

Automatización en la toma de muestras para la determinación de la calidad del agua de la cuenca hídrica Canal Nacional

Andrés Torres-Aguilar¹, Luis. O. Reza-Lagunas¹, José R. Barajas-Espinosa¹, Hipólito Aguilar-Sierra², Arizbeth A. Pérez-Martínez².

¹Universidad La Salle México, Facultad de Ingeniería. Ciudad de México, México.

²Universidad La Salle México. Vicerrectoría de Investigación. Ciudad de México, México.

a.ta@lasallistas.org.mx, lo.rezal@lasallistas.org.mx,
jr.be@lasallistas.org.mx, hipolito.aguilar@lasalle.mx,
arizbeth.perez@lasalle.mx

Resumen. El presente proyecto se enfocó en desarrollar una botella Niskin inteligente mediante el uso de la herramienta de diseño SolidWorks. El Canal Nacional es una fuente crucial de agua para la región, y es esencial monitorear su calidad para garantizar el abastecimiento de agua potable y respaldar diversas actividades económicas. Sin embargo, el proceso de toma de muestras tradicional presentaba desafíos en términos de eficiencia, precisión y frecuencia de mediciones. Para abordar estas limitaciones, la participación de los estudiantes en el verano de investigación se enfocó en diseñar una botella Niskin inteligente que permitiera la automatización de la toma de muestras en diferentes profundidades del cuerpo de agua. Utilizando la plataforma SolidWorks, se desarrolló un diseño innovador capaz de recolectar diferentes columnas de agua (litros), con el mismo dispositivo y que además incorpora sensores avanzados para medir parámetros importantes relacionados con la calidad del agua, como pH, temperatura, turbidez, niveles de oxígeno y otros indicadores relevantes. La botella Niskin inteligente diseñada se caracteriza por su capacidad de recolectar muestras representativas de manera óptima y sin intervención humana directa. Esto garantiza la obtención de datos precisos y una visión completa de la calidad del agua en distintos puntos de la cuenca y en diferentes momentos.

Palabras Clave: Calidad del agua, automatización, dispositivos inteligentes.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

En la cuenca del Canal Nacional, en la Ciudad de México, se presentan desafíos significativos en cuanto a la calidad del agua y la preservación de su cauce. El Canal Nacional representa uno de los pocos cursos de agua que aún fluyen a través de la urbe, siendo crucial para el entorno ecológico y la calidad de vida de los habitantes. Sin embargo, enfrenta una serie de problemas relacionados con la contaminación y el deterioro ambiental.

Entre los principales desafíos que afectan la calidad del agua en esta cuenca, se destacan:

1. Contaminación industrial: La presencia de industrias en la zona metropolitana puede resultar en la liberación de sustancias químicas y contaminantes en el agua del Canal Nacional. Esto incluye productos químicos tóxicos, metales pesados y desechos industriales que comprometen su calidad y seguridad para el consumo humano y la vida acuática.
2. Contaminación agrícola: La intensa actividad agrícola en los alrededores de la Ciudad de México contribuye a la contaminación del agua del Canal Nacional. El uso excesivo de

fertilizantes, pesticidas y herbicidas puede infiltrarse en el suelo y contaminar el agua, generando problemas como la eutrofización y la proliferación de algas nocivas.

3. Urbanización no planificada: El crecimiento urbano desordenado conlleva la destrucción de áreas naturales y un aumento en la escorrentía de agua de lluvia, arrastrando contaminantes hacia el Canal Nacional. La infraestructura urbana inadecuada también puede dar lugar a la descarga de aguas residuales sin tratar en el canal, agravando la contaminación.
4. Impacto del cambio climático: Los efectos del cambio climático, como sequías y lluvias intensas, impactan negativamente la calidad del agua en el Canal Nacional. Las sequías reducen el caudal de agua y aumentan la concentración de contaminantes, mientras que las lluvias intensas provocan una mayor escorrentía de contaminantes hacia el canal.

Estos desafíos están estrechamente relacionados con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluidos:

- ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento, ya que se busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, centrado en hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- ODS 12: Producción y Consumo Responsables, que promueve el uso eficiente de los recursos naturales y la reducción de la contaminación y desechos.
- ODS 13: Acción por el Clima, dirigido a tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.

Abordar estos problemas en la cuenca del Canal Nacional es esencial para proteger la salud pública, conservar los ecosistemas acuáticos y promover un desarrollo sostenible en la Ciudad de México. Se requiere la implementación de medidas efectivas de control, regulación y tratamiento del agua, junto con la promoción de prácticas agrícolas y urbanas más sostenibles.

2 Objetivo

Diseñar una botella Niskin inteligente para automatizar la toma de muestras en diversas profundidades del cuerpo de agua. Se desarrollará un diseño innovador utilizando la plataforma SolidWorks, que permita recolectar diferentes columnas de agua con el mismo dispositivo. Además, se integrarán sensores avanzados para medir parámetros cruciales relacionados con la calidad del agua, como pH, temperatura, turbidez, niveles de oxígeno y otros indicadores relevantes. La botella Niskin inteligente se caracterizará por su capacidad de recolectar muestras representativas de manera óptima y sin intervención humana directa. Esto garantizará la obtención de datos precisos y una visión completa de la calidad del agua en distintos puntos de la cuenca y en diferentes momentos, contribuyendo así a la gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos.

3 Propuesta de solución

En respuesta a los desafíos planteados por la calidad del agua en la cuenca del Canal Nacional de la Ciudad de México, se propone una solución innovadora que combina tecnología avanzada con prácticas de gestión sostenible. La implementación de esta propuesta tiene como objetivo abordar los problemas identificados y promover una gestión más eficiente y responsable de los

recursos hídricos en la región. La solución propuesta se centra en el desarrollo y aplicación de una botella Niskin inteligente, diseñada específicamente para automatizar la toma de muestras en diferentes profundidades del cuerpo de agua. Esta botella, diseñada utilizando la plataforma SolidWorks, presenta características únicas que la distinguen como una herramienta crucial para la monitorización y evaluación de la calidad del agua en la cuenca del Canal Nacional. En primer lugar, la botella Niskin inteligente permite la recolección automatizada de muestras de agua en diversas profundidades, lo que proporciona una visión detallada de la distribución de contaminantes y parámetros clave en el cuerpo de agua. Esta capacidad de muestreo estratificado es fundamental para comprender mejor la dinámica de la contaminación y tomar decisiones informadas sobre su gestión y mitigación. Además, la botella Niskin inteligente está equipada con sensores avanzados que permiten la medición en tiempo real de una amplia gama de parámetros de calidad del agua, incluyendo pH, temperatura, turbidez, niveles de oxígeno disuelto y otros indicadores relevantes. Estos datos en tiempo real proporcionan información valiosa sobre el estado actual del agua y facilitan la detección temprana de posibles problemas de contaminación. La integración de tecnología avanzada en la toma de muestras y análisis de agua no solo mejora la eficiencia de los procesos, sino que también garantiza la obtención de datos precisos y confiables. Esto es fundamental para una gestión efectiva y basada en evidencia de los recursos hídricos, permitiendo la implementación de medidas de control y mitigación de manera oportuna y precisa.

Metodología:

1. Diseño y Desarrollo Tecnológico:

- Utilizando la plataforma SolidWorks, se llevará a cabo el diseño y desarrollo de la botella Niskin inteligente. Este proceso incluirá la optimización de la estructura de la botella para garantizar la recolección eficiente de muestras en diferentes profundidades y condiciones.

2. Integración de Sensores Avanzados:

- Se seleccionarán y se integrarán sensores avanzados para medir parámetros clave de calidad del agua, como pH, temperatura, turbidez, niveles de oxígeno disuelto y otros indicadores relevantes. Estos sensores permitirán la adquisición de datos en tiempo real y la generación de información detallada sobre el estado del agua.

3. Pruebas y Validación:

- Se llevarán a cabo pruebas exhaustivas en condiciones controladas para validar el funcionamiento y la precisión de la botella Niskin inteligente y de los sensores integrados. Esto incluirá pruebas de recolección de muestras en diferentes profundidades y análisis comparativos con métodos convencionales de muestreo.

4. Implementación Piloto:

- Se realizará una implementación piloto de la botella Niskin inteligente en puntos estratégicos de la cuenca del Canal Nacional. Durante esta fase, se recopilarán datos en tiempo real y se evaluará el rendimiento de la tecnología en condiciones reales.

5. Análisis de Datos y Evaluación de Resultados:

- Se analizarán los datos recopilados durante la implementación piloto para evaluar la eficacia y la utilidad de la botella Niskin inteligente en la monitorización de la calidad del agua. Se identificarán áreas de mejora y se realizarán ajustes según sea necesario.

4 Discusión de resultados e impactos obtenidos

La implementación de esta solución proporcionará una herramienta innovadora y efectiva para la monitorización y gestión de la calidad del agua en la cuenca del Canal Nacional. Se espera que la botella Niskin inteligente permita una recolección de muestras más eficiente y precisa, así como una generación de datos en tiempo real que facilite la toma de decisiones informadas para la protección y preservación de los recursos hídricos en la región.

1. Mejora en la Eficiencia de la Toma de Muestras:

- La botella Niskin inteligente permitirá la automatización de la toma de muestras en diferentes profundidades del cuerpo de agua, lo que reducirá la necesidad de intervención humana directa y minimizará los errores asociados con el muestreo manual. Esto mejorará la eficiencia de los procesos de recopilación de datos y garantizará una cobertura más completa de la cuenca del Canal Nacional.

2. Generación de Datos en Tiempo Real:

- La integración de sensores avanzados en la botella Niskin inteligente permitirá la adquisición de datos en tiempo real sobre parámetros clave de calidad del agua. Estos datos estarán disponibles de manera inmediata, lo que facilitará la detección temprana de cambios en la calidad del agua y la implementación de medidas de gestión apropiadas.

3. Toma de Decisiones Informadas:

- La disponibilidad de datos precisos y actualizados permitirá a las autoridades y organismos responsables de la gestión del agua tomar decisiones informadas y basadas en evidencia para la protección y preservación de los recursos hídricos en la cuenca del Canal Nacional. Esto incluirá la identificación de áreas prioritarias para la acción y la implementación de medidas de mitigación y restauración.

4. Colaboración y Participación Comunitaria:

- Se espera que la implementación de la botella Niskin inteligente fomente la colaboración entre diferentes actores involucrados en la gestión del agua, incluidos gobiernos locales, instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y la comunidad local. Esta colaboración facilitará el intercambio de información y conocimientos, así como la participación activa de la comunidad en la protección y conservación de los recursos hídricos.

5. Avances en Investigación y Desarrollo Tecnológico:

- La implementación de esta solución promoverá avances en investigación y desarrollo tecnológico en el campo de la monitorización y gestión de la calidad del agua. Se espera que los resultados obtenidos durante la implementación piloto y la evaluación de la botella Niskin inteligente impulsen nuevas innovaciones y mejoras en la tecnología, así como su aplicación en otros contextos y regiones con desafíos similares.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

En conclusión, la implementación de la botella Niskin inteligente representa un avance significativo en la gestión de la calidad del agua en la cuenca del Canal Nacional. Esta solución no solo ofrece una forma más eficiente y precisa de recolectar muestras de agua en diferentes profundidades, sino que también proporciona datos en tiempo real sobre parámetros clave de calidad del agua. Al facilitar la toma de decisiones informadas, esta tecnología puede desempeñar un papel crucial en la protección y preservación de los recursos hídricos en la región.

Además, la colaboración entre diversos actores y la promoción de la investigación y desarrollo tecnológico en este campo sugieren un futuro prometedor para la mejora continua de la botella Niskin inteligente y su aplicación en otras regiones con desafíos similares. Esta innovación ofrece perspectivas emocionantes para avanzar hacia una gestión más efectiva y sostenible del agua, contribuyendo así al bienestar ambiental y humano a largo plazo.

6 Referencias

1. Whitaker, J. M., Garza, T. N., & Janosik, A. M. (2019). Sampling with Niskin bottles and microfiltration reveals a high prevalence of microfibers. *Limnologica*, 78, 125711.
2. Zhang, R., Zhang, J., Ren, J., Li, J., Li, F., Wang, Z., & Zhu, X. (2015). X-Vane: A sampling assembly combining a Niskin-X bottle and titanium frame vane for trace metal analysis of sea water. *Marine Chemistry*, 177, 653-661.
3. Edgcomb, V. P., Taylor, C., Pachiadaki, M. G., Honjo, S., Engstrom, I., & Yakimov, M. (2016). Comparison of Niskin vs. in situ approaches for analysis of gene expression in deep Mediterranean Sea water samples. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 129, 213-222.
4. CARR, R. (1971). NISKIN BOTTLE MODIFICATION FOR SAMPLING BOTTOM WATER. REPORT OF NRL PROGRESS, (FEB), 35.
5. Tokieda, T., Watanabe, S., Namiki, K., & Tsunogai, S. (1994). Development of a clean seawater sampler for the determination of Chlorofluorocarbons. *Bunseki Kagaku*, 43(11), 827-830.
6. Niskin, S. J., Segar, D. A., & Betzer, P. R. (1973). New Niskin sampling bottles without internal closures and their use for collecting near bottom samples for trace metal analysis. *Eos*, 54(11), 1110.

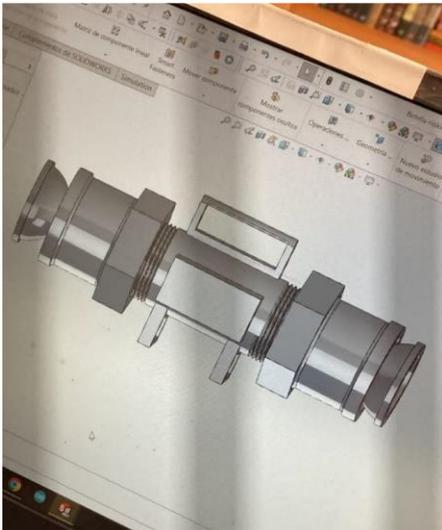


Figura 1. Vista exterior de la botella Niskin. Fuente: Elaboración propia.

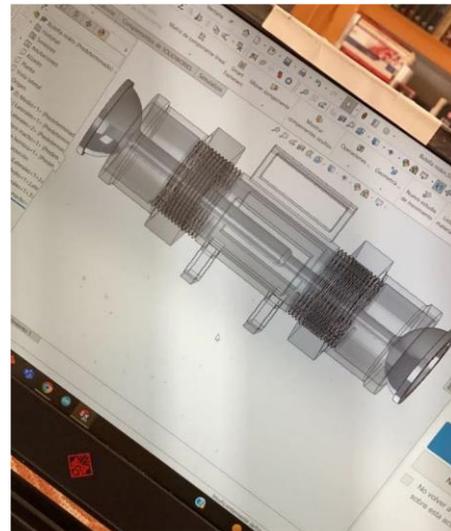


Figura 2. Vista interior de la botella Niskin. Fuente: Elaboración propia.