

# AquaScan

## Custom Robotics

Gabriel Castillo  
Carlos Campos  
Bryan Bravo  
Carlos Quiroz



Desarrollo de la fase II  
Prototipos

NXP - HoverGames NXP, Drones y robótica para la sociedad  
Talent Hackathon 2023  
Guadalajara, Jal.  
Abril 2023

# Índice

I. Introducción. . . . .	1
II Descripción de la problemática. . . . .	1
III. Planteamiento de la solución. . . . .	1
VI. Planteamiento del proyecto. . . . .	2
Justificación. . . . .	2
Objetivo general. . . . .	2
Innovación y escalabilidad. . . . .	2
Análisis de riesgos. . . . .	2
Recursos necesarios. . . . .	2
Plan de presupuestos. . . . .	2
Monitoreo y evaluación. . . . .	3
Resultados esperados. . . . .	3
Seguimiento. . . . .	3
V. Referencias. . . . .	3

# AquaScan

**Abstract-** Este proyecto consiste en el uso y adaptación de un dron, que sea capaz de detectar las zonas más contaminadas en un cuerpo de agua para facilitar la oportuna detección de descargas ilegales de aguas residuales. Esto lo hará por medio de sensores especializados para medir la calidad de agua enviando la información en tiempo real a una estación en tierra cercana. El cuadricóptero a utilizar en el proyecto es uno de clase C2 con la finalidad de que tenga la capacidad de carga del equipo necesaria para el desarrollo del proyecto. Asimismo, contará con la capacidad de vuelo semiautónomo para dirigirse al área de medición y regresar a la base. Todo ello para realizar un informe de los resultados y finalmente proporcionar en un mapa las zonas marcadas con mayor contaminación.

## I. INTRODUCCIÓN

Los drones se han convertido en una herramienta cada vez más popular para la realización de diversas tareas en áreas que son de difícil acceso para los humanos. Una de estas aplicaciones es la medición de parámetros de calidad del agua en ríos, lagunas, lagos y presas. Esta tecnología ha sido desarrollada para ayudar en la conservación y protección de los cuerpos de agua, lo que es fundamental para la vida acuática y para el bienestar de las comunidades que dependen de ellos. En este contexto, los drones pueden ser utilizados para realizar mediciones de manera rápida y precisa, lo que permite a los científicos y gestores de recursos naturales obtener información valiosa sobre la calidad del agua. En este sentido, el uso de drones para medir la calidad del agua puede marcar un gran avance en la protección del medio ambiente.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En Jalisco, más de 700 empresas, incluyendo tequileras, rastros y granjas, descargan aguas residuales altamente contaminadas en el Río Santiago. La mayoría de estas industrias excede los límites permitidos de contaminación de agua residuales establecidos por la NOM 001 SEMARNAT 2021. Actualmente, la Comisión Estatal del Agua (CEA) se entera de estas descargas a través de denuncias de la población y observación visual, pero aún no ha desarrollado un sistema óptimo para detectar zonas con anomalías en la superficie del cuerpo de agua. Esta contaminación tiene graves consecuencias, como la disminución de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos, la imposibilidad de obtener agua potable y la dificultad en el saneamiento del agua en las plantas de tratamiento. Encontrar una solución permitiría a la CEA detectar la contaminación de manera más oportuna a fin de minimizar los efectos de la contaminación del agua.

La limpieza de un cuerpo de agua no garantiza que no vuelva a ser contaminado en el futuro si no se aborda la causa subyacente de la descarga clandestina.

Por lo tanto, es importante implementar medidas efectivas de monitoreo y control para prevenir futuras contaminaciones y mantener la calidad del agua a largo plazo.

## III. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Se propone la creación de un sistema que permita detectar descargas ilegales en cuerpos de agua de manera más rápida y segura. Este sistema se implementará mediante el uso de un dron especializado en la medición de parámetros de calidad del agua. Con este fin, se equipará al dron con sensores de alta precisión, un avanzado sistema de navegación GPS y una cámara de alta resolución. Los datos recopilados por el dron serán transmitidos de forma inalámbrica a una unidad de procesamiento en tierra para su análisis y presentación en una aplicación fácil de usar.

El sistema permitirá generar un reporte completo de los puntos de medición y sus resultados, incluyendo información de geolocalización e imágenes detalladas de la zona de medición. Además, permitirá un análisis rápido de distintos puntos de la superficie del cuerpo de agua para detectar zonas que excedan los límites permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-2021, lo que agilizará la detección oportuna de descargas ilícitas de agua contaminante.

El sistema reducirá riesgos de transporte, disminuirá costos operativos, brindará información en tiempo real sobre calidad del agua y permitirá detectar descargas ilegales. Además, beneficiará a comunidades que dependen de la calidad del agua y permitirá tratar el agua afectada en una etapa temprana de la contaminación.

En conclusión, el dron será capaz de volar sobre cuerpos de agua y recopilar datos de manera semi-autónoma, lo que lo hace aún más eficiente en la detección temprana de descargas ilegales en cuerpos de agua. Fig.1

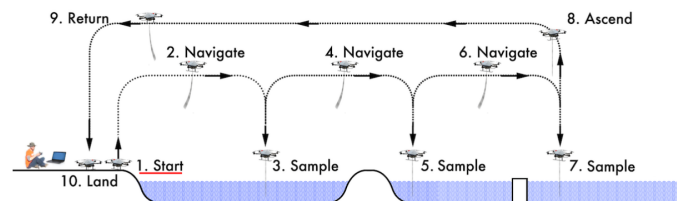


Figura 1. Ej. Plan de vuelo y muestreo.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Se desarrolló un planteamiento del proyecto que incluye lo siguiente:

##### Justificación:

El monitoreo de la calidad del agua es fundamental para la conservación de los ecosistemas acuáticos, la prevención de problemas de salud pública asociados con el consumo de agua contaminada y la prevención de la contaminación del agua. El uso de un dron automatizado para detectar zonas con descargas ilegales permitira actuar de manera oportuna a las autoridades correspondientes.

##### Objetivo general:

Adaptación y uso de un dron para realizar un barrido sobre cuerpos de agua para identificar zonas con alto indice de contaminación en base al sensado de la calidad del agua y de . Por lo tanto los objetivos especificos serán:

1. Diseñar y elaborar las adaptaciones necesarias a un dron para que sea capaz de medir parámetros de calidad del agua y tomar muestras de manera semiautónoma.
2. Equipar al dron con un sistema de GPS para proporcionar la geolocalización, así como una cámara para toma de imágenes.
3. Desarrollar un software que reciba toda la información del dron para generar reportes de los muestreos y que se pueda acceder a datos históricos del dron.
4. Desarrollar un sistema de procesamiento de datos en tiempo real que permita generar un informe sobre cualquier anomalía detectada.
5. Capacitar al personal encargado de operar el dron y utilizar el software de análisis de datos.

##### Innovación y escalabilidad:

1. Implementación de sensores industriales de alta precisión.
2. Incorporar una celda solar para una batería de emergencia.
3. Aumentar la distancia de comunicación del dron con la estación terrena con mejores dispositivos de comunicación.
4. Diseñar un sistema de limpieza para el sensor de TDS.
5. Crear un sistema de acuatizaje para el ahorro de energía del drone, incrementar el tiempo de vuelo y proporcionar mayor seguridad de vuelo.
6. Agregar una cámara térmica para determinar las variables de temperatura.
7. Mejorar la calidad resolución de calidad de la cámara actual.

##### Planificación:

- Etapa 1: Diseño y construcción de las modificaciones necesarias al dron.
- Etapa 2: Desarrollo de la aplicación para la manipulación puntos de muestreo sobre el cuerpo de agua.
- Etapa 3: Pruebas del dron en diferentes cuerpos de agua.

##### Análisis de riesgos:

Los principales riesgos asociados al proyecto incluyen:

- La duración de la batería del dron.
- La resistencia del dron a condiciones climáticas adversas.
- La precisión de los sensores calidad de agua.
- Riesgo de fallas técnicas en el dron o en los sensores utilizados.
- Riesgo de restricciones regulatorias que limiten el uso del dron en ciertas áreas.

Para mitigar estos riesgos, se realizarán pruebas exhaustivas antes de su lanzamiento al mercado.

##### Recursos necesarios:

- Personal especializado en diseño y construcción de drones, programación y análisis de datos.
- Equipos y materiales necesarios para la construcción del dron y los sensores de calidad de agua.
- Financiamiento para cubrir los costos asociados con el desarrollo y las pruebas del dron.

##### Plan de presupuesto:

El desarrollo de este proyecto tiene un plan de escalabilidad asociado también al presupuesto. La idea principal es comenzar con una plataforma básica de dron, así como sensores y actuadores básicos de bajo costo para poder demostrar la viabilidad del producto, pensando en poder migrar a sensores, actuadores y drones más avanzados conforme se realicen pruebas. La intención es tener un producto mínimo viable e ir incrementando sus capacidades conforme se avanza con el proyecto. Para este propósito se presenta un presupuesto inicial, así como opciones más avanzadas y sus costos de inversión asociados.

Cuadro I: Presupuesto inicial.

Descripción	Costo (USD)
Dron base KIT-HGDRONEK66	\$ 490
Telemetría	\$ 78
Batería LiPo 4s 5200mah	\$ 120
Cámara Coral	\$ 19.99
Impresiones 3D	\$ 100
Bomba de agua mini	\$ 5
Sensor temperatura	\$ 5
Sensor turbiedad	\$ 15
Sensor solidos disueltos	\$ 15
Sensor ultrasonico de distancia	\$ 15
Sensor pH	\$ 25
Motores a pasos mini (5)	\$ 15
Servomotores mini (12)	\$ 25
Gastos Varios	\$ 100
Mano de obra	\$ 5000
<b>TOTAL</b>	<b>\$6028</b>

Cuadro II: Presupuesto avanzado.

Descripción	Costo (USD)
Dron industrial	\$ 2,500 - \$ 10,000
Cámara industrial	\$ 100 - \$ 1,000
Manufactura de piezas	\$ 250 - \$ 500
Sensores industriales	\$ 800 - \$ 1,500
Actuadores industriales	\$ 500 - \$ 1,000
Mano de obra	\$ 12500
<b>TOTAL APROXIMADO</b>	<b>\$16,650 - \$ 25,000</b>

Monitoreo y evaluación:

Se monitoreará el progreso del proyecto y su éxito a través del seguimiento de los plazos y objetivos establecidos en el cronograma.

Se evaluará la eficacia y precisión del dron a través de pruebas en diferentes cuerpos de agua.

Resultados esperados:

- Dron capaz de medir calidad del agua y tomar muestras de forma autónoma y con alta precisión.
- Aplicación para visualizar muestreos y que pueda generar un mapa marcado con las zonas que exceden los límites permisibles de contaminación de la NOM-001-SEMARNAT-2021.
- Evaluación de la eficacia y precisión del dron en diferentes cuerpos de agua.

Seguimiento:

Se pretende conseguir el financiamiento necesario para continuar desarrollando las primeras tres etapas del proyecto, a partir de esto, seguir realizando pruebas de campo para conocer el terreno de acción y sumando las adaptaciones necesarias al dron. De la misma manera, se busca continuar con la escalabilidad del proyecto para obtener datos más precisos. Asimismo, una vez que se implemente en su totalidad este sistema en la Comisión Estatal del Agua en Jalisco, se buscará asociarse con el gobierno de otros estados, ya que por lo pronto se pudo validar la problemática con los Gobiernos de los estados de Jalisco, Zacatecas e Hidalgo.

## REFERENCIAS

- [1] CONAGUA: *Calidad del agua en México*. <https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua>, Marzo 2021.
- [2] Kino, Corporativo: *Muestreo de agua*. [https://www.youtube.com/watch?v=HW\\_ztVp-imk](https://www.youtube.com/watch?v=HW_ztVp-imk), 2022.
- [3] Semiconductors, NXP: *Control de Vuelo y Gestión de Vehículos*. <https://www.nxp.com/applications/industrial/aerospace-and-mobile-robotics/intermediate-flight-controller:intermediate-flight-controller:INTERMEDIATE-FLIGHT-CONTROLLER>, 2022.