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 04	N° de Registro: 04 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 02, DESGRASADOR		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en desgrasador, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
OBSERVACION: Falta de mantenimiento para la disposición final de la trampa de grasas,		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366869.56E m, Norte 8425509.39S		
		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 05	N° de Registro: 05 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 03, SEDIMENTADOR PRIMARIO Y SECUNDARIO		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en la rejilla entre el sedimentador secundario y los filtros verticales, usando EPPs (casco, guantes, barbijo). OBSERVACION: Se evidencia la falta de mantenimiento y acumulación de residuos sólidos,		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366882.42E m, Norte 8425514.41S		
		

	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 06	N° de Registro: 06 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 06, FILTROS VERTICALES		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en las tuberías de agua residual sobrantes provenientes de los filtros verticales, puesto que sus canales estaban con sólidos suspendidos que podían afectar la caracterización correcta, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366865.45E m, Norte 8425493.05S		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 07	N° de Registro: 07 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 04, REACTOR BIOLÓGICO		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó el muestreo en la entrada de la nave de macrofitas puesto que proviene las aguas residuales del reactor biológico, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366872.22E m, Norte 8425490.21S		
		

 	FICHA DE IDENTIFICACIÓN N° 08	N° de Registro: 08 Fecha: 06/12/2022
PROYECTO DE TESIS :	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022	
FACULTAD :	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA	
ESCUELA PROFESIONAL :	INGENIERÍA CIVIL	
Número y Ubicación del punto de monitoreo		
MP – 05, NAVE DE MACROFITAS		
Descripción de la ubicación del punto de monitoreo:		
Se realizó a la salida de la nave de macrofitas, usando EPPs (casco, guantes, barbijo).		
Coordenadas WGS84 (Punto de monitoreo)		
Zona 19 L, Este 366861.64E m, Norte 8425465.23S		
		

ANEXO 3: Datos de muestreo y protocolos usados in situ

Nombre de la PTAR: AJOYANI, Carabana															
Muestra No.	Afluente	Efluente	Fecha	Hora toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetro a ser medido						Observaciones	
								AyG	DBO	DOO	SST	CTT	pH		Conductividad
MC-01	PTAR	—	06/12/2022	06:30	Envase No. 21	21	—	X	X	X	X	X	X	X	Color grisáceo
MC-02	—	PTAR	06/12/2022	06:45	Envase No. 22	22	—	X	X	X	X	X	X	X	Color grisáceo oscuro
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hora de entrega al medio de transporte										07:00 07:00 am del 06/12/2022					

Responsable de la PTAR			Operador del muestreo			Custodio de la muestra			Recepción en laboratorio				
Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Hora	Fecha
Cuidante de PTAR	MDA	—	Tecista	FJCA UNB	—	Tecista	UNA	—	Ing. Luz Marina	Laboratorio FJQ	—	10:00	06/12/2022

Nombre de la PTAR: AJOYANI CARAGAYA													
Muestra No.	Afluente	Fecha	Hora toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetro a ser medido						Observaciones
							AVG	DBO	DQO	SST	CTT	pH	
MC-05	Afluente PTAR	02/05/2023	07:30	frasco lavado	2.5L	Hielo	X	X	X	X	X	X	Color característico agua residual clava
MC-06	Efluente PTAR	02/05/2023	07:15	frasco lavado	2.5L	Hielo	X	X	X	X	X	X	Color grisáceo
Hora de entrega al medio de transporte							08:15 am del 02/05/2023						

Responsable de la PTAR		Operador del muestreo		Custodio de la muestra		Recepción en laboratorio				
Nombre y apellidos	Institución	Nombre y apellidos	Institución	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Fecha
Piedroente	SASS	Torres	FUD UNO	Torres	FICA UNO	[Firma]	Jos. Liz Marina	Laboratorio Químico UNO	[Firma]	11-28 am 02/05/2023

Nombre de la PTAR: <u>Ajoyani Carabaya</u>													
Muestra No.	Afluente	Efluente	Fecha	Hora toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetro a ser medido					Observaciones
								AVG	DBO	DOO	SST	CTT	
MC-03	Afluyente PTAR		01/05/2023	18:00	Frascos H ₂ S H ₂ S	~2.5L	Solo hielo	X	X	X	X	X	Color: Grisáceo olor: clavo
MC-04	Efluente APR		01/05/2023	18:15	Frascos H ₂ S H ₂ S	~2.5L	Solo hielo	X	X	X	X	X	Color: Grisáceo
Hora de entrega al medio de transporte								08:00 am del 02/05/2023					

Responsable de la PTAR			Operador del muestreo			Custodio de la muestra			Recepción en laboratorio				
Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Hora	Fecha
Presidente JASS			Tajista	FICA UNA		Tajista	FIRA UNIS		Jng. Luz Marina	Laboratorio Química UNA		11:30 am	02/05/2023

Nombre de la PTAR: AJOYANI CARAGUAYA																
Muestra No.	Afluente	Efluente	Fecha	Hora toma de muestra	Tipo de frasco	Volumen	Reactivos preservación	Parámetro a ser medido						Observaciones		
								AVG	DBO	DQO	SST	CTT	pH		Conductividad	Temperatura
HP-01	Pretreatment		06/12/2022	06:50	Water	2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Color grisáceo
MP-02	Desgrasado		06/12/2022	07:00	Water	≈ 2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	"
MP-03	Sed. Primario		06/12/2022	07:10	Water	≈ 2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	"
MP-06	Sed. Secundario		06/14/2022	07:20	Water	≈ 2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	"
MP-04	React. Biológico		06/10/2022	07:30	Water	≈ 2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Color grisáceo claro
MP-05	Uave de Muestras		06/12/2022	07:40	Water	≈ 2L	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Color grisáceo claro
Hora de entrega al medio de transporte			08:00 am			del			06/12/2022							

Responsable de la PTAR			Operador del muestreo			Custodio de la muestra			Recepción en laboratorio				
Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Nombre y apellidos	Institución	Firma	Hora	Fecha
Guardián PTAR	MDA	—	Tejista	FICA UNA		Tejista	UNA		Jung. Luz Marina	Laboratorio FIQ		10:00	06/12/2022

DETERMINACION DEL CAUDAL - METODO_VOLUMÉTRICO

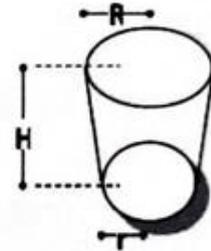


TESIS: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022.**



TESISTA : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
 Localidad : AJOYANI
 Fuente: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Fecha: 02 diciembre 2022
 Método: VOLUMETRIC

COORDENADAS	AFORO N° 02	
	PUNTO DE AFORO	
	Coordenada Este	36 68 80.2
	Coordenada Norte	842 5536 .35
	Altitud	4233 msnm



Radio Mayor. R (m) R = 0.145
 Radio Menor r (m) r = 0.145
 Altura del Recipiente h(m) H = ? 0.30 m
 Tiempo de llenado (seg.) T = ?
 Volumen Recipiente (Lit.) V = 20 litros

A = π * R²
V = A * H

N° Prueba	Volumen	Tiempo
0001	20 litros	5.71
0002	20 litros	5.45
0003	20 litros	5.94
0004	20 litros	5.73
0005	20 litros	6.43
0006	20 litros	6.98
0007	20 litros	5.78
—		
—		
—		
—		
Total	140	42.04

Caudal Resultante Q = 3.33 Lit/Seg.

DETERMINACION DEL CAUDAL - METODO_VOLUMÉTRICO

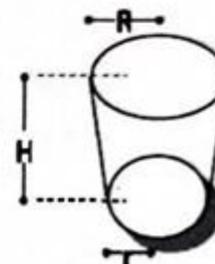


TESIS: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022.



TESISTA : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
 Localidad : AJOYANI
 Fuente: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Fecha: 01 diciembre de 2022
 Método: VOLUMETRICO

COORDENADAS	AFORO N° 01	
	PUNTO DE AFORO	
	Coordenada Este	36 68 80,2
	Coordenada Norte	8 42 5536 35
	Altitud	7233 m/nm



Radio Mayor, R (m) $R = 0.29 \text{ m} \Rightarrow 0.145$
 Radio Menor r (m) $r = 0.29 \text{ m} \rightarrow 0.143$
 Altura del Recipiente h(m) $H = ? \Rightarrow 0.30 \text{ m}$
 Tiempo de llenado (seg.) $T = ?$
 Volumen Recipiente (Lit.) $V = 20 \text{ litros}$

$A = \pi \cdot R^2$
 $V = A \cdot H$

N° Prueba	Volumen	Tiempo (s)
0001	20 litros	5.20
0002	20 litros	5.42
0003	20 litros	5.76
0004	20 litros	5.33
0005	20 litros	6.14
0006	20 litros	6.03
0007	20 litros	5.33
Total	140 litros	39.22

Caudal Resultante Q = 3.57 Lit/Seg.

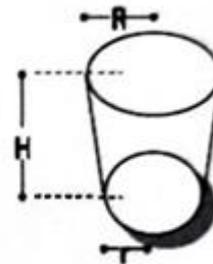
DETERMINACION DEL CAUDAL - METODO_VOLUMÉTRICO



TESIS: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022.

TESISTA : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
 Localidad : AJOYANI
 Fuente: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Fecha: 30/04/2023
 Método: VOLUMETRICO

COORDENADAS	AFORO N° 03	
	PUNTO DE AFORO	
	Coordenada Este	366880.2
	Coordenada Norte	8425536.23
	Altitud	4233



Radio Mayor. R (m) R = 0.19m ≈ 0.095m.
 Radio Menor r (m) r = 0.19m = 0.095m $A = \pi \cdot R^2$
 Altura del Recipiente h(m) H = ? 0.14m. $V = A \cdot H$
 Tiempo de llenado (seg.) T = ?
 Volumen Recipiente (Lt.) V = 4L

N° Prueba	Volumen	Tiempo
001	4L	1.12
002	4L	1.07
003	4L	1.16
004	4L	1.12
005	4L	1.37
006	4L	1.13
007	4L	1.27
Total	28 litros	8.43

Caudal Resultante Q = 3.33 Lit/Seg.

DETERMINACION DEL CAUDAL - METODO_VOLUMÉTRICO

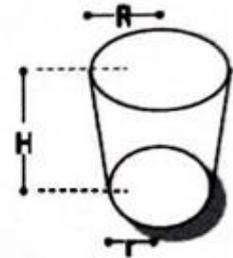


TESIS: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022.



TESISTA : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
 Localidad : AJOYANI
 Fuente: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Fecha: 09 de mayo de 2023
 Método: VOLUMETRICO

COORDENADAS	AFORO N° 04	
	PUNTO DE AFORO	
	Coordenada Este	36 68 80.2
	Coordenada Norte	842 5536.35
	Altitud	4233



Radio Mayor. R (m) R = 0.09 m
 Radio Menor r (m) r = 0.09 m. $A = \pi \cdot R^2$
 Altura del Recipiente h(m) H = ? 0.16m
 Tiempo de llenado (seg.) T = ? $V = A \cdot H$
 Volumen Recipiente (Lit.) V = 4 litros

N° Prueba	Volumen	Tiempo
01	04 L.	0.84
02	04 L.	1.06
03	04 L.	1.28
04	04 L.	1.05
05	04 L.	1.11
06	04 L.	1.15
07	04 L.	1.00
Total	28 litros	7.62

Caudal Resultante Q = 3.67 Lit/Seg.

DETERMINACION DEL CAUDAL - METODO_VOLUMÉTRICO

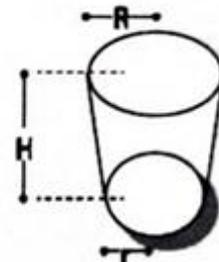


TESIS: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022.



TESISTA : ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE
 Localidad : AJOYANI
 Fuente: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Fecha: 02 de mayo de 2023
 Método: VOLUMETRICO

COORDENADAS	AFORO N°	
	PUNTO DE AFORO	
	Coordenada Este	36 68 80.2
	Coordenada Norte	842 5536.35
	Altitud	4233



Radio Mayor. R (m) R = 0.09 m
 Radio Menor r (m) r = 0.09 m
 Altura del Recipiente h(m) H = ? 0.16 m
 Tiempo de llenado (seg.) T = ?
 Volumen Recipiente (Lit.) V = 4 L.

$$A = \pi * R^2$$

$$V = A * H$$

N° Prueba	Volumen	Tiempo
001	4 L.	1.00
002	4 L.	0.92
003	4 L.	1.07
004	4 L.	1.29
005	4 L.	1.42
006	4 L.	0.85
007	4 L.	1.17
Total	28 L	7.71

Caudal Resultante Q = 3.64 Lit/Seg.

ANEXO 4: Panel fotográfico

Figura 4.1

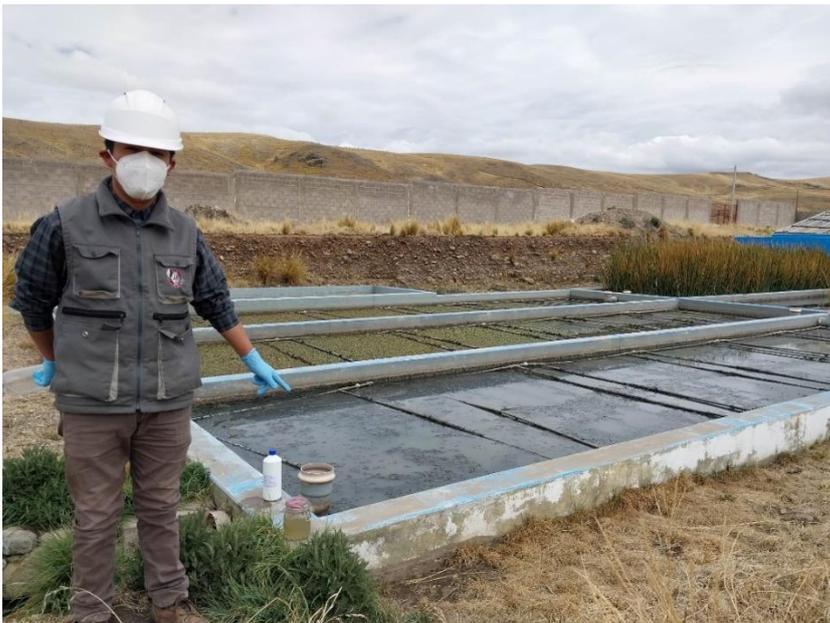
Tesista en la visita a campo de la planta de tratamiento de aguas residuales



Nota: Se evidencia el tiempo de sequía presente en la visita de campo.

Figura 4.2

Nave de macrofitas de la PTAR del distrito de Ajoyani



Nota: Se evidencia la carencia de plantas en la nave señalada.

Figura 4.3

Cámara de rejas de la PTAR de Ajoyani



Nota: Se evidencia la falta de mantenimiento y la acumulación de residuos sólidos.

Figura 4.4

Desarenador de la PTAR de Ajoyani



Nota: Se evidencia que el desarenador es el tratamiento preliminar anterior a la cámara de rejas.

Figura 4.5

Nave de macrofitas de la PTAR de Ajoyani



Nota: Se evidencia el tiempo de lluvias presente en la visita de campo.

Figura 4.6

Nivel freático alto en la PTAR de Ajoyani



Nota: Se evidencia el tiempo de lluvias presente en la visita de campo.

Figura 4.7

Tuberías cribadas deterioradas en el reactor biológico



Nota: Se evidencia la falta de mantenimiento y refacción en la PTAR.

Figura 4.8

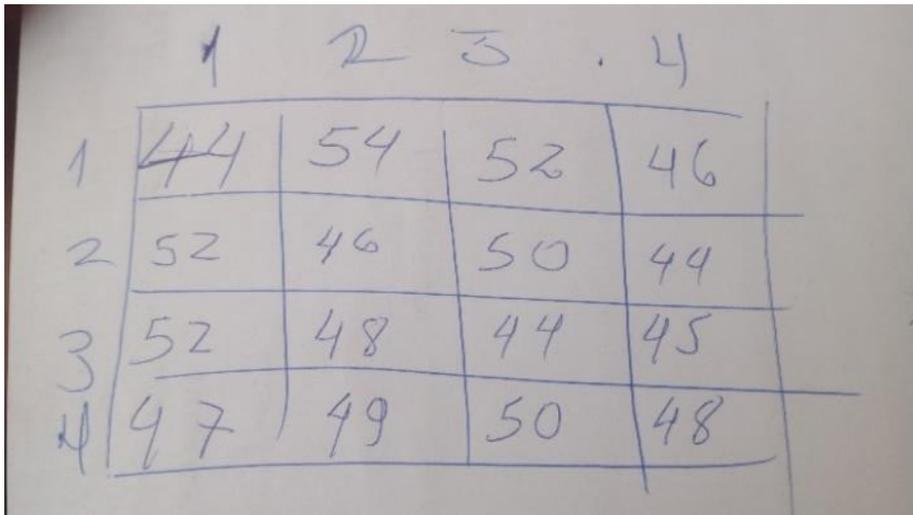
Mantenimiento realizado en la cámara de rejas



Nota: Cuando se apersono el tesista a la PTAR empezaron recién a realizar mantenimiento

Figura 4.9

Resultados en borrador de la realización del ensayo de esclerometría



A handwritten table on a piece of paper showing the results of a sclerometry test. The table has 4 columns and 4 rows. The columns are labeled 1, 2, 3, and 4 at the top. The rows are labeled 1, 2, 3, and 4 on the left side. The values in the cells are as follows:

	1	2	3	4
1	44	54	52	46
2	52	46	50	44
3	52	48	44	45
4	47	49	50	48

Nota: Se realizó el ensayo en los procesos unitarios que poseen mayor profundidad.

Figura 4.10

Nave de macrofitas de la PTAR de Ajoyani



Nota: Aun siendo tiempos de lluvias aun se evidencia la falta de una planta que pueda realizar la digestión de bacterias y coliformes.

ANEXO 5: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
TEMA: "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI – CARABAYA, 2022."				
VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS O INSTRUMENTOS
Variable Procesos unitarios usados en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani.	Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales mediante actividad física, química y/o biológica; en la zona rural mayormente se presentan en procesos de sedimentación, filtros biológicos y lagunas de estabilización.	Pretratamiento (Cámara de rejías, desarenador y desgrasador) Sedimentador primario y secundario Filtros verticales Reactor biológico Nave de macrofitas Lechos de secado	Reducción de partículas de gran tamaño. Reducción de partículas disueltas o en suspensión. Reducción de partículas disueltas o en suspensión. Reducción de materia orgánica biodegradable. Reducción de Nitrógeno y Fósforo. Deshidratación de lodos estabilizados para su manejo y eliminación.	Caracterización de agua en el efluente de la PTAR. Análisis e interpretación en campo. Caracterización de agua en el afluente del proceso. Caracterización de agua en el afluente del proceso. Toma de datos para realizar análisis estructural. Caracterización de agua en el afluente del proceso. Caracterización de agua en el afluente del proceso. Análisis e interpretación en campo.

**ANEXO 6: Memoria de cálculo de la planta de tratamiento de aguas
residuales propuesto del distrito de Ajoyani**

6.1. DISEÑO DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

6.1.1. Cálculo del caudal de diseño- red de alcantarillado

La propuesta de mejora debe proyectarse teniendo el 2023 como año 0 hasta el 2043 para el cálculo de caudal de diseño, para ello se tomará datos de los últimos censos del INEI, se halló el cálculo de alcantarillado y se multiplicó por el factor retorno establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones aumentando el caudal por conexiones ilícitas del 5% del caudal de retorno y por infiltraciones en la red de alcantarillado, lo cual al ser una red relativamente nueva se optó por el 1% del caudal de retorno, finalmente se obtiene el caudal de alcantarillado de 7.83 lt/seg para el diseño de la planta optimizada.

Figura 6.1

Cálculo de caudal para el diseño de la propuesta de mejoramiento.

Caudal de retorno de alcantarillado	80%		
Realizando el cálculo	$Q_{\text{retorno}} =$	7.29	lt/seg
Caudal por infiltración de conexiones ilícitas	5%		(lt/seg)
Realizando el cálculo	$Q_{\text{ci}} =$	0.46	lt/seg
Caudal por infiltración de conexiones ilícitas	1%		(lt/seg)
Realizando el cálculo	$Q_{\text{ci}} =$	0.09	lt/seg
Caudal de alcantarillado	$Q = Q_{\text{retorno}} + Q_{\text{ci}} + Q$		
Realizando el cálculo	$Q =$	7.83	lt/seg

Nota: Se usa los factores presentes en la NTP.

6.1.2. Eficiencia de remoción de los sistemas a utilizar.

Según los procesos unitarios seleccionados en los criterios de selección anteriormente explicados, se realiza la evaluación de la eficiencia de estos:

Figura 6.2

Cálculo de la eficiencia de los procesos unitarios propuestos.

DATOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

Parametros	MC - 01	Unidades
Potencial de Hidrógeno	6.58	Unid. pH
Temperatura	12.50	°Celsius
Conductividad eléctrica	55.50	Micro S/cm
Solidos totales	271.17	mg/L

Parametros	MC - 01	Unidades
DBO5	253.60	mg/L
DQO	545.77	mg/L
Grasas y Aceites	8.73	mg/L

Parametros	MC - 01	Unidades
Numeración de coliformes totales (NMP)	1.90	NMP

ESTRUCTURAS

PRE - TRATAMIENTO:

ENTRADA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 253.60 mg/l
SS (e)	= 271.17 mg/l
Coli (e)	= 1.9E+07 NMP/100ml

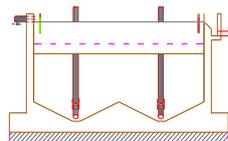


SALIDA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 240.92 mg/l
SS (e)	= 244.05 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+07 NMP/100ml

SE TRANSFORMA	
EFICIENCIA	REMOCION
-	Q (e) = 7.83 l/seg
5%	DBO5 (e) = 12.68 mg/l
10%	SS (e) = 27.12 mg/l
0%	Coli (e) = 0.00 NMP/100ml

TANQUE IMHOFF

ENTRADA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 240.92 mg/l
SS (e)	= 244.05 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+07 NMP/100ml

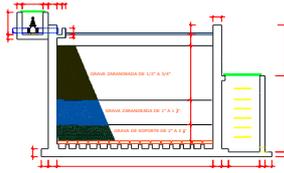


SALIDA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 159.01 mg/l
SS (e)	= 97.62 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+06 NMP/100ml

SE TRANSFORMA		
EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	REMOCION
%	%	Q (e) = 7.83 l/seg
	34%	DBO5 (e) = 81.91 mg/l
	60%	SS (e) = 146.43 mg/l
	90%	Coli (e) = 1.71E+07 NMP/100ml

FILTRO BIOLÓGICO

ENTRADA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 159.01 mg/l
SS (e)	= 97.62 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+06 NMP/100ml

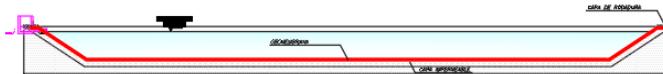


SALIDA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 63.60 mg/l
SS (e)	= 34.17 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+05 NMP/100ml

EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCIÓN	
%	%	Q (e)	= 7.83 l/seg
60.00%		DBO5 (e)	= 95.40 mg/l
	65%	SS (e)	= 63.45 mg/l
	90%	Coli (e)	= 1.71E+06 NMP/100ml

LAGUNA FACULTATIVA

ENTRADA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 63.60 mg/l
SS (e)	= 34.17 mg/l
Coli (e)	= 190000.00 NMP/100ml

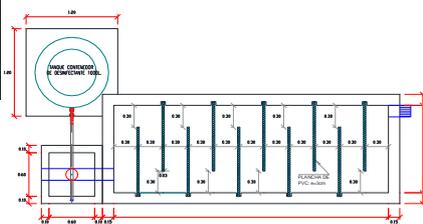


SALIDA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 15.90 mg/l
SS (e)	= 20.50 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+04 NMP/100ml

EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCIÓN	
%	%	Q (e)	= 7.83 l/seg
75.00%		DBO5 (e)	= 47.70 mg/l
	40%	SS (e)	= 13.67 mg/l
	90%	Coli (e)	= 1.71E+05 NMP/100ml

DESINFECTACIÓN CAMARA DE CONTACTO DE CLORO

ENTRADA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 15.90 mg/l
SS (e)	= 20.50 mg/l
Coli (e)	= 19000.00 NMP/100ml



SALIDA	
Q (e)	= 7.83 l/seg
DBO5 (e)	= 14.31 mg/l
SS (e)	= 20.50 mg/l
Coli (e)	= 1.90E+01 NMP/100ml

EFICIENCIA CALCULADA	EFICIENCIA ASUMIDA	SE TRANSFORMA	
		REMOCIÓN	
%	%	Q (e)	= 7.83 l/seg
	10%	DBO5 (e)	= 1.59 mg/l
	0%	SS (e)	= 0.00 mg/l
	99.900%	Coli (e)	= 1.90E+04 NMP/100ml

RESUMEN				
PARAMETRO	ECAs (categoria 3- tallo bajo)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	VALOR EN DESCARGA	OBSERVACION
DBO5 (mg/l)	<= 15	100	14.31	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Solidos Suspendidos (mg/l)	< 25	100	20.50	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL
Coliformes Termotolerantes NMP/100ml)	< 1000	10000	19.00	NO REQUIERE TRATAMIENTO ADICIONAL

Nota: Para los porcentajes se usa las eficiencias recopiladas de la bibliografía.

Según el resumen se evidencia que con los procesos seleccionados para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ajoyani cumple con la normativa ECA (categoría 3 – tallo bajo) y los LMP, por consiguiente, puede realizarse los diseños de los procesos unitarios.

6.1.3. Diseño de la cámara de rejas.

El primer paso en el tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de los sólidos gruesos. Las rejas se fabrican colocadas transversalmente, están formados por barras separadas uniformemente con espaciamientos libres que varían entre 1 y 5cm (o 2.5cm) y colocadas en ángulo de 30 y 60° respecto a la horizontal para facilitar su limpieza manual. El espaciamiento libre de las barras depende de la finalidad que se pretenda lograr:

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

Según la norma se recomienda aberturas de 2 a 5cm, para localidades con un sistema inadecuado de recolección de residuos sólidos la norma recomienda un valor no mayor de 2.5cm. las rejas finas presentan muchas veces problemas de operación y mantenimiento, siendo en general mecanizadas.

Las velocidades recomendadas a través de barras limpias de acuerdo a la norma es una mínima de 0.6 m/s y máxima de 0.75 m/s. Estos valores están basados en el caudal máximo horario. Finalmente se presenta el cálculo realizado mediante en hojas de cálculo realizados por el tesista:

Figura 6.3

Cálculo de la cámara de rejas

CALCULO DE DEMANDA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Horario	$Q_{mh} = 7.29$	lps	$Q_d = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$	$Q_d = 7.83$	lps	Caudal de diseño
Caudal por Infiltración	$Q_{inf} = 0.46$	lps				
Caudal por conexiones erradas	$Q_{ce} = 0.09$	lps				
Caudal de Diseño	$Q_d = 7.83$	lps	$Q_{max} = K_{max} \times Q_p$	$Q_{max} = 7.29$	lps	Caudal Máximo
Constante Mínimo	$K_{min} = 0.4$		$Q_{min} = K_{min} \times Q_d$	$Q_{min} = 3.13$	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	$Q_{max} = 7.83$	lps	$Q_{max\ u} = Q_{max}/N$	$Q_{max\ u} = 7.83$	lps	Tirante Máximo
Caudal Mínimo	$Q_{min} = 3.13$	lps	$Q_{min\ u} = Q_{min}/N$	$Q_{min\ u} = 3.13$	lps	Tirante Mínimo
Espesor de las Barras	$e = 1/4$	pulg	$E = \frac{a}{(a+e)}$	$E = 0.80$		Coeef 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	$A_u = (Q_{max}/V_r)/1000$	$A_u = 0.016$	m ²	Area útil
			$A_c = A_u/E$	$A_c = 0.020$	m ²	Area del canal

CALCULO DEL CANAL DE REJAS / CRIBAS						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Ancho del canal	$B = 0.30$	m	$Y_{max} = Ac/B$	$Y_{max} = 0.065$	m	Tirante Máximo
Cof. Rugosidad del Canal	$n = 0.013$		$RH = Ac/Pm = Ac/(2Y+B)$	$RH = 0.0455$	m	Radio Hidráulico
Velocidad	Correcta		$S = (Q_{max} \cdot n / (Ac \cdot RH^{2/3}))^2$	$S = 1.67$	%	Pendiente del canal
			$V_c = Q_{max}/Ac$	$V_c = 0.40$	m/s	Velocidad antes de las
			$R = Q_{min} \cdot n / (S^{1/2} B^{8/3})$	$R = 2.2309$	m	Determinar la relación Y/B
De la Tabla para el Ymin	$Y/B = 0.093$		$Y_{min} = 0.093 \cdot B$	$Y_{min} = 0.03$	m	Tirante Mínimo
			$A_{min} = B \cdot Y_{min}$	$A_{min} = 0.01$	m ²	Area Mínimo
Velocidad	Correcta		$V_{min} = Q_{min}/A_{min}$	$V_{min} = 0.37$	m/s	Velocidad mínimo en el
			$N = (B-a)/(e+a)$	$N = 9$	und	Número de Barras

PERDIDA DE CARGA EN LAS REJAS						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Según Kirshner (Rejas Limpias)						
Velocidad Máxima en la rejilla	$V_r = 0.70$	m/s	$h_v = \frac{V^2}{2g}$	$h_v = 0.02$	m	Pérdida de energía en la rejilla
Gravedad	$g = 9.81$	m/s ²				
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				
Diámetro 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	$H_f = \left[\frac{V^2 - V_t^2}{2g} \right] / 0.7$	$V = 1.40$	m/s	velocconsiderando 50% obstrucción
Obstrucción en las rejas	$t = 50\%$					
Gravedad	$g = 9.81$	m/s ²				
Pérdida de carga elegida			MAYOR [H, H_f]	$H_f = 0.11$	m	Pérdida de carga(Metcalf-Eddy) 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	$Y = 0.065$	m	$H = Y + BL$	$H = 0.75$	m	Altura de la reja
Borde Libre	$BL = 0.68$	m				

CALCULO DE LA LONGITUD DE LA REJA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Altura de la reja	$B = 0.75$	m	$L = H/\text{sen} \theta$	$L = 0.86$	m	Longitud de la reja
Inclinación de las barras	$\theta = 60$	°	$PH = H/\text{tag} \theta$	$PH = 0.43$	m	Proyección Horizontal

ZONA DE TRANSICIÓN						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Pendiente del Emisor	S' = 10	‰	$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$	$\theta = 1.998$	rad	Angulo formado del centro de tubería
Caudal Máximo Emisor	Qmx = 0.0078	m ³ /s		D = 0.25	m	Dímetro del Emisor
Relación Max Y/D	Y/D = 0.75		$D = \sqrt[3]{\left(\frac{Q * n}{S^{1/2}} \right)^3 * \frac{2^{13} * \theta^2}{(\theta - \text{sen}\theta)^5}}$	Dc = 0.25	m	Dímetro del Emisor comercial
Coef. Rugosidad Emisor	n = 0.013			Dc = 12	pulg	Dímetro del Emisor comercial
Angulo de zona de transición	$\varphi = 30$	°sexq	$L' = (B - Dc) / (2 * \tan\varphi)$	L' = 0.60	m	Longitud d transición emisor
Ancho cribado	B = 0.30	m		$R_1 = Qmxu * n / (S^{1/2} Dc^{9/3})$	R 1 = 0.00130	
De la Tabla	Y/D = 0.515		$Y1 = 0.515 * Dc$	Y 1 = 0.13	m	Tirante en el emisor
			$A1 = k^4 Dc^2$	A 1 = 0.03	m ²	Area Húmeda del emisor
			$RH1 = A1 / PM1$	RH1 = 0.06	m	Radio Hidráulico
			Tensión Tractiva Correcta	T 1 = 0.63	kgf/m ²	Fuerza Tractiva
			$V1 = Qmx u / A1$	V 1 = 3.10	m/s	Velocidad en el emisor
			$H1 = 0.1(V1 - Vc)^2 / 2g$	H 1 = 0.04	m/s	Velocidad en el emisor
Caudal Mínimo Emisor	Qminu = 0.0031	m ³ /s	$R_2 = Qminu * n / (S^{1/2} Dc^{9/3})$	R 2 = 0.001	m	Para determinar la
Dímetro del Emisor	Dc = 0.25	m		Y 2 = 0.04	m	Tirante en el emisor
De la Tabla	Y/D = 0.174		$A2 = k^4 Dc^2$	A 2 = 0.006	m ²	Area húmeda del emisor
			$V2 = Qmin u / A2$	V 2 = 0.52	m/s	Velocidad en el emisor
			$RH2 = A2 / PM2$	RH2 = 0.03	m	Radio Hidráulico
			Tensión Tractiva Correcta	T 2 = 0.30	kgf/m ²	Fuerza Tractiva

MATERIAL CRIBADO						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo	Qmh = 0.0078	m ³ /s	$M_{tc} = Qmh * Mc * 86400$	Mtc = 15.57	lpd	Material cribado a ser retirado por día
Abertura/Espaciamento	Y/D = 1	pulg				
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 = 0.30	m				

6.1.4. Diseño del desarenador

El desarenador retiene gravas y arenas para evitar daños en los equipos mecánicos, así como causar dificultades en la operación del tanque Imhoff, filtro biológico y lagunas.

Primeramente, acerca del número de unidades y “by pass”, según RNE-OS.090 por lo menos se deben diseñar dos desarenadores en paralelo (para operación y mantenimiento), para retirar una de las unidades en el momento de la limpieza de las arenas removidas.

Acerca de las velocidades, la norma señala que se debe controlar la velocidad horizontal alrededor de 0.3 m/s con una tolerancia de 20%.

Acerca del área de los desarenadores, las partículas de arenas nocivas son las de tamaño igual o superior a 0.2 mm, cuyo peso específico es de 2.65 gr/cm³

y velocidad de sedimentación del orden de 2cm/s, se constata que los desarenadores deben ser diseñados con las tasas de aplicación de 600 a 1200 m³/m² día. Según la RNE-OS.090, señala valores entre 45 a 70 m³/m³ hora, que corresponden a tasas de aplicación de 1080 a 1600 m³/m² día. Estos valores permiten determinar el área necesaria para los desarenadores.

Acerca de la profundidad de lámina líquida de los desarenadores de tipo canal la profundidad del agua para el caudal mínimo, medio y máximo es determinada partiéndose de las condiciones de funcionamiento del controlador de velocidad (vertedero de salida). Cada vertedero tiene su ecuación que relaciona altura de agua versus el caudal H (m) vs Q(m³/s).

Acerca del ancho de los desarenadores, una vez conocida la profundidad de agua, se determina el ancho de los canales de manera que se mantenga la velocidad óptima de 0.3 m/s. Si la sección de flujo fuera rectangular: $Q=(A).VH$
 $= (B.H). VH$. Por lo tanto el ancho del desarenador es: $B= Q/H .VH$

Finalmente, con el apoyo de una hoja de cálculo se tiene lo siguiente:

Figura 6.4

Diseño del desarenador.

DISEÑO DESARENADOR SUTRO - TRATAMIENTO PRELIMINAR						
CALCULO DE DEMANDA						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Horario	$Q_{mh} = 7.29$	lps	$Qd = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{ce}$	$Qd = 7.83$	lps	Caudal de diseño
Caudal por Infiltración	$Q_{inf} = 0.46$	lps				
Caudal por conexiones erradas	$Q_{ce} = 0.09$	lps				
Caudal de Diseño	$Qd = 7.83$	lps	$Q_{max} = K_{max} \times Qp$	$Q_{max} = 7.29$	lps	Caudal Máximo
Constante Mínimo	$K_{min} = 0.40$		$Q_{min} = K_{min} \times Qp$	$Q_{min} = 3.13$	lps	Caudal Mínimo

SECCION RECTANGULAR CONTROLADO POR VERTEDERO SUTRO						
DATOS	CANTIDAD	UND	PROCESO DE CÁLCULO	CANTIDAD	UND	RESULTADOS
Caudal Máximo Unitario	$Q_{max u} = 0.0078$	m ³ /s	$Q = 2.74\sqrt{ab} \left(H - \frac{a}{3} \right)$	$Q = 0.0100$	m ³ /s	Verificamos para nuestro Caudal Máximo Horario
Caudal Mínimo Unitario	$Q_{min u} = 0.00313$	m ³ /s				
altura mínima	$a = 0.01$	m		$Q = 10.01$	lps	
Ancho de la base	$b = 0.30$	m				
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 = 0.00783	m ³ /s	$A = Q_{max} / (V.H)$	A =	0.4	m
Altura de agua	H = 0.050	m				
Velocidad Horizontal	V = 0.40	m/s				
Ancho del Desarenador						

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

6.1.5. Diseño del tanque Imhoff y lecho de secado

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario que integra la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o

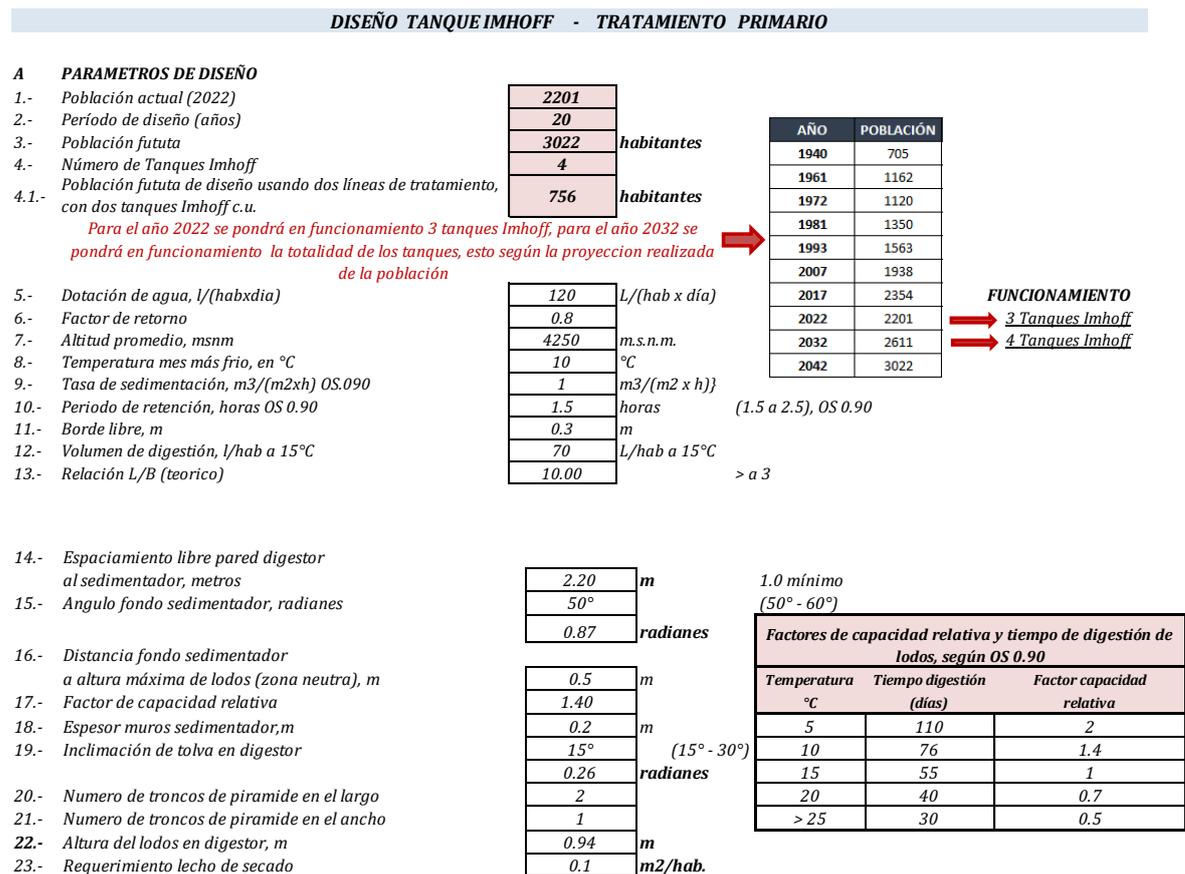
partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

Para el dimensionamiento de tanque Imhoff se tomarán en consideración los criterios de la Norma OS090 y haciendo uso de una hoja de cálculo se tiene:

Figura 6.5

Diseño del tanque Imhoff.



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

98.50	m ³ /día
4.10	m ²
1.00	m
10.00	m
1.50	m
0.59	m
2.39	m
74.04	m ³
5.80	m
76.89	m ³
76%	
0.77	m
4.60	m
75.55	

L/Bim = 1.72 → OK!, debe ser mayor a 1

(min. 30%) OK!

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.

Figura 6.6

Diseño del lecho de secados

DATOS	CANTIDAD	UND
Población de Diseño	Pf = 3,022	hab
Caudal diseño	Qd = 7.83	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 = 271.98	KgSS/d	Carga de sólidos
$Msd = ((0.5 \cdot 0.7 \cdot 0.5) + (0.5 \cdot 0.3)) \cdot C$	Msd = 88.39	KgSS/d	Masa de sólidos en el lodo
$Vld = Msd / (\% \cdot q)$	Vld = 0.83	m ³ /día	Volumen de lodos digeridos
$Vel = Vld \cdot fcr$	Vel = 62.73	m ³	Volumen de lodos a extraer
$Vu = Vel / N°$	Vu = 31.36	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 = 78.41	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 = 13.10	m	Ancho lecho de secado

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

6.1.6. Diseño del filtro biológico

Un filtro biológico es una cama de grava o un medio plástico sobre el cual se rocían las aguas negras pretratadas. En este sistema de filtro biológico, los microorganismos se apegan al medio del lecho y forman una capa biológica sobre éste. A medida que las aguas negras se percolan por el medio, los microorganismos digieren y eliminan los contaminantes del agua.

Las aguas negras que se dosifican a un filtro biológico deben recibir pretratamiento, tal como el que se da en un tanque séptico. Los sólidos y las grasas deben eliminarse antes de rociar las aguas negras sobre el filtro biológico. Si no se sacan estos materiales, pueden cubrir la capa fina de microorganismos que crecen en el medio y matarlos. Un filtro biológico puede reducir:

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), que es la medición de la cantidad del oxígeno disuelto que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica. El nivel alto de DBO5 por lo general indica agua de mala calidad; un nivel bajo de DBO5 normalmente indica agua de buena calidad. El sacar los sólidos disueltos de las aguas negras permite bajar el nivel de DBO5, los patógenos, u organismos que causan enfermedades, los coliformes fecales, o bacteria de los desechos humanos o animales.

Los microorganismos sacan los nutrientes y materiales disueltos de las aguas negras, almacenándolos como alimento. A medida que crece la materia biológica, se vuelve demasiado grande para permanecer atada al medio y se suelta. Esta es transportada con el agua de regreso hacia el tanque de dosificación/clarificador. Allí se acumula en el fondo, formando una capa de lodo.

Para el dimensionamiento del filtro biológico se tomarán en consideración los criterios de la Norma OS090 y haciendo uso de una hoja de cálculo se tiene:

Figura 6.7

Diseño del filtro biológico.

DESCRIPCION	ENTRADA	UNIDAD
Población de diseño (P_f)	3022	habitantes
Dotación de agua (D)	120	L/(habitante.día)
Contribución de aguas residuales (C)	80%	
Contribución per cápita de DBO5 (Y)	50	grDBO5/(habitante.día)
Producción per cápita de aguas residuales: $q = D \times C$	96	L/(habitante.día)
DBO ₅ resultado del Analisis de Laboratorio	159.01	mg/L
Eficiencia de remoción de DBO5 del tratamiento primario (E_p)	0.33	
Temperatura del Proyecto (T_p)	10.00	°C
DBO ₅ remanente: $S_o = (1 - E_p) \times S_t$	159.01	mg/L
Caudal de aguas residuales: $Q = P_f \times q / 1000$	676.51	m ³ /día
DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO PERCOLADOR		
DESCRIPCION	ENTRADA	UNIDAD
DBO requerida en el efluente (S_e)--Balance de masa	63.60	mg/L
Eficiencia del filtro (E): $E = (S_o - S_e)/S_o$	60.00%	
Carga de DBO (W): $W = S_o \times Q / 1000$	107.56886	KgDBO/día
Caudal de recirculación (Q_R)	0	m ³ /día
Razon de recirculación ($R = Q_R/Q$)	0	
Factor de recirculación (F): $F = (1 + R)/(1 + R/10)^2$	1	
Volúmen del filtro (V): $V = (W/F) \times (0,4425E/(1-E))^2$	47.39	m ³
Volúmen del filtro Para la Temperaturadel proyecto $V_d = V / (1.035^{(20-T_p)})$	66.85	m ⁴
Profundidad del medio filtrante (H):	1.00	m
Area del filtro (A): $A = V/H$	66.85	m ²
Ancho del filtro	5.8	m
Largo del filtro	11.6	m
Tasa de aplicación superficial (TAS): $TAS = Q/A$	5.060	m ³ /(m ² .día)
Carga orgánica (CV): $CV = W/V$	0.805	Kg DBO/(m ³ .día)

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

6.1.7. Diseño de las lagunas facultativas

Se dan condiciones aerobias superficiales y anaerobias en el fondo de la laguna. Se cuenta con la presencia de algas, bacterias, luz solar y fotosíntesis.

Remueven DBO en base una baja carga orgánica superficial que permita el desarrollo de una población algal activa. Son recomendables estas lagunas porque no producen olores como las lagunas anaerobias.

Figura 6.8

Diseño de las lagunas facultativas.

CANTIDAD DE AGUA A TRATAR

Gasto 145056 L/d
Gasto 145.056 m³/d

Siendo:

Coefficiente 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 $\frac{\text{Kg.DBO}}{\text{hab.día}}$ 93.11
 T = Temperatura del mes mas frio °C 0.77428

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

ESTIMACION DE LA CARGA REMOVIDA EN LA LAGUNA

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

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

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

AREA DE LA LAGUNA

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

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

Area de la laguna = **0.0767** ha 0.38032
Area de la laguna = **767.20** 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 = **1150.79** 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 = **13.85** m

Largo = **55.40** m

RESUMEN DE LAS MEDIDAS DE LA LAGUNA

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

Dimensiones de Coronación	
Longitud	59.80 m
Ancho	16.80 m

Dimensiones del espejo de agua	
Longitud	58.00 m
Ancho	15.00 m

Dimensiones de fondo	
Longitud	49.00 m
Ancho	6.00 m

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

6.1.8. Sistema de cloración

Se aplica cloro para reducir la carga bacteriana (menor a 1000 coliformes termo tolerantes por 100 cm³). Se define como el proceso de destruir microorganismos patógenos mediante procesos físicos y químicos. Sus objetivos son: prevenir la extensión de la enfermedad y proteger los abastecimientos de agua potable, playas, zonas recreativas y viveros.

Figura 6.9

Diseño del sistema de cloración

CÁLCULO DE ALMACENAMIENTO DE CLORO				
DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO
Dosis Maxima	D _M = 3.5	mg/l	D = (D _M + D _m) / 2	Dosis Promedio
Dosis Minima	D _m = 2.0	mg/l		D = $\sqrt{}$ 2.75 mg/l
Tiempo de almacenamiento	T = 90	días	W = Q * T * D / 1000	Peso del cloro requerido en el periodo de almacenamiento (W)
Caudal Promedio	Q = 7.29	l/s		W = 155.85 Kg
Caudal de diseño (Qmd)	Q = 629.6832	m ³ /d		Cantidad de cloro requerida por día
	Q = 7.29	l/s		1.73 kg/d
Peso de un cilindro	P = 65.0	Kg	N = W / p	Número de cilindros que se almacenarán (N)
			2.40	N = 3 und
Area que ocupa cada cilindro	Ac = 0.071	m ²	AT = 1.25 * Ac * N	Area ocupado por los cilindros
			0.27	AT = 0.27 m ²

CÁLCULO DE ALMACENAMIENTO DE CLORO				
DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO
Dosis Maxima	D _M = 3.5	mg/l	D = (D _M + D _m) / 2	Dosis Promedio
Dosis Minima	D _m = 2.0	mg/l		D = $\sqrt{}$ 2.75 mg/l
Tiempo de almacenamiento	T = 90	días	W = Q * T * D / 1000	Peso del cloro requerido en el periodo de almacenamiento (W)
Caudal Promedio	Q = 7.29	l/s		W = 155.85 Kg
Caudal de diseño (Qmd)	Q = 629.6832	m ³ /d		Cantidad de cloro requerida por día
	Q = 7.29	l/s		1.73 kg/d
Peso de un cilindro	P = 65.0	Kg	N = W / p	Número de cilindros que se almacenarán (N)
			2.40	N = 3 und
Area que ocupa cada cilindro	Ac = 0.071	m ²	AT = 1.25 * Ac * N	Area ocupado por los cilindros
			0.27	AT = 0.27 m ²

CÁLCULO DE UNA ESTACIÓN DE CLORACIÓN				
DATOS	CANTIDAD	UND	CÁLCULOS	RESULTADO
Caudal de diseño (Qmd)	Q = 7.29	l/s	W = Q * D _M	Capacidad requerida del equipo
Dosis máxima	D _M = 3.5	mg/l	25.51	W = 25.51 mg/s
Concentración de la solución	C = 1000	mg/l		W = 91.8288 gr/hr
Capacidad del clorador (CUADRO: tamaños comerciales de cloradores)	W _{max} = 91.8288	gr/hr	W _{cmax} = W _{max}	Capacidad comercial máxima mas cercana
				W _{cmax} = 120.00 gr/hr
			W _{min} = W _{max} / 20	Capacidad mínima del clorador
				W _{min} = 6.0 gr/hr

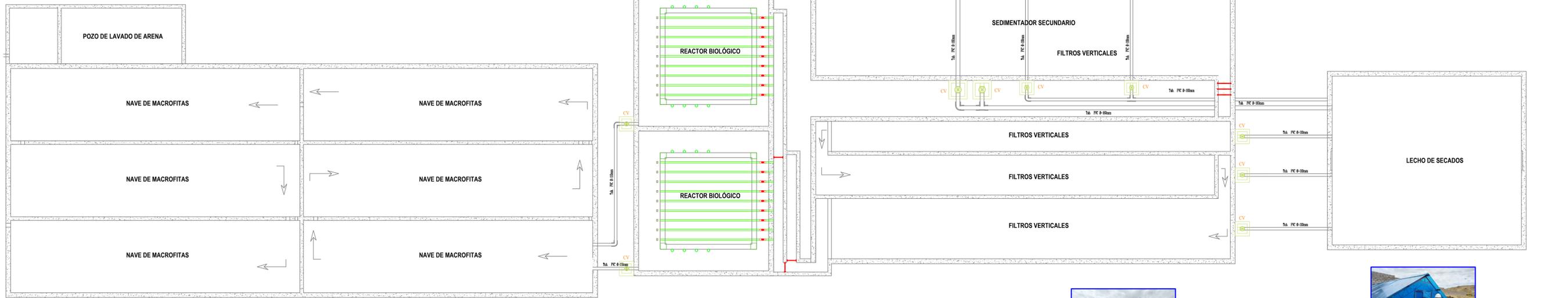
Desinfectante(Cloro como hipoclorito de calcio)	70 %	C = (QxD)/c Cons.=(Cx100)/ %hipoc.calcio V=Cons.x70%/0.01	C = 1.7 kg/d
	0.7		Cons.= 2.5 kg/d Cons.= 173.2 L/d
del cuadro A-5 manual CEPIS para inactivación de quistes de Giardia con cloro libre a 20°C	ph= 7.5 Log. Inac.= 3 T = 20 °C CT= 83	Tcon=CT/Desinfectante Residual	Tcontacto= 30.2 min
Tiempo de contacto	T = 30.2 min	VTc = Q * t	Volumen del tanque de contacto de cloración VTc = 13.198 m ³
Cantidad de cloro residual en el efluente (Ct)	Rango: 0,5-1 mg/l	$\frac{N_t}{N_0} = (1 + 0,23 * C_t * t)^{-3}$	0.24 mg/l
Dimensiones de la Cámara de Contacto	b 0.60 m	Lt=Vt/(b*h)	Longitud Total de la Cámara de Contacto 18.33 m
	h 1.2 m		Nº de Camaras de Contacto(min 3 und) 7.00
	L 2.7 m	dimensiones camara de contacto 5.4	Área 11.00 m ²
		2.7	Relación Longitud /Ancho 30.55

Nota: Para el cálculo se usó lo indicado en la normativa relacionada.

**ANEXO 7: Planos de la planta de tratamiento de aguas residuales
existente del distrito de Ajoyani**



CASETA DE OPERACIONES



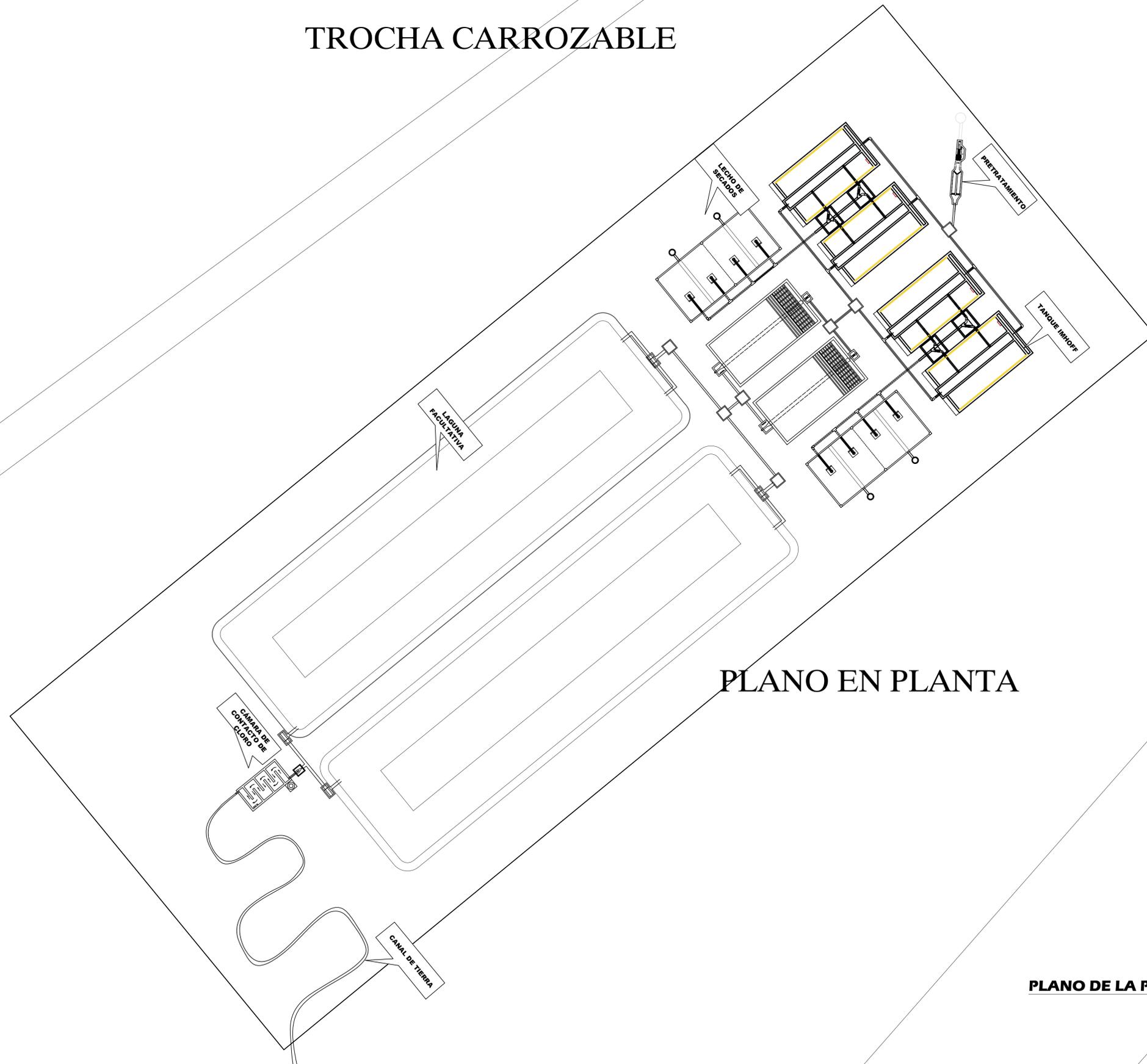
PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE - PLANTA

ESCALA 1:250

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO</p>	<p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Tesis: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI - CARABAYA, 2022.</p>		<p>UBICACION GEOGRAFICA</p>	<p>Tipo: PLANO DE LA PTAR EXISTENTE</p>	<p>Datos del Plano:</p>	<p>Plano: EPTAR-01</p>
		<p>Region: PUNO</p>	<p>Escuela: INDICADA</p>	<p>Provincia: CARABAYA</p>	<p>Fecha: MARZO DE 2023</p>	<p>N° de Plano: 01 de 01</p>	
		<p>Calle: AJOYANI</p>	<p>Tesisista: ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE</p>				

**ANEXO 8: Planos de la planta de tratamiento de aguas residuales
propuesto del distrito de Ajoyani**

TROCHA CARROZABLE



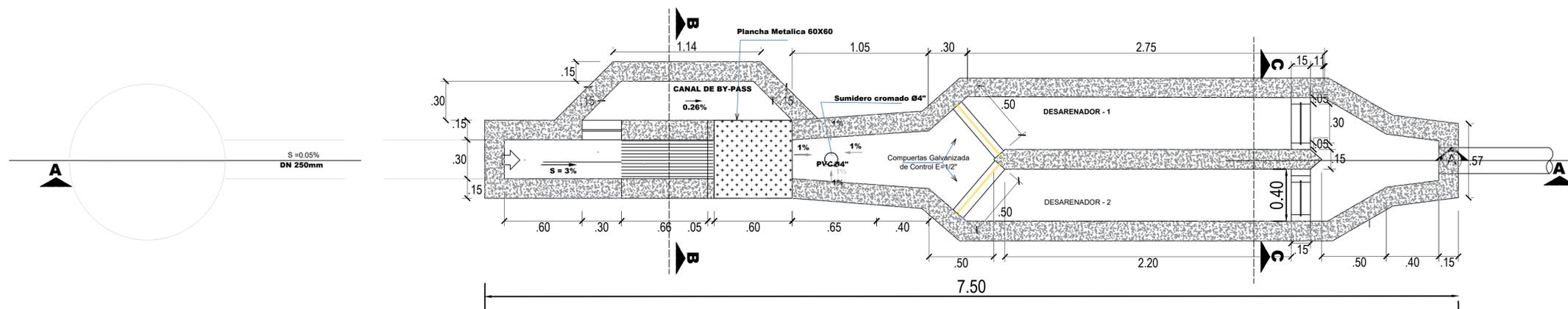
PLANO EN PLANTA

RIO ACHASIRI

PLANO DE LA PROPUESTA DE PTAR - PLANTA

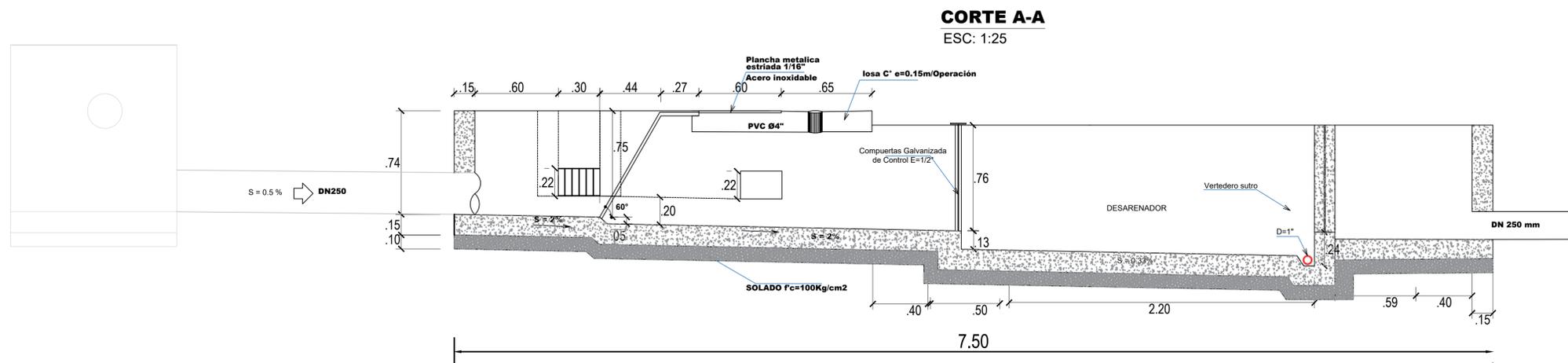
ESCALA 1:250

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO	 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Tesis : EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI - CARABAYA, 2022.		UBICACION GEOGRAFICA		Tipo: PLANO DE LA PROPUESTA DE PTAR		Datos del Plano:		Plano: PPTAR-01
		Región: PUNO		Provincia: CARABAYA		Escala: INDICADA		Fecha: MARZO DE 2023		
		Calle: AJOYANI		Tesisista: ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE		N° de Plano: 01 de 07				



PLANTA REJAS DE LIMPIEZA MANUAL

ESC: 1:20

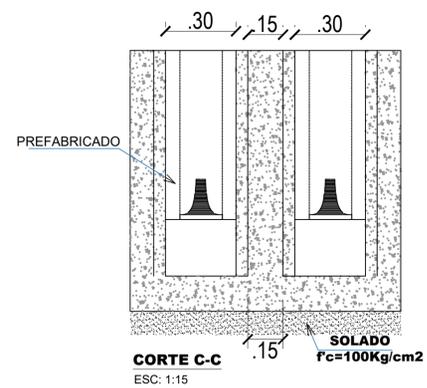


CORTE A-A

ESC: 1:25

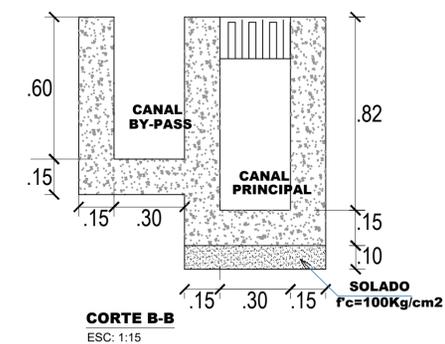
PLANTA DESARENADOR CON VERTEDERO SUTRO

ESC: 1:25



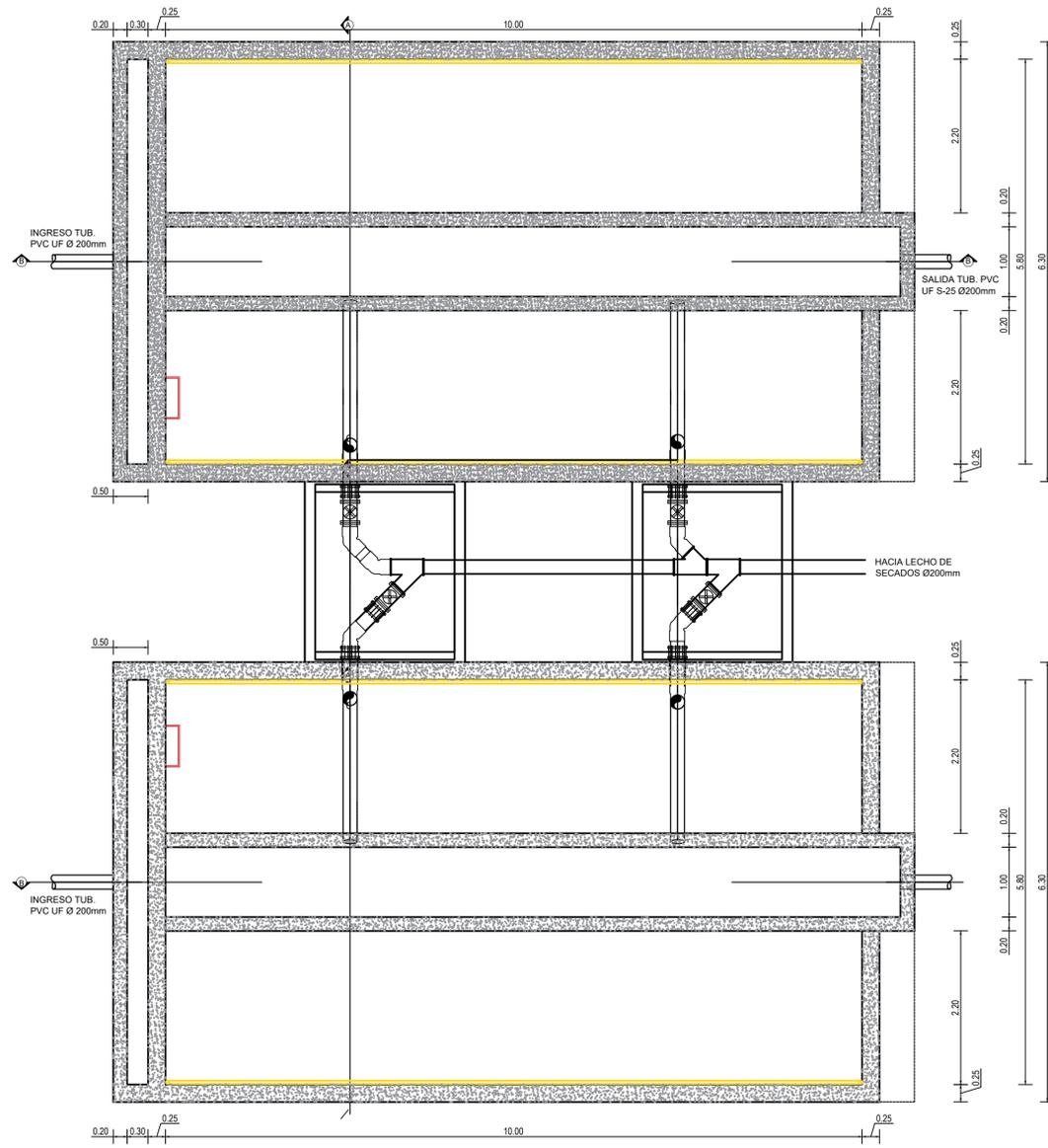
CORTE C-C

ESC: 1:15

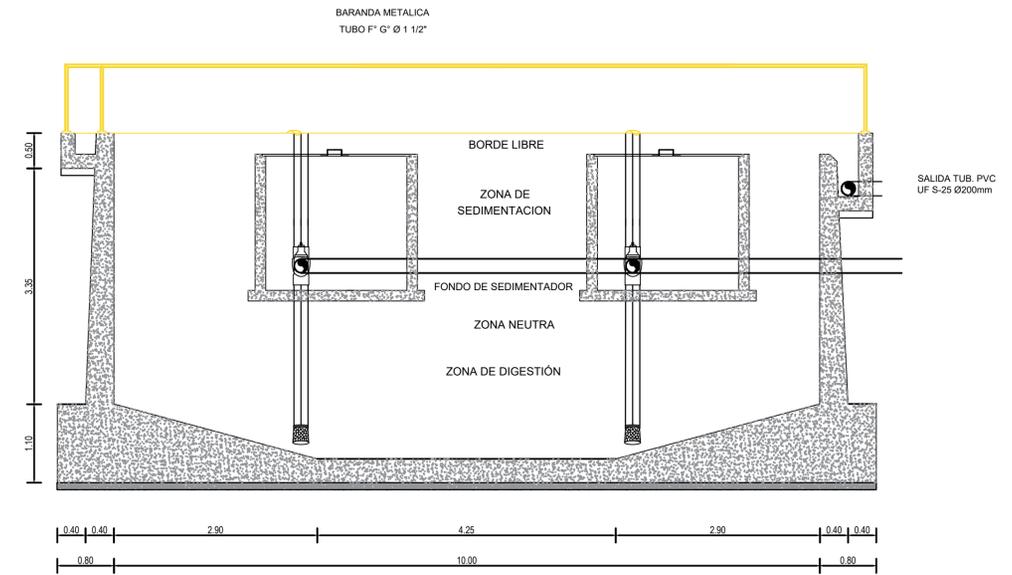


CORTE B-B

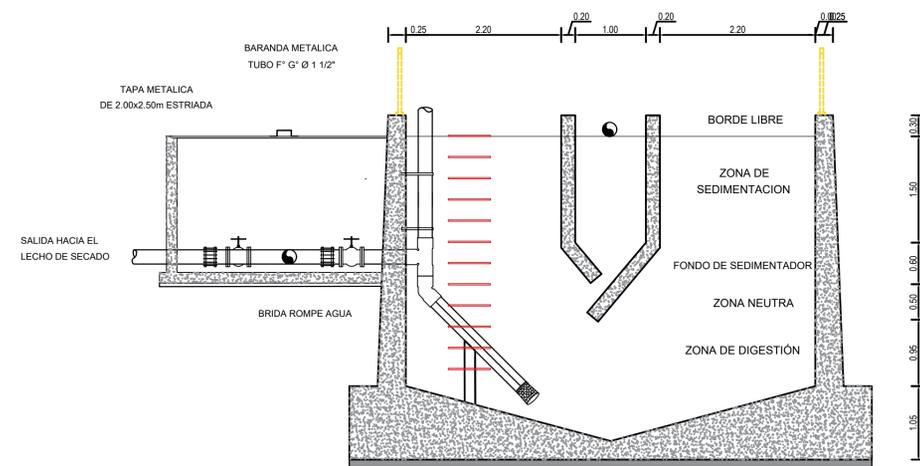
ESC: 1:15



PLANO DE PLANTA - TANQUE IMHOFF
ESCALA: 1/50



PLANO DE CORTE B-B
ESCALA: 1/50



PLANO DE CORTE A-A
ESCALA: 1/50



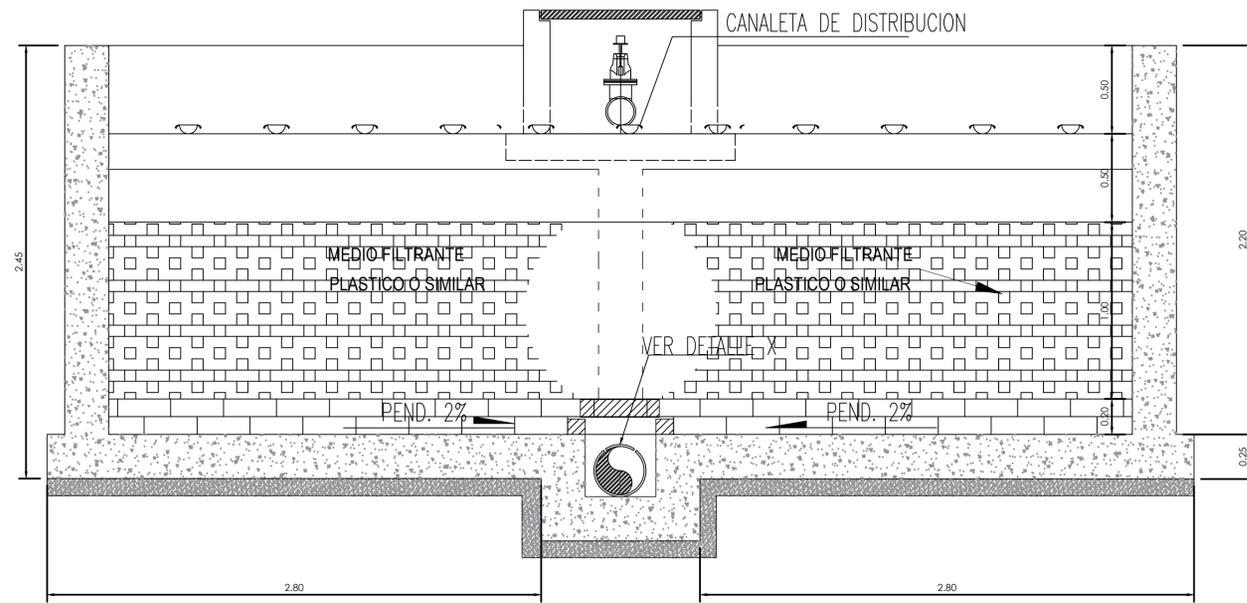
Tesis :
EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI - CARABAYA, 2022.

UBICACION GEOGRAFICA
Región: PUNO
Provincia: CARABAYA
Calle: AJOYANI

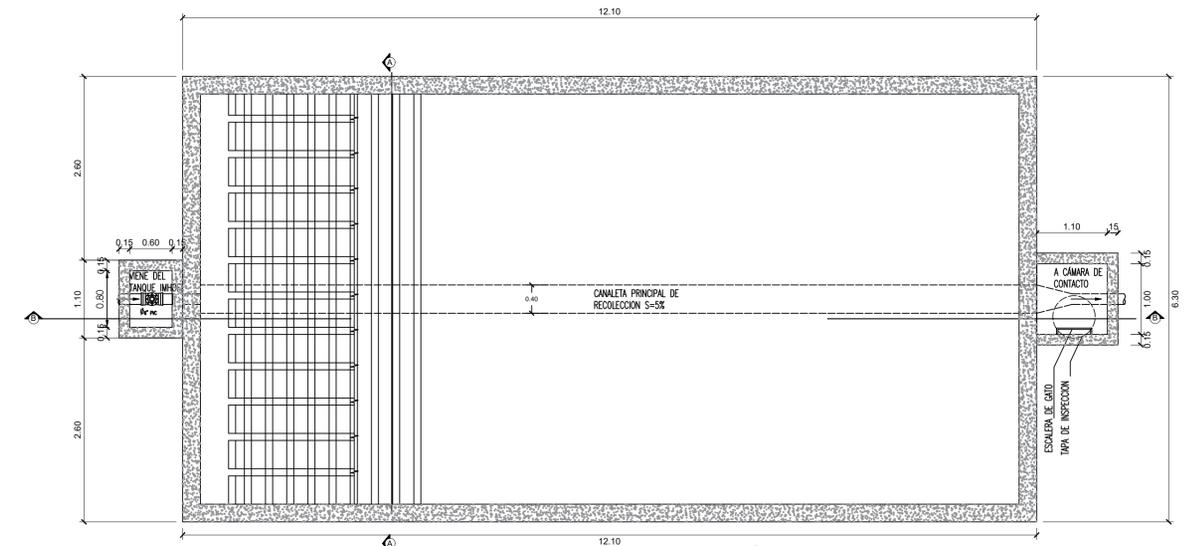
Tipo:
PROPUESTA DE PTAR:
TANQUE IMHOFF
Tesisista:
ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE

Datos del Plano:
Escala: INDICADA
Fecha: MARZO DE 2023
N° de Plano:
03 de 07

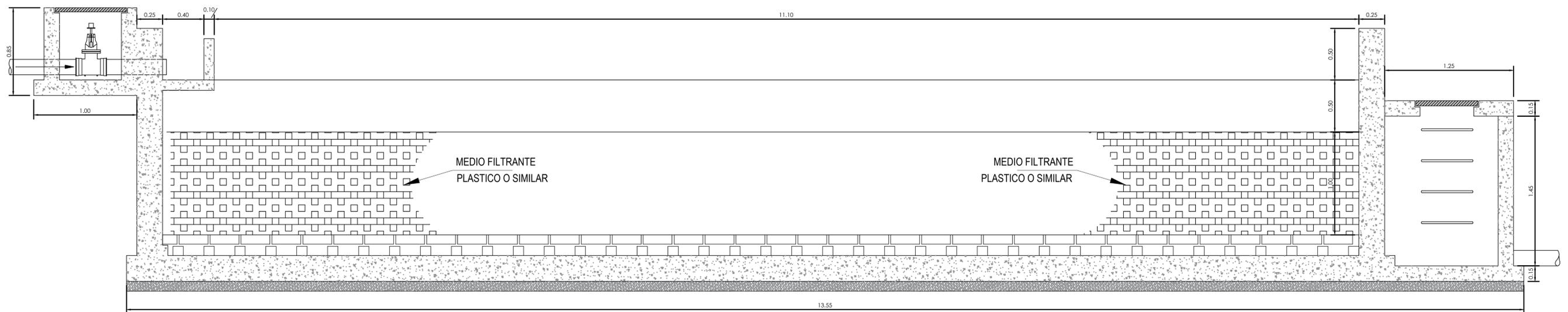
Plano:
PPTAR-03



PLANO DE CORTE A-A
ESCALA: 1 / 20

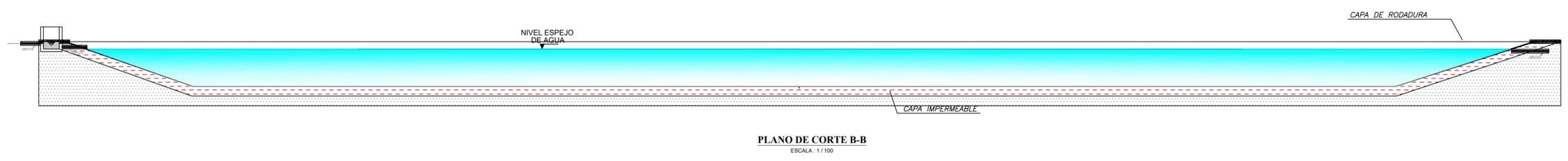
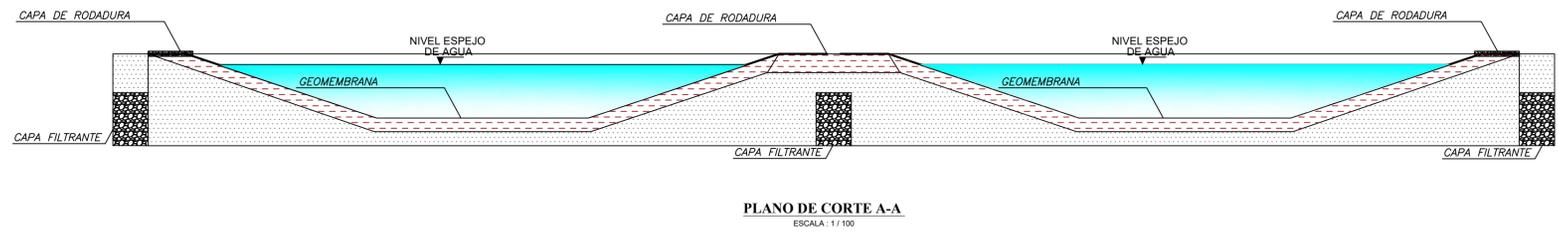
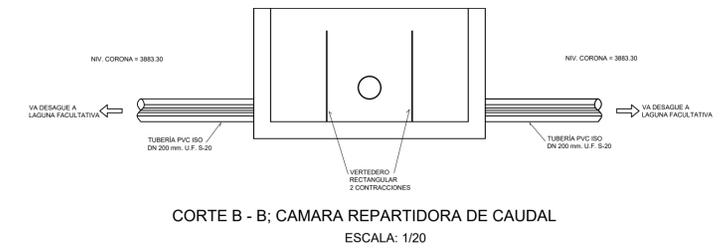
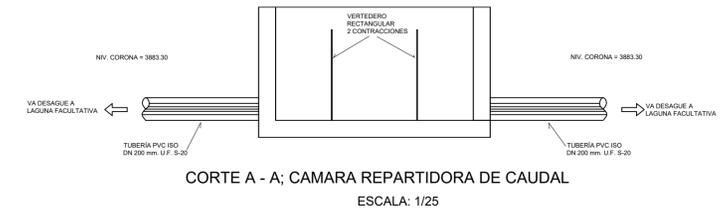
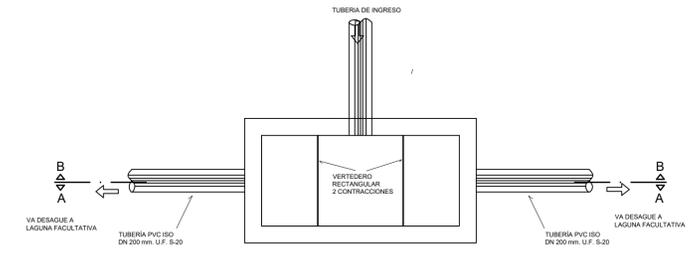
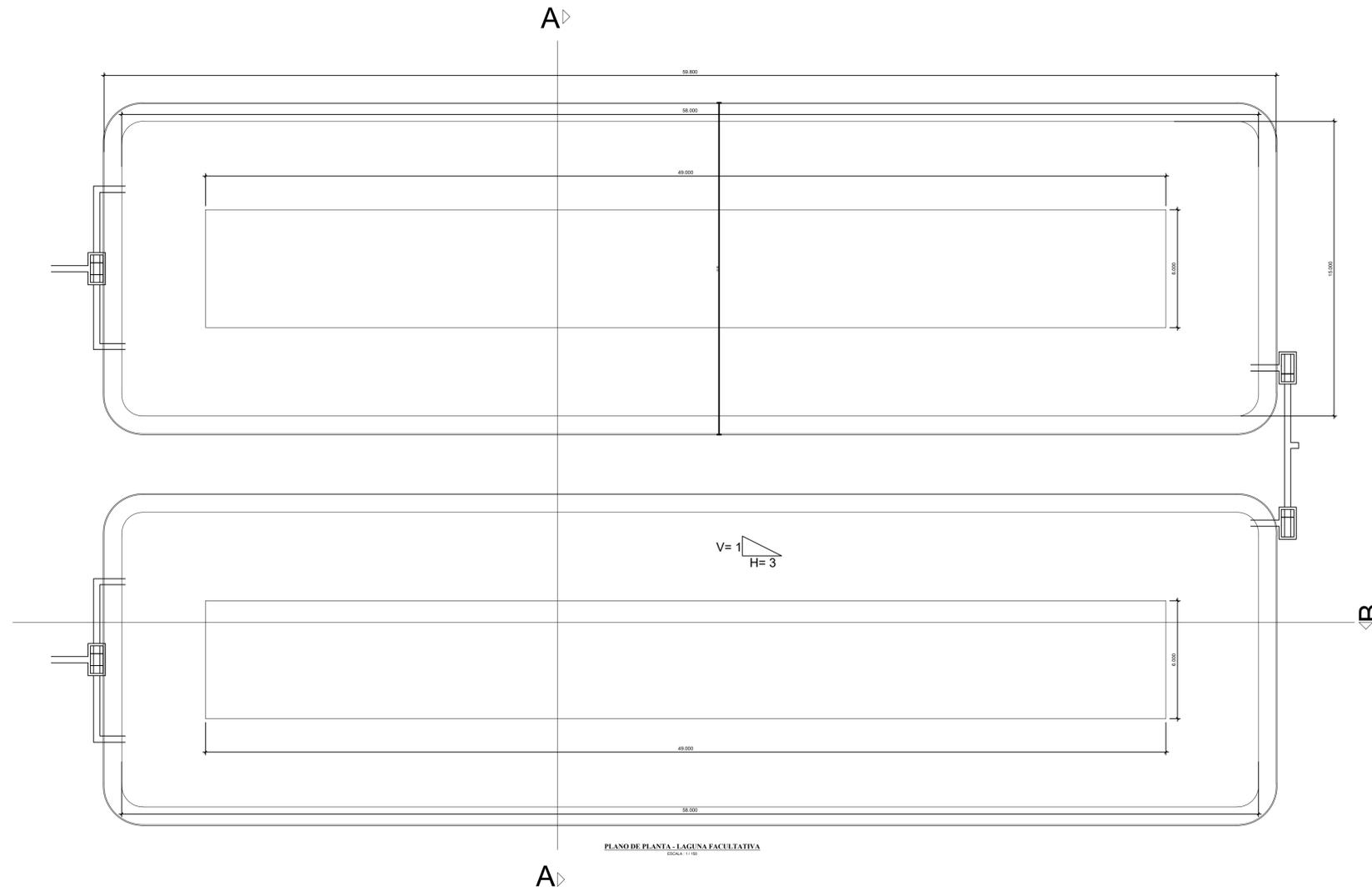


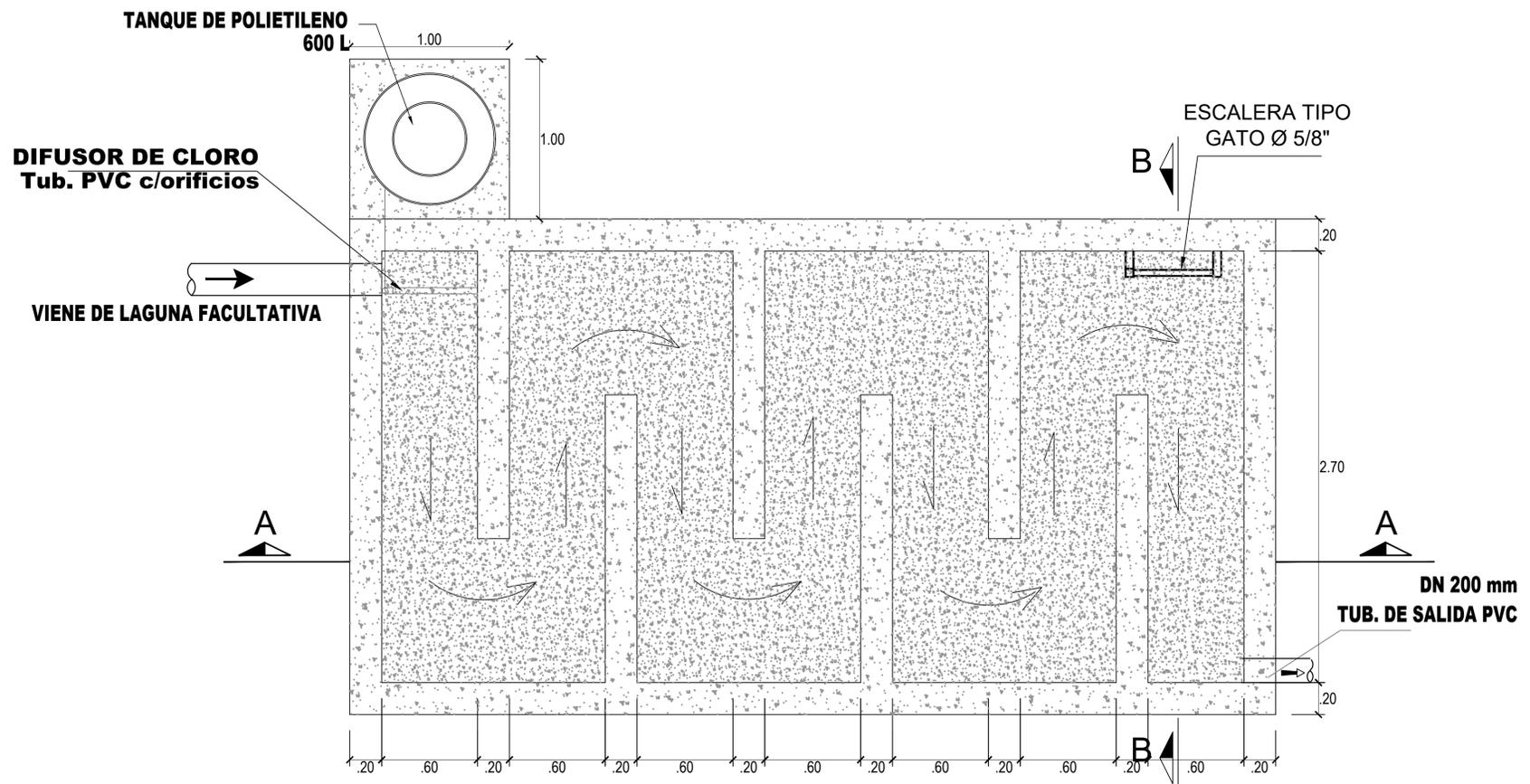
PLANO DE PLANTA - FILTRO BIOLÓGICO
ESCALA: 1 / 50



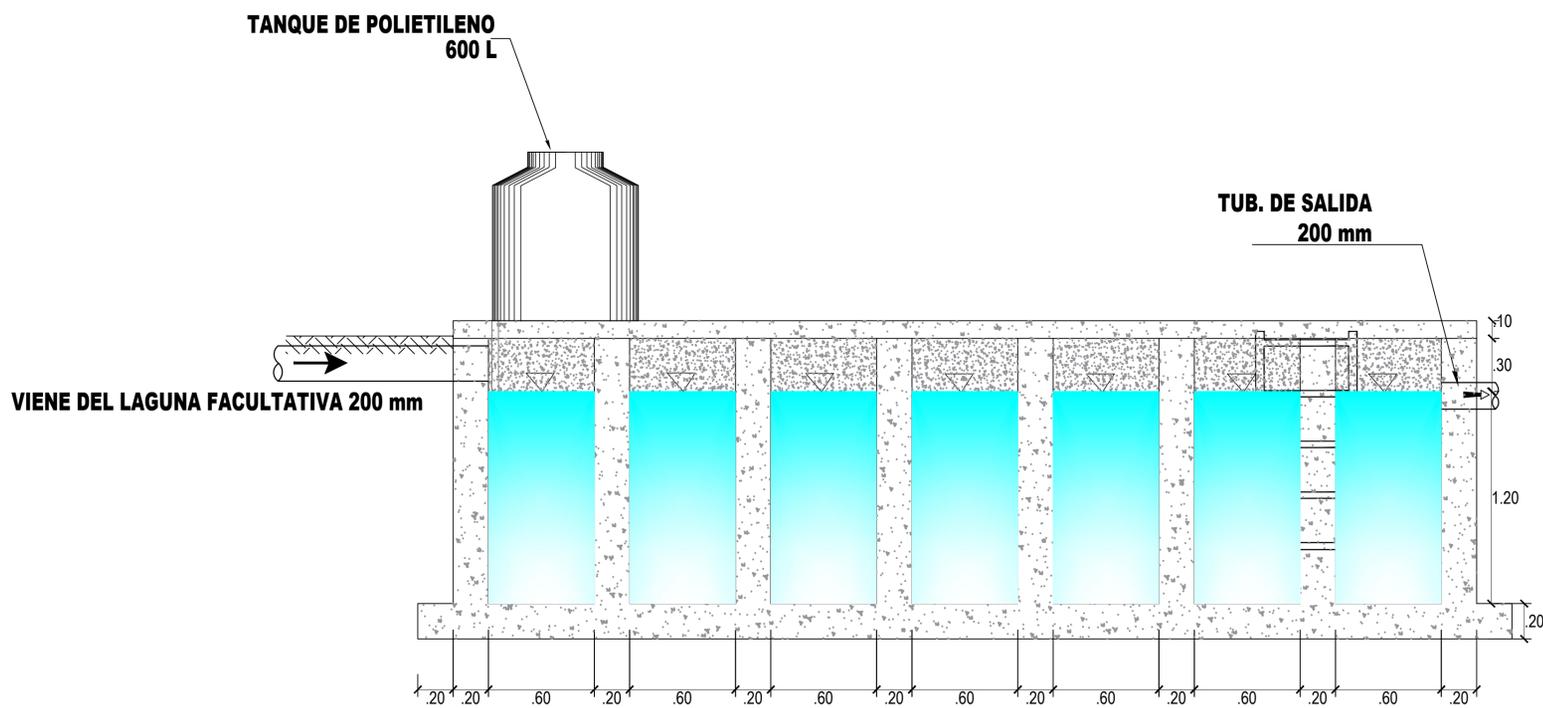
PLANO DE CORTE B-B
ESCALA: 1 / 20

<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO</p>	<p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	Tesis: -	UBICACION GEOGRAFICA	Tipo:	Datos del Plano:	Plano: PPTAR-04
		EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE AJOYANI - CARABAYA, 2022.	REGION: PUNO DEPARTAMENTO: CARABAYA DISTRITO: AJOYANI	PROPUESTA DE PTAR: FILTRO BIOLÓGICO	Escala: INDICADA Fecha: MARZO DE 2023 N° de Plano: 04 de 07	
				Tesisista: ALEXANDER PAUCAR COLLANQUE		

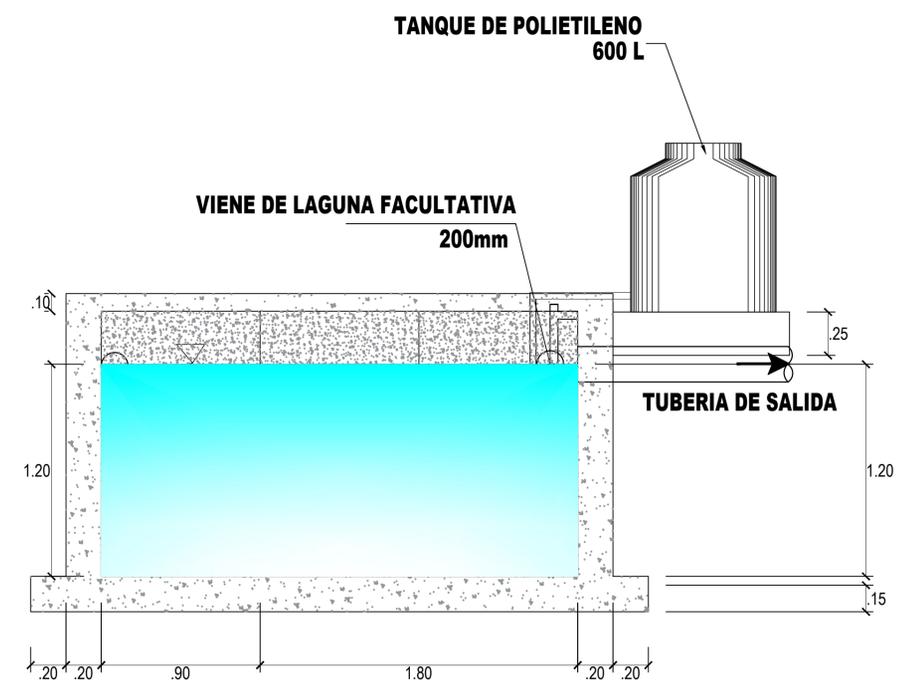




PLANTA CAMARA DE CONTACTO
ESC: 1:20



CORTE A-A CAMARA DE CONTACTO
ESC: 1:20



CORTE B-B CAMARA DE CONTACTO
ESC: 1:20

