



**Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología.**

**Facultad de Ingeniería.**

**Escuela de Ingeniería Química Industrial.**

**1C2022-289018G2 Experiencia Profesional II: Administración de Proyectos.**

**Proyecto final:** Validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator  
2000+

**Profesora:** Andrea Lineros Patarino.

**Empresa:** Laboratorio Nacional de Aguas – AyA.

**Estudiante:** Xiaollin Wong Zúñiga.

**San José, Costa Rica.**

**I Cuatrimestre, 2022.**

## TABLA DE CONTENIDOS

1. DATOS DE LA EMPRESA.....	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	5
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	6
4.1. Objetivo general.....	6
4.2. Objetivos específicos.....	6
5. EDT.....	7
6. CALENDARIO .....	7
7. RECURSOS Y PRESUPUESTO .....	9
8. RIESGOS .....	11
9. PLAN DE CALIDAD .....	13
10. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DURANTE LAS HORAS AVANZADAS:.....	16
10.1. Principales obstáculos o retos presentados.....	16
10.2. Lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto o de las tareas.....	16
10.3. Actividades pendientes .....	16
10.4. Comentarios generales.....	17
11. REPORTE DE AVANCE FINAL .....	17
12. REPORTE DE CAMBIOS.....	17
13. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DURANTE LAS HORAS AVANZADAS FINALES.....	17
13.1. Principales obstáculos o retos presentados.....	17

13.2.	Lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto o de las tareas.....	17
13.3.	Actividades pendientes.....	18
13.4.	Comentarios generales.....	18
14.	ENSAYO EXPERIENCIA LABORAL.....	18
15.	REFERENCIAS.....	22

## 1. DATOS DE LA EMPRESA

El Laboratorio Nacional de Aguas del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados es una institución gubernamental ubicada en Tres Ríos en la provincia de Cartago, la cual se encarga de planear, coordinar y ejecutar, en conjunto con el Ministerio de Salud Pública, la vigilancia de la calidad del agua en sus diferentes usos y la realización de investigaciones relacionadas con el agua, el ambiente y la salud en Costa Rica.

Los primeros avances para evaluar la calidad del agua en nuestro país fueron realizados por el Dr. Clodomiro Picado en el año 1911 mediante el análisis de las aguas del Río Tiribí en Tres Ríos y San José; siendo el precedente para la creación del decreto ejecutivo N° 109 en el año 1997 donde se designa al Laboratorio Central de AyA como el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), ampliando así el programa de vigilancia a nivel nacional. En el año 2008 el Laboratorio Nacional de Aguas fue acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) mediante la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, convirtiéndose en el primer laboratorio de aguas acreditado a nivel latinoamericano. Actualmente se cuenta con 58 técnicas de laboratorio, muestreo y gestiones debidamente acreditadas (AyA, 2021).

El Laboratorio Nacional de Aguas cuenta con siete departamentos: química de agua potable, microbiología de agua potable, química de aguas residuales, microbiología de aguas residuales, muestreo e inspección, optimización y control de plantas potabilizadoras y unidad de investigación; las cuales se responsabilizan de analizar las muestras de agua y garantizar que cumplan con los límites máximos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el agua potable establecidos por las normas vigentes en Costa Rica para la calidad del agua para consumo humano reguladas por el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S emitido por el Poder Ejecutivo y el Ministerio de Salud (Poder Ejecutivo, 2015).



**Figura 1.** Logo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Fuente.** (AyA, 2021).

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El departamento de química de agua potable del Laboratorio Nacional de Aguas – AyA utiliza un espectrofotómetro de longitud de onda única para el análisis de color en las muestras de agua, este equipo en específico se emplea para la medición del parámetro de color verdadero. Sin embargo, el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S estipula que el análisis de parámetro de color se debe basar en la determinación de color aparente (Poder Ejecutivo, 2015). Actualmente el LNA podría realizar el análisis de acuerdo a lo reglamentado por ley en Costa Rica ya que cuenta con los equipos adecuados para dicho proceso, los cuales son: Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ de la marca Lovibond®; no obstante, existe un desaprovechamiento de ellos debido a que no se han validado y puesto en uso por la falta de conocimiento y tiempo para hacerlo, por lo tanto, se encuentra la necesidad de iniciar un proyecto que permita realizar el proceso de validez y acreditación ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para que puedan entrar en funcionamiento.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

De acuerdo con los resultados finales obtenidos en la investigación del estudio de caso en diciembre del 2021, la metodología del proyecto busca responder a la necesidad de establecer la línea de base principal para iniciar el proceso de pruebas de validación de los equipos, por lo que se propone una serie de tareas previas que se deben cumplir inicialmente para poder realizar los trámites necesarios ante en el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para acreditar la nueva técnica de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+. La lista de las tareas previas a cumplir son las siguientes:

- Asignación del encargado del proyecto (responsabilidad del departamento de química de agua potable LNA - AyA).
- Revisión del estudio de caso y revisión documental entregada por la pasante Xiaollin Wong Zúñiga (responsabilidad del departamento de química de agua potable LNA - AyA).
- Revisión bibliográfica del método de comparación visual 2120 B en el Manual de Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales.
- Redacción de informe del funcionamiento de los equipos.

- Elaboración de patrones platino-cobalto para la verificación de los equipos.
- Verificación de los equipos.
- Cálculo de incertidumbre de los equipos.
- Formulario de incertidumbre de los equipos.
- Redacción de informe de la verificación y la incertidumbre de los equipos.

Por lo tanto, este proyecto tiene como finalidad realizar las tareas previas que se mencionan anteriormente, que son las funciones principales que la institución no ha podido organizar y realizar por la falta de tiempo y de esta manera, lograr ser un apoyo y poder proporcionarle al encargado del proyecto los resultados obtenidos para que puedan ser valorados y que la institución pueda hacerse cargo de los últimos pasos que les compete para que los equipos puedan entrar en funcionamiento en el departamento de química de agua potable y así poder cumplir con el análisis correcto de color de acuerdo a lo estipulado por el reglamento N° 38924-S.

## **4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **4.1. Objetivo general**

Desarrollar el trabajo de las tareas previas propuestas para el funcionamiento de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ en el Laboratorio Nacional de Aguas – AyA, para dar inicio al proceso de acreditación de la técnica ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) durante los meses de enero - abril 2022.

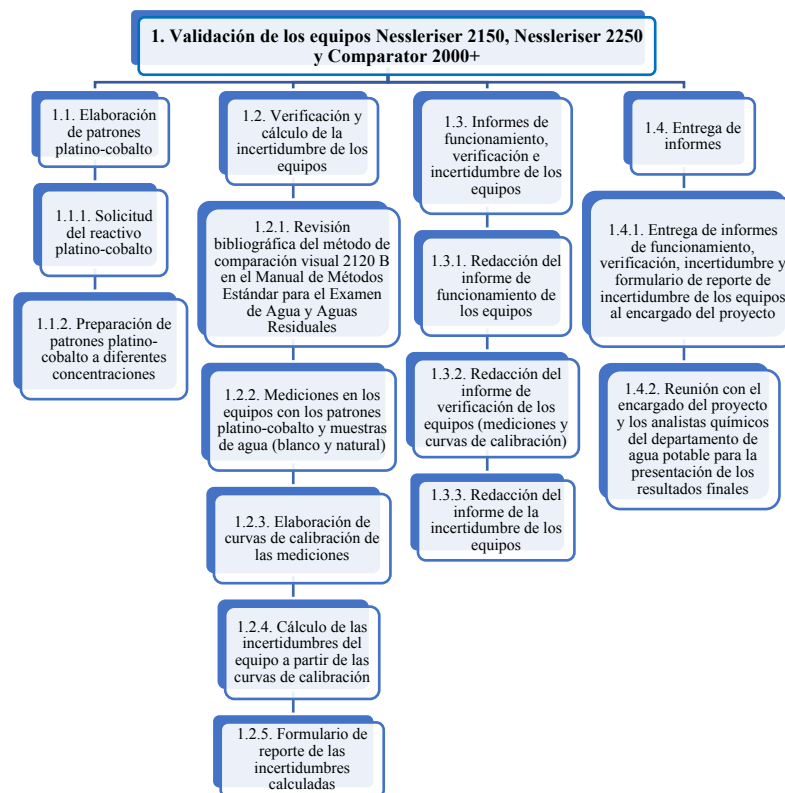
### **4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar los patrones platino - cobalto para la validación del método de análisis de color.
- Realizar la verificación y el cálculo de incertidumbre de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.
- Confeccionar la redacción de los informes de funcionamiento, verificación e incertidumbre de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.

- Entregar los informes del funcionamiento, verificación e incertidumbre de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ al encargado del proyecto.

## 5. EDT

En la siguiente figura se muestra el EDT (estructura detallada de trabajo) para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ para la medición de color aparente.



**Figura 2.** EDT para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ para la medición de color aparente. **Fuente.** Elaboración propia, 2022.

## 6. CALENDARIO

En el siguiente diagrama de Gantt se muestran las actividades requeridas para el desarrollo del proyecto en conjunto con su fecha de aplicación estimada y las horas demandadas para cada una de ellas.

## DIAGRAMA DE GANTT



**Proyecto:** Validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ para la medición de color aparente.  
**Fecha de inicio:** 26/01/2022  
**Fecha de finalización:** 28/04/2022

N°	ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Total de horas	ene-22	feb-22					mar-22					abr-22			
					S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	
1	Revisión documental para el parámetro de color aparente: Normativas, técnicas y equipos.	26/01/2022	26/01/2022	7	■														
2	Presentación al departamento de química de agua potable sobre el parámetro de color (comunicado sobre la situación actual del laboratorio. Tarea solicitada por la supervisora para la implementación del proyecto).	27/01/2022	27/01/2022	7	■														
3	Revisión bibliográfica del método de comparación visual 2120 B en el Manual de Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales.	03/02/2022	03/02/2022	7		■													
4	Redacción de informe funcionamiento de los equipos.	09/02/2022	10/02/2022	14			■												
5	Elaboración de patrones platino - cobalto para la verificación de los equipos.	16/02/2022	16/02/2022	7				■											
6	Mediciones en los equipos con los patrones platino-cobalto (verificación).	23/02/2022	17/03/2022	28					■	■	■								
7	Elaboración de curvas de calibración de las mediciones (verificación).	23/02/2022	17/03/2022	28					■	■	■								
8	Cálculo de incertidumbre de los equipos.	23/03/2022	31/03/2022	28									■	■					
9	Formulario de incertidumbre de los equipos.	06/04/2022	07/04/2022	14											■				
10	Redacción del informe de verificación e incertidumbre de los equipos.	13/04/2022	21/04/2022	28												■	■		
11	Entrega de informes al encargado del proyecto.	27/04/2022	27/04/2022	-														■	
12	Presentación de resultados finales al departamento de química de agua potable (planificación, elaboración de presentación y materiales requeridos).	27/04/2022	28/04/2022	14														■	
<b>TOTAL DE HORAS</b>				<b>182</b>															

**Figura 3.** Diagrama de Gantt para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ para la medición de color aparente. **Fuente.** Elaboración propia, 2022.



## 7. RECURSOS Y PRESUPUESTO

Para todo proyecto es necesario calcular el costo económico requerido para llevarlo a cabo y analizar si es viable o no para la empresa. Para el presupuesto de este trabajo en específico se tomarán en cuenta los siguientes cuatro recursos: humano, materiales, tecnológico y financiero.

Para el recurso humano se requieren de dos personas: un supervisor del proyecto y un analista químico. Para el caso del supervisor, se desconoce de cuanto es exactamente su salario mensual percibido por ser información personal y para el analista químico, mi persona como pasante universitario es la encargada de realizar las tareas previas requeridas para la validación y acreditación de los equipos de interés, sin embargo, por ser una institución del gobierno no se percibe alguna remuneración económica, no obstante, para efectos de este trabajo si se va a tomar en cuenta un sueldo. Por lo tanto, se procede a tomar los valores aproximados de la lista oficial de salarios 2022 estipulada por ley por el Ministerio de Trabajo de Costa Rica, para el supervisor se toma el salario mensual de un bachillerato universitario el cual es de  $\text{¢}580\ 708$  colones, ya que ese es el grado académico del supervisor; y para el analista químico el salario mensual es de  $\text{¢}364\ 170$  colones (trabajador en ocupación calificada) (MTSS, 2022). Debido a que esta propuesta de proyecto está determina en un tiempo de cuatro meses, cada uno de los salarios se va a multiplicar por cuatro para así obtener el costo de recurso humano por la totalidad de la duración de la implementación del proyecto, siendo el del supervisor de  $\text{¢}2\ 322\ 832$  colones y el de analista químico de  $\text{¢}1\ 456\ 680$  colones.

Con respecto a los materiales, el precio real de estos fue brindado por el supervisor del proyecto en dólares, por lo que se procede a convertir el monto en colones, para esto se toma el tipo de cambio del 25 de febrero del 2022 (día en que la información fue brindada) del Banco Central de Costa Rica, el cual fue  $\text{¢}647.34$  colones (BCCR, 2022).

Para el recurso tecnológico, lo que se necesita es una computadora con acceso a internet y programas básicos de Office, sin embargo, no implica un costo para la institución ya que para el desarrollo del proyecto se utiliza mi computadora personal, aún así se va presupuestar un

un monto aproximado de ¢350 000 por este dispositivo. Por último, los recursos financieros no son necesarios para el plan.

**Tabla 1.** Recursos y presupuesto para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.

<b>RECURSOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>				
<b>Tipo de recursos</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (unitaria)</b>	<b>Costo total</b>
Humano	Supervisor	Encargado del proyecto de la validación y acreditación de los equipos.	1	¢2 322 832
	Analista químico	Funcionario encargado de realizar las tareas previas para el proceso de validación y acreditación de los equipos.	1	¢1 456 680
Materiales	Reactivo	Patrón de color platino cobalto. Botella de 500 mL.	1	¢219 448
	Equipos para la medición de color aparente	Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.	1	¢2 606 191
Tecnológicos	Computadora personal	Computadora requerida para realizar consultas en la web, redacción de informes y elaboración de gráficas.	1	¢350 000
Financieros	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>¢6 955 151</b>

**Fuente.** Elaboración propia, 2022.

## 8. RIESGOS

Toda propuesta e implementación de proyectos conlleva algún tipo de riesgo, por lo que siempre es importante tomarlos en consideración para evaluar el grado de afectación y poder concretar alguna solución estratégica.

Los posibles riesgos que puede presentar este trabajo de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ son los siguientes:

- Los equipos utilizan una cristalería de cuarzo de alto valor, al ser un material frágil al momento de manipular puede ocurrir que por accidente se quiebre. Este es uno de los riesgos más importantes del proyecto, ya que si alguno de los instrumentos se rompe no hay un reemplazo adicional de estos en el laboratorio, además del gasto en el que incurre el laboratorio para su sustitución.
- Que se dañe algún equipo, discos de color o lámparas de luz, otro de los riesgos cruciales, ya que no hay reemplazos de estos y por el gasto económico para su reparación o reemplazo.
- Que el reactivo de platino-cobalto se encuentre expirado o contaminado, por lo que afecta la preparación de los patrones a utilizar en las mediciones para las curvas de calibración de los equipos, ya que su concentración no va a ser la adecuada y puede generar variaciones o resultados no confiables.
- Error de cálculo humano al momento de elaborar los patrones, las mediciones de los patrones en conjunto con las muestras de agua (blanco y natural), la elaboración de curvas de calibración y cálculo de la incertidumbre, ya que al ser tareas manuales están sujetos a equivocaciones por parte del analista químico.

La gestión de riesgos para este trabajo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Plan de riesgos para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.

ID	Descripción	Causa	Probabilidad	Impacto	Impacto cualitativo promedio	Estrategia	Acciones para implementar la estrategia
1	Reactivo de platino-cobalto en mal estado (expirado o contaminado).	No revisar fechas de caducidad. Mala manipulación del reactivo.	75%	90%	82.5%	Mitigar	Revisar las fechas de caducidad de los reactivos, desechar aquellos que ya han expirado. No contaminar con residuos un reactivo nuevo o en uso que se encuentre en buen estado.
2	Quebrar la cristalería de cuarzo.	Mala manipulación.	65%	90%	77.5%	Evitar	Manipular con mucho cuidado la cristalería al momento de realizar las mediciones de color. El mantener un espacio de trabajo limpio y ordenado favorece esta acción.
3	Daño parcial o total de algún equipo, disco de color y lámparas de luz.	Mala manipulación.	50%	90%	70%	Evitar	Manipular con mucho cuidado cada uno de los equipos y sus accesorios. No dejarlos caer, no forzarlos o golpearlos.
4	Errores de cálculo humano en procedimientos y cálculos.	Al ser tareas manuales siempre hay probabilidades de equivocaciones por parte del analista químico.	25%	40%	32.5%	Aceptar	Un analista químico no tiene control sobre esto, ya que una equivocación se puede dar en cualquier momento sin intención alguna. Se puede bajar el riesgo si se trabaja en un lugar silencioso para mejor concentración, buena comunicación con otros compañeros en caso de dudas o sugerencias, y por último, volver a realizar las tareas para corregir los errores cometidos.

Fuente. Elaboración propia, 2022.

## 9. PLAN DE CALIDAD

Un plan de calidad de un proyecto puede ser definido como un informe en el que se especifica la necesidad del cumplimiento de requisitos iniciales del mismo, para poder alcanzar de manera eficaz y eficiente sus objetivos (Universidad Benito Juárez G, 2017), es decir, que de él depende el éxito de un proyecto y se realiza con la intención de incrementar la confianza y la aseguración de calidad en las tareas realizadas. El plan de calidad para este trabajo se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Plan de calidad para el proyecto de validación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+.

Entregable (EDT)	Criterios de aceptación	Aseguramiento de la calidad	Frecuencia de revisión
1.1.2. Preparación de patrones platino-cobalto a diferentes concentraciones.	La toma de alícuota de los patrones debe de ser exacta. Aforar de manera correcta con agua destilada cada uno de los patrones. La preparación de los patrones se debe de realizar con instrumentos limpios y un espacio pulcro y ordenado	Patrón platino-cobalto en buen estado (reactivo no caducado). Medir bien el menisco de la pipeta y el balón al momento de tomar la alícuota y aforar. Instrumentación y cristalería limpia y lavada con agua destilada.	Los patrones deben de cambiarse cada tres meses para asegurar su concentración inicial.
1.2.2. Mediciones en los equipos con los patrones	Seguir las instrucciones de operación de los equipos para las mediciones.	Utilizar los discos de color adecuados para cada equipo. Utilizar los equipos con la	Calibrar los equipos cada 6 meses para asegurar mediciones de color correctas.

platino-cobalto y muestras de agua (blanco y natural).		lámpara de luz artificial, debido a que las mediciones se harán en el laboratorio.	
1.2.3. Elaboración de curvas de calibración de las mediciones.	Se realizan tres curvas de calibración por cada patrón evaluado. Cada curva de calibración debe de estar compuesta por 14 mediciones.	Las tres curvas de calibración para cada patrón deben de ser similares para asegurar resultados confiables.	Cada 6 meses al momento de calibrar los equipos.
1.2.4. Cálculo de las incertidumbres del equipo a partir de las curvas de calibración.	Calcular las diferencias (incertidumbres) entre las curvas de calibración de cada patrón.	Interpretación correcta de las curvas de calibración. Modelo matemático para el cálculo de incertidumbres.	Cada 6 meses al momento de calibrar los equipos.
1.2.5. Formulario de reporte de las incertidumbres calculadas.	El formulario debe completarse de acuerdo a lo solicitado por el LNA-AyA.	La información reportada debe coincidir con la obtenida en el EDT 1.2.4.	Cada 6 meses al momento de calibrar los equipos.
1.3.1. Redacción del informe de funcionamiento de los equipos.	El informe debe mostrar la descripción general, accesorios con su explicación y procedimiento de operación de cada uno de los equipos.	Revisión bibliográfica de fuentes confiables. Redactar el informe de acuerdo al formato requerido por el LNA-AyA.	Cada año al momento de calibrar los equipos (solo en caso de que se dé un cambio en el procedimiento).

1.3.2. Redacción del informe de verificación de los equipos (mediciones y curvas de calibración).	<p>El informe debe mostrar los resultados de las mediciones de los patrones en conjunto con las muestras de agua (blanco y natural).</p> <p>Se deben adjuntar las curvas de calibración realizadas.</p>	<p>La información reportada debe coincidir con la obtenida en los EDT 1.2.2 y 1.2.3.</p> <p>Redactar el informe de acuerdo al formato requerido por el LNA-AyA.</p>	<p>Cada 6 meses al momento de calibrar los equipos.</p>
1.3.3. Redacción del informe de la incertidumbre de los equipos.	<p>El informe debe mostrar el modelo matemático del cálculo de las incertidumbres de cada una de las curvas con sus resultados.</p>	<p>La información reportada debe coincidir con la obtenida en el EDT 1.2.4.</p> <p>Redactar el informe de acuerdo al formato requerido por el LNA-AyA.</p>	<p>Cada 6 meses al momento de calibrar los equipos.</p>

**Fuente.** Elaboración propia, 2022.

## **10. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DURANTE LAS HORAS AVANZADAS:**

### **10.1. Principales obstáculos o retos presentados**

El principal desafío presentado durante la ejecución del proyecto ha sido un retraso en algunas de las tareas, ya que por motivos personales mi persona se ausentó unos días en el trabajo por razones de fuerza mayor.

### **10.2. Lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto o de las tareas**

Durante el proceso de desarrollo del proyecto, se aprendió que las técnicas que se utilizan para los análisis de muestras de agua se basan en el Manual de Métodos Estándar para el Examen de Agua y Aguas Residuales, de igual forma, es importante que los análisis cumplan con lo estipulado de acuerdo con el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 38924-S de Costa Rica. Otro aspecto de aprendizaje es sobre el principio de funcionamiento y operación de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparador 2000+, gracias a esto fue posible hacer las mediciones de color de los patrones platino-cobalto para posteriormente realizar las curvas de calibración.

### **10.3. Actividades pendientes**

Las actividades pendientes del proyecto son las siguientes:

- Mediciones en los equipos con los patrones platino-cobalto (últimas mediciones).
- Elaboración de curvas de calibración de las mediciones (últimas mediciones).
- Cálculo de incertidumbre de los equipos.
- Formulario de incertidumbre de los equipos.
- Redacción del informe de verificación e incertidumbre de los equipos.
- Entrega de informes al encargado del proyecto.
- Elaboración y presentación de los resultados finales al departamento de química de agua potable.



#### **10.4. Comentarios generales**

El realizar las tareas previas requeridas para acreditar la técnica y los equipos ante el Ente Costarricense de Acreditación ECA será de gran ayuda para el Laboratorio Nacional de Aguas-AyA, ya que una vez que el proceso finalice se podrá analizar el color del agua de acuerdo a lo estipulado por el Reglamento para la Calidad del Agua Potable 38924-S de Costa Rica.

#### **11. REPORTE DE AVANCE FINAL**

Para este avance final, las tareas del proyecto (ver figura 3) se lograron concretar en su totalidad (100%) en un periodo de tiempo de 180 horas laboradas, las cuales fueron finalizadas el jueves 28 de abril del 2022.

#### **12. REPORTE DE CAMBIOS**

El único cambio que sufrió el proyecto fue un retraso en la realización de las tareas de acuerdo a las fechas asignadas en el cronograma, ya que por motivos personales mi persona se ausentó varios días en el trabajo, sin embargo, no se tuvo ningún problema en solucionarlo, ya que se logró reponer las horas de trabajo y completar las asignaciones requeridas.

#### **13. ASPECTOS MÁS RELEVANTES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DURANTE LAS HORAS AVANZADAS FINALES**

##### **13.1. Principales obstáculos o retos presentados**

Al final el principal desafío presentado durante toda la ejecución del proyecto ha sido un retraso en algunas de las tareas, ya que por motivos personales mi persona se ausentó unos días en el trabajo.

##### **13.2. Lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto o de las tareas**

Durante la ejecución de todo el proyecto, se aprendió como operar los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ y a partir de las mediciones de color realizadas

con ellos como se elaborarán las curvas de calibración y calcular la incertidumbre de los datos obtenidos. Asimismo, se aprendió como se establecen los valores a criterios como: repetibilidad, reproducibilidad, especificidad, linealidad, sensibilidad, conversión, intercepto, límite de detección y límite de cuantificación; para el parámetro de color cuando se analiza en los equipos de estudio. Todos los aspectos anteriores son primordiales y requeridos por obligación al momento de validar cualquier técnica.

### **13.3. Actividades pendientes**

No quedaron actividades pendientes, ya que el proyecto se logró completar con éxito y fue finalizado el jueves 28 de abril del 2022.

### **13.4. Comentarios generales**

Los resultados obtenidos fueron aceptados por el encargo del proyecto y se espera que a futuro el Laboratorio Nacional de Aguas - AyA realice los trámites necesarios ante en el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) para acreditar la nueva técnica de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+, con el objetivo de que estos puedan entrar en funcionamiento y así se analice el parámetro de color de acuerdo a lo estipulado por el Reglamento para la Calidad del Agua Potable N° 38924-S.

## **14. ENSAYO EXPERIENCIA LABORAL**

Mi experiencia laboral en el Laboratorio Nacional de Aguas - AyA fue extraordinaria y de gran agrado. Desde el proceso de admisión todos fueron muy amables, serviciales y atentos conmigo. En mi primer día de trabajo, mi supervisora me dio un recorrido por todas las instalaciones y me presentó a todos los compañeros de trabajo y el director de la institución. Ese mismo día recibí charlas sobre el tratamiento de agua potable, normativas y reglamentos que la institución debe de cumplir estipulados por el gobierno de Costa Rica y el Ministerio de Salud y el programa de Bandera Azul de Acueductos y Alcantarillados AyA.

En mis primeros días de trabajo, sentía mucha pena porque no conocía nada de los procedimientos y técnicas que se realizan en el laboratorio para los distintos análisis del agua

potable, además, de que tampoco tenía conocimiento sobre procedimientos básicos que todo químico debe saber realizar en un laboratorio, ya que lamentablemente la universidad no cuenta con un laboratorio apropiado para el aprendizaje de un estudiante y en ocasiones los profesores se preocupaban más por obtener datos de una práctica de laboratorio a que el estudiante verdaderamente aprenda a realizar un procedimiento o utilizar un instrumento. Por lo que, en mis primeras semanas de trabajo, mis compañeros de trabajo fueron muy amables de enseñarme el funcionamiento de cada uno de los equipos, así como las técnicas de laboratorio básicas y comunes que realiza todo analista químico, lo cual es algo por lo que les estoy muy agradecida a todos. Asimismo, siempre me hicieron sentir como un colaborador más, me tomaban en cuenta para actividades recreativas que se realizaban dentro de la institución, me recordaban que ellos con mucho gusto estaban para enseñarme, valoraban y respetaban mis ideas u opiniones sobre algún tema de trabajo, nunca me impusieron una función, siempre preguntaban si yo estaba dispuesta a realizar una tarea. En ningún momento recibí malos tratos ni tampoco tuve una mala relación con algún compañero.

Mi actitud hacia la institución siempre fue dirigida con mucho respeto y agradecimiento, mi relación con todos mis compañeros fue muy cordial. La relación que tuve con mi supervisora, Yuliana Solís Castro, fue muy buena, me ayudó con el tema de estudio con el que realicé mi práctica profesional I y II, le mostraba los avances de mi trabajo de investigación y las tareas que realizaba en el laboratorio y se expresaba muy contenta y satisfecha. Cabe destacar que tiene mucha calidad humana, ya que, para mi segunda práctica profesional, tuve una situación personal que me afectó tanto de manera física como emocional que me obligaron a ausentarme varios días en el trabajo y ella tuvo la amabilidad de comprender mi situación y darme esos días sin reclamo alguno.

Mi experiencia laboral fue agradable, ya que no fue rutinaria, todos los días las asignaciones variaban, desde realizar parámetros de campo, tales como: pH, conductividad, turbiedad, color y olor; hasta determinaciones de sodio, potasio, dureza total, dureza de calcio, metales y plaguicidas. Para mí fueron actividades muy enriquecedoras, ya que algunas de ellas utilizan equipos muy sofisticados y el haber aprendido su funcionamiento y como se operan

es una gran oportunidad para un futuro trabajo y también como conocimiento que adquiero como profesional.

Con respecto al trabajo que realicé para mi práctica profesional, sentí un poco de presión y nervios, pero poco a poco fui trabajando en él y conforme pasaban los días me sentía más confiada de que estaba realizando un buen trabajo y mi expectativa era brindarles a ellos buenos resultados que fueran aprobados por el encargado del proyecto, para así a futuro acreditar la técnica y el funcionamiento de los equipos Nessleriser 2150, Nessleriser 2250 y Comparator 2000+ ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Al final la expectativa se cumplió, me felicitaron y estaban muy agradecidos por mi trabajo realizado, lo cual me hizo sentir bien, ya que con mucho esfuerzo dejé un “granito de arena” en el laboratorio.

Mi aporte como colaborador se logró con éxito y fue sobresaliente, ya que una vez que aprendí como se realizaban los procedimientos y se utilizan los equipos, realizaba las tareas asignadas de la mejor manera posible. Mi trabajo era bien visto y apreciado, siempre me felicitaban por tener iniciativa de querer hacer más, de aprender más y de hacer las cosas de manera correcta.

Otra parte importante que me ha dejado esta experiencia es el sentir lo que es la vida laboral, una que nunca antes había vivido, aunque mi horario de trabajo era muy flexible, de igual manera sentía mucha responsabilidad por los dos días que me tocaban por semana. El aprender a convivir con compañeros de trabajo y mejorar habilidades de comunicación, hacer un buen trabajo y el rendir cuentas son cuestiones que lo van forjando a uno a ser un mejor profesional. Siempre es importante el ser amable y cordial con todos los colaboradores de la institución sin importar el puesto que tengan, el respetar las ideas y los pensamientos de cada persona, para así tener una armonía y un buen ambiente laboral.

Por último, conforme mi carrera universitaria va terminando, mi vida como profesional empieza a nacer, el haber vivido una experiencia profesional por aproximadamente ocho meses, me mostró como es la realidad de un trabajo, como a veces si se tiene algún problema o desacuerdo con una persona se debe de solucionar de la mejor manera posible, como en

ocasiones se deben tomar decisiones que tienen un gran peso, que el éxito de la institución depende del trabajo que uno realiza, en donde el aprendizaje no solo es a nivel laboral, sino también a nivel personal, ya que se aprende a tener más madurez e inteligencia emocional. Pero sobre todas las cosas, se debe de encontrar un trabajo en donde amemos lo que hacemos, que cada día tengamos motivación de ir, de sentirnos a gusto, de tener buenas relaciones entre compañeros, de sentirnos cómodos, de tener experiencias provechosas y oportunidades de crecimiento para llegar a ser excelentes profesionales.

## 15. REFERENCIAS

- AyA. (2021). Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. <https://www.aya.go.cr/laboratorio/SitePages/Antecedentes.aspx>
- BCCR. (2022). Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América. Banco Central de Costa Rica. <https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>
- MTSS. (2022). Lista de salarios mínimos. Ministerio de Trabajo de Costa Rica. [https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista\\_salarios\\_2022.pdf](https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2022.pdf)
- Poder Ejecutivo. (01 de Septiembre de 2015). Reglamento para la calidad del Agua Potable No 38924-S. Sistema Costarricense de Información Jurídica. [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?par am1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?par am1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC)
- Universidad Benito Juárez G. (06 de Febrero de 2017). ¿Qué implica un plan de calidad de un proyecto?. <https://www.ubjonline.mx/que-implica-un-plan-de-calidad-de-un-proyecto/>