



**REPÚBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIA LOGÍSTICAS**

**INFORME DE PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL**

**PASANTÍA EN EL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
NACIONALES (IDAAN), DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE, SECCIÓN  
DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES**

**Tutora: Maricela Rodríguez**

**Autor: Misael Morales**

**Ciudad de Panamá, mayo de 2023**



**REPÚBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**INFORME DE PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL EN  
PASANTÍA EN EL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
NACIONALES (IDAAN), DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE, SECCIÓN  
DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES**

**Autor: Misael Morales**

**Ciudad de Panamá, mayo de 2023**



Ciudad de Panamá, 18 de mayo de 2022

Profesor

Nagib Yassir

Coordinador del Comité de Titulación de Estudios de Grado y Postgrado

Presente

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Pasantía de Extensión Ocupacional Profesional por el Bachiller, Misael John Morales Cubilla, para optar al grado de LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON ÉNFASIS EN GESTIÓN DE OPERACIONES, considero que el trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.

**Atentamente,**

**Maricela I. Rodríguez C.**



## UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS

### INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA

**Estudiante:** Misael Jhon Morales Cubilla

**Tutor:** Maricela Rodríguez

**Correo electrónico institucional del estudiante:** [misael.morales@unicyt.net](mailto:misael.morales@unicyt.net)

**Título tentativo de la pasantía de extensión ocupacional profesional (PEOP).**

### INFORME DE PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL EN EL IDAAN EN EL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE, SECCIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE

SESIÓN	FECHA	HORA REUNIÓN	ASPECTO TRATADO	OBSERVACIÓN
1	14/02/2023	22:00	Elección de tutora académica	La profesora Maricela Rodríguez aceptó ser la tutora académica
2	20/03/2023	11:00	Revisión del plan de trabajo	Se aclararon las metodologías de algunas asignaciones.
3	5/04/2023	20:00	Envío de matriz de riesgos	Se envió por correo electrónico para su revisión.
4	10/04/2023	21:00	Revisión de matriz dentro del protocolo de bioseguridad	Se envió un fragmento del protocolo de bioseguridad con la matriz de riesgos para su revisión.
5	12/04/2023	18:00	Completar los lineamientos requeridos para la elaboración del informe	
6	18/05/2023	18:30	Reunión virtual con la tutora académica	La tutora realizó buenas aportaciones para ultimar detalles del informe.

**Título definitivo:**

INFORME DE PASANTÍA DE EXTENSIÓN OCUPACIONAL PROFESIONAL EN EL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONAL (IDAA), EN EL DEPARTAMENTO DE AGUA POTABLE - SECCIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE.

Anotaciones finales acerca del informe: Declaramos que las especificaciones anteriores representan el proceso de dirección del trabajo de grado colocado en la parte superior.

Firma



Tutor

Firma



Estudiante

## **DEDICATORIA**

Siendo consciente de todo lo que he atravesado en mi formación académica, en la cual experimenté gratos y estupendos momentos, como también tuve dificultades y vicisitudes en el transcurso de mi carrera, evidentemente he visto la ayuda y el favor de Dios en mi vida, por lo que éste trabajo se lo dedico a Dios primero que todo; siendo él el responsable de darme la fuerza y la salud, para llevar a buen término la finalización de mi carrera.

Consiguientemente, quiero dedicarles este trabajo a mis padres, Misael Morales y Dorla Cubilla de Morales, por todo el apoyo incondicional que me han brindado para hacer de mí un hombre de valor, fuerte y esforzado, capaz de ser un individuo que genere transformación y activismo en la sociedad, y finalmente; también les dedico este trabajo a mis hermanos y familiares por todo el apoyo brindado.

Misael John Morales Cubilla

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que todo, agradezco a Dios; Creador del universo, Rey de reyes y Señor de señores, por permitirme culminar mi carrera de ingeniería industrial, por darme su bendición y la fuerza de voluntad para no renunciar y proseguir hasta culminar con esta meta.

Además, extendiendo mi agradecimiento a mis padres y mis hermanos por toda su orientación y motivación, lo cual me fue de valor invaluable.

Igualmente, Agradezco a la UNICYT junto con mis profesores que con su alto desempeño profesional me han formado en esta prestigiosa carrera.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>6</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA DE LA INSTITUCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1. Definición de la carrera que estudia .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Antecedentes de la Institución.....</b>	<b>14</b>
<b>3. Misión de la Institución.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Visión de la Institución.....</b>	<b>16</b>
<b>5. Estructura organizativa de la institución.....</b>	<b>16</b>
<b>6. Descripción de la actividad de la empresa o institución.....</b>	<b>19</b>
<b>7. Departamento donde se realizó la pasantía.....</b>	<b>19</b>
<b>7.1 Descripción del departamento .....</b>	<b>19</b>
<b>7.2 Estructura organizativa del departamento.....</b>	<b>20</b>
<b>7.3 Descripción del cargo ocupado .....</b>	<b>20</b>
<b>7.4 Relación del departamento con otros departamentos de la empresa .....</b>	<b>20</b>
<b>7.5 Importancia del departamento en el engranaje de la organización .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>23</b>
<b>1. Funciones realizadas.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1 Inspección y análisis diario del sistema de potabilización: .....</b>	<b>23</b>

1.2 Dosificación de Cloro:.....	27
1.3 Eficiencia de la producción .....	28
1.4 Cálculos de tiempos y velocidades de la planta para las pruebas de jarras. .	30
1.5 Pruebas de jarras .....	30
1.6 Medición del volumen útil del tanque de almacenamiento de agua potable	32
1.7 Diseño de diagrama de flujo de los procesos de tratamiento de agua potable actuales de la planta Sabanitas. ....	33
1.8 Cursograma de operaciones del proceso de lavado de filtros.....	34
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>36</b>
1. Limitaciones presentadas durante la pasantía.....	36
2. Aportes y conocimientos de la experiencia a la formación profesional.....	36
3. Relación de la pasantía profesional con la carrera estudiada .....	36
4. Cronogramas de actividades .....	37
<b>CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL .....</b>	<b>38</b>
1. Descripción de la problemática observada.....	38
2. Alternativas de solución de la problemática planteada .....	40
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1: Dosis de graduación de la bomba de solución de alumbre.....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla No. 2: lavado Filtros, proceso de retro lavado.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla No. 3: Resultados de prueba de jarra.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla No.4: Cronograma de actividades, práctica profesional IDAAN. ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla No. 5: Parámetros de calidad de agua del incidente de falla operacional.....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No.1: Estructura orgánica funcional .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura No.2: Estructura organizacional gerencia- Colón .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura No.3: estructura organizacional del departamento .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura No. 4: Flujómetro de agua cruda .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura No. 5: Cilindros de medición del bombeo de solución de alumbre .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura No. 6: bombas de solución de alumbre .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura No.7: fórmula de la dosis de inyección de cloro en Kg/h.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura No.8: Graduación de dosis de gas cloro. (Kg/h).....</b>	<b>28</b>
<b>Figura No. 9: Lavado Filtros, proceso de retro lavado.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura No. 10: Tanque de almacenamiento de agua potable .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura No. 11: Diagrama de flujo proceso de tratamiento de la planta potabilizadora .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura No. 12: Cursograma de operaciones: proceso de lavado de filtros .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura No. 13: Cursograma propuesto: Proceso de lavado de filtros .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura No. 14: Monitoreo del sistema .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura No. 15: Pruebas de jarras.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura No.16: Trabajo con los planos estructurales de la planta-Sabanitas .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura No. 17: Equipos .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 18: Trabajos con el personal.....</b>	<b>48</b>



**REPÚBLICA DE PANAMÁ  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS LOGÍSTICAS**

**PASANTÍA EN EL INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
NACIONALES (IDAAN), DEPARTAMENTO DE OPERACIONES, SECCIÓN DE  
PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE**

**Tutor: Maricela Rodríguez**

**Autor: Misael Morales**

**RESUMEN**

El propósito de este informe, es mostrar las evidencias sobre las tareas y funciones efectuadas durante la pasantía de extensión ocupacional profesional, las cuales realicé en el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), en el departamento de agua potable, sección de producción, localizado en la planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León, resaltando que la misma fue realizada en el periodo comprendido desde el 20 de marzo al 12 de mayo del año en curso (2023), cumpliendo ocho semanas laborables, basado en el desempeño eficiente y proactivo de las actividades que se llevan a cabo para producir agua potable. En el transcurso de mi pasantía realicé monitoreo y revisión periódica del sistema de potabilización de agua potable, sintetizados en el control de caudal de entrada y salida del sistema, ajuste de dosis, lavado y pérdida de caudal de filtros, además; trabajé principalmente con los operadores y el jefe de la planta potabilizadora, no obviando el trabajo mancomunado con los jefes y el personal de otros departamentos, y la cooperación brindada de mis tutores con el fin de evaluar el estado y condiciones del sistema, a fin de estudiar las variables que inciden en el tratamiento de agua buscando mejoras y alternativas que sean favorables para ahorrar energía, recursos no obviando la ergonomía y seguridad en el desempeño de labores, que son cruciales y elementales para brindar un servicio de calidad, cuya principal prioridad es la salud y bienestar de la población de Colón que se abastece del servicio más importante que es el agua potable.

**Descriptores: Optimización, control de calidad, ergonomía, trabajo en equipo.**



**REPUBLIC OF PANAMA  
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
FACULTY OF LOGISTICS SCIENCES**

**INTERNSHIP AT THE NATIONAL AQUEDUCT AND SEWER INSTITUTE (IDAAN),  
OPERATIONS DEPARTMENT, DRINKING WATER PRODUCTION SECTION**

**Tutor: Maricela Rodríguez**

**Author: Misael Morales**

**ABSTRACT**

The purpose of this report is to show the evidence of the tasks and functions carried out during the professional occupational extension internship, which I carried out at the Institute of National Aqueducts and Sewers (IDAAN), in the drinking water department, production section, located at water treatment plant Antonio Yepes de León in Sabanitas, Colón, highlighting that it was carried out in the period from March 20 to May 12 of the current year (2023), completing eight working weeks, based on efficient performance and proactive of the activities that are carried out to produce drinking water. In the course of my work, I periodically monitored and reviewed the drinking water purification system, synthesized in the control of the inlet and outlet flow of the system, dose adjustment, washing, and, loss of filter flow, in addition; I worked mainly with the operators and the head of the water treatment plant, not forgetting the joint work with the heads and staff of other departments, and cooperation provided by my tutors to evaluate the state and conditions of the system, studying the variables that affect water treatment, seeking improvements and alternatives that are favorable to save energy, resources, not ignoring ergonomics and safety in the performance of tasks, which are crucial and elementary to provide a quality service, whose main issue and priority is the health and well-being of the population of Colón, which is supplied with the most important service, drinking water.

**Descriptors: Optimization, quality control, ergonomics, teamwork.**

# **CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA DE LA INSTITUCIÓN**

## **1. Definición de la carrera que estudia**

La Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en gestión de operaciones está orientada a la gestión y coordinación de las actividades que se llevan a cabo en el sector industrial, basados principalmente en el mejoramiento y estandarización de procesos relacionados con la administración de la cadena de suministro y las operaciones que se realizan en los procesos de fabricación de empresas manufactureras y de servicio, cuyo objetivo primordial es proporcionar bienes y servicios de alta calidad que cumplan con los requerimientos y expectativas de los clientes, reduciendo costos y maximizando las ganancias de las empresas y sobre todo, aprovechando el talento humano, la tecnología y por último la inteligencia artificial.

## **2. Antecedentes de la Institución**

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales fue creado mediante la Ley 98, de 29 de diciembre de 1961 y posteriormente reorganizado por la Ley 77 de 28 de diciembre de 2001. De acuerdo con su ley Orgánica, es una entidad del Estado Panameño, autónoma en su régimen interior, con personería jurídica y patrimonio propio. En el 2016, el IDAAN contaba con 595,664 clientes de agua potable y 352,555 clientes de alcantarillado sanitario. Casi la mitad de estos clientes se encuentran en la Ciudad de Panamá. A pesar del apoyo técnico que se le ha venido brindado al IDAAN, éste todavía muestra importantes desafíos en sus indicadores de gestión. En términos operativos el IDAAN presenta:

- I) Un nivel de Agua No Contabilizada (ANC) del 48%, el cual es alto en relación a lo esperado para una empresa eficiente;
- II) Un índice de productividad laboral - medido como número de empleados por cada mil conexiones- del orden de 5.6 al año 2016 estando entre las empresas menos productivas de la región;
- III) Descapitalización de sus recursos humanos;

- IV) Una micro medición del 68% de los clientes, leyéndose aproximadamente un 30% de los micro medidores.

En términos financieros, el índice de cobertura de costos operativos promedio (últimos tres años) es del 80%, recibiendo subsidios del Gobierno panameño para cubrir las inversiones y el déficit operativo. El débil desempeño financiero del IDAAN se debe a su deficiente desempeño operativo y a que las tarifas que cobra no son suficientes para cubrir los costos de operación, por lo que la empresa tiene EBITDA negativo, valor que ha venido empeorando en los últimos ejercicios. Términos de Referencia 13 Calidad del Servicio a nivel nacional. La población promedio a nivel nacional que tiene acceso al servicio y que recibe agua potable 24 horas al día los 7 días de la semana es del 72% en época seca. A nivel urbano, representa el 80% y a nivel rural es de 62%. Las provincias de Chiriquí (64%), Colón (60%), Veraguas (63%), Coclé (56%), Bocas del Toro (46%) y las Comarcas Indígenas (38 a 64%) presentan los porcentajes más bajos. Sólo el 17% de las muestras de agua que se toman de los acueductos cumplen satisfactoriamente la calidad del agua potable de acuerdo a la normativa vigente en Panamá. A nivel rural y de las comarcas indígenas, áreas no servidas por el IDAAN y bajo responsabilidad del Ministerio de Salud, no se tiene un control sistemático de la calidad del agua y las presiones de servicios no se monitorean y no se cuenta con un sistema de atención al cliente.

Fuente: <https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2018/03/T%C3%A9rminos-de-Referencia- Pagina-Web 1.pdf>

### **3. Misión de la Institución**

Mejorar el nivel de salud de la comunidad, bienestar y progreso del país a través de la dotación de los servicios de agua potable, y la recolección y disposición de las aguas servidas, velando por la conservación del medio ambiente, con miras a alcanzar niveles óptimos de productividad y eficiencia.

#### **4. Visión de la Institución**

Ser la empresa líder de los servicios públicos en Panamá, alcanzando niveles de productividad y rentabilidad que nos permita un desarrollo auto sostenible e identificando nuevas oportunidades de negocio.

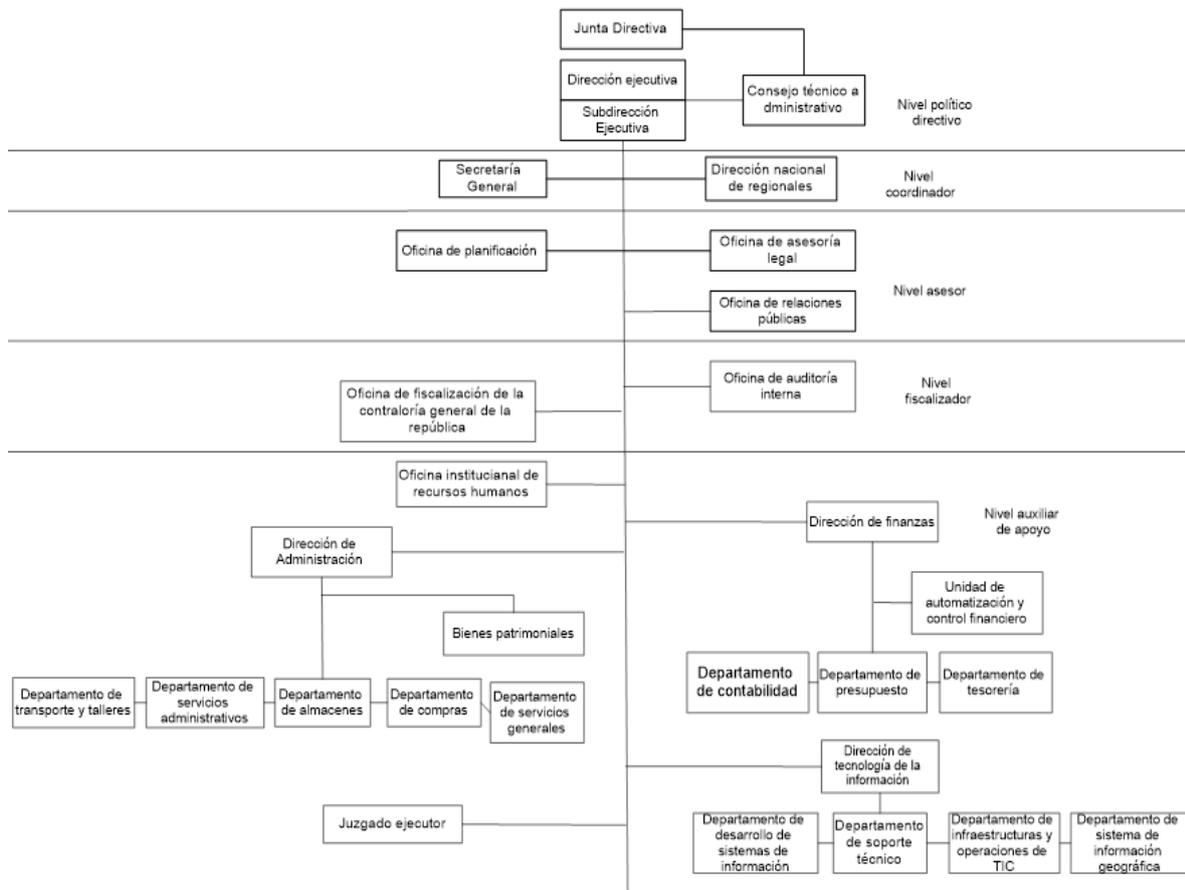
##### **4.1 valores**

- Ética
- Respeto
- Credibilidad
- Eficiencia
- Servicio al Cliente
- Responsabilidad Social
- Identidad Nacional
- Entusiasmo
- Flexibilidad
- Solidaridad.

#### **5. Estructura organizativa de la institución.**

En la figura No. 1 detallamos la estructura orgánica funcional de la institución.

***Figura No.1: Estructura orgánica funcional***

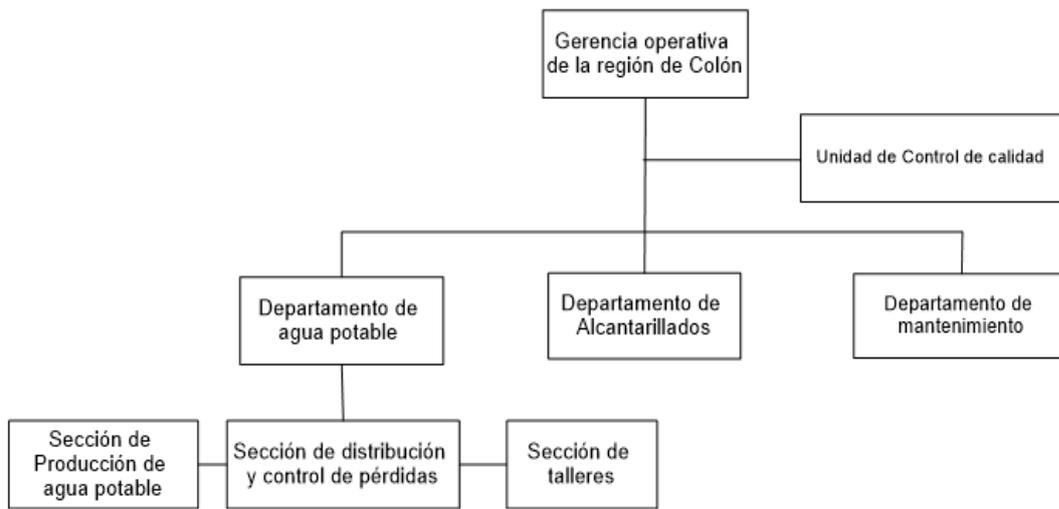


Nota. Adaptado de Estructura Orgánica Idaan. ([idaan.gob.pa/estructura-orgánica/](http://idaan.gob.pa/estructura-orgánica/))

### 5.1 Estructura organizacional gerencia región-Colón

La institución cuenta con una gerencia en la región de Colón, en la figura No.2 se muestra la estructura organizacional de la gerencia- Colón

**Figura No.2: Estructura organizacional gerencia- Colón**



## **6. Descripción de la actividad de la empresa o institución.**

El IDAAN es responsable por todas las funciones relacionadas con la planificación, investigación, diseño, dirección, construcción, inspección, operación, mantenimiento y explotación de los sistemas de acueductos y alcantarillados en la República de Panamá a nivel urbano. Como prestador de servicios públicos, el IDAAN debe establecer programas básicos para atender las necesidades de la población en cuanto a:

- Cobertura de agua potable
- Calidad de agua potable
- Presión de agua – mínima y máxima
- Interrupciones en el servicio de agua potable
- Prontitud en la atención de consultas y reclamos
- Cobertura de alcantarillado sanitario
- Desbordes de alcantarillado sanitario
- Calidad de las aguas residuales.

## **7. Departamento donde se realizó la pasantía**

La pasantía se realizó en el departamento de agua potable, sección de producción de agua potable.

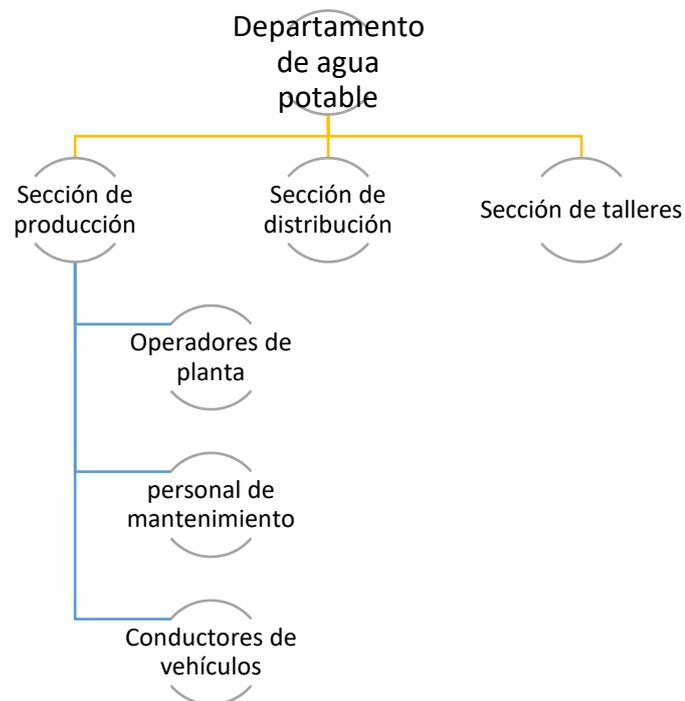
### **7.1 Descripción del departamento**

El departamento de agua potable, sección de producción de la región-Colón, se encarga de producir agua potable de forma continua, es decir 24 horas al día y siete días a la semana, a los sectores que se encuentran en los corregimientos de Sabanitas, Cativá, Puerto Pilón, Nueva Providencia y Limón. El departamento es responsable de velar por la integridad y calidad del vital líquido brindado, de manera que cumpla con los estándares de calidad y salubridad, las cuales están resueltos en el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 21-2019.

## 7.2 Estructura organizativa del departamento

A continuación, se detalla la estructura organizativa del departamento de agua potable, en la figura No.3.

**Figura No.3: estructura organizacional del departamento**



## 7.3 Descripción del cargo ocupado

**Cargo:** Asistente técnico.

**Rol:** Llevar a cabo la verificación, gestión, control de calidad y optimización de procesos de tratamiento de agua potable.

## 7.4 Relación del departamento con otros departamentos de la empresa

El departamento de agua potable-sección de producción, comparte información crucial con la sección de distribución y control de pérdidas de agua potable y con el departamento de optimización de la red de distribución, en la cual se mantiene

comunicación estrecha al compartir datos relacionados con el volumen de agua potable producido, nivel o altura de agua potable en el tanque de almacenamiento de la planta potabilizadora, lo cual sirve para que tales departamentos tengan la información adecuada para tomar decisiones de si mantener o interrumpir el suministro de agua potable a las diferentes comunidades, que por causa del crecimiento poblacional, no es posible abastecer a todas las comunidades con agua potable 24/7, por lo que el departamento de distribución realiza operativos para brindar el vital líquido de forma sectorizada. Además, la planta potabilizadora informa sobre cualquier falla que ocurra en el sistema de potabilización las cuales pueden ser: Pérdida de caudal producido por avería de bombas de la fuente de captación de agua localizado en el Lago Gatún, falla del suministro eléctrico, etc. Aunado a lo anterior descrito, el departamento de producción atiende a los reportes emitidos por la unidad o departamento de calidad de agua, en donde se efectúan análisis fisicoquímicos y biológicos en el laboratorio de la planta de Sabanitas, análisis que nos proporcionan referencias y datos sobre el resultado de las operaciones efectuadas en el sistema de producción de agua potable. En último lugar y no menos importante, el departamento de producción de agua potable trabaja con el departamento de electromecánica, ya que son los que nos brindan asistencia y cooperación con temas de energía eléctrica en los dispositivos mecánicos tales como: bombas, transformadores, entre otros.

### **7.5 Importancia del departamento en el engranaje de la organización**

La importancia del departamento de producción de agua potable radica principalmente a que las actividades y tareas que se realizan día tras día, tiene como finalidad producir el vital líquido, asunto que corresponde a la esencia y existir de la institución. Por lo antes dicho, producir el vital líquido requiere de ciertos costos y gastos de producción, tales como la adquisición de insumos, equipos, personal, tecnología y demás, para llevar a cabo las tareas necesarias brindando un servicio de calidad a los consumidores, por lo que en la gerencia comercial del IDAAN, específicamente en el departamento de recaudo y cobros, se encargan de establecer y efectuar los cobros de tarifas, de acuerdo al consumo de los usuarios, lo que en definitiva, si el departamento de producción no produce agua potable, el IDAAN no genera ganancias. En añadidura de lo antes mencionado, el Departamento de producción ha recibido y recibe practicantes de carreras científicas, lo que crea que

tales estudiantes se nutran de profesionalismo y activismo en el desarrollo de investigaciones que innoven y mejoren los procesos de producción del vital líquido, a través de las ciencias aplicadas y con la puesta en marcha de nuevas tecnologías que nos brinda el mundo de hoy.

## CAPÍTULO II: ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

### 1. Funciones realizadas

Durante la pasantía de extensión ocupacional profesional el cual desempeñé en el IDAAN, específicamente en el departamento de agua potable-sección de producción de la gerencia regional de la provincia de Colón, realicé trabajos variados que están vinculados con los procesos y operaciones que se llevan a cabo para producir agua potable en la planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León, cuya importancia de tal labor efectuada es de gran amplitud, beneficiando al prestigio de la institución, sintetizado en el manejo eficiente de las operaciones, además de los equipos y herramientas e insumos proporcionados para efectuar las actividades con alto desempeño y ética profesional. Precizando de una vez, expondré a continuación las actividades más importantes que desarrollé durante mi pasantía, las cuales son las siguientes:

#### 1.1 Inspección y análisis diario del sistema de potabilización:

En esta actividad logré monitorear el estado y las condiciones del sistema de potabilización, considerando variables como el caudal de entrada de agua cruda, y el caudal de salida de agua potabilizada, junto con el ajuste y control de dosis de coagulante químico. Trabajé estrechamente con los operadores de planta, así como también con la unidad de calidad de agua que se encarga de realizar análisis más profundos en laboratorio, las cuales, son los análisis fisicoquímicos y biológicos, aspectos que inciden directamente en la toma de decisiones a la hora de cambiar o ajustar las dosis de coagulante en el sistema de tratamiento de agua. En el marco de las observaciones anteriores, para conocer las condiciones de la planta potabilizadora se deben obtener las siguientes variables:

- **Caudal de entrada de agua Cruda:** Se obtiene en el flujómetro ultrasónico de agua Cruda, ver figura No. 4 Flujómetro de agua cruda. El cual está ubicado en la entrada del sistema de potabilización en la tubería de 24". Por razón del constante movimiento del agua, la data que muestra el flujómetro no permanece constante haciendo que los datos tiendan a oscilar, por lo que se debe sacar un promedio de los datos que arroja el flujómetro.

**Figura No. 4: Flujómetro de agua cruda**



- **Dosis de coagulante vertida al sistema:** Puntualizo primero que todo, que el coagulante que se utiliza en la Planta potabilizadora de Sabanitas es sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) en polvo, por lo que, para obtener la dosis vertida en el sistema, es necesario conocer la concentración de solución de alumbre. Para el caso de la planta potabilizadora, la concentración de solución de alumbre se halla de la siguiente manera:

$$\% = \frac{\text{gramos(soluto)}}{\text{mililitros de disolución}} (100)$$

Para cerciorarme, concreté una medición del volumen del tanque de solución de alumbre, cuyo volumen es de 1411192,41 mililitros. Conociendo que se agregan 50 kg de alumbre en el volumen mencionado la concentración de solución de alumbre preparado para dosificar es:

$$\% = \frac{\text{gramos(soluto)}}{\text{mililitros de disolución}} (100) = \frac{50000g}{1411192.41ml(H_2O)} (100) = 3.5$$

Consecuentemente, conociendo la concentración y los *mililitros/segundos que se vierte* de solución del coagulante (sulfato de aluminio) al caudal de entrada de agua cruda en *litros/segundos*, se procede en calcular la dosis que recibe el sistema remplazando en la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis(PPM)} = \frac{\frac{ml}{s} (\% \times 10)}{Q (\text{caudal})}$$

A manera de ejemplo, en la revisión del sistema del 29 de marzo de 2023, se obtuvieron los siguientes datos:

- Concentración de solución de alumbre(coagulante)= 3.5%.
- Caudal de entrada de agua cruda = 769.3 L/s.
- Graduación de bomba de dosificación de alumbre en 90%= 81.56 ml/s.

Procedí en calcular la dosis que se vierte al sistema remplazando los datos obtenidos en la formula ya antes presentada:

$$Dosis(PPM) = \frac{\frac{ml}{s} (\% \times 10)}{Q (caudal)} = 81.56 \frac{(3.5 \times 10)}{769.3} = 3.7 PPM$$

La importancia de conocer la dosis de coagulante en el sistema de potabilización, radica en que podemos corroborar que se dosifica la dosis que necesita la planta, dosis que se adquiere a través de pruebas de jarras, cuya función es remover la turbiedad, eliminando impurezas químicas y microorganismos como bacterias y algas que pueden arrojar toxinas nocivas para la salud humana.

En la figura No.5, se visualiza los cilindros que se utilizan para calcular el bombeo de solución del coagulante (sulfato de aluminio), en sistema de potabilización, el cual se mide en mililitros/minutos.

**Figura No. 5: Cilindros de medición del bombeo de solución de alumbre**



En la figura No.6, se muestra la bomba de solución del coagulante sulfato de aluminio, sitio en el cual se ajustan las graduaciones de las dosis de coagulante que requiere el sistema de tratamiento de agua potable.

**Figura No. 6: bombas de solución de alumbre**



Consecuentemente, se detalla en la tabla No.1 las dosis de coagulantes en mililitros/minutos y mililitros/segundos que requiere el sistema de potabilización, junto con la graduación de la bomba, el cual elaboré con el objetivo de agilizar el cambio de dosis cuando exista un cambio del caudal o de las propiedades fisicoquímicas del agua cruda. Las lecturas 1, 2 y 3 las realicé para tener mayor exactitud en las mediciones, promediando las lecturas y de esta manera obtener una dosis estándar para cada graduación.

**Tabla No. 1: Dosis de graduación de la bomba de solución de alumbre.**

Graduación (Gal/h)	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Dosis(ml/min)	Dosis(ml/s)
5	17.5	17.5	17.5	17.50	0.29
10	220	220	220	220.00	3.67
15	535	535	530	533.33	8.89
20	860	840	880	860.00	14.33
25	1160	1140	1160	1153.33	19.22
30	1460	1420	1440	1440.00	24.00
35	1780	1800	1780	1786.67	29.78
40	2140	2100	2100	2113.33	35.22
45	2500	2460	2440	2466.67	41.11
50	2760	2800	2760	2773.33	46.22
55	3080	3120	3120	3106.67	51.78
60	3320	3360	3400	3360.00	56.00
65	3640	3680	3640	3653.33	60.89
70	4000	3880	3920	3933.33	65.56
75	4240	4160	4200	4200.00	70.00
80	4440	4480	4520	4480.00	74.67
85	4760	4760	4720	4746.67	79.11
90	4880	4920	4880	4893.33	81.56
95	5160	5160	5200	5173.33	86.22
100	5560	5520	5400	5493.33	91.56

**Fuente: Elaboración propia.**

## 1.2 Dosificación de Cloro:

El cloro juega un papel crucial en la desinfección y aseguramiento del agua potable, por lo que su monitoreo es altamente importante. Reglamentariamente, según la DGNTI-COPANIT 21-2019, el cloro residual debe encontrarse en el agua potabilizada entre 0.3 y 0.8 ppm. La dosis que se debe aplicar en el sistema, debe considerar la demanda de cloro del agua (dato que nos da el laboratorio) y el residual que queremos que adquiera el agua. Por lo que la dosis a implementar será:

$$\text{Dosis requerida (PPM)} = \text{Dosis de la demanda} + \text{Dosis del residual requerido}$$

Como ejemplificación, si tenemos una demanda química y biológica de cloro en el agua de 0.5 ppm y queremos que nuestra agua potabilizada tenga un residual de cloro de 0.8 ppm, entonces; nuestra dosificación de cloro será la siguiente:

$$\text{Dosificación de cloro} = 0.5 \text{ ppm} + 0.8 \text{ ppm} = 1.30 \text{ ppm}$$

En relación a lo antes descrito, en la figura No.8, se muestra el dosificador de gas Cloro, que funciona en la unidad de medida (kilogramos/hora). Para los efectos del mismo, desarrollé una fórmula que me permite conocer, que graduación debo establecer para el sistema de tratamiento de agua potable que se encuentra en la figura No.7.

**Figura No.7: fórmula de la dosis de inyección de cloro en Kg/h.**

**Fuente: Elaboración propia.**

$$DI = \frac{D(1000)(Q)}{10^6}$$

Donde:

DI= Dosis de inyección de cloro al sistema en Kilogramos/hora.

D= Dosis requerida del sistema en ppm.

Q= Caudal en metro cúbico/hora.

Ejemplificando el caso anterior, si tenemos una producción de 3000 m<sup>3</sup>/h de agua potable y nuestra dosis requerida en el sistema es de 1.30 ppm. ¿En cuánto debemos graduar el dosificador de Cloro? Resolviendo tenemos lo siguiente:

$$x \frac{\text{Kg}}{\text{h}} = \frac{(1.30)(1000)(3000)}{10^6} = 3.9 \text{ Kg/h}$$

En definitiva, según el problema planteado, se debe graduar la dosis de Cloro en 3.9 Kg/h. El valor obtenido nos proporciona exactitud, lo cual nos sirve para cumplir con las normas de calidad de agua, además de no sobre dosificar cloro, ocasionando que se administre eficientemente los recursos que se tienen, eliminando costos por mal manejo de materia prima.

En la figura No.8, se detalla el regulador de gas cloro, lo cual permite implementar la dosis de cloro que requiere el sistema de potabilización.

**Figura No.8: Graduación de dosis de gas cloro. (Kg/h)**



### 1.3 Eficiencia de la producción

Durante mi pasantía, guiado por mi tutor industrial, el ingeniero encargado de la optimización de las redes de distribución de agua potable me hizo saber que le interesaba conocer las pérdidas de agua potable, a la hora de lavar filtros, ya que, de esta manera, se puede obtener con mayor precisión, el caudal de agua potable que se produce por día. Noté, que, en el inicio de construcción de la planta, existían medidores que medían en metros cúbicos, el volumen consumido al lavar filtros, pero por falta de mantenimiento y gestión de compra de nuevos medidores, no se lleva control de tales pérdidas. Ante la situación planteada, examiné de qué manera podía medir las pérdidas de agua potable al lavar filtros, y opté por utilizar la estructura de salida o desagüe del retro lavado cerrando la válvula de salida del retro lavado y midiendo el tiempo que toma en llenarse el canal de desagüe, utilizando la fórmula: **Caudal= Volumen/ tiempo**. Ver figura 9 Lavado filtro, proceso de retro lavado.

**Figura No. 9: Lavado Filtros, proceso de retro lavado**



La planta potabilizadora de Sabanitas tiene ocho filtros y usualmente lavan un filtro cada dos horas. Por ende, en veinticuatro horas se hacen doce lavados de filtros. En promedio un filtro gasta aproximadamente 82 101.32 galones en 8 minutos del proceso de retro lavado. Para poner en contexto lo ya mencionado, durante los primeros días del mes de abril del año en curso (2023), hubo un caudal que, estimado de 19 174 636,72 galones por día, y manteniendo un régimen de 12 filtros lavado por día, efectué el cálculo de pérdidas de agua potable en el proceso de lavar filtros de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas de agua potable} &= 82\ 101.32 \text{ galones} * (\text{número de filtro lavados}) \\ &= 82\ 101.32 \text{ galones} (12 \text{ filtros}) = 985\ 215.92 \text{ galones/día} \end{aligned}$$

Conociendo las pérdidas diarias, se obtiene la eficiencia de producción en lapso mencionado con la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia de producción} = \frac{\text{producción total} - \text{pérdidas por lavado de filtros}}{\text{Producción total}} (100)$$

$$\text{Eficiencia de producción} = \frac{19\ 174\ 636,72 - 985\ 215,92}{19\ 174\ 636,72} (100) = 94 \%$$

Cabe resaltar, que la eficiencia de la producción puede mejorar, implementando dosis de coagulante y floculantes adecuados para el sistema de tratamiento, además de efectuar cambios del material filtrante, ya que la planta de Sabanitas, es una planta

de filtración directa, por lo que carece de sedimentadores, y solo los filtros retienen las impurezas.

#### 1.4 Cálculos de tiempos y velocidades de la planta para las pruebas de jarras.

Para calcular las velocidades, las desarrollé utilizando la ecuación de continuidad, cuyos valores obtenidos se describen en velocidad lineal, sin embargo, para la implementación en pruebas de jarras debe realizarse la conversión de velocidad lineal a velocidad angular. Las velocidades para un caudal de entrada de 740 litros/segundos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla No. 2: lavado Filtros, proceso de retro lavado**

**Fuente: Elaboración propia**

Sitio	Velocidad lineal(metros /segundos)	Velocidad angular (RPM)	Tiempo(segundos)
Punto de inyección de alumbre (tubería de 24 pulgadas)	2.64 m/s	663 RPM	7.6 s
Sección del mezclador rápido	0.082 m/s	20 RPM	63 s
Sección #1 de canal de reparto a canaletas y tubería de 24 pulgadas (by pass)	0.3 m/s	75 RPM	17 s
Sección #2 de canal de reparto a canaletas y tubería de 24 pulgadas (by pass)	0.24 m/s	60 RPM	51 s
Sección #3 de canal de reparto a canaletas y tubería de 24 pulgadas (by pass)	0.18 m/s	45 RPM	29 s
Tubería de 24 pulgadas (by pass)	1.57 m/s	394 RPM	7.6 s
Canal de reparto a filtros	0.079 m/s	20 RPM	15 s

#### 1.5 Pruebas de jarras

Las pruebas de jarras Ver figura No. 15 son una prueba alta prioridad e importancia, ya que tiene como objetivo conocer las dosis más apropiadas de coagulantes y floculantes para inyectar en el sistema. Realicé una prueba de jarra utilizando sulfato de aluminio como coagulante al 3.5% de concentración, tomando en cuenta; los

tiempos de la planta ya adquiridos, con el fin de desarrollar una simulación de lo que realmente ocurre en la planta potabilizadora de Sabanitas. Los resultados de la prueba realizada se muestran en la tabla 3.

**Tabla No. 3: Resultados de prueba de jarra**

<b>Dosis en PPM</b>	<b>Turbiedad</b>	<b>Color</b>	<b>PH</b>
<b>Agua Cruda (estado inicial)</b>	<b>1.78</b>	<b>29</b>	<b>7.3</b>
<b>1</b>	<b>1.45</b>	<b>25</b>	<b>7.3</b>
<b>2</b>	<b>1.63</b>	<b>22</b>	<b>7.3</b>
<b>3</b>	<b>1.54</b>	<b>23</b>	<b>7.31</b>
<b>3.5</b>	<b>1.69</b>	<b>24</b>	<b>7.26</b>
<b>4</b>	<b>1.66</b>	<b>23</b>	<b>7.24</b>
<b>4.5</b>	<b>1.74</b>	<b>28</b>	<b>7.12</b>
<b>5</b>	<b>1.74</b>	<b>25</b>	<b>7.15</b>
<b>6</b>	<b>1.88</b>	<b>25</b>	<b>7.11</b>
<b>7</b>	<b>1.87</b>	<b>28</b>	<b>7.1</b>
<b>8</b>	<b>1.98</b>	<b>26</b>	<b>7.1</b>
<b>9</b>	<b>2.21</b>	<b>30</b>	<b>7.01</b>
<b>10</b>	<b>2.33</b>	<b>29</b>	<b>7.01</b>

**Fuente: elaboración propia**

Los resultados arrojan información relevante sobre las condiciones actuales de coagulación de la planta de Sabanitas, lo cual, en definitiva; existe una coagulación ineficiente por causa de que el sulfato de aluminio no es capaz de aglomerar las partículas de turbiedad para que puedan sedimentarse adecuadamente, sin obviar; que no se está dosificando polímero catiónico por falta del mismo, el cual se caracteriza por ser un floculante que ayuda al alumbre a remover turbiedades.

### 1.6 Medición del volumen útil del tanque de almacenamiento de agua potable

Para empezar, la medición del volumen o capacidad del tanque de almacenamiento de agua potable, me fue delegada, por razón de que no se había efectuado una medición del mismo, ya que es un tanque recién instalado por la empresa española Acciona. Empecé utilizando un hilo de construcción para medir el perímetro del tanque de almacenamiento, debido a que es un tanque de forma cilíndrica (ver figura No.10), y cinta métrica para medir la altura del tanque. Midiendo obtuve los siguientes valores:

- Perímetro= 131 metros
- Altura = 2.79 metros
- Radio= 20.85 metros
- Volumen= 3 810.36 metros cúbico, o; 1 006 590, 42 galones.

**Figura No. 10: Tanque de almacenamiento de agua potable**

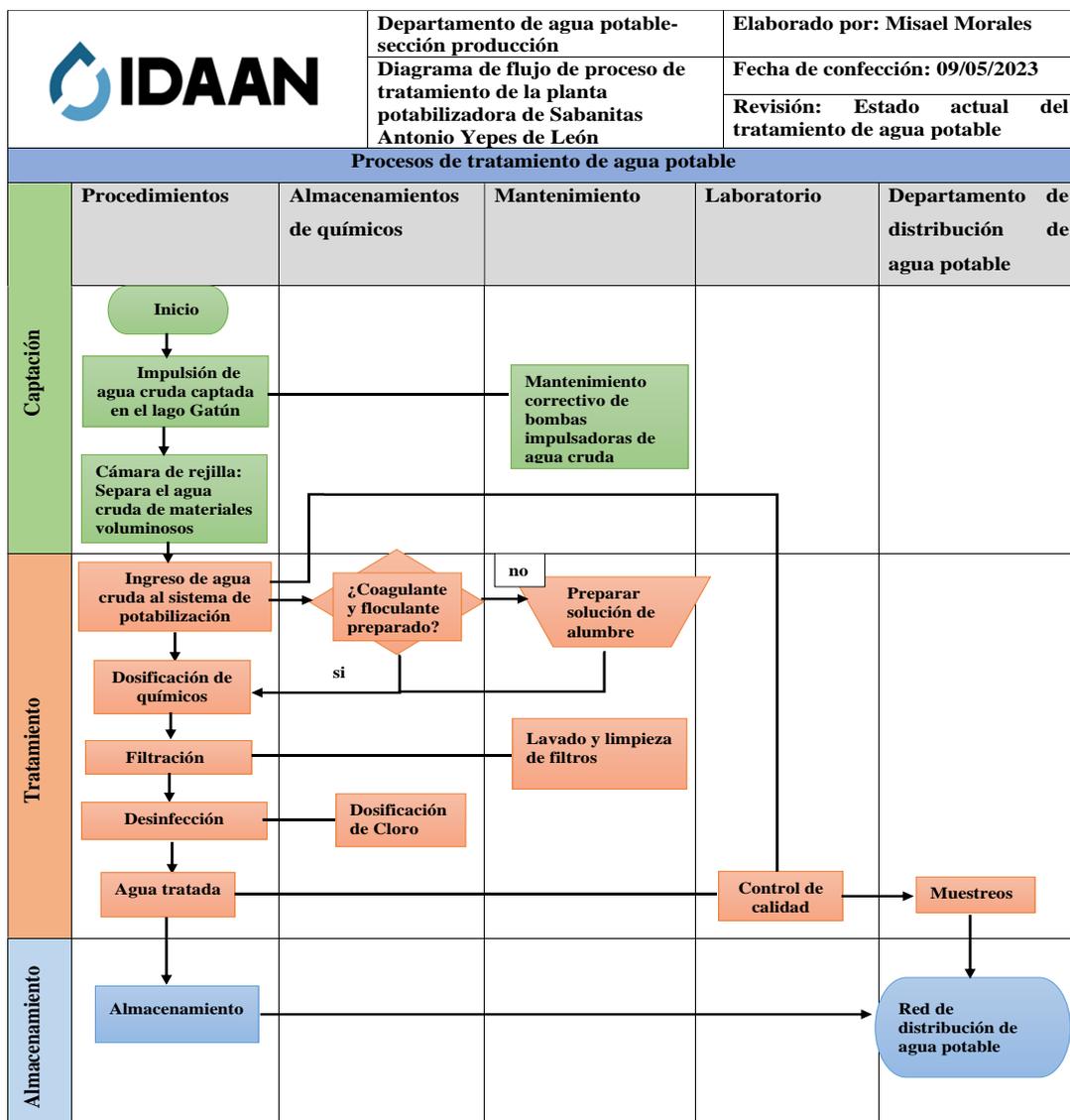


En la figura No. 17 se muestran los equipos utilizados para las distintas mediciones.

**1.7 Diseño de diagrama de flujo de los procesos de tratamiento de agua potable actuales de la planta Sabanitas.**

A continuación, en la figura No. 11, se muestra el diagrama de flujo que elaboré para los principales procesos en el tratamiento de agua potable de la planta en Sabanitas. En él se detalla los procedimientos para las áreas de captación, tratamiento y almacenamiento.

**Figura No. 11 Diagrama de flujo proceso de tratamiento de la planta potabilizadora**



### 1.8 Cursogramas de operaciones del proceso de lavado de filtros

Elaboré un cursograma de operaciones el cual se muestra a continuación en la figura No. 12, sobre las operaciones que se efectúan en el proceso de lavado de filtros.

**Figura No. 12 Cursograma de operaciones: proceso de lavado de filtros**

CURSOGRAMA DE OPERACIONES			Actividades desempeñada por: operadores de planta				
IDAAN- Planta potabilizadora de Sabanitas			SIMBOLOGIA				
Fecha: 12/04/2023			Resumen				
Objetivo: Diagramar las actividades del operador			ACTIVIDAD	Actividad	Tiem pos(Min.)		
Método: Actual: __X__ Propuesto: _____				Operación	14	1.5	
Proceso: Lavado de filtros				Movilización	1	0.1	
Elaborado por: Misael Morales (practicante de ingeniería industrial)				Espera	4	15.3	
				Inspección	1	0.5	
			<b>Totales</b>		<b>20</b>	<b>17.3</b>	
NUMERO	DESCRIPCION DEL ACTIVIDADES	Distancia en Metros	Tiempo (segundos)	SIMBOLOS DE PROCESOS			
							
1	En la hoja de reporte, el operador revisa el filtro que debe lavarse		30				
2	El operador sale de su oficina y se dirige al panel de control de lavado de filtros	5	5				
3	En el panel de control, cierra la valvula de entrada de agua al filtro		10				
4	Esperar hasta que el agua restante en el filtro se filtre y no se desperdicie agua		45				
5	Cuando se filtre el agua, cierra la válvula de filtrado		10				
6	Abre la compuerta de desagüe		5				
7	Abre la válvula de soplador de aire		5				
8	Enciende el soplador		5				
9	Espera que el soplador desempeñe su tarea de separación de partículas coloidales del material		360				
10	Apaga el soplador		5				
11	Cierra la valvula del soplador de aire		5				
12	Abre la válvula de retrolavado		5				
13	Enciende el retrolavado(se usa agua tratada)		5				
14	Esperar hasta que el agua que sale del retrolavado se aclare		480				
15	Apagar el retrolavado		5				
16	Cerrar la válvula de retrolavado		5				
17	Cerrar válvula de desagüe		10				
18	Abrir la válvula de entrada		10				
19	Abrir la válvula de filtrado		5				
20	Cerciorarse que el filtro entró en operación adecuadamente	10	30				
<b>Tiempo (Minutos):</b>		<b>Total de distancias</b>	<b>1040</b>				
<b>17.3</b>		<b>15</b>					

Elaboré un cursograma propuesto para el proceso de lavado de filtros, ver figura No. 13, en el cual se puedan computarizar las operaciones por medio de software integrados al panel de control de lavado de filtros, con la finalidad de reducir los tiempos y las distancias recorridas por los operarios.

**Figura No. 13 Cursograma propuesto: Proceso de lavado de filtros**

CURSOGRAMA DE OPERACIONES			Actividades desempeñada por: operadores de planta				
IDAAN- Planta potabilizadora de Sabanitas			SIMBOLOGIA		RESUMEN		
Fecha: 12/04/2023				ACTIVIDAD	Actual	Propuesto	Economía
Objetivo: Diagramar las actividades del operador				Operación	14	14	0
Método: Actual:___ Propuesto:___X___				Movilización	1	0	-100
Proceso: Lavado de filtros				Espera	4	3	-25
Elaborado por: Misael Morales (practicante de ingeniería industrial)				Inspección	1	1	0
			realizadas		20	18	-10
			Distancia total en metros		15	0	-100
			Tiempo total en minutos		17.3	14.2	-18
NUMERO	DESCRIPCION DEL ACTIVIDADES	Distancia (Metros)	Tiempo (segundos)	SIMBOLOS DE PROCESOS			
							
1	En la hoja de reporte, el operador revisa el filtro que debe lavarse		30				
2	A través de software computarizado, el operador realizará las operaciones, empenzando con cerrar la válvula de entrada de agua al filtro		5				
3	Espera hasta que el agua restante en el filtro se filtre y no se desperdicie agua. (Con material filtrante nuevo)		20				
4	Cuando se filtre el agua, cerrar la válvula de filtrado		5				
5	Abrir la compuerta de desagüe		10				
6	Abrir la válvula de soplador de aire		5				
7	Encender el soplador		5				
8	Esperar que el soplador desempeñe su tarea de separación de partículas coloidales del material filtrante		360				
9	Apagar el soplador		5				
10	Cerrar la válvula del soplador de aire		5				
11	Abrir la válvula de retrolavado		5				
12	Encender el retrolavado(se usa agua tratada)		5				
13	Esperar hasta que el agua que sale del retrolavado se aclare con una turbiedad de 30 NTU.		360				
14	Apagar el retrolavado		5				
15	Cerrar la válvula de retrolavado		5				
16	Cerrar válvula de desagüe		10				
17	Abrir la válvula de entrada		5				
18	Abrir la válvula de filtrado		5				
Tiempo (Minutos)		Total de distancias	850				
14.2		0	30				

## **CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA**

### **1. Limitaciones presentadas durante la pasantía**

En el transcurso de la pasantía, se me presentaron ciertas limitaciones que me impidieron profundizar y comparar los análisis que desempeñé, como la falta de base de datos históricos, en cuanto a los procedimientos que se implementaban hace décadas atrás, por lo que se me dificultó observar la evolución y trazabilidad de los procesos y operaciones.

### **2. Aportes y conocimientos de la experiencia a la formación profesional**

La experiencia adquirida en esta pasantía, logró integrar en mí los conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes necesarios que desempeñan los ingenieros industriales, en temas relacionados como la maximización y eficiencia de la productividad, diseño, mejoramiento y control de calidad de procesos y operaciones industriales, estudio del trabajo, ergonomía y supervisión del recurso humano, manejo eficiente de equipos y materiales. En síntesis, indico que esta pasantía fue una valiosa oportunidad que me brindó el Instituto de acueductos y alcantarillados nacionales (IDAAN), debido a que logré aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad internacional de ciencia y tecnología (UNICYT), en el sistema de potabilización de agua potable de la planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León. Logré conocer estructuralmente las instalaciones, toda vez que se tuvo acceso a los planos estructurales de la planta-Sabanitas ver figura No. 16.

### **3. Relación de la pasantía profesional con la carrera estudiada**

La carrera de ingeniería industrial con énfasis en gestión de operaciones, está directamente relacionada a las actividades que se ejecutan en el sector industrial y empresarial, por lo que las tareas y funciones que desempeñé durante mi pasantía en los procedimientos de potabilización de agua potable, guardan estrecho vínculo y asociación con la carrera estudiada.

En la figura No. 18 se observa la labor realizada durante la pasantía y el trabajo en conjunto con el personal.

#### 4. Cronogramas de actividades

**Tabla No.4: Cronograma de actividades, práctica profesional IDAAN.**

Cronograma de actividades- Pasantía de extensión ocupacional profesional- IDAAN										
Planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León										
Diagrama de Gantt	Fecha inicio	Fecha final	Del 20 al 24 de	Del 27 al 31 de	Del 3 al 7 de	Del 10 al 14 de	Del 17 al 21 de	Del 24 al 28 de	Del 1 al 5 de	Del 8 al 12 de
			marzo de 2023	marzo de 2023	abril de 2023	abril de 2023	abril de 2023	abril de 2023	abril de 2023	mayo de 2023
Actividades	Semana	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Reconocimiento y asesoramiento del sistema de potabilización	1	1								
Revisión de la normalización de agua potable	1	1								
Identificación de procesos y operaciones	1	1								
Identificación de inventario	1	1								
Revisión y análisis del sistema de potabilización	1	8								
Estudio de procesos y operaciones	2	3								
Identificación de equipos e instrumentos	1	1								
Estudio de tiempos (estudio del trabajo)	4	4								
Diseño y mejora de procesos y operaciones	4	4								
Estandarización de procesos y operaciones	5	5								
Control de calidad de procesos y operaciones	5	6								
Control de calidad del servicio brindado (agua potable)	6	7								
Eficiencia de la producción de agua potable	8	8								

**Fuente: Elaboración propia**

## CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL

### 1. Descripción de la problemática observada.

El 2 de mayo del año en curso, a las 8:00 a.m., se realizó una revisión y verificación de las condiciones del sistema de tratamiento de agua potable de la planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León, en donde se observaron ciertas anomalías relacionadas con la dosificación de sulfato de aluminio. Primeramente, se observó que la bomba de la solución de alumbre se encontraba tapada, por ende, no se estaba dosificando solución de alumbre al sistema de tratamiento, sin obviar que se desconoce la hora del desperfecto del bombeo. Por efecto del mismo, lo notifiqué al mecánico de bombas, el cual se encargó de destapar y limpiar la bomba con prontitud y se comprobó que efectivamente se restableció la bomba y la dosificación. Consiguientemente, el tanque de solución de alumbre que proporciona solución de alumbre a la bomba, en el fondo del tanque contenía una colmatación de carbón activado mezclado con sulfato de aluminio, lo que ocasiona que se vuelva a tapar la bomba. Estos incidentes son ocasionados por falta de planeación y gestión apropiada de las actividades de mantenimiento preventivo, además de la coordinación y supervisión del personal. En el marco de las observaciones identificadas, el personal del laboratorio de calidad de agua, nos compartió los resultados de la calidad de agua en el instante que se reportó la falla operacional de dosificación de alumbre en el sistema de tratamiento de agua, además de los resultados obtenidos, al momento de la rehabilitación operacional. (*observar tabla No. 5*).

**Tabla No. 5**

**Parámetros de calidad de agua del incidente de falla operacional.**

<b>CUADRO #1</b>				
<b>Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos del Agua</b>				
<b>PARÁMETROS</b>		<b>AGUA CRUDA (8:00 a.m.)</b>	<b>TANQUE DE CONTACTO (7:49 a.m.)</b>	<b>AGUA TRATADA (12:45 p.m.)</b>
<b>Físicos/Químicos (mg/L)</b>	Turbiedad (NTU)	1.11	1.98	0.74
	Cloro Residual (Cl <sup>-</sup> )	--	0.59	0.96
	Total de Sólidos Disueltos (TDS)	148.2	150.3	149.8
	Total, de Sólidos Suspendidos (TSS)	6	12	4
	Conductividad (Cond e)	333	335	347
	pH	7.59	7.39	7.24
<b>Nutrientes (mg/L)</b>	DQO	4.7	3.1	3.7
	Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	0.16	0.20	0.24
	Nitrito (NO <sub>2</sub> -N)	<0.10	<0.10	<0.10
<b>Biológicos (NMP)</b>	Coliformes Totales	1056	<1	<1
	E. coli	<1	<1	<1
	Porcentaje de Remoción algal		55%	74%

**Nota: Fuente: Laboratorio de calidad de agua de la planta potabilizadora de Sabanitas**

## **2. Alternativas de solución de la problemática planteada**

Como solución correctiva momentánea recomendé:

- Que los operadores coadyuven al mezclador de solución de alumbre mezclando la solución a la hora de prepararla, para que se haga una mezcla más homogénea y se minimice la colmatación, ya que el mezclador en servicio no fue diseñado para mezclar el volumen de solución que se dosifica al sistema.
- Realizar mantenimiento de las bombas de solución de alumbre semanalmente (óptimo), o bisemanalmente (mínimo), por razón que solo tenemos una bomba en uso.

En cambio, y no menos importante, se recomienda soluciones correctivas a largo plazo, sintetizados en las siguientes mejoras:

1. Reemplazar el mezclador del tanque de solución de alumbre, por un mezclador que sea capaz de realizar una mezcla homogénea, para evitar una mezcla defectuosa que ocasione que se tapen las bombas y las líneas de conducción de coagulante.
2. Obtener más bombas de dosificación de alumbre para tener de repuesto y para satisfacer la dosis que requiere el sistema de tratamiento.
3. Diseñar, planear y establecer programaciones de mantenimiento preventivo el cual sea registrado en bitácoras, para una correcta fiscalización y control de calidad.

En definitiva, se pueden obtener los siguientes beneficios:

1. Mejora operacional de procesos.
2. Mejora de ergonomía, salud y seguridad de los operadores.
3. Continuidad ininterrumpida de calidad de agua por minimización de fallos operacionales.

## CONCLUSIONES

En las asignaciones enmarcadas en el cronograma de actividades se logró concretar la mayoría de las tareas a plenitud, con la supervisión de mis tutores industriales, entre las cuales se alcanzaron mejorar los siguientes aspectos:

- Control de calidad de los procesos y operaciones de la planta potabilizadora de Sabanitas Antonio Yepes de León.
- Optimización de recursos químicos de tratamiento de agua potable.
- Aplicación de metrología y eficiencia del sistema de producción.
- Creación de tablas y bases de datos de los elementos vinculados a los procesos y operaciones de la planta.
- Diagramación del estado actual del sistema de potabilización.
- Asistencia en actividades de ingeniería.

## RECOMENDACIONES

- Cambiar el material filtrante de los filtros, ya que la planta potabilizadora de Sabanitas ha funcionado por muchos años, con un sistema de filtración directa por falta de sedimentadores, resaltando que a los inicios de la creación de la planta, habían dos sedimentadores, pero los eliminaron para convertirlos en filtros, por lo que se suprimió el proceso de sedimentación, para maximizar la producción, haciendo que el proceso de filtración sea la única opción de retención de turbiedades, lo que ocasiona una reducción de la vida útil, del material filtrante de los filtros, por lo que; si no se implementa el cambio del material filtrante, genera que los filtros se saturen con mayor prontitud, provocando que se incrementen la tasa de lavado de filtros, lo cual crea un mayor gasto de agua potable a la hora del proceso de lavado de filtros.
- Construir sedimentadores, que ayuden a los filtros a eliminar las turbiedades o partículas coloidales que se forman en el proceso de adición de coagulación y floculación.
- Hacer compras de polímero catiónico, ya que como se evidenció en el presente informe, esta planta necesita de un floculante que ayude al coagulante a remover correctamente las turbiedades que provienen del agua cruda.
- Computarizar los procesos y operaciones por medio de software, que permitan automatizar las operaciones que se ejecutan en la potabilización de agua. Esto genera, ergonomía en el personal y constancia operacional.

## REFERENCIAS

IDAAN, 2021. Misión y visión. <https://www.idaan.gob.pa/mision-y-vision/>

**Términos de Referencia “Contratación de asistencia y asesoría técnica al IDAAN para la gestión operativa y comercial del área metropolitana de Panamá y la dirección y ejecución de las actividades de alto impacto”** [https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2018/03/T%C3%A9rminos-de-Referencia- Pagina-Web\\_1.pdf](https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2018/03/T%C3%A9rminos-de-Referencia- Pagina-Web_1.pdf)

**Gobierno de la república de Panamá Gaceta oficial No.28806-B, 2019.**  
[https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28806\\_B/GacetaNo\\_28806b\\_20190628.pdf](https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/28806_B/GacetaNo_28806b_20190628.pdf)

IDAAN, 2023. <https://www.idaan.gob.pa/>

## **ANEXOS**

**Figura 14**

**Monitoreo del sistema**



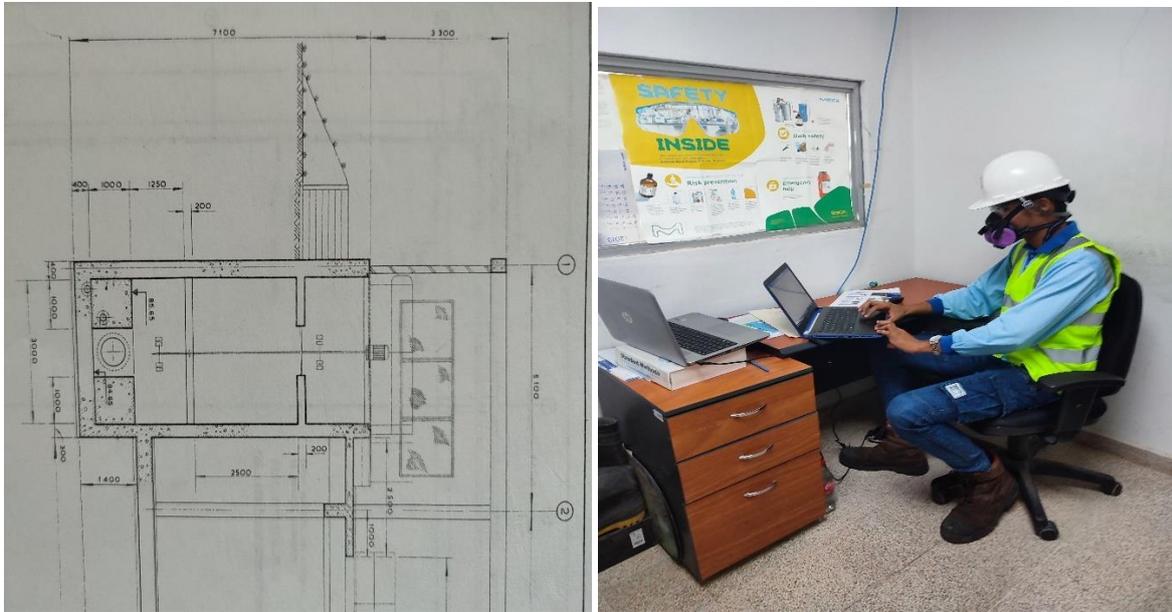
**Figura 15**

**Pruebas de jarras**



**Figura 16**

**Trabajo con los planos estructurales de la planta-Sabanitas**



**Figura 17**

**Equipos**

**Compresor de aires para sopladores**



**Bomba de agua de lavado de filtros**



**Manómetro electrónico**



**Flujómetro**



**Figura 18**

**Trabajos con el personal**

