



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
PIRHUA

# MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “EL INDIO” PARA LA OBTENCIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE REÚSO

Flavia Lorren-Delgado

Piura, marzo de 2018

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Lorren, F. (2018). *Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales "El Indio" para la obtención de la autorización de reúso* (Trabajo de Suficiencia Profesional de licenciatura en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia

[Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura](https://repositorio.institucional.pirhua.edu.pe/)

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**“Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Indio” para la obtención de la autorización de reúso”**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de  
Ingeniero  
Industrial y de Sistemas**

**Flavia Alicia Aracelli Lorren Delgado**

Revisor: Dr. Ing. Martín Palma Lama

Piura, marzo de 2018



## **Resumen**

El presente trabajo tiene como objetivo especificar los aportes realizados en el proyecto de Mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “El Indio” para la obtención de la autorización de reúso.

El trabajo muestra mi participación y los aportes que hice el desarrollo del proyecto de un modelo de adecuación de plantas de tratamiento de aguas residuales a la normativa existente que contó de un análisis descriptivo del estado situacional de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales, el diseño de formatos importantes que ayudarían al desarrollo del proyecto, el diseño de diagramas de las plantas, la elaboración de planos de acuerdo al área tributaria delimitada, la consolidación de todos los últimos análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las plantas, la elaboración de una matriz de priorización para elegir a la planta que sería el modelo piloto para la adecuación de las demás, la elaboración de un Gantt con las actividades a ejecutarse del proyecto piloto para la obtención del reúso o vertimiento, elaboración de términos de referencia para servicios de terceros, entre otros.

Como conclusión, se determinó que la EPS Grau S.A. deberá cumplir con un plan de mantenimiento semestral y con las actividades que servirán para la adecuación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y poder obtener la autorización de reúso o vertimiento del efluente.



A Dios, por su infinito amor y  
acompañarme siempre.

A mis padres, Mariela y Ricardo, por confiar en mí  
y enseñarme a no rendirme nunca.

A mis hermanos, Mayra y Ricardo, a quienes amo infinitamente.

A mi familia, por su apoyo incondicional.



## Índice

Contenido	
Pág.	
Resumen	
Índice	
Introducción .....	1
Capítulo 1 Aspectos Generales .....	3
1.1. Entidad Prestadora de Servicios Grau S.A.....	3
1.1.1. Empresa.....	3
1.1.2. Visión, misión y valores.....	3
1.1.3. Situación de la Empresa .....	4
1.2. Información de la Consultoría.....	5
1.2.1. Entidades participantes.....	5
1.2.2. Objetivo de la Consultoría.....	5
1.2.3. Productos y plazos de entrega .....	6
1.3. Servicio de consultoría para la asesoría en gestión de planes y proyectos de inversión y operación para el fortalecimiento y reconstrucción post desastre.....	6
1.3.1. Cargo ocupado.....	6
1.3.2. Funciones del cargo.....	6
1.3.3. Resultados pretendidos.....	7
Capítulo 2 Fundamentación .....	9
2.1. Enlace teoría - práctica.....	9
2.2. Metodología .....	9
2.3. Técnicas.....	11
2.4. Cursos de carrera involucrados .....	11
Capítulo 3 Aportes y desarrollo de experiencias.....	13
3.1. Aportes realizados .....	13
3.2. Documentación de la consultoría .....	14
Conclusiones .....	25
Recomendaciones.....	27
Bibliografía .....	29
Anexos.....	31







## **Introducción**

La Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau Sociedad Anónima – EPS GRAU S.A. es una empresa municipal de derecho privado, constituida como sociedad anónima con autonomía administrativa, técnica y económica. El objeto social de la EPS GRAU S.A., es la prestación de los servicios de producción y distribución de agua potable y la recolección, tratamiento y disposición del alcantarillado sanitario en el ámbito de las ciudades de Piura, Sullana, Talara, Paita y Chulucanas – Morropón.

De acuerdo a la Ley General del Ambiente, las personas tienen el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como, el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente. Es por esto que mediante el Decreto Legislativo N° 1285 se establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos con la finalidad de que se cumplan progresivamente con las normas ambientales y sanitarias vigentes.

Como resultado de las conversaciones entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A. (EPS Grau S.A.) suscribieron la Minuta de Acuerdo para implementar un Proyecto de Cooperación Técnica para el Fortalecimiento de la Gestión y Administración de la EPS Grau S.A. Uno de los objetivos es planificar y gestionar un plan de mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales para la adecuación progresiva y obtención de autorización de reúso.

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional consta de tres capítulos en donde se aportan recomendaciones para el cumplimiento del objetivo antes mencionado con el fin de crear un plan piloto que sirva de modelo para la adecuación progresiva y obtención de reúso de todas las plantas. En el capítulo I, se describe la empresa en la cual se laboró, función dentro de la consultoría y la experiencia. En el capítulo II se explica la relación que tuvo la teoría y la práctica en el desempeño profesional y descripción de las metodologías y procedimientos que se emplearon. En el capítulo III, se describen las experiencias y aportes realizados en campo.



# **Capítulo 1**

## **Aspectos Generales**

### **1.1. Entidad Prestadora de Servicios Grau S.A.**

#### **1.1.1. Empresa**

La Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau Sociedad Anónima - EPS GRAU S.A. es una empresa municipal de derecho privado, constituida como sociedad anónima con autonomía administrativa, técnica y económica. Está conformada por cinco municipalidades provinciales y veinte distritales comprendidas dentro de la Región de Piura, donde la Entidad ejerce su jurisdicción.

El objeto social de la EPS GRAU S.A., es la prestación de los servicios de producción y distribución de agua potable y la recolección, tratamiento y disposición del alcantarillado sanitario en el ámbito de las ciudades de Piura, Sullana, Talara, Paita y Chulucanas – Morropón de la Región de Piura en la República del Perú.

#### **1.1.2. Visión, misión y valores**

La empresa, por su condición de ser proveedora de servicios de un recurso tan importante para la población piurana como es el agua, es sumamente exigente, pues su objeto es la producción de un recurso para la población que tenga todas las características de un producto de alta calidad en bien de la comunidad. Es por ello que el compromiso de la empresa con la comunidad es prioritario y debe ir en camino de la excelencia.

Para cumplir la misión y la visión se requiere personal altamente capacitado y responsable pues los profesionales deben tener profundos conocimientos de organización.

#### **Visión**

Ser una empresa respetada y reconocida, con trabajadores orgullosos de pertenecer a una entidad referente del Norte del País.

## Misión

Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población piurana, en el ámbito de nuestra atención, brindando los servicios indispensables de agua potable y alcantarillado en condiciones de excelente calidad.

## Valores

- **Servicio:** Nosotros asumimos una actitud proactiva de colaboración hacia los demás, desarrollando un esfuerzo permanente en contribución a la mejora de la calidad de vida de la población.
- **Integridad:** Cultivamos las relaciones humanas en base al respeto, honestidad, lealtad, confianza y transparencia, siendo responsables de nuestras acciones frente a la comunidad.
- **Responsabilidad:** Valoramos la salud, la seguridad y el bienestar de nuestros colaboradores, así como de la comunidad, cuidando el medio ambiente y gestionando los recursos esmeradamente.
- **Trabajo en equipo:** Desarrollamos actividades en un entorno flexible y participativo, compartiendo nuestras ideas, conocimientos y experiencias, orientados a la mejora continua.

### 1.1.3. Situación de la Empresa

El 06 de noviembre del 2000 la Comisión de Reestructuración Patrimonial del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI con Resolución N° 303-2000/CRP-PIURA, declaró de oficio el estado de insolvencia de la EPS GRAU S.A. El 16 de febrero del año 2001 es confirmada por este mismo organismo, a través de la Resolución N° 0110-2001-TCD-INDECOPI.

Dentro del procedimiento establecido en el Decreto Supremo N° 014-99-ITINCI-TUO de la Ley de Reestructuración Patrimonial, el 19 de marzo del año 2001 se publicó la Declaratoria de Insolvencia de la EPS GRAU S.A., y como acción siguiente, se convocó a la Junta de Acreedores para los días 12, 17 y 20 de julio del año 2001, en primera, segunda y tercera Convocatoria.

Reunida la Junta de Acreedores, el 12 de julio del año 2001, y de acuerdo a sus facultades, declaró la continuación de la actividad de la Entidad dentro de un Proceso de Reestructuración Patrimonial, determinado un régimen de Administración Mixta, delegando sus funciones, de acuerdo a Ley, a un Comité de Junta de Acreedores. Bajo este Proceso de Reestructuración Patrimonial, la Entidad ha continuado brindando sus servicios en el ámbito de su jurisdicción, dada su condición de empresa única en la captación, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua potable, así como la evacuación y mejor disposición de las aguas residuales.

## **1.2. Información de la Consultoría**

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A. (EPS Grau) suscribieron el 28 de agosto del 2017, la Minuta de Acuerdo para implementar un Proyecto de Cooperación Técnica para el Fortalecimiento de la Gestión y Administración de la EPS Grau.

Como resultado de las conversaciones entre JICA, MVCS y EPS Grau se acordó el envío de un Consultor para la Asesoría en Gestión para el Fortalecimiento y Reconstrucción Post Desastre.

### **1.2.1. Entidades participantes**

#### **Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)**

Es el puente que une a Japón con los países en vías de desarrollo, compartiendo sus conocimientos y experiencias, con el objetivo que los países receptores de sus esfuerzos de cooperación fortalezcan su capacidad para resolver sus problemas, construyendo así un mundo más pacífico y próspero para todos.

#### **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)**

Ente Rector en materia de Urbanismo, Vivienda, Construcción y Saneamiento, responsable de diseñar normar, promover, supervisar, evaluar y ejecutar la política sectorial, contribuyendo a la competitividad y al desarrollo territorial sostenible del país, en beneficio preferentemente de la población de menores recursos.

#### **Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A. (EPS Grau S.A.)**

Empresa Municipal de derecho privado que presta los servicios de producción y distribución de agua potable; recolección, tratamiento y disposición del alcantarillado sanitario y el ámbito de las ciudades de Piura, Sullana, Talara, Paita y Chulucanas – Morropón del Departamento de Piura en la República del Perú.

### **1.2.2. Objetivo de la Consultoría**

Brindar asesoramiento en materia de gestión de proyectos de inversión, planes de operación y mantenimiento de la infraestructura existente.

### **1.2.3. Productos y plazos de entrega**

#### **Informe mensual**

Este informe debe incluir todas las actividades realizadas durante el presente mes. Además, deberá de informar sobre el avance en cuando a los resultados esperados. Finalmente, se incluye un plan tentativo para el siguiente mes con las actividades propuestas.

#### **Informe trimestral**

Este informe contiene los avances obtenidos respecto a los servicios realizados, señalando los problemas encontrados y acciones realizadas para su respectiva solución. Para el cuarto trimestre el informe trimestral corresponderá al informe final.

#### **Plan de operación y mantenimiento**

A fin de contribuir con el reflatamiento de la EPS Grau S.A., bajo el régimen concursal, el presente plan buscará la mejora en materias de operación y mantenimiento de la infraestructura operada por la EPS Grau S.A. El plan también debe de contemplar acciones de rehabilitación de infraestructura, equipamiento mecánico, eléctrico y electrónico a fin de impactar positivamente en el servicio. Por otro lado, se deberá considerar dentro del plan, lo relativo al tratamiento y disposición final del agua tratada y lodos producidos por las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). El presente plan tendrá una frontera de mediano plazo (entre 3 a 5 años), un presupuesto estimado para la realización y un alcance definido y orientado a mejorar los indicadores en materias de operación y mantenimiento. Este plan será presentado con el informe correspondiente al sexto mes de consultoría.

### **1.3. Servicio de consultoría para la asesoría en gestión de planes y proyectos de inversión y operación para el fortalecimiento y reconstrucción post desastre**

#### **1.3.1. Cargo ocupado**

Asistente de proyecto de consultoría.

#### **1.3.2. Funciones del cargo**

- Diseñar los documentos administrativos y de gestión.
- Elaborar los informes mensuales, trimestrales y entregables.
- Formular, coordinar y ejecutar planes de acción de rehabilitación de mediano plazo de la infraestructura y reducción del indicador de agua no facturada (ANF).

- Conformar un grupo de mejora para la reducción del indicador de ANF.
- Dirigir, organizar, coordinar, monitorear las reuniones, documentos y acciones del grupo de mejora interfuncional de Reducción ANF.
- Inspeccionar, observar y recopilar información de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar planes de mantenimiento de planta de tratamiento de aguas residuales El Indio.
- Revisar y conocer los servicios de terceros de mantenimiento de las diferentes zonales.
- Comunicación y coordinación con los jefes zonales y responsables de las áreas de Gerencia Administrativa Financiera, Gerencia Comercial, Recursos Humanos, Gerencia de Operaciones Mantenimiento y Asesoría Jurídica en la participación de planes de acción.

### **1.3.3. Resultados pretendidos**

- Reforzar el mantenimiento preventivo de las infraestructuras.
- Disminuir el indicador de agua no facturada en el sector escogido.
- Obtener la autorización de reúso para la planta de tratamiento de aguas residuales El Indio.



## **Capítulo 2**

### **Fundamentación**

#### **2.1. Enlace teoría - práctica**

- En el ejercicio profesional he caído en cuenta de la importancia de los conocimientos técnicos en la toma de decisiones para llegar a elegir la mejor alternativa entre muchas para lograr la solución de problemas.
- También he encontrado la habilidad de resolver problemas reales con iniciativa, de manera innovadora y creativa, por el entrenamiento teórico que recibí durante los cinco años de carrera.
- La experiencia de trabajos anteriores fue afianzando mis competencias, como el trabajo en equipo, orientación a resultados, redacción, la capacidad de analizar información y de transmitirla, etc., que ahora me ayudan a ser mejor profesional y me motiva a seguir aprendiendo nuevas técnicas o métodos que se adquieren con la trayectoria que vaya alcanzando.
- Además de conocimientos técnicos aprendidos, pude percibir que los valores que recibí me ayudaron a tener decisiones firmes e inquebrantables para ser mejor persona en un entorno donde las malas prácticas suelen aparecer de manera inesperada.

#### **2.2. Metodología**

##### **2.2.1. Conocimiento de estado del arte**

Como expone Uribe (2005), el estado del arte es una investigación sobre la producción investigativa de un determinado fenómeno. Este permite develar la dinámica a partir de la cual se ha desarrollado la descripción, explicación o comprensión del fenómeno en estudio y la construcción de conocimientos sobre el saber acumulado. Es, también, un elemento básico e indispensable para definir y estructurar la investigación.

El estado del arte hace referencia a la elaboración de un análisis que muestra los avances más importantes que se han logrado con respecto al conocimiento amplio de un tema o determinados problemas. Se deberán considerar todos los conceptos o aportes teóricos importantes que se relacionan con el objeto de estudio. (Normas APA, 2017)

Esto ayuda a clarificar las ideas respecto a un tema de interés o del objeto de estudio, y así poder definirlo mejor, afinarlo, delimitarlo, y enfocarlo desde la perspectiva que interesa. (Flores Talavera, 2011)

Para el desarrollo de las actividades que me asignaron tuve que conocer, investigar y dominar el estado del arte sobre:

- La empresa EPS Grau S.A.
- Los procedimientos de la EPS Grau S.A.
- Las directrices de comunicación de la EPS Grau S.A.
- Las empresas involucradas a la consultoría: JICA y MVCS
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Las etapas de una PTAR
- Todas las PTARs de la EPS Grau S.A.
- Cámaras de bombeo de aguas residuales
- El Sistema de Catastro Técnico Comercial Georreferenciado (GISTECO), que maneja la EPS Grau S.A.
- Normativas que regula la adecuación de las PTAR

### **2.2.2. Método deductivo-inductivo**

El método deductivo - inductivo es un procedimiento que se basa en la lógica para emitir su razonamiento y llegar a alternativas de solución.

**Deductivo:** Es el razonamiento que parte de un marco general de referencia hacia algo particular. Este método se utiliza para inferir de lo general a lo específico. Para obtener conclusiones de un principio o supuesto, se parte de lo general analizando principios, teorías, etc., y mediante la deducción, el razonamiento y suposiciones, se comprueba su validez para aplicarlos de forma particular.

**Inductivo:** Es un razonamiento que analiza una porción de un todo; parte de lo particular a lo general. Se emplea para obtener conclusiones que particulares, aceptados como válidos para llegar a conclusiones cuya aplicación es de carácter general. Se inicia con la observación individual de los hechos, se analiza la conducta y características del objeto de estudio, se hacen comparaciones, experimentos, etc., y se llega a conclusiones universales. (IEEE - Universidad Nacional Autónoma de México, s.f.)

Este método lo empleé para obtener alternativas de solución en diferentes situaciones, como por ejemplo:

- Diseño de documentos importantes para la consultoría y el desarrollo de la misma.
- Implementé un protocolo de reuniones con indicaciones importantes, agenda y tiempos para cada punto a tratar, que servirían para que se llevaran a cabo de manera más efectiva.
- Se puso en marcha un sistema de desinfección en una PTAR

- Capacité al área de aguas residuales en elaboración de términos de referencia.

### 2.2.3. Método cuantitativo

Un método cuantitativo podría definirse como aquellos modelos matemáticos puestos al servicio de los procesos de resolución de problemas de un modo racional y científico. No es necesario decir que, en la mayoría de los casos, muchos de los elementos que definen una toma de decisiones están sujetos a factores subjetivos y que requieren de análisis que pueden ir más allá de los números o de los datos empíricos. No obstante, el contar con dichos métodos permite analizar, evaluar y determinar aquellos datos contenidos y que se refieren a algún tipo de problema u objetivo. De este modo, a los elementos subjetivos se les añade la seguridad y el rigor de toda aquella información que se puede obtener gracias a las magnitudes cuantitativas que incorporamos al proceso de toma de decisiones. (Requena, 2012)

Apliqué este método en las siguientes actividades:

- Conteo e identificación de usuarios no domésticos y domésticos de cada PTAR.
- Análisis de los resultados de muestras de PTAR para determinar acciones que ayuden a cumplir los valores máximos admisibles que indica la norma y a la elección de una PTAR modelo para lograr su autorización de reúso.
- Análisis de reportes de facturación mensual de agua.
- Análisis del afluente de cada PTAR partiendo del consumo de agua potable.

### 2.3. Técnicas

Las técnicas que empleé para el desarrollo de mis funciones y poder cumplir con los objetivos propuestos son:

- Inspección en campo
- Observación
- Recopilación de información
- Análisis en gabinete
- Diseño de *layout* de las PTAR
- Diseño y elaboración de informes
- Trabajo en equipo
- Reuniones con directivos para tomar decisiones
- Definición de planes de acción
- Capacitaciones
- Elaboración de Gantt
- Elaboración de cronogramas

### 2.4. Cursos de carrera involucrados

A continuación, los cursos involucrados que me ayudan al desenvolvimiento y desarrollo de mis actividades.

- Estadística
- Diseño de operaciones
- Estrategia de operaciones (PPCP)
- Tecnología ambiental (IGA)
- Redacción técnica
- Relaciones y psicología industrial
- Proyectos
- Gestión de operaciones (Supply Chain Management)

## **Capítulo 3**

### **Aportes y desarrollo de experiencias**

#### **3.1. Aportes realizados**

La EPS Grau S.A. cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) en todos sus ámbitos zonales y dentro de los objetivos de la consultoría está el obtener la autorización de reúso de una de las PTARs que administra la EPS Grau S.A. en el transcurso del presente año. El Decreto Legislativo 1285 que modifica al artículo 79 de la ley N° 29338, tiene como objetivo establecer un plazo de adecuación progresiva de los prestadores de servicios de saneamiento con la finalidad de simplificar el procedimiento de otorgamiento de las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas, a los recursos hídricos del país. El plazo para la adecuación y cumplimiento de las normas ambientales y valores máximos permisibles es proporcional al tamaño y los criterios de complejidad. La EPS Grau S.A., que de acuerdo al ámbito de prestación de servicio que maneja es considerada por la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA) del Viceministerio de Construcción y Saneamiento como una EPS Grande, tiene como plazo máximo para la adecuación un periodo de 84 meses desde el momento de la inscripción de sus puntos de vertimiento no autorizados. En tal sentido, la entidad vio conveniente realizar la inscripción de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales que tiene bajo su administración en el Registro Único para el Proceso de Adecuación Progresiva (RUPAP).

Yo asumí este objetivo como un reto e inicié las acciones que se requieren para cumplirlo. A continuación, se muestra el listado de las actividades desarrolladas y que se describirán con mayor detalle en los apartados siguientes:

- Diseñé documentos que serían necesarios para la comunicación, organización y levantamiento de información.
- Elaboré un cronograma de visitas e inspeccioné todas las PTARs para conocer su estado a nivel de infraestructura, ubicación, aspecto de las lagunas, etc.
- Debido a la gran cantidad de PTARs decidí emplear un método de priorización para seleccionar una PTAR que se encuentre en condiciones que puedan ser mejoradas en un corto plazo.

- Siguiendo el método mencionado seleccioné a la PTAR El Indio correspondiente a la zonal de Piura.
- Inmediatamente programé actividades en un Gantt para el mantenimiento con recursos de la entidad.
- Propuse un proceso de desinfección necesario para mejorar la calidad del efluente.
- Capacité al área de aguas residuales en la elaboración de términos de referencia.
- Elaboré los términos de referencia para servicios que demandaban otro tipo de maquinaria.
- Gracias a red de contactos brindé proveedores que brindan estos tipos de servicios a logística y agilizar el proceso de contratación.
- Realicé el seguimiento a la contratación con el cronograma brindado por logística.

### 3.2. Documentación de la consultoría

- Como parte importante del desarrollo del servicio de consultoría sugerí la implementación de herramientas que eran necesarias para un adecuado manejo del proceso documentario. Esto consistió en el diseño de formatos tanto para los informes mensuales, como para los entregables que son enviados al MVCS y al JICA. También se diseñaron formatos de documentos internos que servirían para una mejor comunicación entre la consultoría y los diferentes departamentos de la EPS Grau S.A.

Entre lo que diseñé están los siguientes:

- Cartas  
Creé un registro digital para llevar el control de las cartas emitidas ya que en la empresa se usan mucho para la comunicación entre departamentos.
- Memorandos múltiples  
Estos eran redactados por mí y emitidos por gerencia general previa aprobación en una reunión personal con el Gerente General ya que como consultora no puedo generar este tipo de documento. Estos memorandos son empleados para que los departamentos involucrados actúen según lo requerido.
- Informes mensuales y trimestrales  
El primer informe mensual se elaboró días previos a la entrega, motivo por el cual, recordar datos de importancia obtenidos los primeros días del mes dependía de la buena memoria de cada persona. Ante esta problemática establecí que después de cada actividad importante que se realizaba, y que debía estar contenida en el informe, se añadiera su descripción a un documento que contenga el resumen de toda la información. Este documento lo puse en la red para su posterior inclusión en el informe mensual.



## Indicaciones



Atención al horario de inicio y finalización



Apague su laptop y teléfono. En caso esté esperando una llamada esencial, utilice el modo silencioso



Mantenga su atención en la persona que está hablando y solicite la palabra



Aclare sus dudas, aun cuando parezcan obvias



Escuche con atención y evite conversaciones paralelas



¡Participe y aproveche!



**Imagen 2.** Indicaciones previas en las reuniones o capacitaciones que se proyectan

- Esta presentación serviría de base para las exposiciones, capacitaciones o reuniones que se planificarán conforme la consultoría fuese avanzando y que en un futuro pueda ser aplicada por la EPS Grau S.A. en sus actividades. Todo esto con la finalidad de promover hábitos importantes para mejorar el desempeño en el desarrollo de labores del personal. Ya que luego de implementar estas recomendaciones, las reuniones fueron más efectivas en contenido y duración, se logró ver un cambio de actitud de los participantes y su compromiso respecto al cumplimiento de las metas planificadas, como parte del proceso de mejora de la entidad.



**Imagen 3.** Primera reunión de la consultoría con la Gerente Administrativa y Financiera, los Jefes zonales de Chulucanas, Piura, Talara, Paíta, Sullana, el encargado del departamento de Aguas Residuales y el equipo de la Cooperación Suiza.

### 3.2. Plantas de tratamiento de aguas residuales

- Registradas todas las PTARs en el RUPAP, se me asigna la recopilación del estado situacional de cada una de ellas y poder evaluar el estado en que se encuentran, priorizar las deficiencias que éstas deben superar para mejorar la calidad del tratamiento de sus aguas y satisfacer los requisitos necesarios para la obtención de la autorización de vertimiento o reúso ante la autoridad competente.
- Elaboré un cronograma para visitar cada una de estas plantas de tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta cada ámbito zonal de la EPS Grau S.A. En total son 23 plantas que se encuentran transferidas y se encuentran ubicadas en las cinco zonales:

**Tabla 1.** Listado de PTARs de acuerdo a su ámbito zonal

Ámbito Zonal	PTAR
Piura - Catacaos	San Martín
	Noroeste
	Catacaos
	Cuevín
	El Indio
	Narihualá
Chulucanas - Morropón	Las Palmeras
	Chulucanas
Paita	Morropón
	Paita
	Pueblo Nuevo
	Tamarindo
	Colán
	Miramar
Talara	El Arenal
	Negritos
	Los Órganos
	Máncora
	El Alto
	Cabo Blanco
Sullana	Cerro Rajado
	Mallaritos
	Lancones

Fuente: Elaboración propia

Con la información consolidada y organizada envié una carta con el cronograma tentativo de las visitas a la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento de la EPS Grau S.A. para obtener la aprobación y poder coordinar con los departamentos respectivos el transporte, el combustible, equipos de protección necesarios y la persona encargada que guiaría las visitas en campo, estos recursos los tuve que gestionar con una semana de anticipación a la fecha de las visitas y además me aseguré de tener planes de contingencia en caso de que uno de estos no estén disponibles. Realicé todas las visitas desde el mes de diciembre hasta el mes de enero. (Ver Anexo A)

- A todas las visitas me acompañaba el ingeniero encargado de la consultoría y el jefe del departamento de aguas residuales. En estas visitas pude conocer los principales problemas que presentan los sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel de toda la EPS Grau S.A. que en su mayoría cuentan con sistemas lagunares, recorrí cada PTAR desde la captación, pasando por todas las lagunas hasta el punto de descarga, verificando las posibilidades de reúso de cada una de ellas. Fotografié las incidencias encontradas como buzones sin tapa, maleza alrededor de las lagunas, basura, lagunas secas o puntos de entrada inoperativos y cualquier situación que representaría un problema en la correcta operatividad del sistema. (Ver Anexo B)



**Imagen 4.** Visita a la PTAR Cerro Rajado en Talara



**Imagen 5.** Visita a la PTAR Cuvén. Se observa el efluente de la planta en un canal que es derivado hacia terrenos agrícolas.

- En cada visita recorrí de dos a tres plantas de tratamiento de aguas

residuales y al finalizar elaboré un documento detallado señalando el estado situacional de cada PTAR. Este documento permite identificar la problemática existente, así como las alternativas de mejora, a corto y largo plazo. La información allí contenida será importante para el desarrollo del informe trimestral y tuve en cuenta los siguientes puntos:

- **Área tributaria:** Son las áreas y sectores de la población que aportan sus aguas residuales a la red de alcantarillado, las mismas que llegan a las cámaras de bombeo, de donde son enviadas por medio de una línea de impulsión para su tratamiento a cada PTAR. Pude identificar el área tributaria de cada PTAR, información que estaba muy desactualizada, con una herramienta con la que la EPS Grau S.A. cuenta y que es empleada para gestionar de manera espacial la información de catastro de usuarios y catastro técnico. Cuenta con diferentes mapas temáticos clasificados en Comercial, Agua Potable, Alcantarillado y Topografía, denominado Sistema de Catastro Técnico Comercial Georreferenciado (GISTECO). Además, pude identificar la cantidad de conexiones y clasificarlas por su tipo. (domésticas o no domésticas)

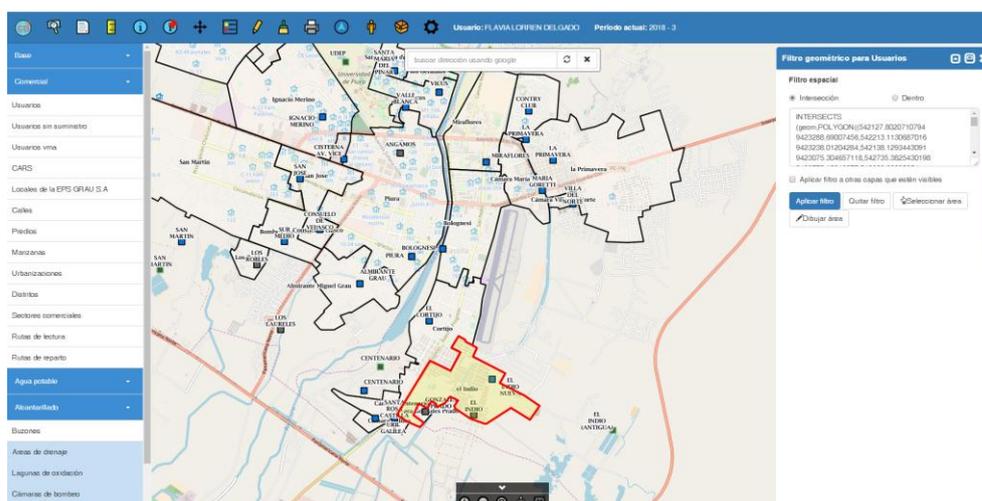
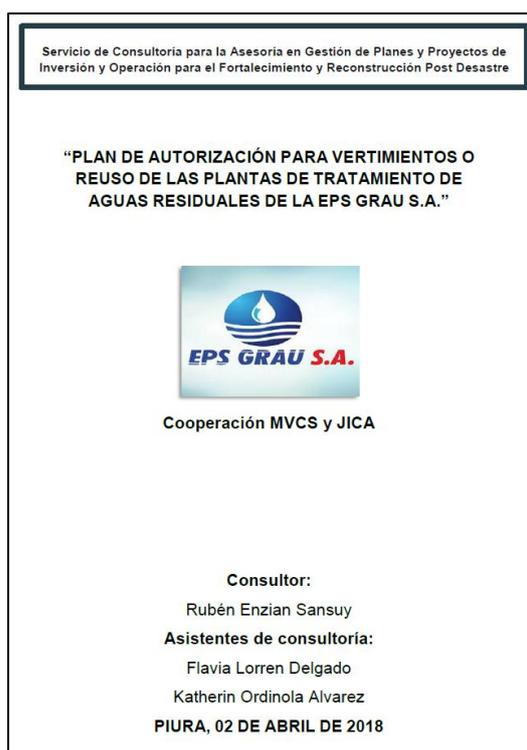


Imagen 6. Interfaz del GISTECO que empleé para las áreas tributarias.

- **Monitoreo de las PTARs:** Recopilé los últimos resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados por un laboratorio acreditado a las aguas residuales a la llegada y salida de la PTAR, los que fueron proporcionados por el departamento de aguas residuales.
- **Descripción de las PTARs y su situación:** Hice los informes descriptivos del estado situacional de las PTARs, el estado de las estructuras, de las lagunas, de los buzones, de los puntos de muestreo, el ingreso del afluente y salida del efluente, etc., de acuerdo a lo observado en campo, al levantamiento de información y algunas explicaciones breves del jefe del departamento de aguas
- **Diagrama de las PTARs:** En las visitas recorrimos todas y cada una de las PTAR. En estos recorridos pude ir graficando en un cuaderno el diseño de la planta, para luego de la visita y con ayuda de la herramienta Google Maps elaborar el diagrama de cada PTAR, indicando el punto de

entrada, el punto de descarga, el punto de muestreo y además el trayecto de las aguas residuales desde el área tributaria hasta la PTAR, considerando las cámaras de bombeo de aguas residuales que participan de este recorrido.

- **Planos de la PTAR:** También se incluyen planos de las plantas y con la información significativa que elaboré de las áreas tributarias el personal del Proyecto: Catastro Técnico-Comercial, pudo hacer los planos de cada PTAR. Estos planos son de importancia para el departamento de aguas residuales, y ahora ya cuentan con unos actualizados.
- **Proyectos:** En la información de cada PTAR añadí un resumen de cada proyecto y además el estado en qué se encuentra, información que recopilé en cada Jefatura Zonal de la EPS Grau S.A. Existen diversos tipos de proyectos para ejecutar de acuerdo al Plan Maestro Optimizado (PMO) del EPS Grau S.A.
- Para todos los informes incluí las fotografías que tomé con las evidencias de las anomalías observadas el día de las visitas.



**Imagen 7.** Carátula del informe elaborado con la información trabajada.

- El tiempo de adecuación dado por la DGAA es mayor al tiempo que estará la consultoría y como meta se estableció que se consiguiera la autorización de al menos una PTAR. Una vez realizadas todas las visitas a las PTAR se me encomendó la elección de la PTAR que serviría de modelo para la adecuación de las demás en años futuros.
- Diseñé una matriz de priorización y consideré varios criterios a evaluar donde les di valores ponderados para una correcta elección, estos valores

están entre 0 y 5 donde cero es el valor más bajo, mientras que el cinco es el máximo valor, es decir lo óptimo. La evaluación de las PTARs la realicé con el especialista en PTARs, el Ing. Bryan Dioses y el consultor, el Ing. Rubén Enzian.

- Los criterios elegidos fueron siete, estos son considerados los más importantes para la adecuación de las PTARs. El criterio más importante fue el saneamiento físico legal ya que existen varias PTARs con problemas de ese tipo. Otros criterios fueron: el estado de las estructuras, el cerco perimétrico, el programa de mantenimiento de PTARs, los usuarios de los efluentes, la calidad de efluente respecto a lo que indica el Organismo Mundial de la Salud (OMS) para reúso, y si cuenta con proyecto de inversión, etc.
- Seleccioné a la PTAR El Indio de acuerdo al método que usé y la información que recopilé y describí en los informes, ya que de todas las PTARs es la que presenta mejores condiciones para la adecuación.
- Una vez elegida la PTAR El Indio, elaboré un Gantt con actividades necesarias para cumplir con todos los requisitos para obtener la autorización de reúso ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA) teniendo como prioridad la ejecución de trabajos de mantenimiento de toda la PTAR y el servicio que ejecutaría un contratista. (Ver Anexo D)

**Tabla 2.** Gantt resumen de las actividades programadas para la obtención de la autorización de reúso

ACTIVIDADES	2018											
	I SEM						II SEM					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>1. Instalación de Sistema de Desinfección</b>												
<b>2. Mantenimiento de la PTAR</b>												
<b>3. Obtención de Instrumento Ambiental</b>												
<b>4. Monitoreo por laboratorio acreditado</b>												
<b>5. Reúso de aguas residuales tratadas</b>												
<b>6. Trámite para obtención de autorización de reúso ante el ANA.</b>												

Fuente: Elaboración propia

- Propuse una idea para el proceso de desinfección, que surgió después de la visita a la PTAR Las Palmeras y de investigación sobre modelos similares a esta última planta, una planta de lodos activados donde su proceso de desinfección es con hipoclorito de calcio. Se aprobó y se consideró mi idea de implementar un sistema de desinfección de las aguas para poder obtener muestras y verificar si es la calidad necesaria para el reúso exigida por la

OMS.

- Actualmente ya se han realizado actividades del cronograma como el mantenimiento de una de las dos lagunas primarias, el cual consistió en la recuperación de la capacidad hidráulica como consecuencia de la extracción de una parte de lodo acumulado en el interior de la laguna. Tuve que coordinar con la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento la disponibilidad de las máquinas excavadoras con la que cuenta la empresa.
- Se me asignó solicitar un servicio de secado de las lagunas primarias y extracción de lodos, con la finalidad de dejar el sistema en las mejores condiciones de operación. Por mientras, entre la semana, los operadores de la PTAR se encargaron del desbroce de maleza y limpieza de los alrededores. Días posteriores junto con el ingeniero de la consultoría y el jefe del departamento de aguas residuales visité nuevamente la PTAR El Indio para evidenciar la ejecución de los trabajos. (Ver Anexo E)
- Para el sistema de desinfección que sugerí, se instaló un lecho de contacto con pastillas de cloro a la descarga de ambas lagunas secundarias que presenta la PTAR, para poder garantizar la remoción de patógenos presentes en el agua residual. Actualmente, ya se han instalado dos flotadores con el lecho de contacto sumergible en una de las estructuras de rebose final en cada una de las dos lagunas secundarias, con la dosificación necesaria para asegurar que el agua descargada de la PTAR cumpla con lo indicado por el OMS. Finalmente, cuando el mantenimiento se haya concluido y se activen las lagunas programaré el monitoreo y dosificación con laboratorio acreditado a fin de documentar los resultados obtenidos y ser utilizados en trámites a futuro.

### 3.3. Logística

- Para el mantenimiento de la PTAR El Indio, se consideró un proceso de licitación. El tiempo de contratación de logística siempre es mayor al establecido en el procedimiento ya que, surgen inconvenientes con el área solicitante y logística debido a que los encargados de elaborar los términos de referencia de un servicio o bien no conocen por completo la manera de cómo elaborarlos, en un área me comentaron que usaban un modelo base antiguo y simplemente cambiaban los datos. En logística se revisan estos términos de referencia y siempre realizan observaciones, lo que ocasiona un reproceso en la etapa de solicitud de servicio. Actualmente la OSCE (Organismo Superior de Contrataciones del Estado) cuenta con un instructivo de términos de referencia el cual fue actualizado en el 2017, mientras que las áreas solicitantes empleaban un formato del 2013.
- Como iniciativa propia, leí e hice un resumen detallado y programé una reunión para explicar y capacitar al departamento de aguas residuales en la elaboración de los términos de referencia, estas capacitaciones se irán realizando para las demás áreas en el mes de marzo, ya que con esta iniciativa disminuiría el tiempo de contratación para licitaciones posteriores.

- Para el mantenimiento de las lagunas secundarias de la PTAR se necesita de proveedores especialistas ya que estas lagunas son más profundas que las primeras. Se requerirá de dos procesos de licitación, el primero será para la limpieza profunda de las segundas lagunas de oxidación y la segunda será para el mantenimiento del canal Parshall. Los términos de referencia de estos dos procesos de licitación se elaborarán teniendo en cuenta la información recogida y también la información técnica y puntual que solicitó el departamento de aguas residuales.
- Para las licitaciones se requiere de un estudio de mercado, contactar proveedores y cotizar por el servicio solicitado por el área usuaria. El área de logística cuenta con pocos proveedores, esto también ralentiza el proceso de contratación ya que como mínimo se debe hacer el estudio de mercado con 3 proveedores. Mediante red de contactos logré conseguir más proveedores especialistas en el tema que se le facilitaron a logística para que se tengan en cuenta y tener un tiempo de respuesta menor.
- Una vez que logística emita el concurso se establecen fechas para cada fase del proceso de contratación, me encargaré de monitorear el proceso para apoyar a logística y al área solicitante con cualquier inconveniente que pueda aparecer en el proceso.

Con estas actividades se pudo realizar el informe de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los ámbitos de la EPS Grau S.A. que servirá como base para la planificación de la adecuación de las siguientes PTARs, teniendo en cuenta el plazo establecido por la Dirección de General de Asuntos Ambientales. Actualmente, ya se están replicando algunas actividades de mantenimiento en la planta de tratamiento de aguas residuales de Chulucanas



## Conclusiones

- Los canales de comunicación de la EPS Grau S.A. no son muy efectivos. Solo emplean el medio escrito, mediante cartas, informes, memorandos, etc. Esto hace que se pierda la importancia y celeridad de algún comunicado o solicitud urgente.
- Existe gran porcentaje de empleados de la EPS Grau S.A. que se rehúsa a extender sus conocimientos y aprender el manejo de los programas con que cuenta la empresa.
- El gobierno regional y las municipalidades de cada localidad realizan proyectos de inversión de mejora en agua potable y alcantarillado, que al finalizar son transferidos a la EPS Grau S.A. Entre estos existen proyectos que aún no son transferidos por observaciones que realiza la EPS Grau S.A. y que se quedan sin enmendar. También hay proyectos que son recibidos con fallas.
- En las plantas de tratamiento de aguas residuales la deficiencia recurrente es el apropiado mantenimiento, ya que la mayoría presenta ausencia de cerco perimétrico, maleza, obstrucción de tuberías, y falta de rejillas.
- La instalación de un cerco perimétrico y una caseta para un operario es muy importante por cuestiones de seguridad de los equipos. Por ejemplo, las PTARs en sus inicios contaban con rejillas en la etapa de pre tratamiento, estas fueron robadas y nunca sustituidas.
- La EPS Grau S.A. cuenta con un plan de mantenimiento semestral de PTARs que no es ejecutado correctamente por diversas razones: El mantenimiento no se realiza en la fecha programada, el proveedor no cumple con el alcance del servicio, existen zonas donde suelen cobrar “cupos” o exigen de manera forzosa puestos de trabajo para esos servicios, entre otros.
- Muy pocas PTARs tienen definida la finalidad de su tratamiento de reúso o vertimiento. En la mayoría de casos el efluente es vertido al suelo y en otros casos estas aguas son desviadas para ser utilizadas por pequeños grupos de agricultores. Este reúso se hace sin una autorización de las autoridades competentes, incluso sin autorización de la EPS Grau S.A.

- Al solicitarse un servicio se debe hacer un seguimiento activo a los documentos y trámites en el departamento de logística.
- Sí es posible cumplir con las normas ambientales y valores máximos permisibles y adecuar las PTARs de la EPS Grau S.A. en el plazo señalado.
- Se ha construido un modelo de adecuación de una PTAR que puede servir para ser replicado en las otras plantas.
- Mi experiencia y aportes fueron valiosos y relevantes para la realización del mantenimiento de la PTAR El Indio y para otras plantas, que ya se ha iniciado su mantenimiento en el orden de los resultados de la matriz de priorización.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda realizar capacitaciones al personal de la EPS Grau S.A. en los sistemas de información en los que se ha invertido.
- La PTAR Chulucanas es una buena opción para aplicar el mismo mantenimiento y obtener su autorización de reúso en corto tiempo. Esta PTAR tiene cerco perimétrico y tiene sus estructuras en buen estado.
- Los servicios a terceros contratados por el departamento de logística deben ser asignados a una persona que sea el gestor del contrato, es decir, debe ser el nexo entre el área solicitante y el proveedor, además de ser el fiscalizador en la ejecución de sus actividades para que se cumpla el alcance del servicio.
- Cumplir con el mantenimiento semestral de las PTARs.
- El departamento de logística debe disminuir los tiempos de contratación.



## **Bibliografía**

- Flores Talavera, G. (17 de Enero de 2011). *Formando investigadores*. Obtenido de <http://formandoinvestigadores-gft.blogspot.pe/2011/01/estado-del-arte.html>
- IEEE - Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). Obtenido de [http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario\\_IEE/Metodologia\\_de\\_la\\_Inv.pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Metodologia_de_la_Inv.pdf)
- *Normas APA*. (2017). Obtenido de <http://normasapa.net/que-es-el-estado-del-arte/>
- Requena, A. (21 de Febrero de 2012). *EOi*. Obtenido de <http://www.eoi.es/blogs/antoniorequena/2012/02/21/metodos-cuantitativos-como-herramienta-en-la-toma-de-decisiones/>
- Uribe, J. (2005). La investigación documental y el estado del arte como estrategias de investigación en ciencias sociales. En J. Uribe. Universidad Piloto de Colombia.



## Anexos

Anexo A: Cronograma de las visitas a las plantas de tratamiento de aguas residuales

PTARs		Diciembre		Enero							
		Lun	Mie	Mar	Vie	Lun	Jue	Lun	Jue	Lun	Mié
		18	20	9	12	15	18	22	25	29	31
1	Noroeste										
2	Cerro Rajado										
3	Negritos										
4	Paita										
5	Colán										
6	Pueblo Nuevo										
7	Tamarindo										
8	Cuevín										
9	El Indio										
10	Chulucanas										
11	Morropón										
12	San Martín										
13	Los Órganos										
14	Máncora										
15	El Alto										
16	Cabo Blanco										
17	Mallaritos										
18	Lancones										
19	Miramar										
20	El Arenal										
21	Catacaos										
22	Narihualá										
23	Las Palmeras										

Fuente: Elaboración propia

Anexo B: Panel fotográfico



**Imagen B. 1.** Alrededores de la PTAR Catacaos, se puede observar que existen viviendas cerca al perímetro y además de la cantidad de desechos



**Imagen B. 2.** Las estructuras de ingreso de la PTAR Los Órganos se encuentran en malas condiciones y los bordes de las lagunas están perdiéndose



**Imagen B. 3.** La PTAR Chulucanas se encuentra totalmente seca debido a un colapso en la línea de impulsión que aún no ha sido reparado



**Imagen B. 4.** La PTAR Morropón consta de una laguna y se encuentra llena de desechos arrojados por los pobladores de los alrededores, esta planta cuenta con un proyecto de mejoramiento y ampliación.

## Anexo C: Cuadro de ponderación para la elección de PTAR modelo

PTARs	Estado de estructuras civiles	Saneamiento Físico legal	Cerco perimétrico	Programa de mantenimiento	Usuarios de efluentes	Cumplimiento de VMA	Proyecto	Total
1 Noroeste	4	0	0	3	3	5	5	20
2 Cerro Rajado	1	5	0	2	2	4	5	19
3 Negritos	1	5	0	3	2	1	0	12
4 Paita	3	0	5	3	5	1	5	22
5 Colán	0	0	0	2	0	0	0	3
6 Pueblo Nuevo	2	0	0	3	3	1	5	14
7 Tamarindo	2	0	0	2	1	0	5	10
8 Cuevin	3	5	4	5	3	3	0	27
9 El Indio	4	5	4	4	3	3	0	27
10 Chulucanas	4	4	5	2	3	-	5	23
11 Morropón	0	5	0	2	2	0	5	14
12 San Martín	-	5	-	-	3	-	5	13
13 Los Órganos	2	0	0	2	2	3	5	14
14 Máncora	3	0	0	2	0	0	5	10
15 El Alto	0	0	0	2	0	0	0	2
16 Cabo Blanco	2	0	0	2	0	0	0	4
17 Mallaritos	2	3	0	3	3	0	0	11
18 Lancones	3	3	0	3	3	-	5	17
19 Miramar	1	5	0	3	2	1	0	12
20 El Arenal	2	0	0	3	2	2	0	9
21 Catacaos	1	5	0	3	2	4	5	20
22 Narihualá	3	3	0	2	3	2	0	13
23 Las Palmeras	5	0	5	2	0	5	0	17

Fuente: Elaboración propia



ACTIVIDADES	2018											
	I SEM						II SEM					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>5. Reúso de aguas residuales tratadas</b>												
5.1. Identificación de regantes												
5.2. Elaboración del Convenio de reúso												
5.3. Reúso interno para la forestación PTAR El Indio												
<b>6. Trámite para obtención de autorización de reúso ante el ANA.</b>												

Fuente: Elaboración propia

Anexo E: Panel fotográfico



**Imagen E. 1.** PTAR El Indio antes de trabajos de limpieza y desbroce de maleza



**Imagen E. 2.** PTAR El Indio después de trabajos de limpieza y desbroce de maleza



**Imagen E. 3.** Extracción de lodos de laguna primaria con maquinaria de EPS Grau S.A.



**Imagen E. 4.** Limpieza de las estructuras de ingreso con el equipo hidrojet