	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento <b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	Código <b>F-AC-DBL-007</b>	Fecha <b>10-04-2012</b>	Revisión <b>A</b>
Dependencia <b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	Aprobado <b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		Pág. <b>i(166)</b>	

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>WESLLY DONAY SÁNCHEZ PÉREZ</b>		
FACULTAD	<b>FACULTAD DE INGENIERÍAS</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES</b>		
DIRECTOR	<b>JESÚS AMADO PORTILLO</b>		
TÍTULO DE LA TESIS	<b>SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EL ALGODONAL, MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EL ALGODONAL DE LA ESPO S.A., MUNICIPIO DE OCAÑA SE HA FUNDAMENTADO EN EL ACOMPAÑAMIENTO REALIZADO POR EL PASANTE A LA SEDE DE LA MENCIONADA PLANTA DE TRATAMIENTO, UBICADA EN EL SECTOR DEL BATALLÓN NO. 15 SANTANDER, CUYO ENFOQUE PRÁCTICO PERMITIÓ EJECUTAR Y SUPERVISAR DIFERENTES FUNCIONES PROPIAS DE ESTA UNIDAD, ENTRE LAS QUE ESTÁN LA INSPECCIÓN DE CANAL DE ADUCCIÓN, DESARENADOR, ESTACIÓN DE BOMBEO, CÁMARA DE AQUIETAMIENTO, CANALETA PARSHALL, COAGULACIÓN, CANAL DE APROXIMACIÓN, FLOCULACIÓN, SEDIMENTACIÓN, FILTRACIÓN Y CLORACIÓN.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 166	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1



SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE CAPTACIÓN, TRATAMIENTO Y  
MANTENIMIENTO GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE EL ALGODONAL, MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

AUTOR:

WESLLY DONAY SÁNCHEZ PÉREZ

Trabajo de grado presentado bajo la modalidad de pasantías para optar al título  
de Tecnólogo en Obras Civiles, modalidad pasantías.

Director:

JESÚS AMADO PORTILLO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

TECNOLOGÍA EN OBRAS CIVILES

Ocaña, Colombia

Marzo de, 2017

## Índice

Introducción .....	8
Capítulo 1. Seguimiento a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento general de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander	9
1.1 Descripción de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. ....	9
1.1.1 Misión.....	11
1.1.2 Visión .....	11
1.1.3 Objetivos de la ESPO S.A. ....	12
1.1.4 Descripción estructura organizacional. ....	13
1.1.5 Descripción del área físico-operativa de la ESPO S.A.. ....	13
1.2 Diagnóstico inicial del área físico-operativa de la ESPO S.A. ....	24
1.2.1 Planteamiento del problema. ....	28
1.3 Objetivos de la pasantía.....	29
1.3.1 Objetivo General.....	29
1.3.2 Específicos .....	29
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la planta de tratamiento de agua .....	30
Capítulo 2. Enfoques referenciales .....	32
2.1 Enfoque Conceptual .....	32
2.1.1 Esquema de funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP	32
Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo .....	43
3.1 Presentación de resultados.....	43
3.1.1 Fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. ....	43
3.1.3 Mantenimiento .....	80
Públicos Ocaña. Alta turbiedad del agua captada. ....	80
3.1.4 Alternativas de optimización a las funciones de captación, tratamiento y mantenimiento de la Planta de Tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.....	83
Capítulo 4. Diagnóstico final .....	87
Capítulo 5. Conclusiones .....	89
Capítulo 6. Recomendaciones.....	90
Referencias.....	91
Apéndices.....	94

## Lista de tablas

Tabla 1. Información General de la ESPO S.A. ....	8
Tabla 2. Conformación Junta Directiva ESPO S.A. ....	8
Tabla 3. Matriz DOFA- Planta de tratamiento El Algodonal- ESPO S.A., Ocaña.....	22
Tabla 4. Descripción de las actividades a desarrollar en la planta de tratamiento de agua potable el algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander.....	27
Tabla 5. Factores de análisis físico-químico PTAP El Algodonal.....	64
Tabla 6. Factores de análisis microbiológicos PTAP El Algodonal. ....	65
Tabla 7. Clasificación de riesgos en tratamiento de agua. ....	67
Tabla 8. Identificación de riesgos naturales.....	68
Tabla 9. Identificación de riesgos antrópicos. ....	70
Tabla 10. Identificación de riesgos tecnológicos.....	75



## Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional Empresa de Servicios Públicos de Ocaña –ESPO S.A.....	10
Figura 2. Área físico-operativa, ESPO S.A. ....	11
Figura 3. Canal de aducción con vertedero lateral – Planta de Tratamiento El Algodonal. ....	13
Figura 4. Laboratorio ESPO S.A. ....	14
Figura 5. Tubería de alcantarillado, ESPO SA. ....	15
Figura 6. Trabajados de adecuación red de alcantarillado, ESPO S.A. ....	15
Figura 7. Prestación servicio de aseo, ESPO S.A. ....	16
Figura 8. Prestación servicio de aseo (barrido calles), ESPO S.A.....	17
Figura 9. Panorámica 1 Relleno Regional “La Madera”. ....	17
Figura 10. Panorámica 2 Relleno Regional “La Madera”. ....	18
Figura 11. Panorámica cuenta del río Algodonal.....	40
Figura 12. Coordenadas de la cuenca del río Algodonal. ....	40
Figura 13. Modelo de elevación de la cuenca del Río Algodonal. ....	41
Figura 14. Distribución porcentual por municipio.....	42
Figura 15. Perfil profundidad río Algodonal, sector de ubicación de la PTAP El Algodonal.....	43
Figura 16. Fase de captación –PTAP El Algodonal. ....	44
Figura 17. Bocatoma de la PTAP – El Algodonal. ....	45
Figura 18. Canal de derivación PTAP- El Algodonal.....	46
Figura 19. Panorámica 1 estructura canal de aducción PTAP-El Algodonal. ....	47
Figura 20. Panorámica 2 estructura canal de aducción PTAP-El Algodonal. ....	48
Figura 21. Panorámica 1 Desarenador PTAP El Algodonal.....	49
Figura 22. Panorámica 2 Desarenador PTAP El Algodonal. ....	50
Figura 23. Panorámica 1 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal. ....	51
Figura 24. Panorámica 2 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal. ....	51
Figura 25. Panorámica 3 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal. ....	52
Figura 26. Panorámica 1 Cámara de aquietamiento PTAP El Algodonal. ....	53
Figura 27. Panorámica 2 Cámara de aquietamiento PTAP El Algodonal. ....	54
Figura 28. Panorámica 1 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal. ....	55
Figura 29. Panorámica 2 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal. ....	56
Figura 30. Panorámica 3 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal. ....	57
Figura 31. Panorámica 1 proceso coagulación (mezcla rápida) PTAP El Algodonal. ....	58
Figura 32. Panorámica 2 proceso coagulación (mezcla rápida) PTAP El Algodonal. ....	58
Figura 33. Canal de aproximación PTAP El Algodonal.....	59
Figura 34. Panorámica 1 Flocuradores PTAP El Algodonal. ....	60
Figura 35. Panorámica 2 estructura de floculadores PTAP-El Algodonal. ....	61
Figura 36. Panorámica 1 sedimentadores PTAP El Algodonal. ....	61
Figura 37. Panorámica 2 sedimentadores PTAP El Algodonal. ....	62
Figura 38. Panorámica 1 filtros PTAP El Algodonal. ....	63
Figura 39. Panorámica 2 filtros PTAP El Algodonal. ....	63
Figura 40. Panorámica 1 cilindro de cloración PTAP El Algodonal. ....	64
Figura 41. Laboratorios PTAP El Algodonal. ....	65

## Introducción

El seguimiento y control a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento general de la planta de tratamiento de agua potable El Algodonal de la ESPO S.A., municipio de Ocaña se ha fundamentado en el acompañamiento realizado por el pasante a la sede de la mencionada planta de tratamiento, ubicada en el sector del Batallón No. 15 Santander, cuyo enfoque práctico permitió ejecutar y supervisar diferentes funciones propias de esta unidad, entre las que están la inspección de canal de aducción, desarenador, estación de bombeo, cámara de aquietamiento, canaleta Parshall, coagulación, canal de aproximación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

El diagnóstico muestra que existe adecuado funcionamiento de esta planta de tratamiento de agua potable, con la necesidad de optimizar algunos procesos operativos, así como optimización de equipos físicos utilizados actualmente.

El aporte del estudiante de Obras Civiles se fundamenta en el apoyo a labores propias de la planta de tratamiento durante el período de pasantía, así como el seguimiento y control con fines de diagnosticar y dar alternativas de mejoramiento, cuya implementación dependerá de las decisiones propias de la ESPO S.A.

**Capítulo 1. Seguimiento a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento general de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander**

**1.1 Descripción de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A.**

La ESPO S.A. tiene un alto impacto en la prestación de los servicios de Alcantarillado, acueducto y aseo en el municipio de Ocaña, cuyas características generales se exponen a continuación.

Es una Sociedad Anónima, constituida mediante Escritura Publica No 246 del 13 de Octubre de 1994, otorgada en la Notaria Segunda de Ocaña debidamente inscrita en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio de Ocaña, bajo el No 613 del libro IX en la página No 40, con Matricula Mercantil No 49-004652-4 y NIT 800245344-2.

El Ejecutivo Municipal sustentando en las facultades otorgadas por el referenciado Acuerdo No 29 de 1994, suscribe con ESPO S.A., el 13 de octubre de ese mismo año, los Contratos de Arrendamiento No 05 y 06, que recaían en la infraestructura afectada a la prestación de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, con un término de duración de cinco (5) años renovables por acuerdo entre las partes.

Es una Empresa ocañera que presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la ciudad de Ocaña, suministrando de una manera oportuna y garantizando la continuidad y calidad de nuestros productos y servicios a nuestros Usuarios; clasificados de la siguiente manera y según dato tomado en el año 2015:

Acueducto:	27.374
Alcantarillado:	26.335
Aseo:	27.120

ESPO S.A. es una Empresa de carácter privado, en la cual el Municipio de Ocaña es accionista con una participación accionaria del 34.19% y el resto 65.81% perteneciente a accionistas particulares, desde su creación nuestra Empresa se ha comprometido por el mejoramiento,

desarrollo de la calidad de vida de nuestros clientes y la ciudad, constituyéndose en una organización bien estructurada, teniendo en cuenta nuestros principios y valores, añadiéndoles la relación que podamos encontrar entre autoridad-responsabilidad, con el fin de poder adaptarnos al cambio organizacional- empresarial que la sociedad y las políticas de gobierno nos imponga.

La Empresa ha logrado posesionarse como una de las más sobresalientes del sector; contando con un grupo de talento humano calificado, con sentido de pertenencia, de fácil adaptación al cambio y con un enorme enfoque al trabajo en equipo.

Se contratan servicios de dieciséis (16) empresas, las cuales ejecutan actividades como recolección y transporte de residuos sólidos, y barrido de calles MANSEUR S.A.S. y SERVICIOS RECOMBADS.A.S., para el barrido, mantenimiento, ornatode los parques y zonas verdes de la ciudad REBASA S.A.S, para el manejo de operación de las plantas de tratamiento el algodonal y llanito PURIFICAR OCAÑA S.A.S, para el mantenimiento, adecuación y vigilancia del relleno sanitario MANRESA S.A.S.

Para el análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para el control de la calidad de agua SERVIANALITICA PROFESIONALES S.A.S, para la toma de lectura, distribución de recibos y actividades conexas TECFON S.A.S y EZUS S.A.S, para la ejecución de actividades de seguimiento a los usuarios de servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo EDSAU S.A.S., para el mantenimiento y operación de tanque y sistema de bombeo de Buenavista y Cristo Rey y bocatoma tupia, pertenecientes a la red acueducto Municipio de Ocaña y servicios generales sede administrativa ESPO S.A. E.S.P. SERVIMOS SAMARA S.A.S y para el mantenimiento de redes Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Ocaña están: MULTISERVICIOS Y & P S.A.S., SERVITAGUA S.A.S, SERVICIOS RRAA S.A.S., LOS FONTANEROS S.A.S., SERVIREDES OCAÑA S.A.S, Y AGUA RED OCANA S.A.S.(ESPO, 2017)

**Tabla 1. Información General de la ESPO S.A.**

TIPO DE SOCIEDAD	Sociedad anónima
Gerente	IBETH SARABIA
RAZÓN SOCIAL	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA S.A. ESP
ÁREA DE PRESTACIÓN SERVICIOS PRESTADOS ACTIVIDADES	Ocaña-Norte de Santander Acueducto, alcantarillado y aseo Almacenamiento, comercialización, barrido y limpieza de áreas públicas, corte de césped y poda de árboles, recolección y transporte y disposición final.
DURACIÓN	Indefinido
FECHA DE CONSTITUCIÓN	13 de octubre de 1994

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

**Tabla 2. Conformación Junta Directiva ESPO S.A.**

NOMBRE	CARGO
Evelio Rangel Lláneez	Otro
Freddy Castro Jácome	Otro
Jesús Antonio Sánchez Clavijo	Presidente
Gabriel Ángel Álvarez Duarte	Otro
Jesús Alfredo Contreras	Secretario
José Andelfo Araque Eugenio	Otro
José Arístides Meneses	Otro
Luis Eduardo Palacio Rueda	Otro
Miguel Ángel Flórez Montano	Otro
Oscar Villamizar Quintero	Otro

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

**1.1.1 Misión.** En *ESPO S.A.* trabajamos con un alto sentido de responsabilidad social, eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, buscando satisfacer las necesidades de agua potable y saneamiento básico con calidad y continuidad; contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la comunidad.

**1.1.2 Visión.** En el año 2030, la *ESPO S.A. "E.S.P"* Será una empresa líder en Ocaña y en la provincia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, saneamiento básico y

complementarios, operando bajos criterios de Sostenibilidad, Competitividad y respeto por el Medio Ambiente.

**1.1.3 Objetivos de la ESPO S.A.** Cerciorar que los servicios de acueducto, aseo y alcantarillado se presten en forma continua, eficiente y de calidad a la comunidad ocañera.

Informar a los usuarios a cerca de la manera de utilizar con eficiencia y seguridad los servicios AAA.

Facilitar a los usuarios el acceso a los subsidios que otorguen las autoridades municipales.

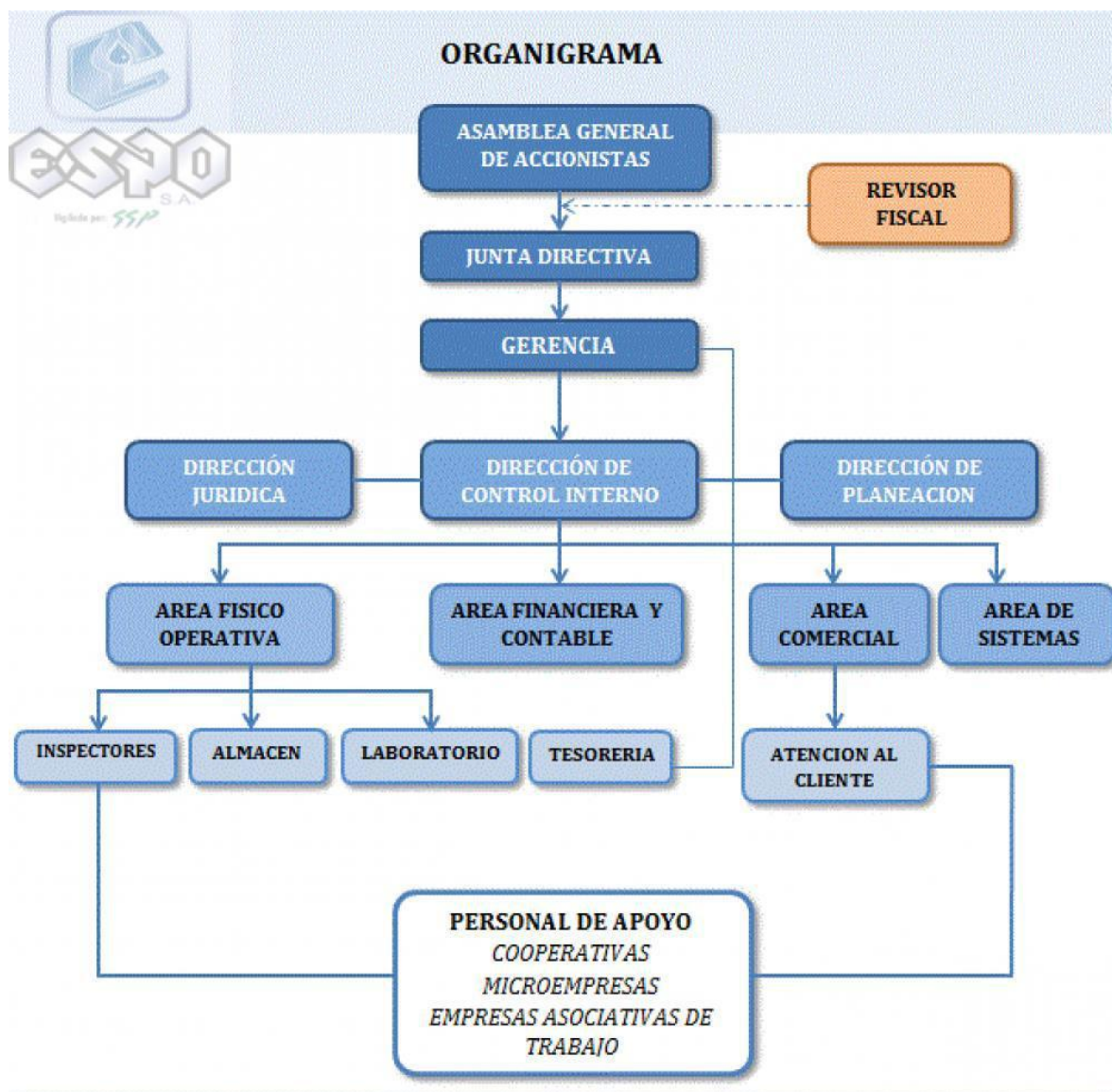
Dar cumplimiento a la función ecológica, preservando los recursos, protegiendo la diversidad e integridad del medio ambiente, y conservando las áreas de especial importancia.

Colaborar con las autoridades en caso de emergencia y calamidad pública, para impedir perjuicios graves a los usuarios de servicios públicos.

Promover la participación comunitaria y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes.

Los demás previstos en la Ley y las normas concordantes y complementarias. (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

### 1.1.4 Descripción estructura organizacional.

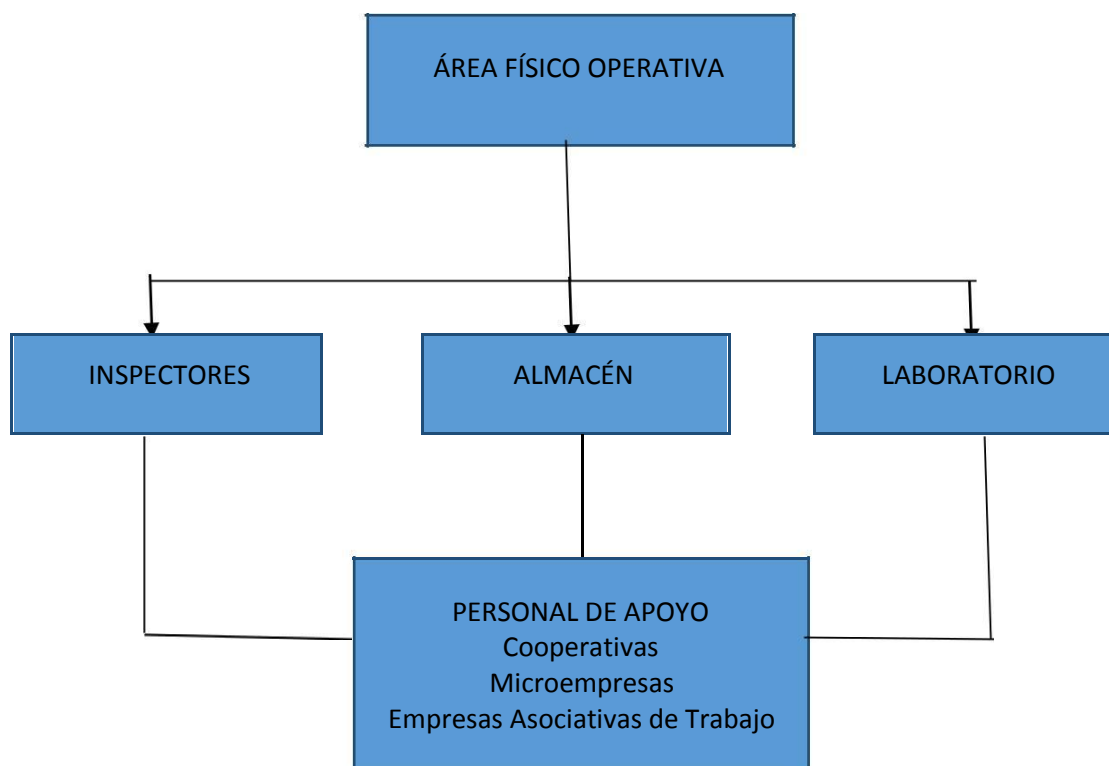


**Figura 1.** Estructura organizacional Empresa de Servicios Públicos de Ocaña –ESPO S.A.

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

### 1.1.5 Descripción del área físico-operativa de la ESPO S.A.. Esta área planea, organiza,

coordina y controla las labores de mantenimiento de la infraestructura física de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y las tareas realizadas por los encargados contratados para tal fin.



**Figura 2. Área físico-operativa, ESPO S.A.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Los *inspectores* tienen son operarios de alta incidencia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios ofrecidos por la ESPO S.A., quienes según Flórez (2015) “Revisan, inspeccionan, evalúan y entregan informes de todos los trabajos hechos por los contratistas de la parte operativa, lo mismo que lo relacionado con las plantas de tratamiento y el sistema de Aseo, al área Físico Operativa.” (p. 17). En este sentido, el área físico-operativa exige constante capacitación y adiestramiento de este personal.

*Almacén.* Debe establecer un sistema ordenado y seguro de almacenamiento y entrega de todos los elementos y materiales que pertenezcan a la empresa o se vayan adquirir.



**Laboratorio.** Se encarga de efectuar el análisis físico-químicos y bacteriológicos para el correcto control de calidad del agua suministrada por la Empresa. Actualmente se encuentra en cargada por el ingeniero Santander rincón.(Flórez Ovalle, 2015)

Esta área se tiene como función disminuir al máximo la vulnerabilidad operacional de la ESPO S.A., “Tomando como referencia bases estadísticas propias de esta ESP o en su defecto ciertas metodologías Guías para el análisis de vulnerabilidad, buscando optimizar en el caso del agua potable los sistemas de conducción y distribución.”(ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Solución inmediata o en el menor tiempo de situaciones de falla en caso de áreas que queden sin servicio, así como dar oportuna atención a los tramos de acueductos y tuberías que requieran de reparación.

Identificación de las piezas especiales (válvulas, derivaciones, etc.) Con fallas en su funcionamiento, considerando que constituyen puntos vulnerables del sistema. En este caso el área físico- operativa de la ESPO S.A. debe hacer frente a la disminución de la presión del servicio en algunos tramos de tuberías, pudiendo llegar a interrupciones considerables.

El área físico-operativa debe realizar manejo a la intensidad y la distribución de los daños que llegan a soportar las tuberías, ya sea por factores geológicos de la zona y por el material de la tubería. Si se presentaren fallas en la construcción y diseño conllevaría a muchas emergencias. Esta área debe hacer frente a las fallas cotidianas que incrementan la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento, como son las fugas y los derrames.

La deficiente operación y mantenimiento de redes y en especial de válvulas, implican un riesgo para el sistema. La mala operación de las mismas puede originar un sobrepresión (golpe de ariete) que produce roturas en las tuberías. Por lo cual las operaciones inadecuadas de racionamiento del agua y las de llenado de tuberías posteriores a reparaciones, incrementan la vulnerabilidad del sistema de distribución.

**Acueducto.**Para ESPO s.a. Es de suma importancia el bienestar de todos nuestros usuarios y para ello le da un manejo responsable a la

potabilización del agua, suministrando un producto de excelente calidad, el cual está avalado por el Instituto Departamental de Salud.

El servicio de acueducto prestado por la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. “E.S.P.”, se efectúa a través de la captación, aducción, potabilización, conducción y distribución, así como el mantenimiento y reposición de las redes existentes.

Los niveles de calidad de agua entregada a los usuarios se miden en el laboratorio de aguas de la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. “E.S.P.”, el cual está debidamente autorizado por el Instituto Nacional de Salud (programa PICCAP) y por el seguimiento del INSTITUTO DEPARTAMENTAL DE SALUD Norte de Santander, entidad que otorga la Certificación de Calidad de Agua para Consumo Humano. Los reportes anuales indican que la EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. “E.S.P.” cumple con las normas de calidad establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de junio de 2007 (Ministerio de Protección Social).(ESPO, laespo.com, 2017)



**Figura 3. Canal de aducción con vertedero lateral – Planta de Tratamiento El Algodonal.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 4. Laboratorio ESPO S.A.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Alcantarillado. Este servicio público ofrecido por la Espo S.A “Brinda un manejo adecuado y oportuno al sistema de recolección y transporte de las aguas residuales producidas por nuestra comunidad.”(Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Mediante Resolución 0781 expedida por la Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander CORPONOR fue aprobado el 27 de octubre de 2008 el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV, que es el conjunto de programas, proyectos y actividades con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarios para el saneamiento y tratamiento de vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de aguas residuales descargadas al sistema de alcantarillado.(ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 5. Tubería de alcantarillado, ESPO SA.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 6. Trabajados de adecuación red de alcantarillado, ESPO S.A.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Aseo. En ESPO S.A. se garantiza la calidad del servicio “Con nuestra responsabilidad social; recolectando los residuos sólidos en los horarios establecidos para diferentes sectores de Ocaña y disponiéndolos adecuadamente en nuestro relleno sanitario regional La Madera”(ESPO, laespo.com, 2017), contribuyendo a la calidad del medio ambiente y salud pública del municipio de Ocaña.

La Empresa de Servicios Públicos MPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. “E.S.P garantiza la calidad del servicio cumpliendo con los horarios y recorridos a nuestros usuarios, y reduciendo el impacto en la contaminación por lixiviados y residuos sólidos en las vías urbanas. La empresa dispone cinco vehículos recolectores en perfecto estado. Se cuenta con el Relleno Sanitario Regional “La Madera”. (ESPO, laespo.com, 2017)



**Figura 7. Prestación servicio de aseo, ESPO S.A.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)





**Figura 8. Prestación servicio de aseo (barrido calles), ESPO S.A.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 9. Panorámica 1 Relleno Regional “La Madera”.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 10. Panorámica 2 Relleno Regional “La Madera”.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Ubicación. Ubicado en el Municipio de Ocaña, vereda la Madera, al costado derecho de la vía secundaria que conduce de la circunvalar al Corregimiento El Puente, aproximadamente 3180 metros en línea recta del casco urbano. Vida útil: aproximadamente treinta y dos (32) años. Licencia ambiental para construcción y operación del relleno sanitario Regional La Madera otorgada mediante Resolución N°0594 del 3 de septiembre de 2008 (CORPONOR). En el relleno se efectúan labores de:(ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Control de acceso

Registro y pesajes

Cobertura de residuos permanente

Clausura de zonas inactivas

Recuperación paisajística

Limpieza del entorno y alrededores

Control de plagas

Manejo de obras menores.

Municipios que disponen en el relleno sanitario: Rio de Oro, González, Hacarí, La Playa, Teorama, San Calixto, Abrego, El Carmen y El Tarra.

Empresas que disponen en el relleno sanitario: SERVIAECO, ICAMEX Y ADAMIUAIN E.S.P.(ESPO, laespo.com, 2017)

Las fuentes de abastecimiento de agua superficial están servidas por dos sistemas diferentes, el sistema alimentado por el río algodonal, “donde se procesan aproximadamente 240 L/s y el sistema de alimentación del río Tejo con de 60 L/s.” (Álvarez Zúñiga, 2014). Estos sistemas disponen cada uno de sus estructuras independientes de captación, desarenadores, conducciones y plantas de tratamiento y se interconectan mutuamente a través de los tanques de almacenamiento y de la red de distribución

El sistema de abastecimiento consta de tres (3) tanques principales y de otros menores para el almacenamiento del agua y distribución a la red. Los tanques principales corresponden a los denominados Buenavista, Cristo Rey y el Llanito, los cuales están servidos por el sistema de tratamiento del río Algodonal. El tanque el Llanito recibe también el efluente de la planta de tratamiento de El Llanito. Entre los tanques menores se destacan por su capacidad los tanques del 12 de Octubre, el de Adamiuain, el de Buena Vista Alto, el de San Fermin, el de la Santa Cruz y el tanque la laguna. El primero se alimenta por bombeo desde la planta El Llanito, y el segundo es un almacenamiento de agua que sirve los barrios Santa Clara, Bermejil y José Antonio Galán, mediante acueducto particular independiente del sistema municipal. Anexa al tanque Cristo Rey existe una estación de bombeo con capacidad nominal de 11.1 L/s que alimenta al tanque de La Laguna de 240 m<sup>3</sup> de capacidad, el cual abastecerá las zonas anexas a Cristo Rey por encima de la cota de servicio de este tanque.

De igual manera, anexa al tanque Buenavista existe una estación de bombeo con capacidad de 33.7 L/S que alimenta al tanque Buenavista Alto de 360 m<sup>3</sup> de capacidad el cual abastecerá los barrios Promesa de Dios, Acolsure, Cuesta Blanca y las zonas de futuro desarrollo en ejecución vía a la Universidad. Obstante, la zona de rebombeo de El Llanito el cual se abastece por medio de la estación de bombeo existente que alimenta al tanque localizado en el barrio 12 de Octubre de 200 m<sup>3</sup> de capacidad. De la línea de impulsión existente se desprende una derivación para alimentar un nuevo tanque de 60 m<sup>3</sup> emplazado dentro del perímetro del barrio Santa Cruz para abastecimiento del mismo.(Álvarez Zúñiga, 2014)



En el caso particular el estudiante WESLLY DONAY SÁNCHEZ PÉREZ, fue asignado en la planta de tratamiento del río Algodonal, la cual es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.

Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.

Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño.

Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

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

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.(Aguasistec, 2017)

## **1.2 Diagnóstico inicial del área físico-operativa de la ESPO S.A.**

La metodología para el diagnóstico inicial es la matriz DOFA, la cual permite abordar una dinámica general.

**Tabla 3. Matriz DOFA- Planta de tratamiento El Algodonal- ESPO S.A., Ocaña.**

Ambiente interno	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
<b>Ambiente externo</b>	<p>F1: La mayor parte de maquinaria y equipo en adecuado estado para operatividad.</p> <p>F2: Personal operativo y capacitado con experiencia.</p> <p>F3: Adecuada ubicación geográfica de la planta.</p> <p>F4: Cumplimiento de marco legal.</p> <p>F5: Adecuada gestión de materiales (resultantes del proceso de potabilización).</p> <p>F6: Eficacia en administración de costos de operación.</p> <p>F7: Calidad de agua con que se lavan los filtros.</p>	<p>D1: En bocatoma se presenta en deterioro de algunas estructuras. (presenta pasto alto)</p> <p>D2: Cuando llueve duro materiales (palos y demás) obstruyen ingreso de agua.</p> <p>D3: Sistema manual improvisado para administración sulfato de aluminio sobre flocuradores</p> <p>D4: Incumplimiento de algunas normas de Higiene y Seguridad en el trabajo (en ocasiones no se usan adecuadamente uniformes e implementos de trabajo, así como señalización de zonas de riesgo).</p> <p>D5: En ocasiones no se dejan reactivos preparados para caso de emergencia.</p> <p>D6: Deficiente registro de información operativa de la planta (estadísticas).</p> <p>D7: Deficiente registro de fuentes hídricas.</p> <p>D8: Deficientes pruebas de medición requeridas en la planta de tratamiento.</p> <p>D9: A la entrada de los tanques de las unidades de pre-sedimentación no existen compuertas adecuadas que permitan cerrar el paso a la unidad a la que se va a realizar el mantenimiento.</p> <p>D10: Compuertas malas en todo el proceso Fugas de agua en todas las compuertas del proceso</p> <p>D11: No llevan control de mantenimiento de motobombas.</p> <p>D12: Manejo de lodos (van otra vez al río)</p>

Tabla 3. Continuación

<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS DO</b>
<b>O1: Amplio porcentaje de territorio ocupado por terrenos forestales.</b>	1. Apoyar campañas de protección del medio	1. Cumplir marco legal con miras a mejorar la higiene y seguridad en el trabajo. (O8+D3+D4)
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS DO</b>
<b>O2: Alta disponibilidad de recursos hídricos superficiales.</b>	ambiente para continuar funcionando (O4+F4)	
<b>O3: Amplia superficie de regadío perteneciente a comunidades aledañas.</b>	2. Preservar recursos hídricos de la zona para consolidar funcionamiento de esta planta. (O2+F3)	
<b>O4: Presencia de organismos preocupados por la conservación de recursos hídricos.</b>		
<b>O5: Conexión de la mayoría de la población a la red de abastecimiento. O6: Bajo riesgo de desbordamiento por reducción de niveles de fuente hídrica.</b>		
<b>O7: Cauce con adecuada presión morfológica.</b>		
<b>O8: Marco legislativo apropiado para la correcta gestión del agua.</b>		
<b>AMENAZAS (A)</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<b>A1: Amplia superficie de la zona del río Algodonal ocupada por terrenos agrícolas.</b>	1. Campaña de cultura de ahorro de agua para operar a cabalidad. (A2+A5+F3+F4)	1. Optimizar manejo operativo para aprovechamiento de recursos hídricos disponibles. (A1+A2+A5+D1+D2+D9+D10+D12)
<b>A2: Fuerte estacionalidad en volumen de precipitación anual que en ocasiones complica el abastecimiento.</b>		
<b>A3: Incremento significativo de superficies urbanizadas en zonas aledañas al río Aldogonal.</b>		

Tabla 3. Continuación

AMENAZAS (A)	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<p><b>A4: Contaminación del río Algodonal con herbicidas y plaguicidas.</b></p> <p><b>A5: Desperdicio de agua por usuarios residenciales y comerciales.</b></p>		
<p><b>A6: Elevado grado de erosión en la zona de fuentes hídricas.</b></p> <p><b>A7: Reducción progresiva de calidad de vegetación de la ribera.</b></p> <p><b>A8: Reducción de caudales por cambio climático.</b></p> <p><b>A9: Mayor demanda de agua por planes de expansión urbana y rural.</b></p>		

Fuente: Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

De acuerdo con esta técnica de diagnóstico la planta de tratamiento del río Algodonal es fundamental realizar mejoras en su función operativa, debido a que el nivel de exigencia se irá incrementando progresivamente, ya sea por necesidades de infraestructura, optimización de procesos y resultados, cambio climático y crecimiento de la población del municipio de Ocaña.

**1.2.1 Planteamiento del problema.** Tal como lo muestra la matriz DOFA (Tabla 3) la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal viene presentando falencias en sus funciones de seguimiento y control a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento, situación que conlleva a deficiencias en su operatividad general, creando cuellos de botella y afectación a la calidad del servicio de acueducto ofrecido a la mayoría de la población del municipio de Ocaña.

No se está realizando el debido registro de condiciones del resalto hidráulico como son la profundidad del agua, profundidad crítica, caudal por unidad de ancho del vertedero, velocidad antes del resalto, número de Froude, altura conjugada, velocidad después del resalto, velocidad media, pérdida de carga, longitud del resalto, tiempo de mezcla y gradiente de velocidad del río Algodonal. De igual manera, no existe registro constante de cálculo de conducción de agua coagulada, lo que impide conocer y analizar las pérdidas de carga para los canales de este tipo de agua.

De igual modo, se desconocen indicadores de floculación mediante coagulación en mezcla rápida, lenta y turbiedad remanente, tiempo real de retención en las unidades, teniendo en cuenta las zonas de las cámaras de floculación, determinación de gradientes y pérdidas de cargas.

En cuanto al tratamiento y mantenimiento general ocurren eventualidades que afectan el cabal funcionamiento de la PTAP y no existan medidas de choque en el corto plazo, lo que afecta la calidad del servicio ofrecido a la comunidad ocañera.

### 1.3 Objetivos de la pasantía

**1.3.1 Objetivo General.** Realizar seguimiento a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento general de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander.

**1.3.2 Específicos.** Describir la fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. El Algodonal.

Mencionar las variables incidentes en el tratamiento del agua de la planta de tratamiento El Algodonal.

Realizar seguimiento a la etapa de mantenimiento en la planta de tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.

Proponer alternativas de optimización a las funciones de captación, tratamiento y mantenimiento de la Planta de Tratamiento El Algodonal. Empresa de Servicios Públicos de Ocaña.

Elaborar esquemas de planimetría y altimetría de las estructuras hidráulicas, que conforman la Planta de Tratamiento el Algodonal.

**1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la planta de tratamiento de agua potable el algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander**

**Tabla 4. Descripción de las actividades a desarrollar en la planta de tratamiento de agua potable el algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander**

Objetivo General	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos
Realizar seguimiento y control a los procesos de captación, tratamiento y mantenimiento general de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal, municipio de Ocaña, Norte de Santander.	Diagnosticar la fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. El Algodonal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fuente de abastecimiento.</li> <li>✓ Canal de aducción</li> <li>✓ Pre-sedimentación.</li> <li>✓ Conducción de agua cruda.</li> </ul>
	Analizar las variables incidentes en el tratamiento del agua de la planta de tratamiento El Algodonal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarenador</li> <li>✓ Estación de bombeo</li> <li>✓ Cámara de quietamiento</li> <li>✓ Canaleta Parshall</li> <li>✓ Coagulación</li> <li>✓ Canal de aproximación</li> <li>✓ Floculación</li> <li>✓ Sedimentación</li> <li>✓ Filtración</li> <li>✓ Cloración</li> <li>✓ Tanques de almacenamiento</li> </ul>
	Realizar seguimiento a la etapa de mantenimiento en la planta de tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Turbiedad</li> <li>✓ Lavado filtros</li> <li>✓ Medición</li> <li>✓ Desinfección</li> </ul>



Tabla 4. Continuación

Proponer alternativas de optimización a las funciones de captación, tratamiento y mantenimiento de la Planta de Tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.

- ✓ Características físico químicas.
  - ✓ Inspección
  - ✓ Aspectos técnicos
  - ✓ Caracterización efluente.
  - ✓ Clorización
  - ✓ Coagulación
  - ✓ Flocurador
  - ✓ Sedimentador
  - ✓ Normas y medidas de operación
- 

Fuente: Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

## Capítulo 2. Enfoques referenciales

### 2.1 Enfoque Conceptual

#### **2.1.1 Esquema de funcionamiento de una Planta de Tratamiento de**

**Agua Potable – PTAP.** De acuerdo con la normatividad nacional vigente (RAS

2000 – Título C) (Reglamento

técnico del sector de agua potable y saneamiento básico) los sistemas de potabilización en

Colombia deben contemplar los siguientes componentes: desarenadores, prefiltros,

microtamices, trampas de grasas y aceites, aireador, unidades de mezcla rápida y floculación,

sedimentación, flotación, filtración, desinfección, estabilización, ablandamiento, adsorción sobre

carbón activado, desferrización, desmanganetización, manejo de lodos, floculación lastrada,

flotación, tanque de almacenamiento del agua tratada, dispositivos de control de las unidades de

la planta e instrumentación, laboratorio, sala de dosificación y almacenamiento de los productos.

Es importante aclarar que de acuerdo con la calidad del agua en la fuente y con el nivel de

complejidad del sistema se requerirá de diferentes alternativas y combinaciones de las estructuras

mencionadas anteriormente. En la siguiente tabla se presentan los niveles de complejidad

normatizados por el RAS 2000.

**Pretratamiento.** En la etapa de pretratamiento se plantean los procesos encaminados a Remoción del material flotante, Remoción del material suspendido y procesos de oxidación, es importante tener en cuenta que estos se pueden realizar por medio de tecnologías físicas y/o mecánicas. En cuanto a la remoción de material se pueden utilizar diferentes procesos entre los que se cuenta con rejillas, mallas y las trampas de grasa y aceite.

**Rejillas.** Las rejillas deben colocarse aguas arriba de las estaciones de bombeo o de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. El canal de aproximación a la rejilla debe ser diseñado para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado aguas arriba de está. Además, debe tener preferiblemente una dirección perpendicular a las barras de la rejilla, el sitio en que se encuentren las rejillas debe ser provisto con escaleras de acceso, iluminación y ventilación adecuada.

La eliminación de material suspendido puede realizarse por medio de desarenadores, presedimentadores, prefiltros y microtamices, de acuerdo con el nivel de complejidad y la capacidad económica de los municipios.

**Desarenadores.** En los cuatro niveles de complejidad (bajo, medio, medio alto y alto) deben emplearse desarenadores cuando sea necesario cumplir con lo siguiente: Protección de equipos mecánicos contra la abrasión, reducción de la formación de depósitos pesados en tuberías, conductos y canales, reducción la frecuencia de limpieza de la arena acumulada en tanques de sedimentación primaria y digestores de lodos, minimización de pérdida de volumen en tanques de tratamiento biológico, antes de las centrifugas, intercambiadores de calor y bombas de diafragma de alta presión.

Deben localizarse después de rejillas y antes de tanques de sedimentación primaria y estaciones de bombeo. Se recomienda que los desarenadores con un caudal inferior a 50 L/s sean limpiados manualmente; para caudales mayores de 150 L/s se recomienda una limpieza mecánica, para caudales intermedios debe justificarse la selección realizada.

**Presedimentadores.** Pueden emplearse sedimentadores de flujo horizontal, vertical o sedimentadores de placas o embalses retenedores de agua cruda siempre y cuando se cuente con un sistema eficiente de remoción de lodos. La extracción de los lodos puede ser continua o

intermitente. En caso de emplearse tanques, éstos pueden ser circulares o rectangulares; el fondo debe tener forma de embudo para facilitar la remoción manual o hidráulica de los lodos o debe contarse con un equipo de remoción mecánica.

**Prefiltros.** Los prefiltros se emplean para reducir la turbiedad y los sólidos en suspensión que puedan interferir con los procesos de tratamientos. Otros de los usos de este tipo de estructura es la remoción de la contaminación bacteriológica.

**Microtamices.** Tamices: No se recomienda su uso para los niveles bajo y medio de complejidad. Tipos de micro tamices: en forma de discos, rotativos de bandejas, rotativos cilíndricos y estáticos. En caso de que el diseñador planifique otro tipo de tamiz, debe comprobarse que la eficiencia es igual o superior a la de los antes mencionados.

**Aeración.** En la Aeración debe ponerse en contacto el agua cruda con el aire, con el propósito de modificar la concentración de sustancias volátiles contenidas en ella. La Aeración se recomienda en los siguientes casos:

Para transferir oxígeno al agua y aumentar el oxígeno disuelto.  
 Disminuir la concentración del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).  
 Disminuir la concentración del sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ )  
 Remover el metano ( $\text{CH}_4$ ).  
 Oxidar hierro (Fe) y manganeso (Mn).  
 Remover compuestos orgánicos volátiles (COV).

**Oxidación química.** La oxidación química debe emplearse cuando los siguientes parámetros excedan los límites permisibles y no puedan ser removidos por el proceso de tratamiento u otros procesos permitidos:

Color, algas, Nitrógeno amoniacal, Olor y sabor, Hierro y manganeso, Disminuir la formación de trihalometanos (THMs) y evitar el crecimiento de algas sobre las paredes de las unidades.

Para la oxidación química pueden emplearse los siguientes productos químicos: dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) y cloro en todas sus formas.

Para la aplicación de la oxidación y la selección del oxidante a utilizar, debe realizarse un estudio técnico y económico detallado de las ventajas y desventajas de cada solución.

Después de la etapa de pretratamiento y previo al tratamiento se construye una canaleta parshall, que es una estructura hidráulica que sirve para aforar los caudales que entran a la etapa de tratamiento.

## Tratamiento - Clarificación

**Coagulación.** La coagulación se refiere al proceso de desestabilización de las partículas suspendidas de modo que se reduzcan las fuerzas de separación entre ellas. Consecuente con lo anterior para este proceso se requiere de la aplicación al agua, de compuestos químicos que permitan las reacciones necesarias, en Colombia se utilizan como coagulantes: sulfato de aluminio, aluminato de sodios, sales de hierro, cloruro férrico y sulfato ferroso. En plantas de gran tamaño además se usan las resinas combinadas con los mencionados anteriormente, que potencializan el efecto coagulante.

Es importante resaltar que la toma de decisión en cuanto al coagulante a utilizar depende en primera instancia de los costos y técnicamente del tipo de coloides que contenga el agua a tratar.

Finalmente es relevante saber que los coloides hidrofílicos requieren de mayor cantidad de coagulante que los hidrofóbicos, ya que estos no reaccionan químicamente con el coagulante.

Para modelar el comportamiento de los coagulantes en la etapa de diseño y teniendo en cuenta las características físico – químicas del agua cruda se utilizan los siguientes modelos, entre otros:

Modelo de Helmholtz

Modelo de GouyChapman

Modelo de Stern

**Floculación.** La floculación tiene relación con los fenómenos de transporte dentro del líquido para que las partículas hagan contacto. Esto implica la formación de puentes químicos entre partículas de modo que se forme una malla de coágulos, la cual sería tridimensional y porosa. Así se formaría, mediante el crecimiento de partículas coaguladas, un floc suficientemente grande y pesado como para sedimentar.

De acuerdo con lo anterior la floculación es el proceso por el que las moléculas desequilibradas hacen contacto, lo que genera la formación de floc de mayor tamaño, esto incrementa el peso de los mismos generándose la precipitación de los mismos. La floculación puede darse de dos tipos: ortocinética y pericinetica.

**Tratamiento – Sedimentación.** Después de los procesos de coagulación y sedimentación el agua debe ser sometida a sedimentación de las partículas generadas, para la eliminación de las mismas.

Existen varios tipos de sedimentadores como es el flujo horizontal, flujo vertical, unidades con manto de lodos (de suspensión hidráulica y suspensión mecánica) y alta tasa.

La selección del tipo de sedimentador es consecuente con el nivel complejidad. Es importante que si se toma una decisión diferente a lo dispuestos en el RAS 2000, debe pedirse autorización a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) para la implementación.(UNAD, 2009)

**Tratamiento – Filtración.** Este proceso se puede realizar por filtración rápida o filtración lenta. La filtración rápida se divide en filtración ascendente y descendente. Puede filtrarse por gravedad o por presión, el lavado puede ser intermitente o continuo. También puede emplearse la filtración lenta sola o con diversas etapas de prefiltración.

**Tratamiento – Desinfección.** Para la desinfección y el tratamiento de aguas se puede emplear Cloro gaseoso generado a partir de la vaporización de cloro líquido almacenado bajo presión en cilindros, el cual debe cumplir con la norma NTC 925 (Rev. 2) o la AWWA B301.

Hipoclorito de sodio (líquido), el cual debe cumplir con la norma NTC 1847 (Rev. 3) o la AWWA B300.

Hipoclorito de calcio (sólido en forma granular), el cual debe cumplir con la norma NTC 1847 (Rev. 3) o la AWWA B300.

**Estabilización y Ablandamiento.** De acuerdo con las características del agua tomada para tratar y distribuir como agua potable, se pueden presentar algunas condiciones como la presencia de calcio o magnesio, lo que hace se sea un agua dura.

El tratamiento de este tipo de agua es el ablandamiento que se basa en la eliminación de los iones de cal, magnesio, hierro, manganeso, estroncio, bario, zinc y aluminio (en algunos casos).(S.A., 2017)

Los beneficios que deben obtenerse con el ablandamiento del agua son los siguientes:

Control del crecimiento biológico.

Un ligero grado de remoción de trazas orgánicas.

Economía de jabón y detergentes.

Mejor lavado de ropa y utensilios domésticos.

Disminución de incrustaciones en artefactos domésticos.

Mejor cocción y preparación de alimentos.

Si se opera en forma correcta, puede prevenir la corrosión.

Incremento en la eficacia de la filtración.

Para finalizar el proceso de potabilización se deben realizar los siguientes procesos:

Control de sabor y olor(UNAD, 2009)

Manejo de lodos(UNAD, 2009)

## 2.2 Enfoque Legal

**Decreto 3930 de 25 de octubre de 2010.** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III- Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. Artículo 1°. *Objeto.* El presente decreto establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados.

Parágrafo. Cuando quiera que en este decreto se haga referencia al suelo, se entenderá que este debe estar asociado a un acuífero.

Artículo 2°. *Ámbito de aplicación.* El presente decreto aplica a las autoridades ambientales competentes definidas en el artículo 3° del presente decreto, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado. (Santos Calderón, 2010)

**Ley 142 de 1994, Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. Artículo 1o.**

**Ámbito de aplicación de la ley.** Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos de que trata el artículo 15 de la presente Ley, y a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II del presente título y a los otros servicios previstos en normas especiales de esta Ley.

**Artículo 2o. Intervención del Estado en los servicios públicos.**

El Estado intervendrá en los servicios públicos, conforme a las reglas de competencia de que trata esta Ley, en el marco de lo dispuesto en los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la Constitución Política, para los siguientes fines:

2.1. Garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.

2.2. Ampliación permanente de la cobertura mediante sistemas que compensen la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios.

2.3. Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.

2.4. Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan.

2.5. Prestación eficiente.

2.6. Libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante.

2.7. Obtención de economías de escala comprobables.(Elías Nader, 1994)

2.8. Mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación.(Elías Nader, 1994)

2.9. Establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad.(Elías Nader, 1994)



**Ley 99 de 23 de diciembre de 1993.** Por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones. Artículo 1°.- *Principios Generales Ambientales.* La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.

3. Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.

4. Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

5. En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.

6. La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.

8. El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.

9. La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.

11. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.

12. El manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo.

13. Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.

14. Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física. (Gaviria Trujillo, 1993)

Decreto Ley 2811 de 18 de diciembre de 1974. Se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Artículo 1º.- *El ambiente es patrimonio común.* El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.

La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social. (C.N. artículo 30).

Artículo 2º.- Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional; Decreto Nacional 1541 de 1978.

2.- Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos; Decreto Nacional 1541 de 1978.

3.- Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los

recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente.

Artículo 3º.- De acuerdo con los objetivos enunciados, el presente Código regula:

a.- El manejo de los recursos naturales renovables, a saber:

1. La atmósfera y el espacio aéreo Nacional;
2. Las aguas en cualquiera de sus estados;
3. La tierra, el suelo y el subsuelo;
4. La flora;
5. La fauna;
6. Las fuentes primarias de energía no agotables;
7. Las pendientes topográficas con potencial energético;
8. Los recursos geotérmicos;
9. Los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental e insular de la República;
10. Los recursos del paisaje;

b.- La defensa del ambiente y de los recursos naturales renovables contra la acción nociva de fenómenos naturales.

c.- Los demás elementos y factores que conforman el ambiente o influyan en él denominados en este Código elementos ambientales, como:

1. Los residuos, basuras, desechos y desperdicios;
2. El ruido;
3. Las condiciones de vida resultantes de asentamiento humano urbano o rural;
4. Los bienes producidos por el hombre, o cuya producción sea inducida o cultivada por él, en cuanto incidan o puedan incidir sensiblemente en el deterioro ambiental.(Lopez Michelsen, 1974)

## Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

### 3.1 Presentación de resultados

Se realizaron visitas periódicas a la planta de tratamiento de agua potable El Algodonal, ESPO S.A., con el fin de identificar variables incidentes en sus diferentes etapas de funcionamiento.

#### *3.1.1 Fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. El*

*Algodonal.Fuente de abastecimiento.* El acueducto del municipio de Ocaña, en la planta de Tratamiento del río Algodonal es abastecido por la fuente superficial, denominada Río Algodonal. El río Algodonal presenta en la bocatoma un caudal promedio de 1300 l/s. El sistema del río Algodonal localiza sus obras de captación y tratamiento a la altura del sector llano de los alcalde en inmediaciones del Batallón Santander, distante unos 4 Km del centro de Ocaña; las obras de primera y segunda etapa fueron construidas en el año 1972 y 1990 respectivamente para completar una capacidad nominal de 195 l/s. EL servicio de acueducto en la mayor parte de la ciudad está siendo suministrado por medio del Sistema de distribución del río Algodonal, que equivale a un 70% aproximadamente.



**Figura 11. Panorámica cuenta del río Algodonal.**

Fuente: ESPO, laespo.com, 2017.

Delimitación	Planas		Geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
Norte	1083090	1421230	08° 24' 26",10563	76° 19' 35",41165
Sur	1094355	1359565	07° 50' 58",35814	73° 13' 31",48436
Este	1073670	1402000	08° 14' 00",76747	73° 24' 44",36086
Oeste	1102965	1372465	07° 57' 57",60893	73° 08' 49",52800

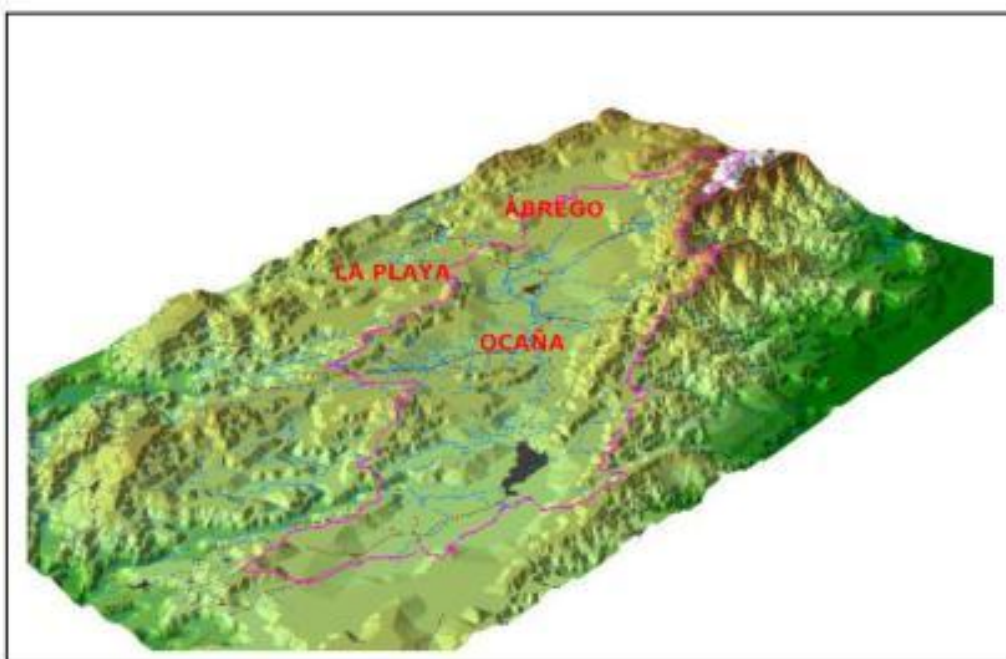
**Figura 12. Coordenadas de la cuenca del río Algodonal.**

Fuente: ESPO, laespo.com, 2017.

El área total de la cuenca es de 74.639,8 hectáreas (has), correspondiente al 0,34 % del

territorio del departamento Norte de Santander; su longitud es de 62.7 kilómetros y su forma es alargada. Se encuentra entre los 950 metros sobre el nivel del mar, en la confluencia Ríos Tejo y Algodonal, y los 3.680 m.s.n.m. en el extremo sur de la cuenca en el sector denominado Páramo de Jurisdicciones. La cuenca del Río Algodonal esta delimitada por los divorcios topográficos y por el límite departamental en algunos sectores del occidente, correspondientes a los límites de los municipios de Ábrego y Ocaña. En la figura 2, se muestra el modelo de elevación de la cuenca.

Figura 2. Modelo de elevación de la cuenca del Río Algodonal



**Figura 13. Modelo de elevación de la cuenca del Río Algodonal.**

Fuente: ESPO, laespo.com, 2017.

Es importante señalar que la cuenca del Río Algodonal incluye territorio del Departamento del Cesar, específicamente de los municipios de González y Río de Oro, los cuales no han sido incluidos dentro de este documento, excepto para la codificación hidrográfica, en la cual fue tomada en cuenta la red hidrográfica del vecino departamento que tributa sus aguas a la

cuenca del Río Algodonal. La razón principal por la cual se ha desarrollado la fase de diagnóstico excluyendo estas áreas, es por que la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental -Corponor- solo corresponde al territorio del departamento Norte de Santander. La porción de territorio que aún no se ha incluido corresponde a las cuencas del Río Limón y el Río de Oro, que tributan sus aguas al Río Tejo (código 1605-001).

La división político administrativa de la cuenca fue determinada a través del correspondiente mapa temático; para su elaboración se empleó la delimitación municipal oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi en formato shp suministrada por el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Corporación (SIAT) en el año 2005, de igual manera se empleó la división veredal suministrada por los Ordenamientos Territoriales de los municipios que comprenden la cuenca. En el área de la cuenca se identificó la influencia de cuatro municipios de la Provincia de Ocaña, Ábrego, Teorama, Ocaña y La Playa de Belén, todos incluidos parcialmente. En la tabla 2 se muestra la participación de cada municipio dentro de la cuenca y el porcentaje de la cuenca correspondiente a la jurisdicción de cada municipio.

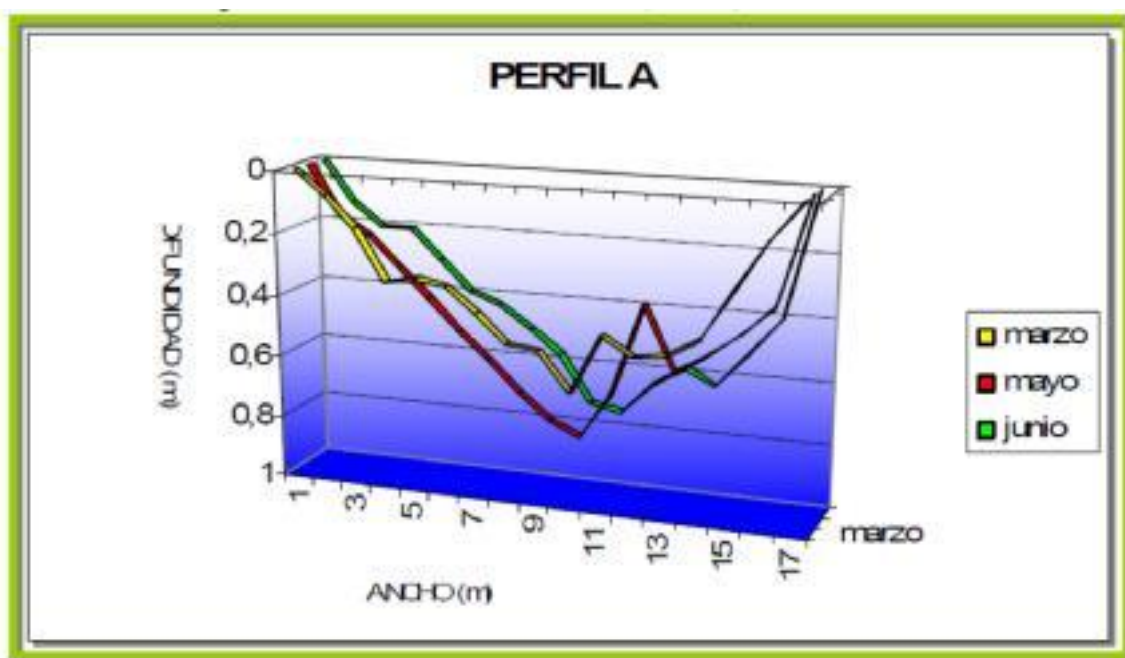
MUNICIPIO	ÁREA MUNICIPAL TOTAL (ha.)	ÁREA MUNICIPAL DENTRO DE LA CUENCA		% DE LA CUENCA EN TERRITORIO MUNICIPAL
		Ha.	%	
Ábrego	137.819,3	42.501,1	30,8	56,9
La Playa de Belén	24.109,1	4.543,6	18,8	6,1
Teorama	93.010,1	158,3	0,2	0,2
Ocaña	64.223,3	27.436,7	42,7	36,8

**Figura 14. Distribución porcentual por municipio.**

Fuente: ESPO, laespo.com, 2017.



El punto del Batallón de Infantería No.15 General Santander que se caracteriza por presentar corriente de agua no tan fuerte, lecho rocoso, turbiedad regular en época de bajas precipitaciones y alta con mayores precipitaciones, poca vegetación del tipo rastrera y forrajera como el pasto elefante y algunos árboles; considerando que se encuentra dentro del perímetro de seguridad, no existen cultivos aledaños y no hay actividad pecuaria.



**Figura 15. Perfil profundidad río Algodonal, sector de ubicación de la PTAP El Algodonal.**

Fuente: ESPO, laespo.com, 2017.

**Captación.** La captación se realiza de tipo lateral, constituido por una presa de tipo “india” enclavada en el lecho del río. Consta de una presa vertedora de derivación, y cámara de captación con su correspondiente rejilla para retener el material sólido (palos, rastrojos, otros).



**Figura 16. Fase de captación –PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

La cámara de captación es una caja de concreto reforzado, diseñada con una forma trapezoidal de una longitud de 12 metros. La placa de fondo está al mismo nivel del canal que se encuentra enrocado de la presa. A la entrada de la cámara se tiene una rejilla de varillas de 1 1/2” de diámetro que se pueden retirar independientemente. En la salida de la cámara hacia las tuberías de conducción existen dos rejillas removibles, una para cada tubería con el fin de evitar que entren piedras y materiales de mayor tamaño al sistema de conducción. Tiene dos compuertas rectangulares para desagüe y lavado de la cámara con salida enrocado aguas abajo del vertedero.

**Bocatoma.** Consta de una abertura de 5m de ancho, 0,68 m de alto. Tiene 49 varillas lisas de diámetro 0.08cm y la distancia entre estas es de 0.075 incrustadas en un muro de concreto de

0.27m de espesor, con una altura igual a la abertura de la bocatoma, su función es permitir el flujo de agua y la retención de materiales sólidos como lo son ( palos, rastrojos, etc.).

Dicha rejilla se encuentra a 0.37 m de altura desde el fondo del río, para su mantenimiento periódico tenemos una losa de 0.39m de ancho, 0.08m de espesor y 5.61m de largo, fundida en concreto reforzado con varilla de media corrugada y varilla de 0.08m de diámetro lisa, ubicada 0.31 m desde la rejilla. Para acceder a dicha losa tenemos tres escalones hechos en varilla de media, lisa incrustados en el muro con una distancia entre escalones de 0.37m y una huella de 0.16m. En cada esquina de dicha losa encontramos 2 columnas de 0.31m ancho, 0.31m de largo y una altura de 1.59m, y entre estas hay una baranda de seguridad de 4.82m de largo, 0.785 de alto y construida con un tubo de diámetro de 0.15m, Conformada por 2 tubos horizontales, el primero ubicado a 0.30m desde la losa y el segundo a 0.40m desde el primer tubo en cada esquina hay una saliente de la misma baranda de profundidad 0.20m a 0.125m del muro, soldados en cada esquina con 1 tubo de igual altura, la estructura de la baranda se asegura con 4 tubos más verticales en el frente soldados a 1.57m uno del otro.



**Figura 17. Bocatoma de la PTAP – El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Canal de derivación.** Estructura en forma de (y) con una profundidad desde el fondo del canal hasta el nivel de losa de 3.32m, sus muros tienen un espesor de 0.30m, su función es la de enviar la cantidad de caudal necesario al canal de aducción. Sus dimensiones se especifican en el dibujo. Tiene una cámara de acceso de 0.675 m de largo y 0.605 de ancho, ubicada a 0.60m del borde de la losa en dirección por donde se capta el agua, protegida con una rejilla construida con 9 varillas corrugadas de 0.08m de diámetro, distancia entre varillas de 0.04m, para el ingreso se realiza una extracción total de la rejilla y se accede por 6 escalones de varilla de media lisa ubicados uno del otro a 0.29m de altura, ancho de 0.31 y una huella de 0.16m.

Para acceder a este canal se encuentra una losa fundida en concreto reforzado de 6.44m de largo, 1.45 de ancho y un espesor de 0.12m



**Figura 18. Canal de derivación PTAP- El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Canal de aducción.** Estructura de forma rectangular de 7.87m de largo, 1.30m de ancho, la parte del muro más alto mide 1.07m con un espesor de 0.30m, tiene las funciones de garantizar la entrada del caudal de diseño a los desarenadores y devuelve los excesos de agua al río algodónal mediante un vertedero lateral cuya altura del muro es de 0.58m y su espesor 0.20m.

Se comunica con el canal de derivación por medio de 2 compuertas, que tienen una medida de 0.51m y 0.61m de ancho, 0.58m de alto, y están separadas la una de la otra 0.18m. A la vez se comunica con los tanques desarenadores por medio de 2 compuertas las cuales miden 0.7m de ancho cada una y 0.58m de alto.



**Figura 19. Panorámica 1 estructura canal de aducción PTAP-El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 20. Panorámica 2 estructura canal de aducción PTAP-El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

### ***3.1.2 Variables incidentes en el tratamiento del agua de la planta de tratamiento El Algodonal.***

**Desarenador.** Son dos tanques divididos por un muro de 0.32m de ancho y 39.68m de largo, cada tanque tiene 4 secciones las cuales tienen un desnivel de derecha a izquierda con una altura mínima de 1.50m y una máxima de 1.84m donde por cada sección hay una compuerta para el lavado de lodo, en su mayor parte rectangulares y tienen como función retener las partículas tamaño arena con diámetros entre (0.06mm a 2.0mm) las dimensiones de la parte rectangular son 35.9m de largo, de ancho 3.94m la parte de la garganta que los conecta con el canal de aducción va de forma triangular tiene de largo 5m, un ángulo de 127.99 grados que se forma con el muro de la izquierda del tanque 1 y una altura de 0.88m, con el muro de la derecha del tanque 2 se forma un ángulo de 127.99 grados y un largo de 5,7m, también tiene dos muros a lo ancho de los

tanques, uno en forma de bafle construido a 0.24m desde el fondo con una altura de 0.95m conformado por dos filas de ocho huecos de 0.25m de radio, espacio entre huecos 0.22m, y otro macizo construido a 0.65m desde el fondo del tanque y a 3.10m desde el muro de la estación de bombeo de baja cabeza con una altura de 0.61m y un espesor de 0.075, se construye una loza en concreto reforzado la cual está situada encima del muro derecho del tanque, perpendicularmente desde la parte rectangular de los tanque a (8.9m, 7.95m, 7.95m, m) hay 4 lozas más, utilizadas como puentes, protegidos con una baranda de seguridad construida con un tubo de diámetro 0.15m, con unas medidas de 1m de alto distancias, con una distancia de 0.5m desde el piso hasta el primer tubo y de hay 0.5m hasta el segundo tubo, 40.36m de largo, utilizada para fácil acceso a mantenimiento de los tanques, tiempo de retención 20 minutos.



**Figura 21. Panorámica 1 Desarenador PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 22. Panorámica 2 Desarenador PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Estación de Bombeo.** Conformada por cinco motobombas de 20 y 30 HP, encargadas de elevar el agua cruda desarenada a la planta de tratamiento por medio de tubería de 18” y con una longitud de 60 m. El encendido y apagado de estas motobombas se hace manualmente.

Conformada por cinco motobombas, dos la #5 y la #4 de tipo horizontal marca siemens de 30 HP y 1755 RPM e igual especificaciones, conectadas a una bomba hidráulica que tiene un tubo de 0.57m de diámetro unido a otro de 0.74m de diámetro, las otra tres motobombas son marca worthington las #3, y #1 son de 20 HP y 1770 RPM, tienen igual especificaciones y la #2 es de 50 HP y 1760 RPM. Son las encargadas de la extracción de agua cruda a una altura de 2.67m desde los tanques desarenadores, y como función principal elevar el agua cruda desde la estación de bombeo de baja cabeza a la planta de tratamiento. Por medio de una red de tubería



que conecta las motobombas con el tubo principal de 18 plg, tiene una longitud de 60m. El encendido y el apagado de las motobombas se realiza manualmente.



**Figura 23. Panorámica 1 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 24. Panorámica 2 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 25. Panorámica 3 Estación de Bombeo PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Cámara de quietamiento.** Recibe el agua cruda que viene de la estación de bombeo de baja por un tubo de 18" y 60 m de longitud; su función es estabilizar el flujo del agua de tal manera que permita una entrada moderada de la misma al sistema de tratamiento, con un tiempo de retención de 8 segundos.

Esta cámara tiene unas dimensiones de 0.69m de ancho, 1,17m de largo y una profundidad de 1.06 m y 60 m de longitud.

Se comunica con la canaleta parshall por medio de un canal de medidas 0.86m de ancho, largo 1.20m y profundidad de 1.06m, como medida de protección tiene dos rejillas una fija de

0.69 m de largo, 0,69m de ancho y se utilizaron 9 varillas para construirla, la otra rejilla está ubicada con bisagras unida a la otra para su fácil apertura, tiene unas dimensiones de 0.48m de largo, 0.69m de ancho y se utilizaron 6 varillas para construirla.

Construidas con ángulos de 0.04m de pestaña y varillas corrugadas de 0.69m de largo, un diámetro de 0.065m, espacio entre varillas de 0.04m



**Figura 26. Panorámica 1 Cámara de quietamiento PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 27. Panorámica 2 Cámara de quietamiento PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Canaleta Parshall.** Permite medir la cantidad de agua cruda que entra a la planta de tratamiento. Se muestran aforos de caudales entre 230-233 l/s.

Tiene un largo de 3.06m, un ancho máximo de 0.79m, profundidad de 1.06 m, se llama sección convergente el ancho máximo y uno mínimo de 0.67m de ancho (divergente<sup>9</sup>, profundidad de 1.18m, la garganta que une el extremo máximo con el mínimo es de 0.69m de largo y 0.31m de ancho, en la conexión con el extremo mínimo tiene una profundidad de 1.23m.

Como medida de protección se construyó una rejilla de iguales dimensiones que la canaleta con ángulos de 0.04m de pestaña, varillas de 0.08m de diámetro y espacio entre varillas de 0,04m, dicha rejilla se dividió en tres partes una de ancho máximo construida con 22 varillas y de largo 1.42m, para la segunda rejilla utilizaron 2 varillas de 0.32m de largo para cubrir un

hueco de 0.36m de largo, la tercera rejilla de ancho mínimo de 0.61m mide 1.02m de largo ,las varillas de dicha rejilla son corrugadas, de diferentes medidas ya que la canaleta es de medidas irregulares.



**Figura 28. Panorámica 1 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





**Figura 29. Panorámica 2 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 30. Panorámica 3 Canaleta Parshall PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Coagulación (Mezcla rápida).** Tiene por objeto la distribución uniforme del sulfato de aluminio en el agua, el cual sirve como coagulante para dar inicio a la formación de un floc base en un tiempo no superior a 30 segundos. Esto se lleva a cabo por la agitación del agua a través de un resalto hidráulico ubicado al final de la canaleta parshall. En este mismo punto se adiciona Cal al agua para estabilizar el PH.

Tiene por objeto la distribución uniforme del sulfato de aluminio en el agua por medio de una tubería de 1m de largo desde que ingresa a la canaleta parshall, hasta el resalto hidráulico que es el encargado de agitar el agua y se ubica al final de la canaleta parshall, el cual sirve como coagulante para dar inicio a la formación de un floc base en un tiempo no superior a 30 segundos. En este mismo punto se adiciona cal al agua por medio de una tubería de medidas 3.8m de largo, para estabilizar el PH.



**Figura 31. Panorámica 1 proceso coagulación (mezcla rápida) PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 32. Panorámica 2 proceso coagulación (mezcla rápida) PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Canal de aproximación.** Conduce y reparte en cuatro partes iguales el caudal que entra a la planta ( $Q= 60$  l/s cada uno). Canal de concreto reforzado de  $0.80\text{m} * 0.70\text{m}$  y una longitud de  $50\text{m}$ .

Canal en concreto reforzado ubicado al costado izquierdo de los tanques (filtros, sedimentador y floculador) # 1, con dimensiones de  $63.59\text{m}$  de largo  $26.82\text{m}$  ancho y una profundidad de  $0.8\text{m}$ , Conduce y reparte en cuatro partes iguales el caudal a los tanques floculadores, ( $Q= 60$  l/s cada uno).



**Figura 33. Canal de aproximación PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Floculación.** Proceso conformado por ocho cámaras; su función es obligar al agua a realizar recorridos verticales en un tiempo de  $26$  minutos para cada unidad, sometiendo al agua a una mezcla lenta que permita el choque entre partículas, con el fin de que estas se aglutinen y se

conviertan en partículas más pesadas. Sus dimensiones son: 4.95m de largo \* 9.70m de ancho y una profundidad de 3.30m cada uno.

Son 4 tanques de medidas 5.46m de ancho y 9.97m de largo y se dividen en 8, de medidas 2.4m de ancho, de largo 2.36m y una profundidad mínima de 2.76m y una máxima de 2.84m. Estos reciben el caudal que viene del canal de aproximación y se comunican de la siguiente manera, los tanques 1 y 2 tienen 2 compuertas cada uno y son de 0.5m de ancho y los tanques 3 y 4 tienen 2 compuertas de 0.70m de ancho, e igual profundidad 0.8m. Su función es obligar al agua a realizar recorridos verticales en un tiempo de 26 minutos para cada unidad, por 2 canales de fibra de vidrio de dimensiones 0.31m de ancho, 0.31m de profundidad y un largo de 2.36m, que tienen una abertura en cada extremo de 0.25m de largo y 0.31m de profundidad, se ubican 2 uno frente al otro en cada división o unidad, en la parte superior e inferior alternadamente. Este recorrido somete al agua a una mezcla lenta que permita el choque entre partículas, con el fin de que estas se aglutinen y se conviertan en partículas más pesadas.



**Figura 34. Panorámica 1 Flocuradores PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Figura 35. Panorámica 2 estructura de floculadores PTAP-El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Sedimentación.** Su función es remover por acción de la gravedad las partículas coaguladas que aumentaron de peso en el proceso anterior. En este proceso se lleva a cabo una retención de turbiedad y un porcentaje de bacterias presentes en el agua. El sistema se encuentra compuesto por tanques rectangulares de 6.10m de largo \* 37m de ancho y una profundidad de 3.30m, para un tiempo de retención de 3 horas.



**Figura 36. Panorámica 1 sedimentadores PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

Son 4 tanques de medidas 37m de largo, 6.12 de ancho, una profundidad mínima de 3.40m y una máxima de 3.57, cada uno tiene un muro en forma de baffle, 0.17m de ancho, 3.27m de alto ubicado a 0.78m desde el muro que divide cada tanque con los floculadores, también tienen un canal que comunica los tanques con los filtros, de largo 6.12m, ancho 0.60m y una profundidad de 0.50m. Para retirar el sedimento se accede por una escalera construida en varilla corrugada, tiene una canal en el centro del tanque que empieza a una profundidad de 3.40m, con una altura de 0.25m por debajo de la altura máxima. En este proceso se lleva a cabo una retención de turbiedad y un porcentaje de bacterias presentes en el agua. El sistema se encuentra compuesto por tanques con capacidad de retención de 3 horas.



**Figura 37. Panorámica 2 sedimentadores PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Filtración.** El agua clarificada debe seguir una trayectoria descendente de tal forma que durante su recorrido se retengan en el lecho poroso todas aquellas partículas que no fueron removidas en los procesos anteriores (turbiedad, bacterias y color). Consta de un lecho filtrante

rápido de gravedad compuesto por una capa de grava, gravilla, arena y antracita que entran a un falso fondo. El tanque tiene 6.10m de largo \*6.71m de ancho y una profundidad de 3.35m.



**Figura 38. Panorámica 1 filtros PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

El tanque tiene 3 canales, 2 ubicadas a 0.68m de los muros divisorios separadas de la otra 1.33m, todas de iguales medidas, 0.69m, 6.12m de largo y 0.5m de profundidad.



**Figura 39. Panorámica 2 filtros PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



**Cloración.** Es el paso más importante de todo el proceso de tratamiento, donde se debe garantizar la eliminación de todos los organismos patógenos, por medio de la inyección de cloro gaseoso en el tanque de almacenamiento.

Cilindro de medidas 2.24m de largo y un diámetro de 0.75m.



**Figura 40. Panorámica 1 cilindro de cloración PTAP El Algodonal.**

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

**Tabla 5. Factores de análisis físico-químico PTAP El Algodonal.**

<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS PARA AGUA CRUDA</b>	<b>PARA AGUA POTABLE</b>
Temperatura	Turbiedad
Turbiedad	
Color	
Fluoruros	
Dureza Total	Color
PH	
Hierro Total	
Cloruros	Alcalinidad
Sulfatos	
Fenoles	
Nitritos	PH
Nitratos	
Oxígeno Disuelto	
Fosforo	Sulfatos
Nitrógeno Amoniacal	
Manganeso	

Demanda biológica de oxígeno	Cloro libre
Conductividad	
Solidos Totales	

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

**Tabla 6. Factores de análisis microbiológicos PTAP El Algodonal.**

---

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Coliformes Totales

Aerobio Mesofilos

E-coli

---

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Figura 41. Laboratorios PTAP El Algodonal.**

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

## **Tanques de almacenamiento o distribución de agua potable.**

**Tanque Algodonal.** Este tanque funciona como mecanismo de almacenamiento, con una capacidad de 350 m<sup>3</sup>. Lo conforma un sistema válvula de entrada y de salida.

Este análisis se hace con el fin de identificar, clasificar y evaluar los posibles riesgos, amenazas y la vulnerabilidad en los diferentes sistemas de abastecimiento de agua potable de la empresa de servicios públicos de Ocaña (ESPO S.A “E.S.P”), que de tal manera originen el desabastecimiento o la interrupción en la continuidad del servicio de agua potable a la población Ocañera.

**Identificación de riesgos.** La identificación de riesgos para el suministro de agua potable se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres, originados por las condiciones naturales presentes en el área de influencia.

De la misma manera por la ocurrencia de factores antrópicos originados por los accidentes de sustancias altamente contaminantes y otros eventos perjudiciales para el suministro de agua.

Por ultimo encontramos los factores tecnológicos, generados a partir de los daños en la infraestructura de las plantas de tratamiento de agua potable, sus respectivos tanques de almacenamiento y en los sistemas de conducción y entrega de agua potable.



A continuación se muestra la metodología a realizar para la identificación de los posibles riesgos que afecten la continuidad en el suministro de agua potable, metodología que consiste en identificar el tipo de impacto, su respectiva descripción y la aplicación para cada uno de los riesgos a identificar.

**Tabla 7. Clasificación de riesgos en tratamiento de agua.**

TIPO DE IMPACTO	DESCRIPCIÓN	RIESGOS
Naturales	Producidos de manera directa e indirecta por fenómenos naturales.	Sequia Inundación Remoción en masa Movimiento sísmico Incendio (natural)
Antrópicos	Originados a partir de las actividades humanas.	Incendio (antrópico) Actividades controladas Derrame de hidrocarburos y sus derivados. Caída accidental de material carbonífero. Caída accidental de cemento. Caída accidental de fertilizantes o sustancias industriales. Actividades no controladas Derrame de sustancias de contrabando (gasolina-acpm). Caída accidental de sustancias químicas (plaguicidas, herbicidas, fertilizantes entre otros de contrabando).
Tecnológicos	Son todos aquellos esenciales para el funcionamiento de la empresa.	Daños en la infraestructura de la planta de la planta tratamiento el algodonal (captación, canal de aducción, desarenador, estación de bombeo , cámara de quietamiento, canaleta Parshall, coagulación, canal de aproximación, floculación, sedimentación, filtración, cloración, control de calidad, sistema de distribución). Daños en la infraestructura de la planta de tratamiento el llanito (captación, desarenador, conducción de agua cruda, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, cloración, control de calidad, sistema de distribución).  Daños en la infraestructura de los tanques de almacenamiento y de los sistemas de conducción y entrega de agua potable.

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

**Tabla 8. Identificación de riesgos naturales.**

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL</b>			
<b>EVENTO: Sequia.</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
<p>Fenómeno del niño.</p> <p>Manejo inadecuado del recurso hídrico.</p> <p>El calentamiento global.</p> <p>Carencia de embalses multipropósitos.</p> <p>La deforestación y las talas indiscriminadas.</p>	<p>Reducción o disminución del caudal de las fuentes abastecedoras para el suministro de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos ESPO S.A.</p>	<p>Se presenta la disminución en la cantidad del recurso hídrico, por lo que afecta la prestación del servicio de agua, generando la disminución del caudal en su punto de captación.</p>	<p>Interrupción o disminución en el suministro agua potable a la población ocañera.</p>
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL</b>			
<b>EVENTO: Inundación.</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
<p>Fenómeno de la niña.</p> <p>Saturación de la fuente hídrica por residuos.</p> <p>Exceso de precipitaciones.</p> <p>Deslizamiento de laderas.</p>	<p>Desbordamiento de las fuentes hídricas que abastecen el suministro de agua potable a la población ocañera.</p>	<p>Se genera la obstrucción del punto de captación debido al exceso de sedimentos que son transportados por las altas corrientes de agua. Por consiguiente genera el taponamiento del área de captación de agua para el suministro de agua potable.</p>	<p>Interrupción en el servicio de agua potable para los usuarios de la empresa de servicios públicos de Ocaña (ESPO S.A. "E.S.P").</p>

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

## PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

**EVENTO:** Remoción en masa.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
<p>Inestabilidad del terreno.</p> <p>Exceso de precipitaciones.</p> <p>Corte de laderas.</p> <p>Por actividad sísmica.</p> <p>Por la composición del suelo.</p> <p>Deforestación de laderas.</p> <p>Erosión del terreno.</p>	<p>Se genera el desprendimiento del terreno en zonas altas en dirección a las fuentes hídricas. Indicando la posibilidad de que se presenten taponamientos y desvíos en los cauces o bocatoma. De igual manera se puede dar la generación de una avalancha.</p>	<p>Se presenta el taponamiento de la bocatoma, debido a la acumulación excesiva del material de arrastre (tierra, rocas y vegetación). Lo que genera la suspensión en la prestación del servicio de acueducto.</p>	<p>Suspensión en el suministro de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos de Ocaña (ESPO S.A. "E.S.P").</p>

## PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

**EVENTO:** Movimiento Sísmico.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
<p>Por actividad tectónica.</p> <p>Por actividad volcánica.</p> <p>Por hundimientos.</p> <p>Por explosiones.</p>	<p>La generación de movimientos agitados de la corteza terrestre, causando vibraciones de diferentes magnitudes lo que originaría daños en la infraestructura de las plantas de tratamiento de agua potable de acuerdo a la intensidad del sismo y a la misma capacidad de resistencia que tenga la infraestructura.</p>	<p>De acuerdo a la intensidad del sismo o la capacidad de resistencia de la infraestructura, se presentaría afectaciones en las instalaciones o en los sistemas de abastecimiento de agua potable de esta manera se procede a interrumpir el servicio de agua potable a ciudadanía.</p>	<p>Suspensión en el suministro de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos de Ocaña (ESPO S.A. "E.S.P").</p>

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

<b>PLANTA DE TRAMIENTO EL ALGODONAL</b>			
<b>EVENTO: Incendio (natural-antrópico).</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
Por temporadas muy secas.	Presencia de fuego que origina la afectación del bosque de galería que protege y conserva las cuencas hídricas fundamentales para la regulación de recurso agua. Por otro lado puede afectar la infraestructura esencial para brindar la continuidad y el servicio de agua potable.	A consecuencia de la afectación del bosque de galería se produce la disminución del caudal de las fuentes hídricas, ya que estos bosques son fundamentales y de gran importancia para la regulación del recurso hídrico. En cuanto a la afectación de la infraestructura generada por los daños en algunos de los sistemas elementales para la potabilización del recurso, se realiza de inmediato la interrupción en el suministro de agua potable.	Interrupción o disminución en el suministro agua potable a la población ocañera.
Por la acción de un rayo.			
Quemas agrícolas incontroladas.			
Arrojo de colillas mal apagadas.			
Incineración de basuras.			

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

**Tabla 9. Identificación de riesgos antrópicos.**

<b>PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL</b>			
<b>EVENTO: El transporte de hidrocarburos o sus derivados de las empresas legalmente constituidas</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CONSECUENCIA</b>
Pérdida de control o por fallas humanas. Por fallas	El derrame de hidrocarburos y sus derivados a la fuente hídrica algodonal, aguas arriba del punto	Se genera la contaminación por hidrocarburos en el punto de captación, impidiendo que la planta de	Interrupción en la continuidad y el suministro del servicio de agua potable a sus usuarios.

mecánicas. Embestido por otro vehículo. Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía. Mal estado de la vía. Semovientes en la vía. Por exceso de velocidad. Deslizamiento de bancada.	de captación del recurso agua.	tratamiento pueda captar el agua ya que no es apta para el consumo humano, lo que generaría la suspensión del servicio de agua a sus usuarios.
---	--------------------------------	--

#### PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

EVENTO: El transporte de material carbonífero térmico-coquizable de las empresas legalmente constituidas.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
Pérdida de control o por fallas humanas. Por fallas mecánicas. Investido por otro vehículo. Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía. Mal estado de la vía. Semovientes	La caída accidental del material carbonífero ya sea tipo térmico o coquizable a la fuente hídrica algodonala, afectando la captación del recurso agua para el suministro de la población Ocañera.	Se presenta la contaminación por material carbonífero en el punto de captación, impidiendo que la planta de tratamiento pueda captar el agua ya que no es apta para el consumo humano, lo que generaría la suspensión del servicio de agua a sus usuarios. Además se puede generar el taponamiento del punto de captación por la capacidad de dispersión del material contaminante.	Interrupción en la continuidad y el suministro del servicio de agua potable a sus usuarios.

en la vía.

Por exceso de  
velocidad.  
Deslizamiento  
de bancada.

#### PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

EVENTO: El transporte de cemento de las empresas legalmente constituidas.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
<p>Pérdida de control o por fallas humanas. Por fallas mecánicas. Investido por otro vehículo. Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía. Mal estado de la vía. Semovientes en la vía. Por exceso de velocidad. Deslizamiento de bancada.</p>	<p>La caída accidental de cemento a la fuente hídrica el algodonal, afectando la captación del recurso agua y de la misma manera causando daños en la infraestructura de la planta de tratamiento de agua potable el algodonal.</p>	<p>Se presenta la contaminación por material toxico como es el cemento en el punto de captación, impidiendo que la planta de tratamiento pueda captar el agua ya que no es apta para el consumo humano, y por otro lado produciría graves daños en la infraestructura de la planta de tratamiento del algodonal usuarios.</p>	<p>Interrupción en la continuidad y el suministro del servicio de agua potable a sus usuarios.</p>

#### PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

EVENTO: El transporte de fertilizantes y sustancias químicas de las empresas legalmente constituidas.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
<p>Pérdida de control o por fallas humanas.</p>	<p>La caída de sustancias químicas o fertilizantes a la fuente hídrica,</p>	<p>Se presenta la contaminación por materiales tóxicos como fertilizantes y sustancias</p>	<p>Interrupción en la continuidad y el suministro del servicio de agua potable a sus</p>

Poe fallas mecánicas. Investido por otro vehículo. Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía. Mal estado de la vía. Semovientes en la vía. Por exceso de velocidad. Deslizamiento de bancada.	generando la contaminación de la fuente de abastecimiento del algodonal.	químicas en el punto de captación, impidiendo que la planta de tratamiento pueda captar el agua ya que no es apta para el consumo humano.	usuarios.
--	--	---	-----------

#### PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

EVENTO: El transporte de sustancias derivadas del petróleo (gasolina-acpm) por actividades no controladas.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
Por exceso de velocidad. Pérdida de control y por fallas humanas. Por fallas mecánicas. Investido por otro vehículo. Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía.	El volcamiento de un carro transportador de hidrocarburos de tipo ilegal como es gasolina-acpm, ocasionando la afectación o la contaminación de la fuente de captación para el suministro de agua potable a la población ocañera.	Se puede presentar contaminación de la fuente principal de abastecimiento por estas sustancias, lo que pone en riesgo el abastecimiento de agua potable a la ciudadanía.	Interrupción en la continuidad y en el suministro del servicio de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos ESPO S.A “E.S.P” que son abastecidos por la fuente hídrica el algodonal.

Mal estado de la vía.  
Semovientes en la vía.  
Por exceso de velocidad.  
Deslizamiento de bancada.

#### PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL

EVENTO: El transporte de fertilizantes y sustancias químicas por actividades no controladas.

CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
<p>Por exceso de velocidad Pérdida de control y por fallas humanas. Por fallas mecánicas. Investido por otro vehículo.</p> <p>Obras en la vía. Falta de señalización. Peatones en la vía. Hidrocarburos en la vía.</p> <p>Mal estado de la vía. Semovientes en la vía. Por exceso de velocidad. Deslizamiento de bancada.</p>	<p>La caída de sustancias químicas o fertilizantes a la fuente hídrica, generando la contaminación de la fuente de abastecimiento del algodonal.</p>	<p>Se presenta la contaminación por sustancias químicas las cuales contienen metales pesados altamente contaminantes, impidiendo que la planta de tratamiento pueda captar el agua ya que no es apta para el consumo humano.</p>	<p>Interrupción en la continuidad y en el suministro del servicio de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos ESPO S.A “E.S.P” que son abastecidos por la fuente hídrica el algodonal.</p>

---

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)



**Tabla 10. Identificación de riesgos tecnológicos.**

PLANTA DE TRATAMIENTO EL ALGODONAL			
EVENTO: Daños en la infraestructura de la planta de la planta tratamiento el algodonal.			
CAUSA	RIESGO	DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA
No se realiza el mantenimiento periódico adecuadamente a las maquinas o herramientas que componen la planta de tratamiento. Mal manejo de las maquinas o herramientas por los trabajadores. Por fenómenos naturales como deslizamientos de masas, sismos e incendios. Por la acción de sustancias corrosivas con la infraestructura. Por la vida útil de la infraestructura. Por la calidad de los materiales que conforman la infraestructura.	El deterioro de la infraestructura de la planta de tratamiento del algodonal o algunos de sus sistemas o procesos de potabilización de agua, como (captación, canal de aducción, desarenador, estación de bombeo, cámara de quietamiento, canaleta parshall, coagulación, canal de aproximación, floculación, sedimentación, filtración, cloración, control de calidad, sistema de distribución). Los cuales son fundamentales para el abastecimiento de agua potable.	Debido a las fallas y daños presentados en la infraestructura de la planta de tratamiento el algodonal, se generaría la interrupción en el suministro de agua potable ya que todos los sistemas o procesos son fundamentales para el desarrollo de la potabilización del agua que abastecen a la población ocañera.	Interrupción en la continuidad y en el suministro del servicio de agua potable a los usuarios de la empresa de servicios públicos ESPO S.A “E.S.P” que son abastecidos por la fuente hídrica el algodonal.

Fuente: (ESPO, Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, 2017)

Sistema de distribución. El sistema de acueducto de la ciudad está constituido por la infraestructura necesaria para el abastecimiento de agua cruda y tratamiento de agua potable y por las redes matrices y secundarias para la distribución de la misma en todo el territorio. El sistema se encuentra constituido por: f La Planta de Tratamiento El Llanito f La Planta de

Tratamiento El Algodonal *f* La Planta de Tratamiento ADAMIUAIN *f* Los Tanques alternos de Cerro de los Muertos, Buenavista, Llanito, Simón Bolívar, Cristo Rey, ADAMIUAIN y el tanque del acueducto ASOUAIN.(PBOT, 2002)

### **3.1.3 Mantenimiento en la planta de tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña. Alta turbiedad del agua captada.**

Se lavan cada filtro utilizado.

Esporádicamente se chequea la turbiedad del agua afluyente.

Se forma floc blando que se rompe dentro del lecho por deficientes procesos de coagulación-floculación.

Deficiente funcionamiento del sistema de válvulas de control. Se realiza mantenimiento al mecanismo que conforma la estructura de la válvula.

Se cambian las válvulas cuando cumplen vida útil.

Se presentan burbujas de aire en material filtrante.

Esta situación se presenta por deficiencia en la carrera de filtración o por mantener parado el filtro sin capa de agua sobre el lecho, frente a lo cual se interrumpe la filtración cerrando la válvula de agua por unos minutos, permitiendo que el aire acumulado salga.

Pérdida o desacomodamiento del material filtrante. Lo cual se evidencia por las fallas en la grava de soporte de la arena, debido a flujo turbulento a la entrada.

A veces se abre muy rápido la válvula de lavado, lo cual no permite la distribución uniforme del caudal e incide en turbulencia que desordena el lecho, así como la limpieza de los granos.

En ocasiones no se dispone de suficiente agua para lavado, lo que exige parar los filtros hasta solucionar el impase.

En cuanto a monitoreo los inspectores de turno verifican el sistema de filtración (caja de filtración y canaletas, válvulas, reglas de medición y demás)

La medición de lecho se realiza artesanalmente, lo que no permite verificar las pérdidas de material.

No siempre se verifica la normalidad de la filtración, lo que puede afectar la calidad del agua (turbiedad, magnitud de flocs), nivel de agua en filtros y rata de filtración en cada unidad.

A veces se verifica la velocidad de ascenso del agua, expansión de material filtrante, tiempo de lavado de acuerdo con turbiedad del agua.

Se realiza adecuada desinfección (cloración)

Ocasionalmente se presente escape excesivo de cloro.

Se realiza adecuado almacenamiento de agua.

Se inspecciona que no haya presencia de materiales extraños, de lodo y que no haya fuga por muros o placas de fondo.

Se verifica el adecuado estado de los macro medidores de salida, así como el nivel y volumen de agua almacenada.

Como eventualidad se da traba de válvulas de control de salida del agua.

Cada día se mide la altura del agua mediante regla, así como volumen de agua suministrado a cada red, aunque a veces se mide el total de agua potabilizada y entregada a cada red.

En la canaleta de entrada a la planta se dosifican: Sulfato de Aluminio tipo B, hipoclorito de calcio y Cal.

Turbulencias en las cámaras de floculación que indican posibles conexiones entre ellas.

La cámara anterior al sedimentador no cumple una función dentro del tratamiento y puede generar rompimiento de los flocs.

No se monitorea constantemente el caudal a la entrada y salida de la planta de tratamiento de agua potable.

No se observa la formación de flocs durante el tratamiento.

**3.1.4 Alternativas de optimización a las funciones de captación, tratamiento y mantenimiento de la Planta de Tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.** Teniendo en cuenta las diferentes etapas de tratamiento del agua, las recomendaciones apuntan a incrementar la eficiencia en las mismas.

Inspección de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

Aspectos operativos. Mantener los dosificadores limpios, evitando que se taponen por el coagulante.

Las unidades de filtración adicionales no se encuentran en funcionamiento.

Partiendo de la revisión bibliográfica, las pruebas hidráulicas, fisicoquímicas y microbiológicas realizadas, se han identificado como principales aspectos a modificar:

**Cloración:** Para determinar la concentración óptima a aplicar al agua de desinfectante deberealizarel procedimiento de determinación de cloro residual con una frecuencia de dos a tres semanas.

**Normas y Manuales de Operación.**Estos dependen del sistema y tecnología que se esté operando y de la empresa a la cual se está trabajando.

Los manuales permiten ejercer eficientemente el trabajo del operador, pero no limitan las labores alternas o complementarias que se puedan ejecutar para el buen funcionamiento del sistema.

**Registros de Operación.** Es de primordial importancia que la empresa disponga de registros de operación, a fin de poder tomar decisiones al respecto; por tal motivo es importante un orden y diligenciamiento adecuado, diligenciando todo el formato con letra legible y anotando las observaciones pertinentes con su respectiva firma.

**Registros de operación.**Los diversos registros a que se ha hecho referencia, serán material de interpretación y comentarios como ya se dijo: una vez hayan sido utilizados, se archivarán de manera tal que permitan una rápida consulta y comparación entre registros correspondientes a períodos consecutivos.

Como al cabo de un año, un mes, etc., de acuerdo con la frecuencia de los reportes, el volumen de papelería será bastante grande, es indispensable diseñar cuadros resumen de promedios, máximos para el período que se considere adecuado, de manera que al comienzo del nuevo período se disponga de los cuadros o gráficos resumen de la operación de los sistemas.

**Mantenimiento.** Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones o equipos, para la prevención de daños, o para la reparación de los mismos, cuando estos ya hubieran producido, a fin de conseguir el buen funcionamiento de un sistema. (SENA, sin año)

**Mantenimiento Preventivo.** El mantenimiento preventivo involucra un conjunto de actividades encaminadas a la planificación y ejecución de las acciones de mantenimiento, antes de que se produzcan los daños.(SENA, sin año)

Actividades en el Mantenimiento Preventivo

Clasificación de las instalaciones y equipos en grupos.

Identificación individual de cada una de las normas del mantenimiento preventivo para cada equipo.

Elaboración del plan de mantenimiento preventivo de acuerdo con los manuales de mantenimiento.

Conformación de archivos técnicos de mantenimiento.

Adquisición de repuestos para reparaciones.

Ejecución de los programas diseñados.

**Mantenimiento Correctivo.** El mantenimiento correctivo consiste en la operación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones y equipos.

En razón a la naturaleza tan variada de los daños y la acción inesperada de los mismos, este tipo de mantenimiento no puede programarse, por lo tanto es necesario disponer de los elementos humanos y físicos requeridos para atender cualquier situación de emergencia.

**Mantenimiento Predictivo.** Es importante aplicar también el concepto de mantenimiento predictivo, que está relacionado con la anticipación para la toma de decisiones sobre la vida útil de los equipos. (SENA, sin año)



## Capítulo 4. Diagnóstico final

Los niveles de calidad de agua entregada a los usuarios se miden en el laboratorio de aguas de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña "E.S.P.", el cual está debidamente autorizado por el Instituto Nacional de Salud (programa PICCAP) y por el seguimiento del IDS Norte de Santander, entidad que otorga la Certificación de Calidad de Agua para Consumo Humano. Los reportes anuales indican que la ESPO S.A. cumple con las normas de calidad establecidas en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de junio de 2007 (Ministerio de Protección Social).

El servicio de acueducto prestado por la ESPO, se efectúa a través de la captación, aducción, potabilización, conducción y distribución, así como el mantenimiento y reposición de las redes existentes.(ACTIWEBESPO, 2017)

Una vez realizada la pasantía es posible indicar que el autor del presente informe final ha aportado a los anteriores índices de calidad, debido a que con la función de seguimiento de captación, tratamiento y mantenimiento general de la planta de tratamiento de agua potable El Algodonal se ha diagnosticado la situación actual.

Se describe la fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. El Algodonal, se mencionan las variables incidentes en el tratamiento del agua de la planta de tratamiento El Algodonal, seguimiento a la etapa de mantenimiento en la planta de tratamiento, propuesta de alternativas de optimización, de acuerdo a cada una de las fases mencionadas

anteriormente basado en los esquemas de planimetría y altimetría de las estructuras hidráulicas de la planta de Tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña.

## Capítulo 5. Conclusiones

La pasantía desarrollada en el Área Físico operativa, Planta de Tratamiento El Algodonal de la ESPO S.A. describe la fase de captación en la planta de tratamiento de la ESPO S.A. El Algodonal, así como los variables incidentes en el tratamiento del agua de la planta de tratamiento El Algodonal, seguimiento a la etapa de mantenimiento en la planta de tratamiento El Algodonal, Empresa de Servicios Públicos Ocaña, propone alternativas de optimización a la planimetría y esquemas de altimetría y estructuras hidráulicas de la planta.

El sistema de mantenimiento debe apoyarse en la elaboración de inventario técnico, programa de mantenimiento preventivo, procedimientos de ejecución de mantenimiento y establecimiento de frecuencias, mantenimiento preventivo de dosificadores, unidades eléctricas, clorador, tanques de concreto y válvulas de control.

## **Capítulo 6. Recomendaciones**

Realizar capacitaciones a operarios para que pueda llevar un control de la calidad de agua captada y tratada.

Ofrecer equipos de protección personal a operarios de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal.

Realizar un mantenimiento exhaustivo de las unidades de la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Algodonal.

Realizar un plan de prevención y contingencia por eventualidades climáticas.

Debido a que la infraestructura de la planta de tratamiento El Algodonal fue diseñada para larga duración se recomienda realizar mantenimientos a dichas estructuras, ya que se encontraron fisuras.

## Referencias

- Actiwebespo. (05 de 02 de 2017). *Actiwebespo*. Obtenido de actiwebespo:  
<http://www.actiweb.es/espo/servicios.html>
- Aguasistec. (24 de enero de 2017). *Aguasistec*. Obtenido de Aguasistec:  
<http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>
- Álvarez Zúñiga, E. E. (2014). *Actualización Del Catastro De La Red De Acueducto Del Municipio De Ocaña (Norte De Santander)*. Ocaña: Ufpso.
- Elías Nader, J. R. (11 de julio de 1994). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752>
- Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, E. (22 de enero de 2017). Obtenido de ESPO : <http://laespo.com/alcantarillado/>
- Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, E. (2017). *Descripción De Los Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable De La Empresa De Servicios Públicos De Ocaña (ESPO S.A.)*. Ocaña: ESPO.
- ESPO. (23 de 01 de 2017). *Empresa de Servicios Públicos de Ocaña*. Obtenido de Empresa de Servicios Públicos de Ocaña: <http://laespo.com/mision-y-vision/>
- ESPO. (19 de 01 de 2017). *laespo.com*. Obtenido de ESPO S.A.: <http://laespo.com/resena-historica/>
- Flórez Ovalle, G. P. (2015). *Elaboración De Un Plan De Contingencia Para El Relleno Sanitario Regional La Madera De La Empresa Espo S.A Del Municipio De Ocaña - Norte De Santander*. Ocaña: UFPS OCAÑA.
- Gaviria Trujillo, C. (22 de diciembre de 1993). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Lopez Michelsen, A. (18 de diciembre de 1974). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551>
- Narváez Osorio, J. D. (2002). *Diagnóstico de la vulnerabilidad*. Santa Rosa de Cabal: Empocabal ESP.
- Pastrana, B. M. (1971). Código de Comercio. En C. d. Comercio, *Código de Comercio* (págs. Art. 373-444). Santafé de Bogotá: Diario Oficial 33.339 de junio 16 de 1971.
- PBOT, O. (sin día de Sin mes de 2002). *Municipio de Ocaña*. Obtenido de Municipio de Ocaña: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/O/ocana\\_norte\\_de\\_santander\\_pbot\\_2002/ocana\\_norte\\_de\\_santander\\_pbot\\_2002.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/O/ocana_norte_de_santander_pbot_2002/ocana_norte_de_santander_pbot_2002.asp)

S.A., E. d.-E. (2017). *Descripción de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la empresa de servicios públicos de ocaña (espo s.a.)*. Ocaña: ESPO.

Santos Calderón, J. M. (25 de octubre de 2010). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40620>

SENA. (sin día de sin mes de sin año). *SENA*. Obtenido de SENA: [http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MD-0024/MD-0024\\_CAPITULO%206.pdf](http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MD-0024/MD-0024_CAPITULO%206.pdf)

UNAD. (sin día de sin mes de 2009). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358022/contenidoLinea/leccin\\_21\\_sistemas\\_de\\_potabilizacin.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358022/contenidoLinea/leccin_21_sistemas_de_potabilizacin.html)

## Apéndices



Apéndice A. Evidencias fotográficas y de registros

Planta de tratamiento Algodonal –ESPO S.A.



Motobomba ubicada en la planta de baja cabeza, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

The image shows a 'Registro 1 General de purificación' (General Purification Register) for the month of September 2016. The document is a detailed table with multiple columns for recording water purification data, including flow rates, chemical dosages, and treatment stages. The header includes the logo of the 'FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO' and the title 'REGISTRO GENERAL DE PURIFICACIÓN'. The date 'Septiembre 2016' is prominently displayed in the center. The table contains numerous rows of data, with some handwritten entries and a signature at the bottom right.

### Registro 1 General de purificación

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

The image shows a handwritten record book for water purification. The title is 'PLANTA AGUAS CÁLIDAS' and the date is 'SEPTIEMBRE 2016'. The table has several columns, including 'CANTIDAD DE AGUA TRATADA', 'CANTIDAD DE AGUA PURIFICADA', and 'CANTIDAD DE AGUA RECHAZADA'. The data is handwritten for each day of the month. At the bottom, there are summary boxes for 'TOTAL' and 'PROMEDIO'.

Fecha	Cantidad de agua tratada (m <sup>3</sup> )	Cantidad de agua purificada (m <sup>3</sup> )	Cantidad de agua rechazada (m <sup>3</sup> )
01	122	100	22
02	125	105	20
03	130	110	20
04	135	115	20
05	140	120	20
06	145	125	20
07	150	130	20
08	155	135	20
09	160	140	20
10	165	145	20
11	170	150	20
12	175	155	20
13	180	160	20
14	185	165	20
15	190	170	20
16	195	175	20
17	200	180	20
18	205	185	20
19	210	190	20
20	215	195	20
21	220	200	20
22	225	205	20
23	230	210	20
24	235	215	20
25	240	220	20
26	245	225	20
27	250	230	20
28	255	235	20
29	260	240	20
30	265	245	20
31	270	250	20

Summary boxes at the bottom:

TOTAL	700	600	100
PROMEDIO	22.6	19.4	3.2

Registro 1 General de purificación

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

10-08-16	8:00AM	Entrego turno con la st. novedad - se le cambio cordón plomado a los bombas 4 y 5 b.c	<i>[Signature]</i>
10-08-16	6:00 pm	Entrego turno con la sig. novedad Se lava y se geoma Flocculador Sedimentador y Filtro #2 Se hizo asco Se mandaron 100 pags vacias para el R.S con sesos toro	<i>[Signature]</i>
11-08-16	8:00pm	Entrego turno sin novedades	<i>[Signature]</i>
11-08-16	6:00pm	Entrego turno con la St. novedad El eng. Jhon Lizarrato vino a parar en fundación el motor #2 b.c y no pudo, reviso amarrador y este normal, hacen los cambios normales pero el motor nada de nada. - Se limpiaron armatillas 2 uel / muelin hojas - Se le entregaron 22 pags de sulfato a Luis Toro para Rio de Oro q estaban en calidad de préstamo.	<i>[Signature]</i>
12-08-16	8:30	Entrego turno con la sig. novedad la Mot # 4 de B.C. presenta ruido estar pendiente	
12-08-16	6:00pm	Entrego turno con la novedad anterior - Se Empezaron a padar limoncillos - Se recogio la padada - Se hizo asco - Se suspendio una Mot. de AC. a las 4:00 pm. por alta turbiedad	<i>[Signature]</i>
13-08-16	8:00AM	Entrego turno con la St. Novedad - se suspendio todo el servicio a 6:30 pm hasta las 10:00 pm por Alta turbiedad	<i>[Signature]</i>
13-08-16	6:00 pm	Se gastaron 2 pags de cal selo 51	
14-08-16	8:00AM	Entrego turno sin novedades - Se gastaron 4 pags de cal selo 47	<i>[Signature]</i>

### Control de mantenimiento

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, Weslly Donay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



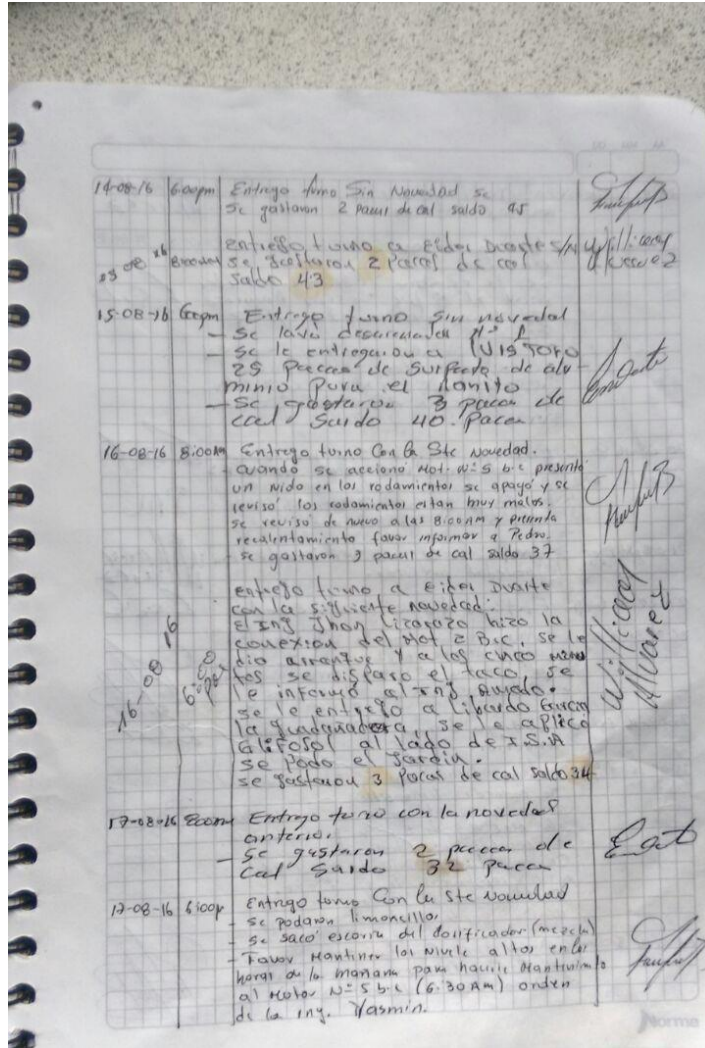


24-08-16	6:00pm	Se hizo OSCE Se padaron limoncillos.	E. S. C.
25-08-16	6:00pm	Entrego turno con la Ste novedad. en visita realizada por el Ing. Electrico Eduardo Angarita reviso Motor N° 2 B.C. y dijo que el problema era el Temporizador (Pulsor) de mando q' estaba saliendo. a esta visita tambien estubo presente los Ings Amador Pajillo y Orlando Lopez. se le informo a Kamra de la falta del cilindro de cloro de 68kg. y dijo q' no se habia podido le informo al Ing. Yamin sobre el cilindro pero no se pudo solucionar. a horas mas tarde se acabo el cloro (11:30AM) se procedio a sacar el agua N° 48462 y se ingreso el 21711 se instaló a las 12:40pm con el clorador. Previamente q' se encontraba en el llanto se le informo al Ing. sobre el clorador y se retiro el Sonix 100 para hacer mantenimiento se recibio un cilindro de cloro de 90kg. serie 34896 en un Camion 600 estaba muy alto se colocaron 2 llantas para amortiguar el golpe y así evitar un problema de fuga. se le informo del problema de bomba n.º y B.C. se leavo desahucados N.º 2 se entrega 1/2 viaje de Agua Cinda	E. S. C.
26-08-16	8:00am	Entrego turno con la novedad anterior.	E. S. C.
26-08-16	6:00pm	Se padaron limoncillos Se Regula Valvula de la MAT # B.C. Caudal subio 255 litros	E. S. C.
27-08-16	8:00am	Entrego turno con la novedad anterior.	E. S. C.
27-08-16	6:00pm	Entrego turno con la Ste novedad. se recibieron 80 pesos de cal saldo 112	E. S. C.
28-08-16	8:00am	Entrego turno con la siguiente novedad la humera del inyector esta partida y hay escape de cloro.	E. S. C.
28-08-16	6:00pm	Se arreglo la tubería del inyector por parte de Yerry se gasto 1 de cal saldo 111	E. S. C.
29-08-16	8:00am	Entrego turno sin novedad	E. S. C.

### Control de mantenimiento

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,

UFPS Ocaña. (2017).



Control de mantenimiento

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,

UFPS Ocaña. (2017).

09-08-16	6:00 pm	Se le entrego a Edgar Manzano un cilindro vacio de Ton Sini 48463 Se hizo asco Se lavó desarmador # 1	RAL
20-08-16	6:00 pm	Entrego turno sin novedad Se pedaron limoncillos al lado de ISA Se recibió los guardadores a Eduardo Sotelo Se le entrego el clorador Alkides Garcia Se pedaron limoncillos Se hizo asco	Eduardo Sotelo LEONARDO SOTO
31-08-16	9:40 pm	Se le entrego al Sr. Jorge Armando Vergel de Unidad de Servicios Públicos de abrego 5. 17750 de tubo de 10" blanco. Orden de la Sra. Jasmin Vergel.	RAL
01-09-16	8:00 am	Entrego turno sin novedad	RAL
01-09-16	6:30 pm	Entrego turno a Leonar Soto Se lavó desarmador # 2 Se recibió cruta de funcionarios de gestión nueva	RAL
02-09-16	6:00 pm	Entrego turno sin novedad Se hizo asco. Se examinaron la podes los limoncillos al lado de CENS.	RAL
03-09-16	8:00 am	Entrego turno sin novedad	LEONARDO SOTO
03-09-16	6:00 pm	Se pedaron limoncillos Se gastaron 3 pces de cal saldo 108	RAL
04-09-16	8:00 am	Entrego turno sin novedad Se gaste 1 pces de cal saldo 107	RAL
05-09-16	6:00 pm	Entrego turno sin novedad Se lavó desarmador # 1 Se hizo asco Se pedaron limoncillos Los cantinistas de Esp. Vime con le metieron aire al cifer del bano pero no de trabajo	RAL

### Control de mantenimiento

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,

UFPS Ocaña. (2017).



14-08-16	6:00pm	Entrego turno Sin novedad se Se gastaron 2 parcel de cal saldo 45	Willy Donay
15-08-16	8:00am	Entrego turno a Eider Duarte S/A se gastaron 2 parcel de cal Saldo 43	Willy Donay
15-08-16	6:00pm	Entrego turno Sin novedad - Se lava desareador N° 1 - Se le entregaron a Luis Toro 25 pascas de Sulfato de alu- minio para el rancho - Se gastaron 3 pascas de cal Saldo 40. Pasca	Eider Duarte
16-08-16	8:00AM	Entrego turno Con la Ste novedad. - cuando se acciono Mot. N° 5 b.c. presento un ruido en los rodamientos se apago y se reviso los rodamientos estan muy malos. se reviso de nuevo a las 8:00AM y presenta recalentamiento favor informar a Pedro. se gastaron 3 parcel de cal saldo 37	Willy Donay
16-08-16	6:00pm	Entrego turno a Eider Duarte con la siguiente novedad. El Ing Jhon Lizasoza hizo la conexion del Mot 2 Bic. se le dio arranque y a las cinco horas los se disparo el taco, se le informo al Tnd Ayala. se le entrego a Ricardo Guara la Guandáchara, se le aplico Glifosol al lado de T.S.A se pado el jardin. se gastaron 3 parcel de cal saldo 34	Willy Donay
17-08-16	8:00am	Entrego turno con la novedad anterior. - Se gastaron 2 pascas de cal Saldo 32 pasca	Eider Duarte
17-08-16	6:00pm	Entrego turno con la Ste novedad - se podaron limoncillo. - se saco escoria del doctricador (mezcla) - Favor mantener los niveles altos en las horas de la mañana para hacer mantenimiento al Motor N° 5 b.c (6:30AM) orden de la Ing. Yasmín.	Willy Donay

## Control de mantenimiento

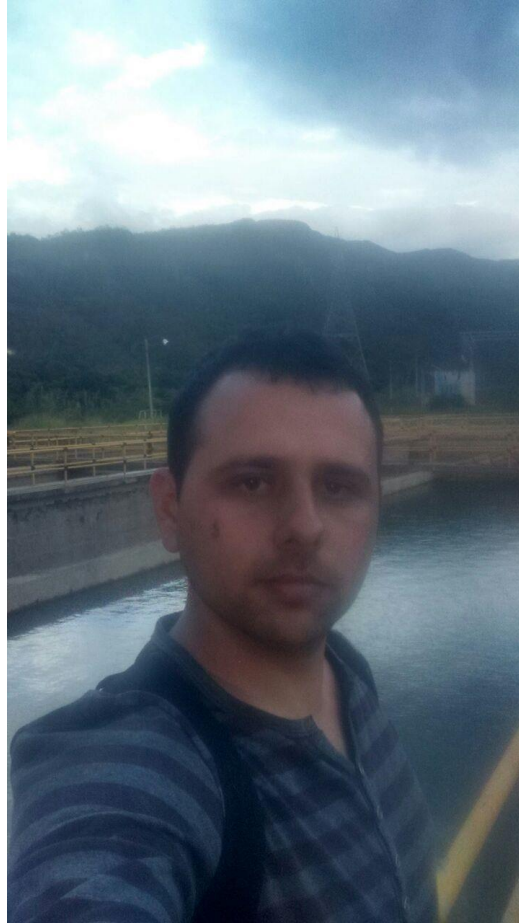
Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,

UFPS Ocaña. (2017).

		y revisión otras contratas arreglar el tubo de 2" de latón Ver las instalaciones le hicieron Husilla y le embolvieron Neumático	E. S. P.
06-09-16	6:00 pm	* Se hecho cuadradora con gasolina de william. * Se le entrego a Jesus toro caneca de Gasolina con orden para que la retire en la bomba * Se recibieron 381 pacas de sulfato de aluminio al señor Gustavo Angarita * Por recomendacion del ingeniero william no recibir sulfato en volquetas ya que atentan contra la integridad fisica de las personas que la descargan ya que se esta exigiendo tener encuenra los riegos laborales	
06-09-16	9:30pm	Se le recibió la gasolina a Jesus toro a caneca	E. S. P.
07-09-16	8:00am	Entrego toro sin novedad se le entregaron a Yelder Sanchez 75 pacas vacias	E. S. P.
07-09-16	6:00 pm	Se hizo ASOO Se podaron limoncillos	RAL

## Control de mantenimiento

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Autor del trabajo de grado

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Apéndice B. Proceso de mantenimiento de la planta de tratamiento de agua del algodonal.



Bocatoma, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Canal de derivación, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica canal de derivación, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Canal de aducción, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Desarenadores, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 1 operario manipulando las compuertas que comunican el canal de aducción con los desarenadores, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 2 Compuertas que comunican el canal de aducción con los desarenadores,  
ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,  
UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 3 Operario manipulando la compuerta de desagüe, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 4 desagües, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 5 desagües, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 5 Bafle, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 7 operario realizando mantenimiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 8 operario realizando mantenimiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 9 Tanques después del mantenimiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 10 Tanques listos para empezar a operar, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 11 Bafle con orificios lavado, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 12 Apertura de compuerta, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 13 Tanque empezando a operar, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Estación de bombeo de baja cabeza, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 1 Tubería de succión de agua cruda, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 2 Filtros, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 3 Filtro, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 4 Motobombas y tubería ubicada en la estación de baja cabeza, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panoramica 5 informacion de las Motobombas, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Cámara de quietamiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Canaleta Parshall rejilla de seguridad, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 2 canaleta parshall, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Resalto hidráulico, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 1 Adición de sulfato de aluminio y cal, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Canal de aproximación

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



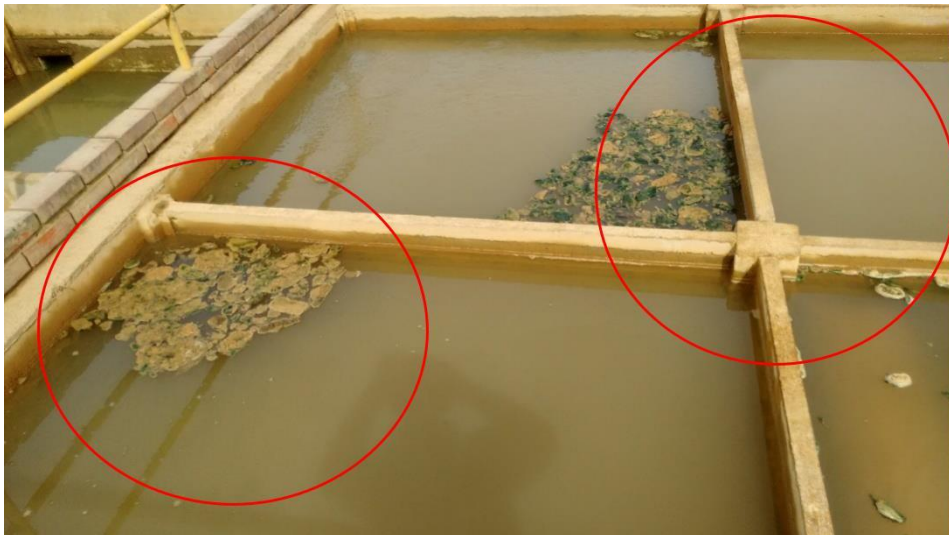
Canal de aproximacion, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Floculadores, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 1 Partículas aglutinadas, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 2 recorrido vertical saltos hidráulicos, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Sedimentadores, ESPO S.A.

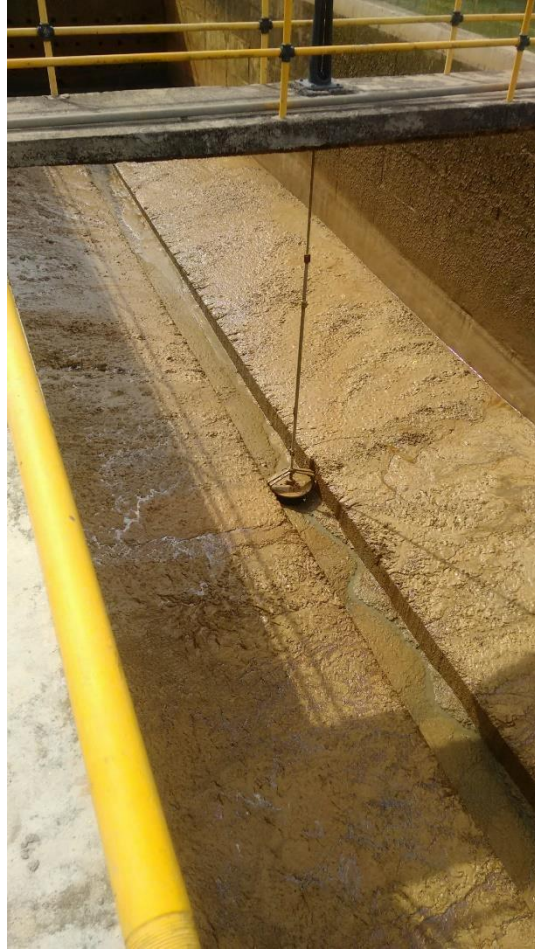
Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 1 Sedimentadores, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 3 Sedimentadores listo para realizar extracción de lodos, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 4 Sedimentadores extracción de lodos, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 5 Operario realizando mantenimiento a sedimentador, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 6 Operario realizando mantenimiento desde la parte superior, ESPO S.A.  
Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles,  
UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 7 escalones de acceso a sedimentador para mantenimiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 8 Operario dentro del Tanque sedimentador realizando lavado, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 9 Operario dentro del Tanque sedimentador realizando lavado, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 10 Sedimentador lavado, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 11 Sedimentador listo para comenzar a operar, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Filtros, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 1 filtros, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



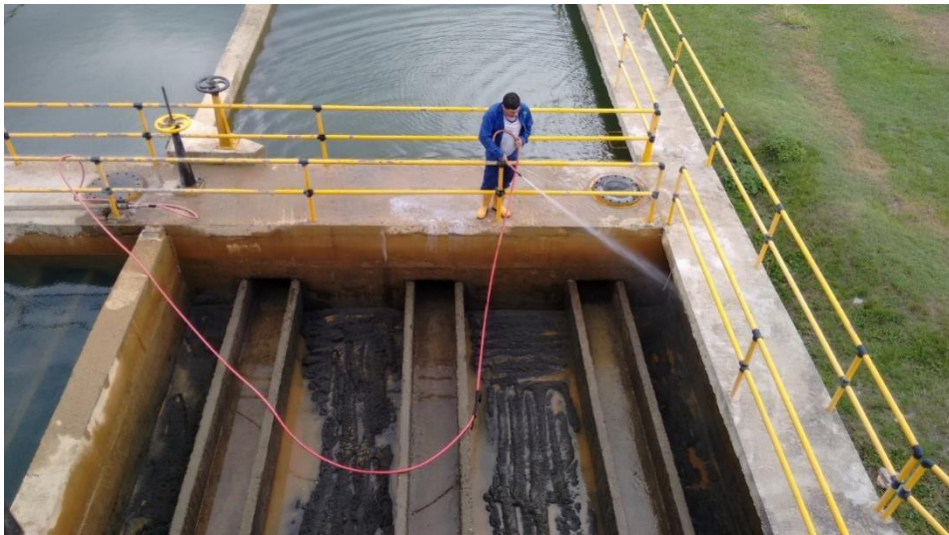
Panorámica 2 filtros sucios, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 3 filtros en mantenimiento, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 4 Operario realizando mantenimiento a los filtros, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).





Panorámica 5 mantenimiento terminado, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



Panorámica 6 filtro limpio, ESPO S.A.

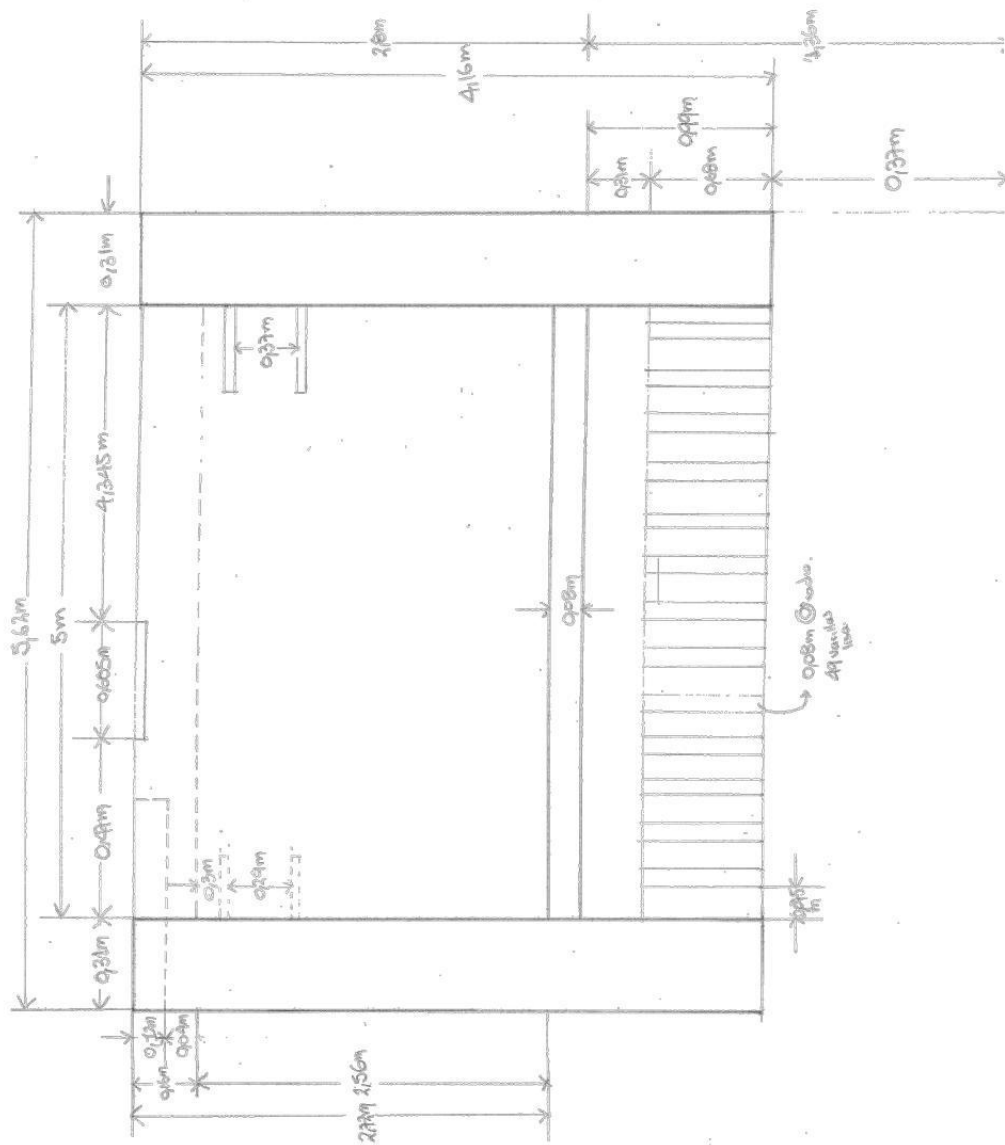
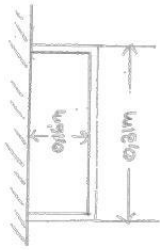
Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).



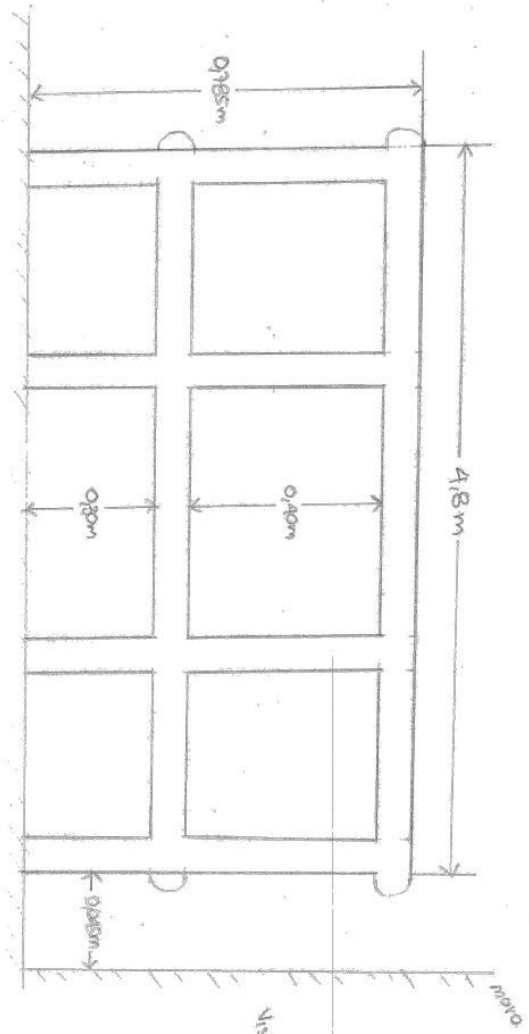
Tanque de cloro gaseoso, ESPO S.A.

Fuente: Toma fotográfica, Sánchez Pérez, WesllyDonay. Estudiante Tecnología Obras Civiles, UFPS Ocaña. (2017).

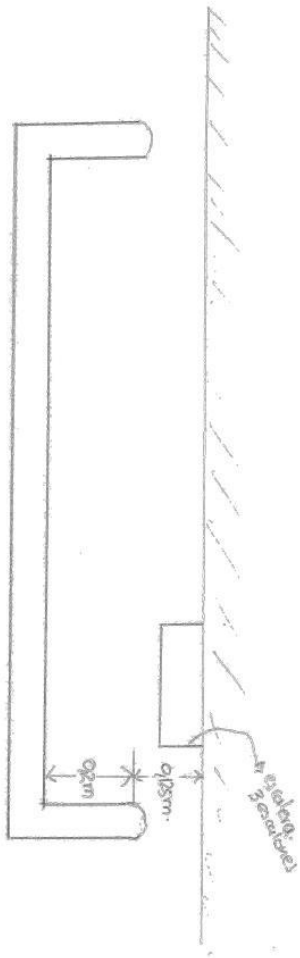
Apéndice c. Esquemas de planimetría y altimetría de las estructuras hidráulicas, que conforman la Planta de Tratamiento el Algodonal



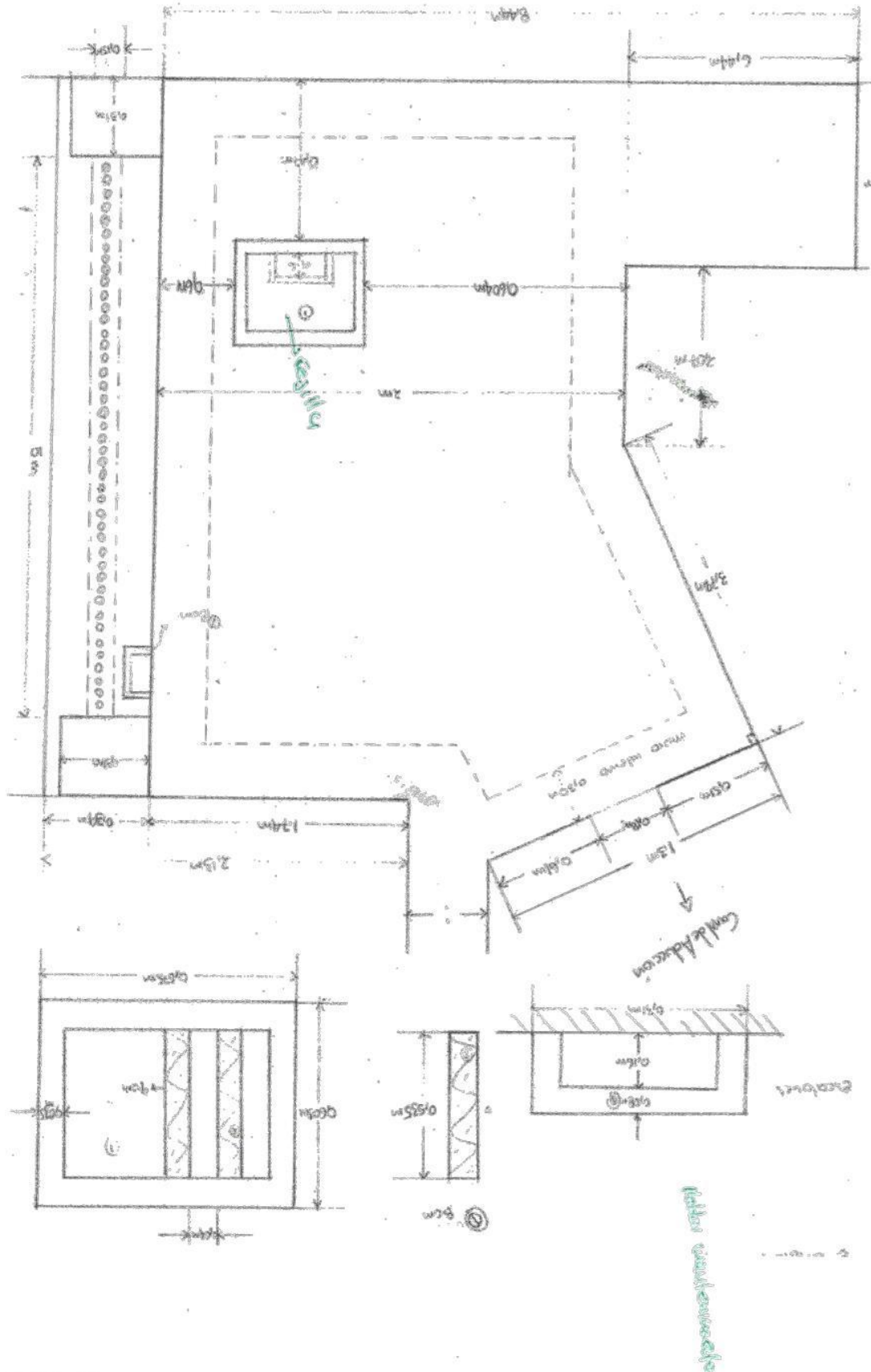
Distancia entre tonos verticales 1,53m.



Vista frontal.

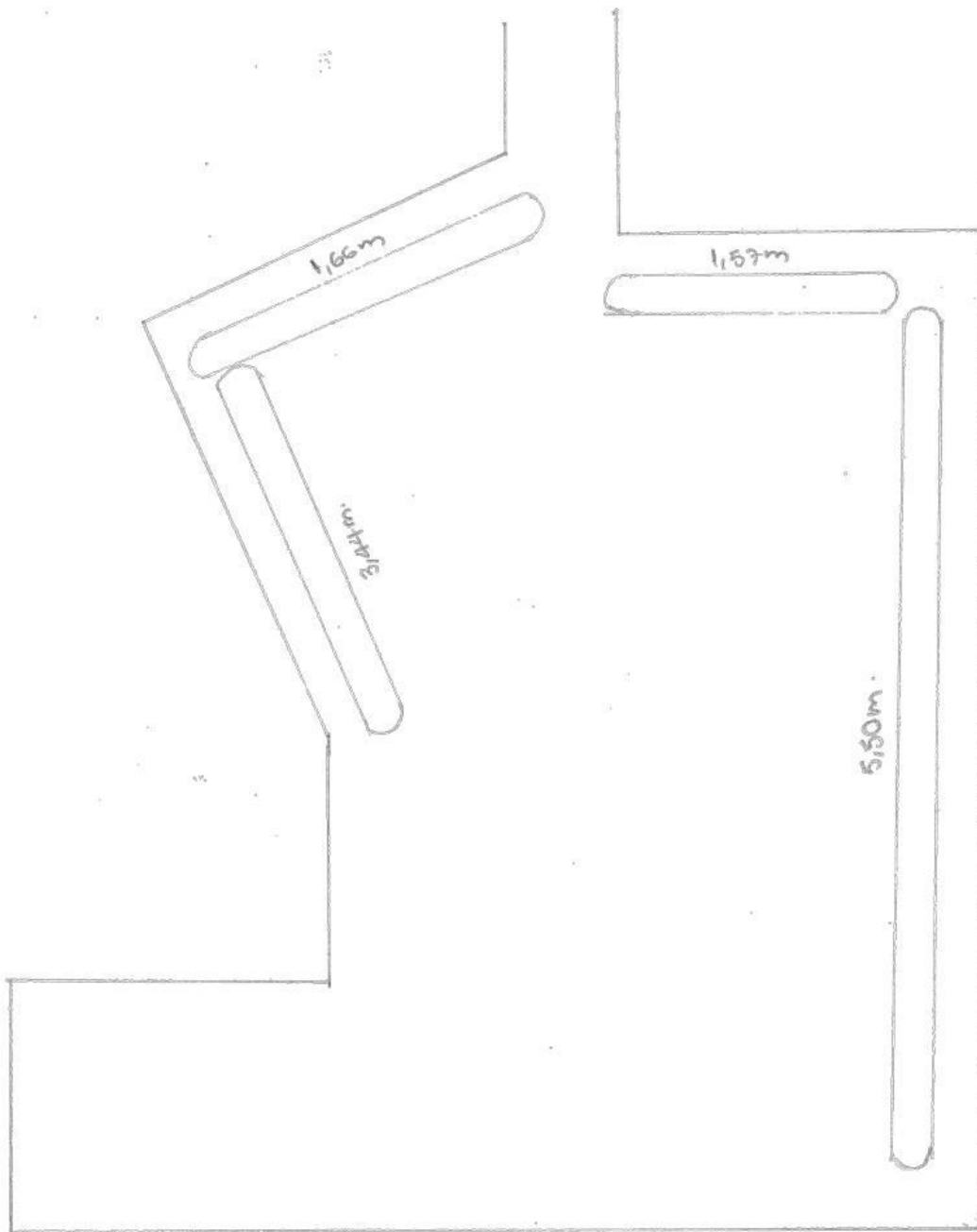


Vista en planta

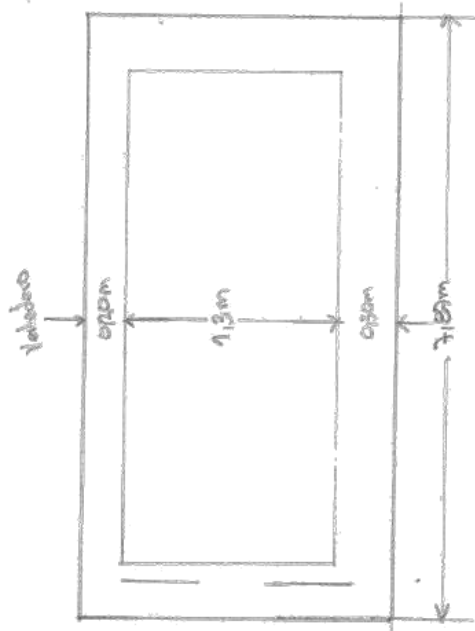




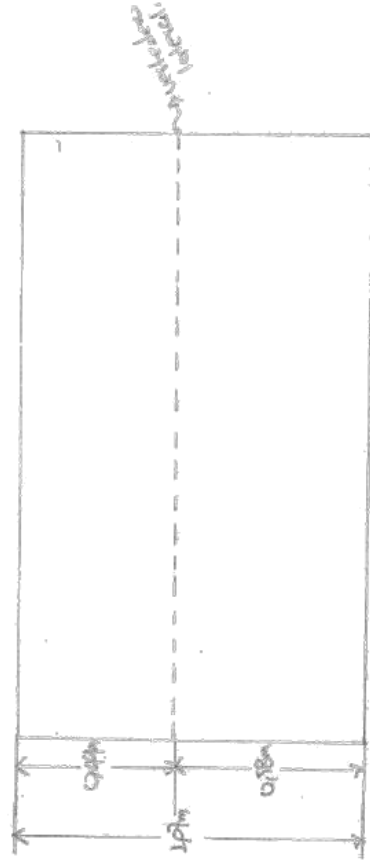
Varandas de Seguridad canal de derivacion altura 0,785m. distancia desde el Aso a el Primer tubo 0,30m y del 1er al 2do 0,40



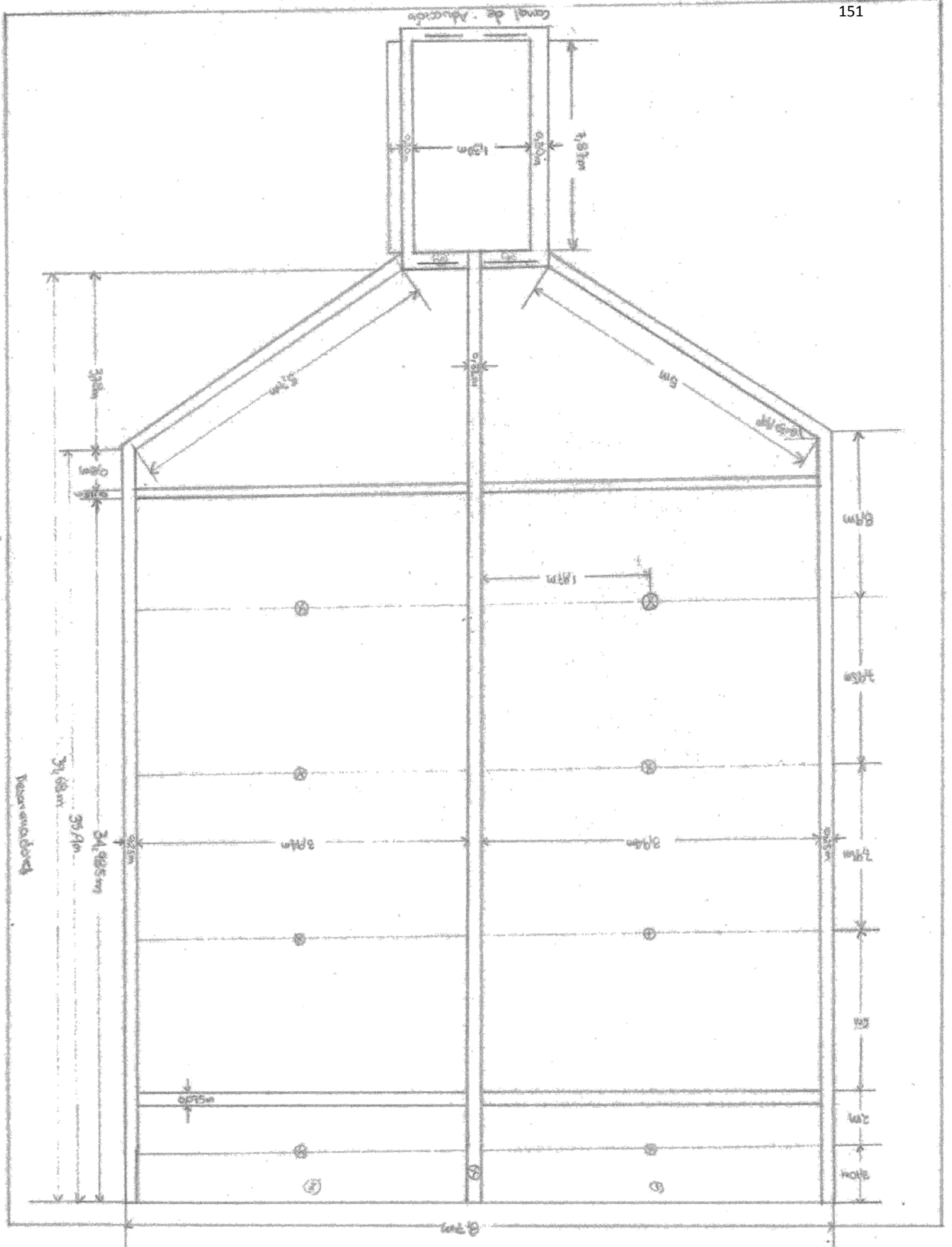
canal de aducción



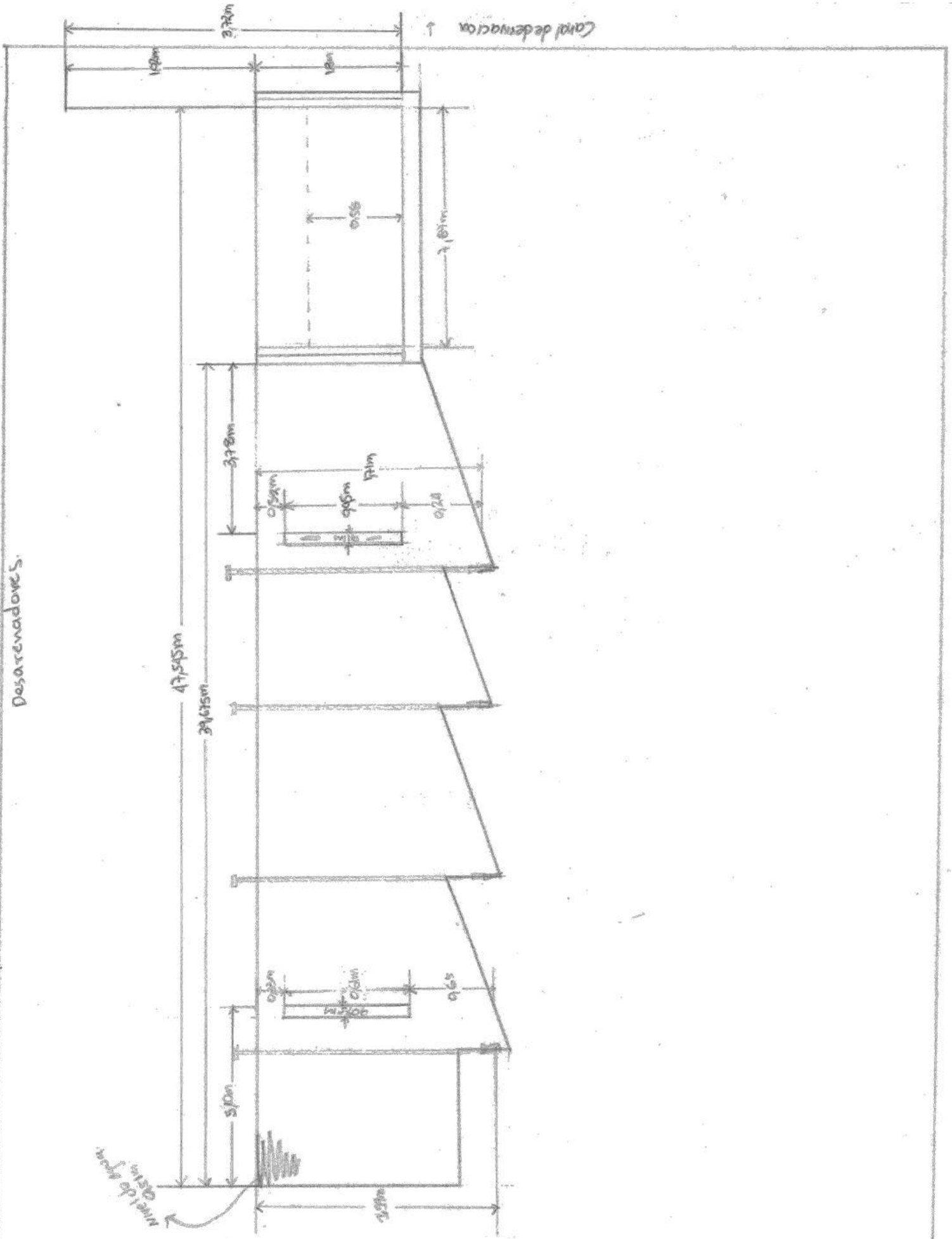
resaca en el canal



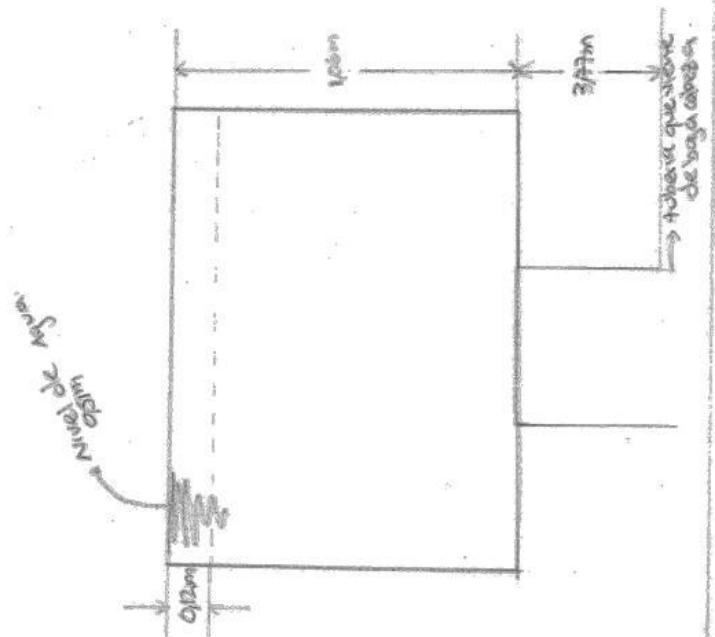
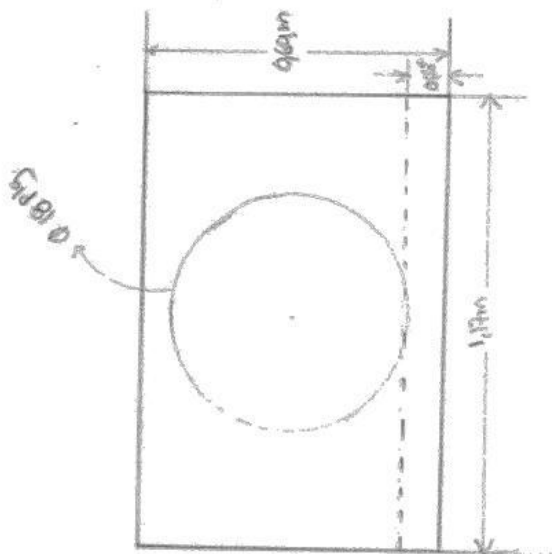
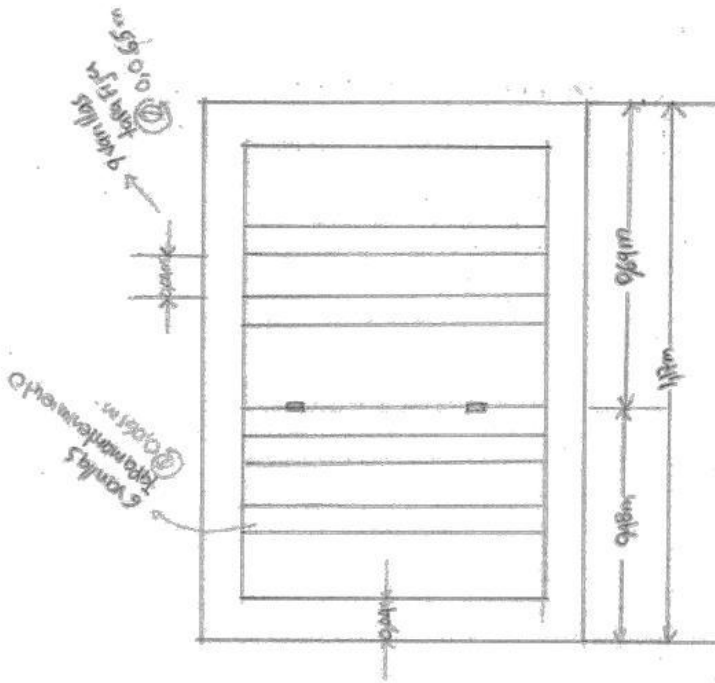
$$V = 5.93 \text{ m}^3$$



Desarenadores

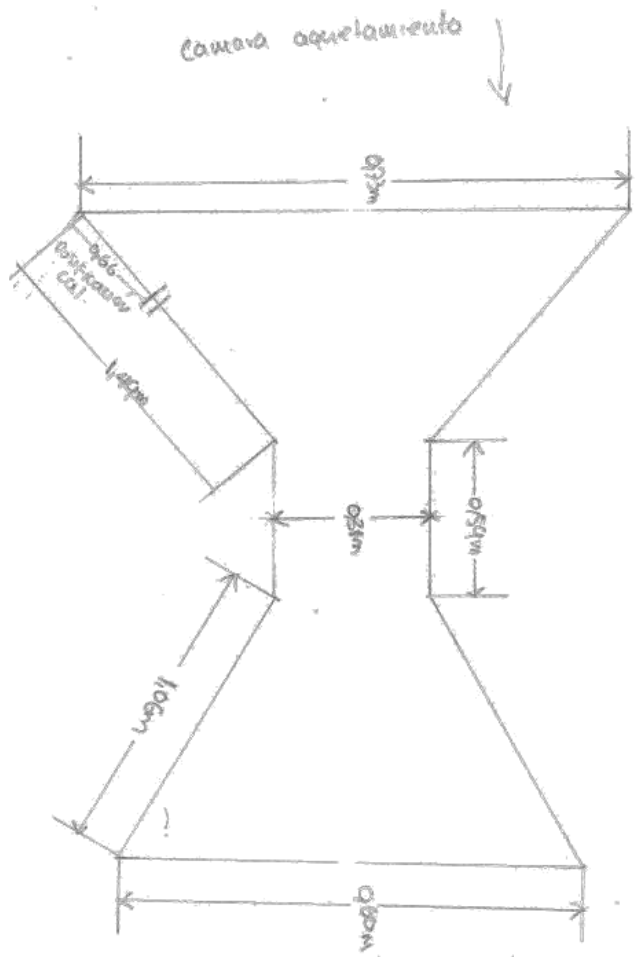






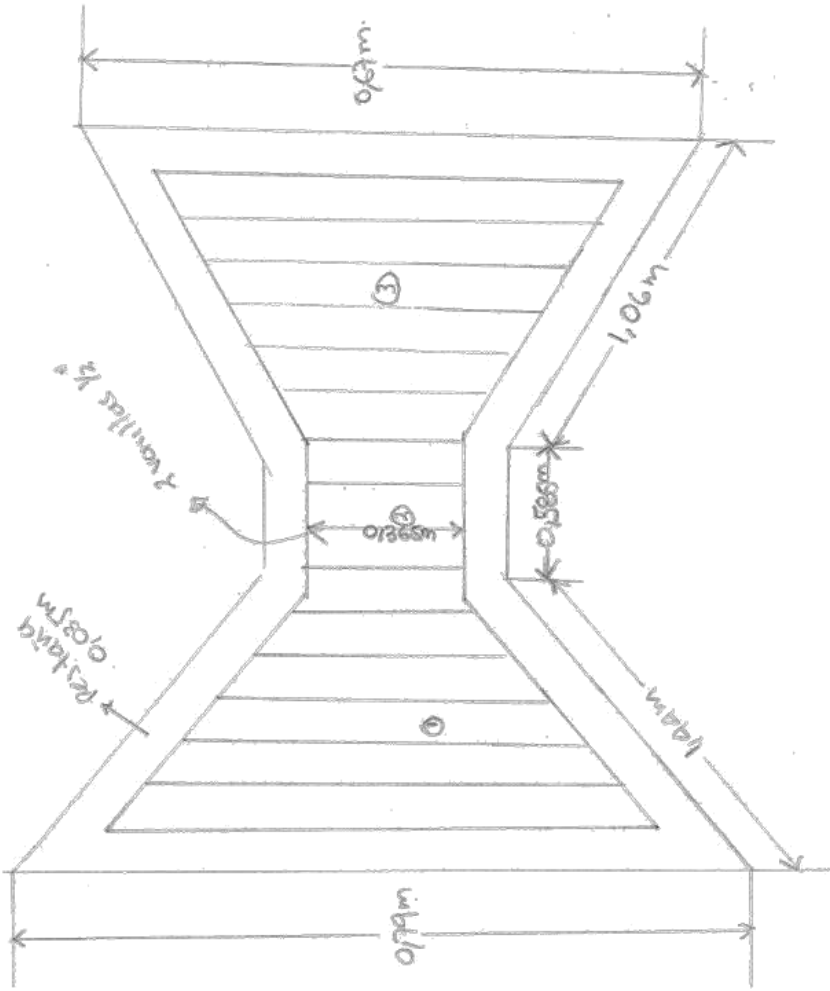


Cavalete Marshall

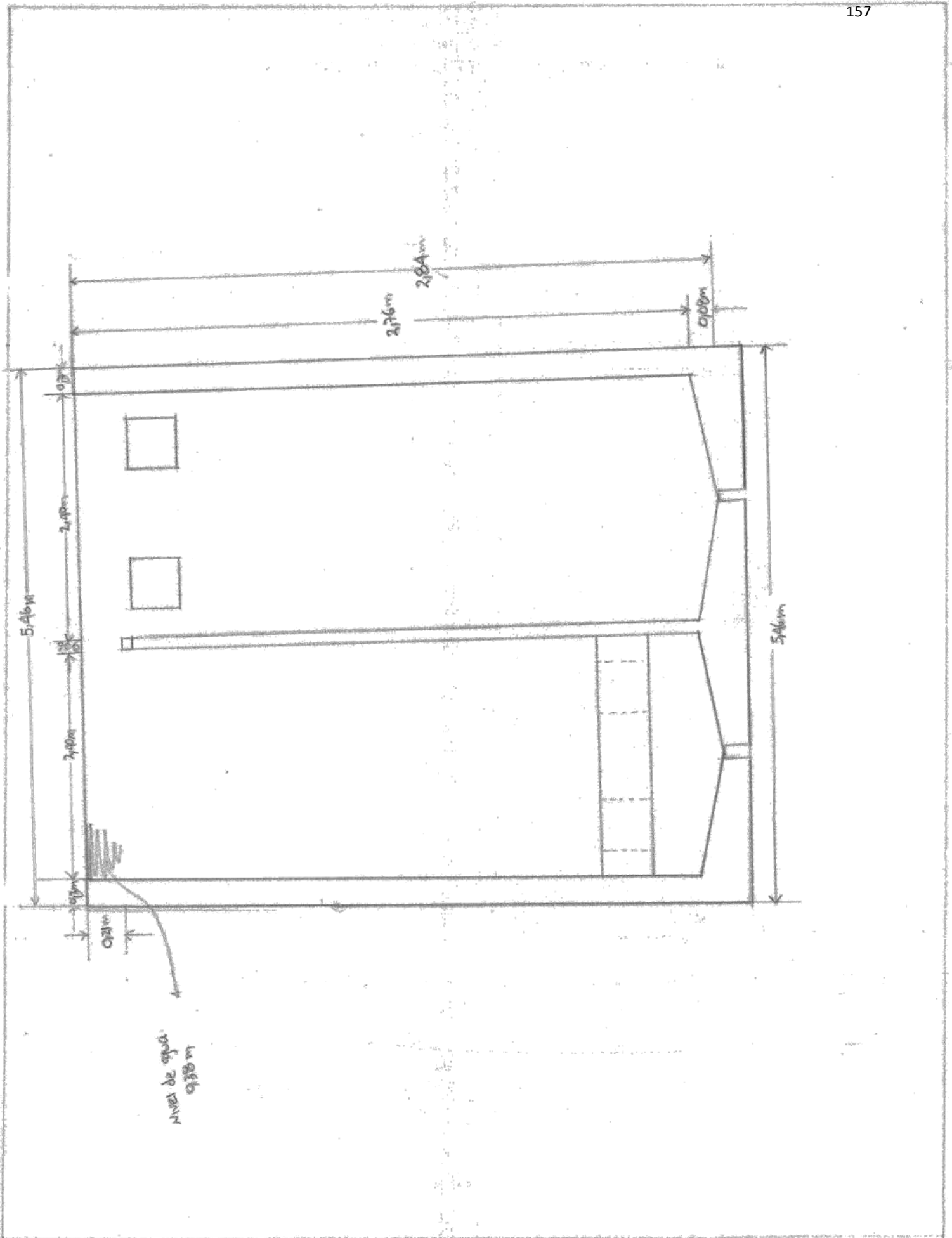


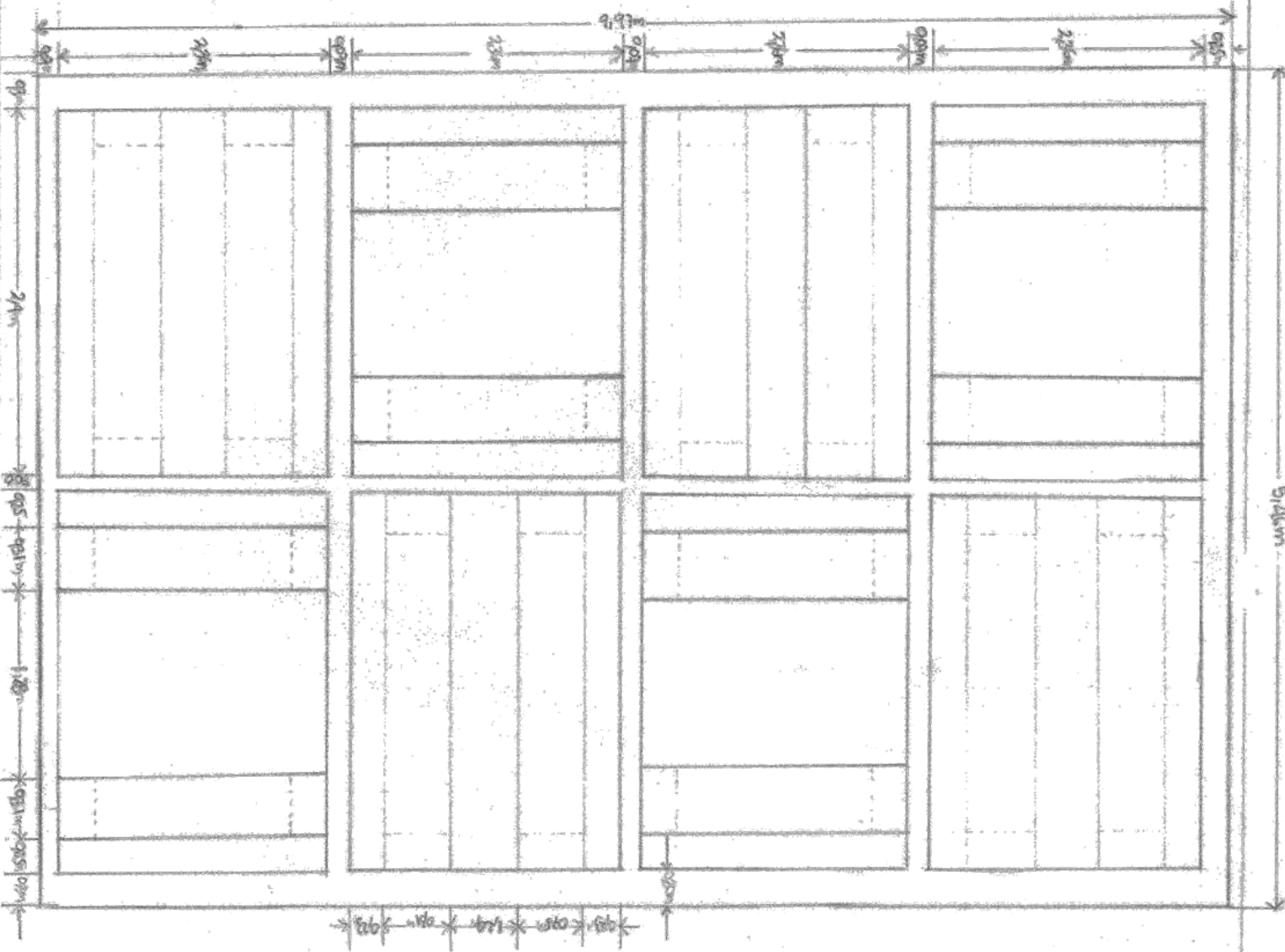
Desenho de  
Ed. V.S.A.





- ① 22 varillas } 1/2" longitud.
- ② 2 varillas } distancia entre
- ③ 19 varillas } varillas 0.04m.



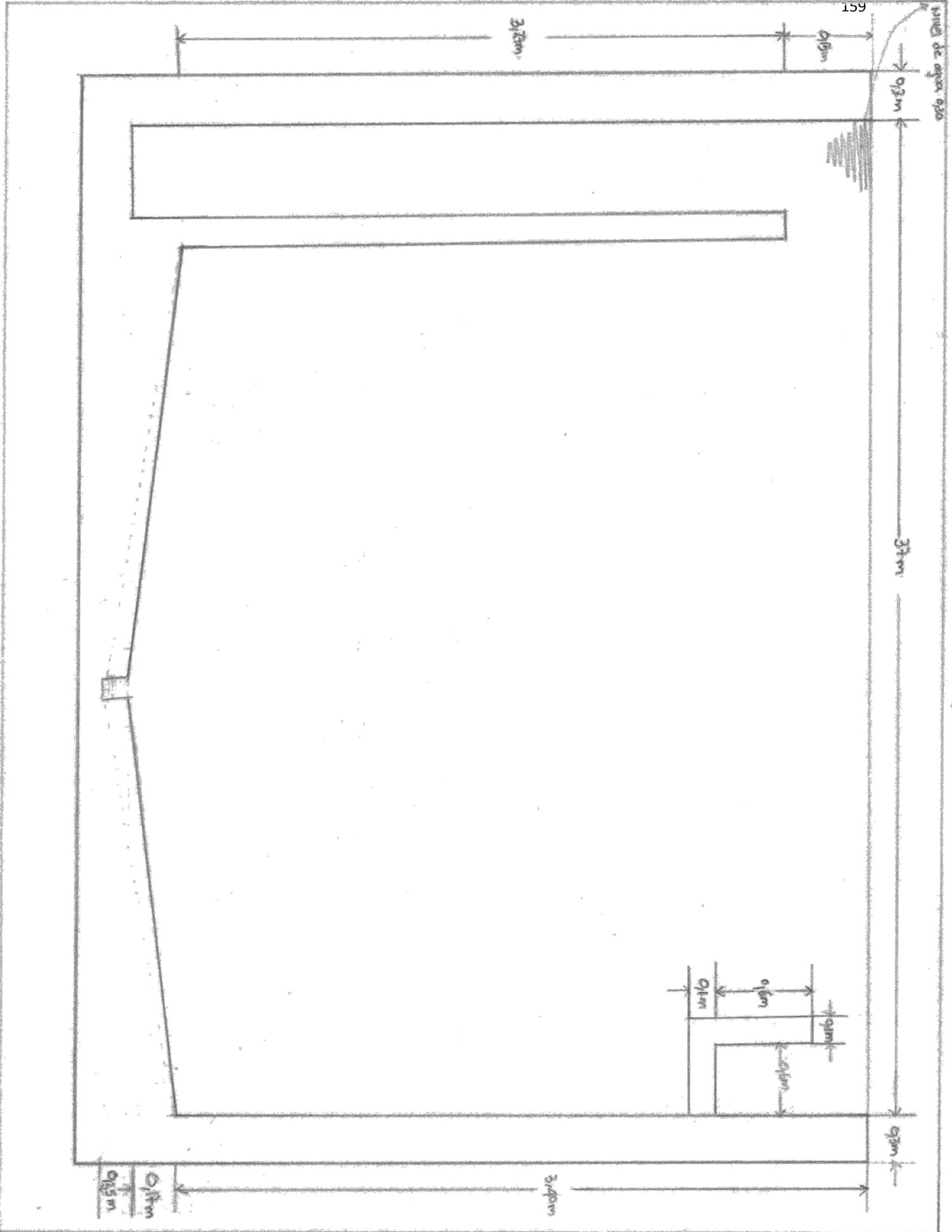


↑  
 tiempos de  
 simulación

Los tanques 1 y 2 tienen  
 dos computadores cada uno  
 y son de 0,50 decimo  
 y los tanques 3 y 4  
 0,70 decimo.

Fluctuadores

panjang dan lebar 0,20



3,10m

0,10m

0,20m

3,10m

0,10m

0,10m

0,10m

0,10m

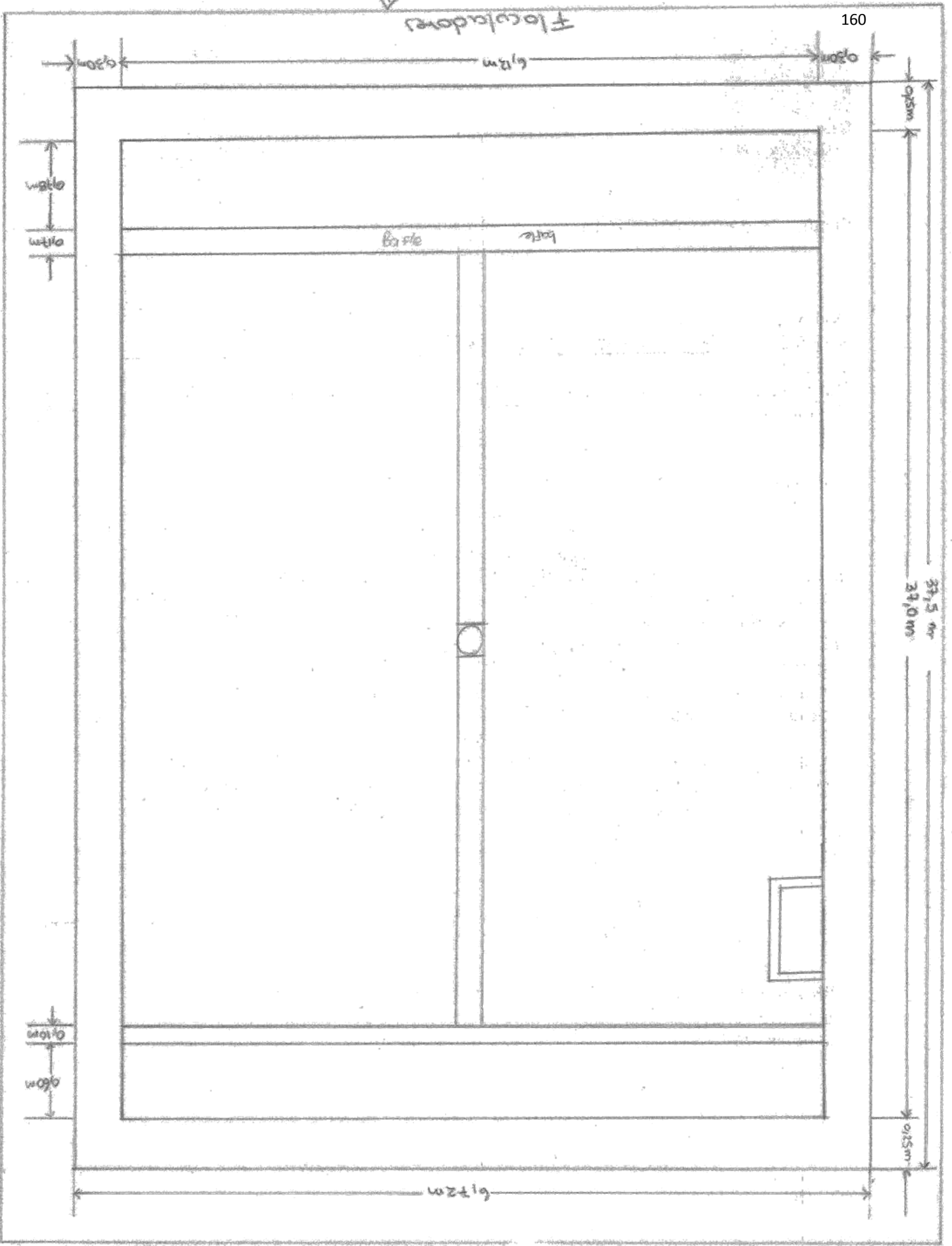
0,20m

0,10m

0,10m

3,40m

Floculadores



Nivel de agua  
0,32m  
desde el borde

