

Dispositivo de Alarma para la Reducción de Accidentes en Centros Acuáticos 'Splash Alert'

Alarm Device to Reduce Accidents in Aquatic
Centers 'Splash Alert'

Dany Ortiz Rios^a

Juan Vargas Sandoval^b

^a Ingeniería, Sistemas y computación,
Universidad de Cundinamarca, Facatativá – Colombia,
danyaortiz@cundinamarca.edu.co

^b Ingeniería, Sistemas y computación,
Universidad de Cundinamarca, Facatativá – Colombia,
jpvargassandoval@ucundinamarca.edu.co

Resumen— Los accidentes en piscinas y/o centros acuáticos suelen ser causados por niños que ingresan al agua sin la supervisión previa de un adulto responsable, nadadores inexpertos, personas en estado de ebriedad o incluso mascotas que caen al agua por descuido; cuando el lugar se encuentra fuera de horario de servicio sin vigilancia por personal de seguridad, este problema se presenta con mayor intensidad; A nivel preventivo, se utiliza un dispositivo de alarma que se activa por medio de un acelerómetro que reacciona al cambio en la fuerza de movimiento de una onda generada por la caída de un cuerpo en el agua, activando su funcionalidad mediante la emisión de una alarma sonora, notificación móvil y recolección de datos sobre la continuidad del evento, con el fin de centrar la atención en eventos frecuentes, reducir riesgos y accidentes en lugares con piscinas o tanques de almacenamiento de agua, reducir eventos fatales y mejorar la calidad de la seguridad en los lugares donde se utiliza.

Palabras clave— Accidente, acuático, ahogamiento, alerta, piscina, prevención.

Abstract— Accidents in swimming pools and/or aquatic centers are usually caused by children entering the water without the prior supervision of a responsible adult, inexperienced swimmers, people in a state of intoxication, or even pets that fall into the water due to carelessness; when the facility is not open and not supervised by security personnel, this problem occurs with greater intensity; At a preventive level, an alarm device is used that is activated by means of an accelerometer that reacts to the change in the force of movement of a wave generated by the fall of a body in the water, activating its functionality by emitting an audible alarm, mobile notification and data collection on the continuity of the event, in order to focus attention on frequent events, reduce risks and accidents in places with pools or water storage tanks, reduce fatal events and improve the quality of safety in the places where it is used.

Keywords— Accident, aquatic, drowning, alert, swimming pool, prevention.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto está enfocado en los objetivos de desarrollo sostenible que incluyen industria, innovación e infraestructura. En este caso se investigará más a fondo en el área de entretenimiento acuático.

Splash Alert está basado en el desarrollo de un dispositivo electrónico que ayudará a reducir el porcentaje de accidentes en lugares donde se brinde el servicio de piscina. Está creado con el fin de reducir la tasa de mortalidad en todo sitio que cuente con entretenimiento acuático, en otras palabras, para prevenir que una persona caiga accidentalmente dentro de una piscina y dicho suceso pase inadvertido, aumentando la importancia de emplear el dispositivo y reducir estos sucesos de manera significativa, aportando al bienestar e integridad de todo ser vivo.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

En este trabajo de curso, los autores presentan un proyecto titulado '*Splash Alert*', el cual es una propuesta de intervención ante la poca importancia que se brinda a la problemática de ahogamientos en centros acuáticos. Este proyecto se basa en la prevención de accidentes en lugares donde se prestan servicios de piscina y se logra crear esta propuesta, capaz de disminuir el porcentaje de este tipo de eventualidades. Luego de realizar los análisis investigativos sobre la problemática, se comprobó la importancia de la propuesta, y se determinó que, a pesar de existir gran número de recomendaciones y controles en estos sitios turísticos, se sigue presentando con frecuencia accidentes de este tipo y se hace necesario el empleo del proyecto.

¿Cómo se podría disminuir el porcentaje de ahogamientos en *lugares de entretenimiento acuático*?

Se propone medidas prácticas para reducir los ahogamientos, uno de los problemas de salud pública más prevenibles. *Splash Alert* se dedica a brindar seguridad tanto para prevenir como alertar de posibles accidentes.

Con el objetivo de disponer un plan de alarma y llamado a las personas cercanas de forma estratégica, así mismo, destaca maneras de aprovechar la conciencia y la participación del público para fortalecer las intervenciones de prevención de los ahogamientos.

El dispositivo '*Splash Alert*' permitirá llevar a cabo el incremento en la seguridad en lugares con piscinas, centros turísticos o recreativos que posean zonas acuáticas, donde el usuario tenga acceso en horarios limitados, dicho dispositivo se activará en el tiempo fuera de servicio para el usuario, en donde el agua se encuentre en un estado de calma y cualquier cambio a nivel de ondas activará su alarma, logrando de esta forma mayor seguridad en los lugares acuáticos donde sea implementado.

Referentes teóricos y conceptuales

Para dar estructura a esta investigación es necesario considerar algunos conceptos y bases teóricas que permiten orientar e interpretar los alcances de la investigación.

- El informe *Ahogamientos por inmersión y estrategias preventivas* (Sainz, 2017), en el cual se menciona el elevado número de fallecimientos que se presentan cada año y las principales causas de muerte infantil, directamente se relaciona con los ahogamientos por inmersión que terminan en lesiones no mortales o incluso la muerte. Al analizar el tema a través de diferentes disciplinas de este problema, se requiere implementar diferentes estrategias preventivas que ayuden a fortalecer las ya existentes y de esta forma mitigar significativamente la incidencia del problema, un punto importante es crear una cultura de seguridad a partir de asesorías por parte de profesionales e instituciones implicados en la problemática.

Según la *Real federación española de socorrismo y salvamento (RFESS)* las muertes por ahogamientos durante el mes

de enero a el mes de abril de 2017, se ha registrado un incremento en muertes por ahogamiento el cual desencadena una alarma en el país, aunque gran parte de estos incidentes corresponden a ahogamientos en el mar, gran parte de esta problemática tiene relación con incidentes en piscinas que se presentan en niños; estas investigaciones se enfocan directamente en humanidad y no en animales, donde también son seres vivos y de la misma forma se puede evitar accidentes de este tipo en nuestras mascotas.

Toda persona que haya sufrido algún tipo de accidente de este tipo debe mantener una vigilancia de 48 horas después del suceso, con el objetivo de procurar una pronta reacción ante cualquier complicación, que la mayoría de las ocasiones se manifiesta a nivel pulmonar debido a la inmersión y el tiempo en que se haya auxiliado la persona; también debe recibir los cuidados adecuados de acuerdo a los aspectos que se le cataloguen al paciente según el nivel de gravedad.



Figura 1: Porcentaje de ahogados en España entre el 1 de enero y el 30 de abril de 2017 en función del espacio acuático en el que se desarrolló el accidente.

Fuente: RFESS10. Trabajo de Fin de Grado (Sainz, 2017).

Como puede verse en la Figura 1, se refleja el porcentaje de ahogamientos y el 10% representa el índice de ahogamientos que suceden en piscinas.

De acuerdo con la información anterior, es necesario implementar y tratar diferentes tipos de solución a dicha problemática, un gran

porcentaje de muertes a nivel mundial se llevan a cabo por medio de la misma causa; existen muchas recomendaciones y políticas de lugares donde decidimos descansar, instrucciones, horarios y limitaciones de todo tipo y aun así continúan sucediendo este tipo de accidentes y muertes en lugares de entretenimiento acuático. Cada día es más necesario llevar a cabo estrategias donde se implementen posibles soluciones o reducción de la tasa de mortalidad ante dicha problemática, los casos de ahogamiento son más comunes de lo que aparentan y puede pasarle a cualquier persona, después de todo es un accidente.

- El artículo *Recomendaciones sobre la prevención de ahogamientos* (Rubio, Yagüe, Benítez, Esparza, González, Sánchez, Vila, y Mintegi, 2015), en Europa la causa de muerte en menores de 19 años supone la segunda causa accidental más frecuente, atravesando oleadas de calor en este tiempo, se tiende a aumentar esta cifra, debido a la búsqueda de sitios acuáticos.

En menores de 5 años dichos ahogamientos se producen en piscinas particulares o de comunidades privadas; en este artículo, el comité de seguridad y prevención de lesiones no intencionadas en la infancia de la Asociación Española de Pediatría nos brinda una serie de instrucciones y recomendaciones con el objetivo de prevenir todo tipo de incidentes relacionados directamente con los ahogamientos en general.

- Informe *Los peligros de las piscinas y la prevención del ahogamiento: cuando no es hora de nadar* (American Academy of Pediatrics, 2020). El informe destaca los peligros que representan las piscinas para los niños pequeños y

ofrece recomendaciones para prevenir ahogamientos. Señala que el ahogamiento es la segunda causa de muerte en niños de 1 a 4 años, y que la mayoría ocurren en piscinas residenciales. Un estudio encontró que en el 70% de los casos los niños no se esperaba que estuvieran cerca de la piscina cuando ocurrió el incidente. La *American Academy of Pediatrics* recomienda medidas de seguridad como vallas alrededor de piscinas y supervisión activa de los niños para prevenir ahogamientos. El texto procura generar conciencia sobre un problema grave e instar a los padres a tomar precauciones.

Incluso cuando se toman medidas de seguridad, los padres deben estar preparados en caso de que los niños consigan llegar a la piscina sin ser vistos. Se han tomado en cuenta muchas recomendaciones y cursos, sin embargo teniendo la alarma se tiene una ventaja que puede resultar demasiado beneficiosa para salvar una vida, es necesario de igual forma que en cada centro turístico que brinden el servicio de piscina, en casas donde se empleen piscinas por pequeñas que sean, en lugares donde se almacene agua en general, siempre es mucho mejor pasarse de precavido y tener conocimiento sobre las reanimaciones que deben realizarse en casos presentados, siempre ir un paso adelante y con ello se puede llegar a alcanzar resultados valiosos en cuanto al evitar ahogamientos.

- Informe *Ahogamientos* (Organización Mundial de la Salud, OMS, 2023). Según el informe presentado por la *Organización Mundial de la Salud* se estimó que, “en 2019 murieron 236.000 personas por esta causa y los traumatismos en general supusieron casi un 8% de la mortalidad mundial total. El ahogamiento,

que es la tercera causamás importante de mortalidad por traumatismo no deliberado, representa un 7% de las defunciones relacionadas con traumatismos”.

Los ahogamientos son un grave problema de salud pública a nivel global, este problema no se había tenido muy en cuenta ni mucho menos se le habría otorgado la prioridad que este requiere, es así que se propuso que adopten medidas de prevención para mitigar los riesgos en colaboración con los gobiernos puesto que el problema afecta a la población mundial. La OMS advierte que las cifras reales pueden ser mayores, ya que muchos casos no se registran correctamente. Factores de riesgo incluyen la corta edad, especialmente de 1 a 4 años, el sexo masculino, vivir cerca de masas de agua, inundaciones y viajes acuáticos riesgosos.

La Asamblea General de las Naciones Unidas, “declaró en su resolución A/RES/75/273 que el *Día Mundial para la Prevención de los Ahogamientos* se celebre cada 25 de julio. Este día puede servir para crear conciencia en todo el mundo sobre el impacto trágico y profundo de los ahogamientos en las familias y comunidades.”

La OMS propone varias recomendadas para la prevención: tales como vallar piscinas y fuentes de agua, supervisar a los niños, enseñar natación y técnicas de rescate seguras, aplicar leyes de seguridad en transporte acuático, planificar ante inundaciones, y desarrollar estrategias nacionales de seguridad acuática.

- Según el artículo Web *Cifras de ahogamientos infantiles* se mantuvieron en primer trimestre de 2021: Medicina legal (García, 2021), se analiza un informe de ahogamientos infantiles en

cuerpos de agua del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, durante los primeros tres meses de 2021 aumentaron los accidentes relacionados con ahogamientos respecto al año anterior, se analiza que es una cifra reducible en cuanto a las diversas formas que existen para mitigar este tipo de sucesos.

En Colombia se presentaron 53 casos de ahogamientos en niños de 0 a 14 años en el transcurso de enero a marzo, fueron 3 muertes más que en el mismo periodo del año pasado; el informe refleja que de estos acontecimientos, la mayoría de víctimas en los niños son de género masculino, y siempre es menor esta fatalidad en las mujeres, analizando estos datos desde el punto de vista de Espitaleta de la Fundación Mariana Novoa, afirma que esto se debe a que las mujeres son más fáciles de supervisar, realizan las actividades en grupo y son más cautelosas y debido a esto son menos propensas, a diferencia de los niños que tienen un comportamiento más arriesgado, mayor actividad motriz, nadan solos ya que sobrevaloran sus habilidades y por esto son más propensos a sufrir estos accidentes.

La fundación comparte 5 *tips* dirigidos a los padres de familia y cuidadores con el fin de evitar accidentes en cuerpos de agua en vacaciones:

1. Aprender a nadar.
2. No pierdas de vista a tus hijos: ¡Nada reemplaza la supervisión visual permanente!
3. Evita distracciones. No leas revistas ni te concentres en el celular.
4. Disfruta de la piscina o cuerpos de agua de manera segura.
5. Capacítate en RCP (Reanimación Cardio Pulmonar).

Por otra parte, la Dra. Olga Lucía Baquero, médico pediatra y directora

científica de la Fundación, se refiere a que los niños se ahogan en silencio y que este suceso puede pasar en cuestión de segundos y en el mínimo descuido por parte de los cuidadores y padres de familia, además existen consecuencias de la inmersión en el agua tanto físicas como neurológicas que son irreparables. Esta información genera conocimiento para ser correctamente aplicado en el momento de saber socorrer ante un suceso de este tipo, su objetivo es tratar de lograr capacitar el doble de personas en conocimiento y herramientas de reacción inmediata y se pueda brindar una correcta y rápida asistencia, ya que en un par de segundos pueden ser los responsables de salvar una vida.

Los principales conceptos que es preciso tener en cuenta para esta investigación son:

- **Ahogamiento por inmersión:** Es un problema a nivel mundial que se puede reducir mediante el empleo de técnicas y proyectos que colaboren con la reducción de accidentes causados por bajos niveles de seguridad y descuidos en centros de entretenimiento acuático, almacenes de agua, etc.

El ahogamiento por inmersión de tipo sumersión es cuando una persona se sumerge bajo el agua y no puede salir a la superficie para respirar. Este tipo de ahogamiento puede ser especialmente peligroso si la persona no tiene habilidades de natación adecuadas o si las condiciones del agua son adversas, como olas fuertes, corrientes o temperaturas extremadamente bajas.

El ahogamiento por inmersión puede ser causado por una variedad de factores, que incluyen la falta de habilidades para nadar, la ingestión de alcohol o drogas, la falta de supervisión adecuada en áreas acuáticas, el mal tiempo o la hipotermia. También es posible que

una persona se ahogue por inmersión debido a una emergencia médica, como un ataque cardíaco o un golpe en la cabeza.

El ahogamiento por inmersión es una emergencia médica que se produce cuando una persona no puede respirar debido a la inmersión de las vías respiratorias en líquido, generalmente agua. Esta falta de oxígeno puede llevar a la pérdida del conocimiento, daño cerebral y, en casos extremos, la muerte.

Existen varios tipos de ahogamiento por inmersión, cada uno con diferentes características y consecuencias. El ahogamiento *secundario*, también conocido como ahogamiento *seco*, ocurre cuando una persona inhala agua, pero puede continuar respirando por un corto período de tiempo después del incidente. En el ahogamiento seco, una pequeña cantidad de agua entra en las vías respiratorias y causa un espasmo que impide que el aire llegue a los pulmones. Este tipo de ahogamiento es menos común, pero puede ser muy peligroso porque puede ocurrir después de que una persona se haya alejado del agua, lo que hace que los síntomas sean menos evidentes y la persona sea menos propensa a buscar ayuda.

El ahogamiento *húmedo* es el tipo más común de ahogamiento por inmersión. En este caso, el agua ingresa en los pulmones y puede causar inflamación y acumulación de líquido en los pulmones. La persona afectada puede experimentar tos, dificultad para respirar y dolor en el pecho. Si el agua ingresa en los pulmones en grandes cantidades, puede haber una rápida disminución de la capacidad de la persona para respirar, lo que puede llevar a la pérdida del conocimiento y a la muerte.

Los síntomas del ahogamiento por inmersión pueden variar dependiendo del tipo y la gravedad del incidente. En general, la persona afectada puede experimentar tos, dificultad para respirar, dolor en el pecho, náuseas, vómitos, confusión y

pérdida del conocimiento. Es importante buscar atención médica inmediata si se experimenta alguno de estos síntomas después de estar en el agua.

El tratamiento para el ahogamiento por inmersión puede incluir reanimación cardiopulmonar (RCP), oxígeno suplementario, medicamentos para aliviar la inflamación y la acumulación de líquido en los pulmones, y, en casos más graves, la hospitalización y el monitoreo intensivo. La prevención del ahogamiento por inmersión es fundamental y puede incluir la educación.

- **Factores de riesgo:** A pesar de existir entidades encargadas de controlar la seguridad en centros de entretenimiento acuático, existen muchos lugares que carecen en gran parte de dicha seguridad, lo cual se refleja en accidentes y pérdida de vidas.

Los factores de riesgo en las piscinas son aquellos elementos o circunstancias que pueden aumentar la probabilidad de ocurrencia de accidentes o lesiones en los usuarios de estas. Estos riesgos pueden ser de diferentes tipos, como físicos, químicos o biológicos, y pueden afectar tanto a los bañistas como al personal que trabaja en las instalaciones.

En primer lugar, los factores de riesgo físicos pueden incluir la falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones, lo que puede dar lugar a superficies resbaladizas o filosas, escaleras mal diseñadas, instalaciones eléctricas defectuosas o falta de iluminación adecuada. También puede haber factores externos que aumenten el riesgo, como la falta de barreras de protección alrededor de la piscina, la presencia de objetos peligrosos alrededor del área de baño, o la falta de señalización adecuada para indicar las áreas peligrosas.

Por otro lado, los factores de riesgo químicos pueden incluir la exposición a

altas concentraciones de cloro, lo que puede provocar problemas respiratorios y de la piel en los usuarios de la piscina. Además, la falta de mantenimiento adecuado del nivel de *pH* del agua, la acumulación de bacterias y la presencia de otros contaminantes pueden aumentar el riesgo de enfermedades o infecciones.

En cuanto a los factores de riesgo biológicos, la exposición a gérmenes y bacterias en el agua puede aumentar el riesgo de enfermedades infecciosas, como la infección de oído, la conjuntivitis y la diarrea. La falta de higiene personal de los bañistas, como la ducha antes de entrar en la piscina, también puede aumentar el riesgo de infección.

Otros factores de riesgo pueden incluir la sobrecarga de usuarios en la piscina, lo que puede aumentar el riesgo de ahogamiento y lesiones por impacto en la cabeza. Los usuarios también pueden verse afectados por condiciones preexistentes, como enfermedades cardíacas o respiratorias, que pueden aumentar el riesgo de problemas de salud durante el baño.

Para prevenir estos factores de riesgo, es importante que las instalaciones de la piscina se mantengan adecuadamente y se sigan los protocolos de limpieza y mantenimiento establecidos. También es importante que los usuarios de la piscina sigan las normas de seguridad y las recomendaciones para prevenir infecciones, como la ducha antes de entrar en la piscina, el uso de protectores de oídos y la protección solar adecuada. Además, es fundamental contar con personal capacitado en técnicas de rescate y primeros auxilios para actuar rápidamente en caso de emergencia.

En resumen, los factores de riesgo en las piscinas son diversos y pueden afectar tanto a los usuarios como al personal que trabaja en las instalaciones. Es importante prestar atención a los

aspectos físicos, químicos y biológicos que pueden aumentar el riesgo de lesiones o enfermedades y tomar medidas preventivas para garantizar la seguridad y la salud de los bañistas.

- **Reanimación cardiopulmonar:** Tenemos un conocimiento básico sobre el presente concepto, el cual, en un momento determinado, teniendo más información del tema y aplicándolo satisfactoriamente podríamos llegar a salvar una vida. La reanimación cardiopulmonar (*RCP*) es un conjunto de técnicas de emergencia que se utilizan cuando una persona deja de respirar o su corazón deja de latir. En el caso de un ahogamiento, la *RCP* puede ser crucial para salvar la vida de la persona afectada. El ahogamiento es una situación en la que una persona queda sumergida en agua y no puede respirar. Esto puede ser causado por diferentes factores, como la falta de habilidades para nadar, el cansancio o la entrada abrupta al agua fría. En algunos casos, puede llevar a la persona a un paro cardíaco, lo que significa que su corazón deja de latir.

La *RCP* después de un ahogamiento se enfoca en dos aspectos principales: la respiración y la circulación. El objetivo es reestablecer el flujo sanguíneo y la oxigenación en el cuerpo para prevenir daños cerebrales y mantener el corazón en funcionamiento. La *RCP* después de un ahogamiento se inicia con la evaluación del estado de la víctima. Si la persona no responde y no está respirando, es importante comenzar la *RCP* inmediatamente. El primer paso en la *RCP* es abrir las vías respiratorias de la persona inclinando la cabeza hacia atrás y elevando la barbilla. Esto facilita la entrada de aire en los pulmones. Luego, se realiza la respiración artificial, que consiste en insuflar aire en los pulmones de la persona a través de la boca a través de una mascarilla o un dispositivo similar. Esto se hace en una proporción de 2

respiraciones por cada 30 compresiones torácicas. La segunda parte de la *RCP* es la compresión torácica. Esto se realiza colocando las manos en el centro del pecho de la persona y empujando hacia abajo para comprimir el corazón y bombear la sangre a través del cuerpo. La frecuencia de las compresiones es de 100-120 por minuto y debenser realizadas con una profundidad de aproximadamente 5 a 6 centímetros.

Es importante seguir realizando la *RCP* de manera continua y sin interrupción hasta que llegue el personal médico de emergencia. Si la persona recupera la respiración o el pulso, se debe mantener a la persona en posición lateral de seguridad hasta que llegue la ayuda médica. En conclusión, la *RCP* es una técnica de emergencia esencial para salvar la vida de una persona después de un ahogamiento. La combinación de respiración artificial y compresiones torácicas ayuda a reestablecer el flujo sanguíneo y la oxigenación en el cuerpo, lo que es esencial para prevenir daños cerebrales y mantener el corazón en funcionamiento. Es importante realizar la *RCP* de manera continua y sin interrupción hasta que llegue el personal médico de emergencia.

- **Hipoxia:** Provocada por los ahogamientos debe ser tratada por un profesional de la salud en lo posible, de igual forma el usuario afectado puede recibir atención de primeros auxilios mientras puede ser atendido por una persona preparada en un centro de atención médica; es necesario conocer un poco del presente concepto y su fuerte relación con los ahogamientos.

La hipoxia relacionada con el ahogamiento es una situación médica en la que el cuerpo no recibe suficiente oxígeno debido a una sumersión en agua. El ahogamiento es una emergencia médica grave que puede resultar en lesiones cerebrales o la muerte debido a la falta de oxígeno en el cuerpo.

Cuando una persona se sumerge en agua, la falta de oxígeno se produce rápidamente, ya que el agua puede entrar en los pulmones y obstruir la entrada de aire. La *hipoxia* resultante puede tener consecuencias graves, como daño cerebral, fallo orgánico y la muerte.

Puede ser clasificada en diferentes etapas, dependiendo del grado de falta de oxígeno y la duración de la sumersión. En las primeras etapas, la víctima puede presentar signos de hipoxia leve, como dificultad para respirar y confusión. En las etapas posteriores, la víctima puede perder el conocimiento y presentar convulsiones.

Puede ser tratada con la administración de oxígeno, ya sea por medio de un tubo respiratorio o por medio de una máscara de oxígeno. En los casos más graves, la víctima puede necesitar ser sometida a una reanimación cardiopulmonar (*RCP*) para restaurar la circulación sanguínea y la oxigenación del cuerpo.

El tratamiento de la hipoxia relacionada con el ahogamiento depende en gran medida de la rapidez con que se administre el tratamiento médico. Es importante que los testigos del ahogamiento actúen rápidamente para llamar a los servicios de emergencia y comenzar la *RCP* si es necesario. La rápida intervención médica puede ser la diferencia entre la vida y la muerte.

En resumen, la *hipoxia* es una situación médica grave en la que el cuerpo no recibe suficiente oxígeno debido a la sumersión en agua. Esta situación puede tener consecuencias graves, incluyendo daño cerebral y la muerte. El tratamiento de la hipoxia relacionada con el ahogamiento implica la administración de oxígeno y, en casos graves, la *RCP* para restaurar la circulación sanguínea y la oxigenación del cuerpo. La rápida intervención médica es esencial para la supervivencia de la víctima.

Medidas que se recomiendan emplear para prevenir los accidentes acuáticos según las Naciones Unidas:

- Instalar barreras para controlar el acceso a zonas de agua que supongan un peligro.
- Proveer de sistemas comunitarios supervisados de cuidado de los niños en edad preescolar.
- Enseñar a nadar, seguridad acuática y rescate seguro a los niños en edad escolar.
- Formar a las personas en rescate y reanimación seguros.
- Establecer y hacer cumplir las normas de navegación segura, transporte marítimo y transbordadores
- Mejorar la gestión del riesgo de inundaciones.

Leyes, decretos y resoluciones sobre seguridad en piscinas

A continuación, se abordan algunas leyes, decretos y resoluciones creadas y dirigidas para piscinas, con el fin de conocer un poco en términos legales sobre leyes que establece la ley y que deben ser cumplidas por propietarios de piscinas y los mismos usuarios.

- *Ley 1209 de 2008*: Esta ley establece las normas de seguridad para la construcción y uso de piscinas y otros cuerpos de agua en el territorio colombiano. La ley establece los requisitos que deben cumplir las piscinas, así como las responsabilidades de los propietarios y usuarios de estas.
- *Decreto 1500 de 2007*: Este decreto regula las normas de seguridad industrial en los establecimientos de comercio, incluyendo las piscinas. El decreto establece los requisitos de seguridad que deben cumplir las piscinas y establece las responsabilidades de los propietarios y usuarios de estas.

- *Decreto 1074 de 2015*: Este decreto establece las normas técnicas de seguridad en las piscinas y otros cuerpos de agua. El decreto regula aspectos como la calidad del agua, la seguridad en los equipos de la piscina y las medidas de prevención de accidentes.
- *Resolución 1936 de 2013*: Esta resolución establece las normas técnicas para el diseño, construcción, mantenimiento y operación de piscinas. La resolución regula aspectos como la calidad del agua, la iluminación y la seguridad en los equipos de la piscina.
- *Resolución 2075 de 2014*: Esta resolución establece las normas técnicas para la construcción y uso de piscinas en las edificaciones de uso residencial. La resolución regula aspectos como la seguridad de la piscina, la calidad del agua y las medidas de prevención de accidentes.
- En general, estas leyes y regulaciones establecen las normas de seguridad que deben cumplir las piscinas en Colombia. Los propietarios y usuarios de las piscinas deben cumplir con estas normas para garantizar la seguridad de las personas que utilizan las instalaciones. Es importante que las personas que utilizan las piscinas conozcan estas normas y sigan las medidas de seguridad establecidas para prevenir accidentes y lesiones.

Fases del proceso de diseño

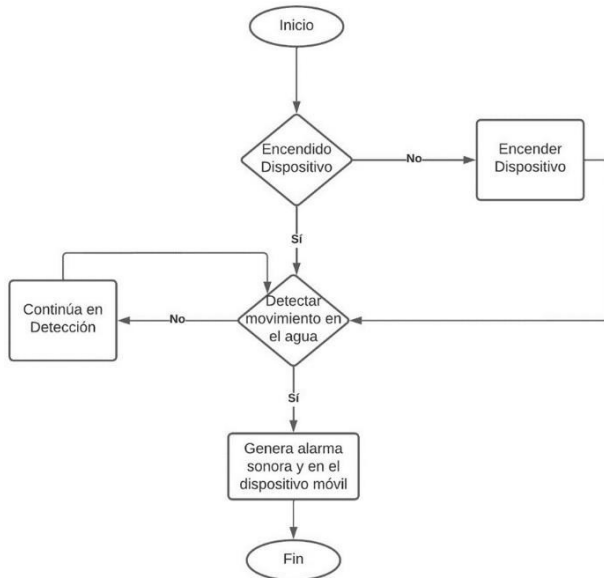


Figura 2. Diagrama de Flujo del dispositivo.

Fuente: Autor del proyecto.

En la *Figura 2* se muestra cómo actúa el dispositivo dependiendo su estado, activo o inactivo.

- **Funciones del Producto**

La función principal del sistema es alertar al usuario sobre un posible riesgo de accidente donde se está generando la alarma, indicando que existe movimiento en un lugar donde naturalmente el agua debería estar en estado de reposo (piscinas o tanques fuera de servicio para el usuario), advirtiendo de forma sonora que hay un ser vivo en peligro.

- **Características de los Usuarios**

Administrador: Es el usuario encargado de generar el encendido y apagado del dispositivo, realizando dicha labor en los horarios establecidos de apertura y cierre del funcionamiento del lugar para el usuario visitante, también es quien se encarga de permanecer cerca del lugar para ser el primero en detectar una posible alarma y supervisar el lugar en el momento en que dicho acontecimiento suceda.

- **Restricciones:**

Es un dispositivo aplicado únicamente para instituciones o parques donde se brinde el servicio de piscina, y dicho dispositivo, sea puesto en marcha en el momento de cierre del servicio.

Interfaces Externas

Los dos componentes del dispositivo, que dependerán del usuario serán:

- **Switch interruptor:**

El administrador por medio de este componente se encargará de encender y apagar el dispositivo, durante su uso.

- **Portapila:**

La portapila es el componente encargado de recibir la energía eléctrica suministrada por las pilas para el correcto funcionamiento del dispositivo. El usuario será el encargado del cambio de pilas según la necesidad que se presente de acuerdo con el nivel de batería actual.

Interfaz de usuario

Se requiere una persona que manipule el encendido y el apagado manualmente del dispositivo.

Interfaz de hardware

Será implementada una entrada donde irá conectado el cargador del dispositivo para subir el nivel de batería, la cual será impermeabilizada para su correcto funcionamiento en el agua.



Figura 3. Prototipo parte interna del dispositivo.

Fuente: Autor del proyecto.

La *Figura 3* se muestra el prototipo de *hardware* junto con su aplicativo móvil.

Interfaz de software

- No requiere *software* instalado en el equipo de cómputo puesto que se trata de un sistema autocontenido que ya viene funcionalmente programado.
- Dispone de una página web implementada con lenguaje *C#* y una plataforma de aplicaciones que permite la creación y ejecución de servicios web y aplicaciones de Internet (*.NET*); la página contiene todo lo relacionado con la descripción del producto y su funcionamiento.
- Se implementa una aplicación móvil, la cual permite la conexión al dispositivo por medio de tecnología *Wifi* con el fin de recibir una alerta en el dispositivo móvil en caso de ser activada la alarma en el software.

Atributos del Sistema

El sistema dependerá de algunas funciones de los módulos administrativo y horarios.

III. METODOLOGÍA

En este proyecto, se está utilizando una metodología basada en la medición y el análisis de datos numéricos, por lo que se puede afirmar que la investigación es de tipo cuantitativo.

La metodología utilizada en el proyecto se enfoca en la medición de la aceleración de un objeto al que está unido un acelerómetro y en el análisis numérico de los datos obtenidos. Estos datos se utilizan para medir la fuerza generada por una onda en movimiento afectada por un cambio de velocidad, con el fin de producir una alarma que actúe al percibir el cambio de velocidad del agua y prevenir accidentes en el interior de lugares acuáticos.

Además, la metodología *CDIO* utilizada en el proyecto se enfoca en resolver problemas complejos y llevar a cabo proyectos interdisciplinarios en un contexto real. Esto implica que se busca obtener resultados

concretos y medibles que permitan cumplir con los objetivos establecidos.

Por lo tanto, la investigación utilizada en este proyecto es de tipo cuantitativo debido a que se enfoca en la medición y el análisis numérico de los datos obtenidos a través del acelerómetro. Los datos numéricos obtenidos se utilizan para establecer una alarma que actúe al percibir el cambio de velocidad del agua y prevenir accidentes en el interior de lugares acuáticos.

El proyecto *Splash Alert* constituye una estrategia que observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades y necesidades a partir de una investigación documental.

La metodología propuesta describe el desarrollo de un proyecto que utiliza un acelerómetro para medir la aceleración de un objeto y detectar cambios de velocidad en el agua. El objetivo principal del proyecto es prevenir accidentes en lugares acuáticos mediante el uso de una alarma que se activa cuando se detecta un cambio brusco en la velocidad del agua.

El *acelerómetro* es un dispositivo que se utiliza para medir la aceleración de un objeto en movimiento. En este caso, se utiliza un acelerómetro que está unido al objeto que se mueve en el agua. La aceleración medida por el acelerómetro se refiere a la aceleración del objeto al que está unido, y se realiza respecto a una masa inercial interna. Esta masa inercial interna se utiliza para eliminar las aceleraciones no deseadas que pueden ser causadas por vibraciones u otros movimientos del objeto.

El proyecto implementa datos numéricos para medir la fuerza generada por una onda en movimiento afectada por un cambio de velocidad. Esto se logra mediante la medición de la aceleración del objeto y la aplicación de una serie de cálculos para determinar la fuerza que se está generando. Esta información se utiliza para determinar si se ha producido un cambio brusco en la velocidad del agua y, en caso afirmativo, activar la alarma.

La alarma se diseña para alertar a las personas que se encuentran en el interior de lugares acuáticos sobre el cambio en la velocidad del agua. Esto les permitirá tomar medidas de precaución y evitar posibles accidentes. La alarma puede estar conectada a un sistema de intercomunicación o puede ser una alarma independiente que se activa automáticamente cuando se detecta un cambio en la velocidad del agua.

En resumen, la metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto incluye el uso de un acelerómetro para medir la aceleración de un objeto en movimiento, la implementación de datos numéricos para medir la fuerza generada por una onda en movimiento afectada por un cambio de velocidad, y la activación de una alarma para alertar a las personas sobre el cambio en la velocidad del agua. La implementación de esta metodología tiene como objetivo prevenir accidentes en lugares acuáticos y mejorar la seguridad de las personas que los visitan.

IV. CONCLUSIONES

- Los ahogamientos continúan siendo una importante causa de mortalidad en sitios de entretenimiento acuático de uso colectivo. Para reducir las tasas de ahogamiento y evitar una devaluación de las condiciones de seguridad que malogren los objetivos preventivos, es preciso cumplir rigurosamente las normas reglamentarias de piscinas y diseñar estrategias de intervención específicas, como lo sería en este caso por medio de un dispositivo de alarma generada por un acelerómetro capacitivo, el cual alertará al personal encargado del área.
- Dada la necesidad de reducir considerablemente los accidentes en piscinas, tanques de almacenamiento y demás contenedores de agua; se diseñó la propuesta (Proyecto de curso) que diera respuesta a esta problemática, evitando mejorar los resultados a nivel reductivo de este tipo de accidentes.
- Se logra identificar que a pesar de existir variedad de recomendaciones sobre la

seguridad en sitios turísticos y demás centros acuáticos, siguen surgiendo con gran frecuencia accidentes de este tipo que pueden ser prevenidos con el uso del proyecto "Splash Alert".

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a M.A. Nicholls (Colombia), A. Chaparro (Colombia) las ayudas en la orientación, elaboración de la investigación del artículo y el seguimiento en la redacción del documento.

VI. REFERENCIAS

- [1] American Academy Of Pediatrics. (15 de 7 de 2020). *Los peligros de las piscinas y la prevención del ahogamiento, cuando no es hora de nadar*. Recuperado de Healthychildren.org: <https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/at-play/Paginas/Pool-Dangers-Drowning-Prevention-When-Not-Swimming-Time.aspx>
- [2] B. Rubio, F. Yagüe, M.T. Benítez, M.J. Esparza, J.C. González, F. Sánchez, S. Mintegi. (2015). "Recomendaciones sobre la prevención de ahogamientos". *ScienceDirect*, 43.e1 - 43.e5.
- [3] García, C. A. (25 de Junio de 2021). *RCN Radio*. Obtenido de Cifras de ahogamientos infantiles se mantuvieron en primer trimestre de 2021: Medicina Legal: Recuperado de: <https://www.rcnradio.com/salud/cifras-de-ahogamientos-infantiles-se-mantuvieron-en-primer-trimestre-de-2021-medicina-legal>
- [4] Naciones Unidas. (Abril de 2021). *Los ahogamientos, una de las principales causas de muerte por accidente*. Recuperado de: <https://www.un.org/es/observances/drowning-prevention-day#:~:text=En%20abril%20de%202021%2C%20la,en%20las%20familias%20y%20comunidades>
- [5] Organización mundial de la salud. (25 de Julio de 2023). *Ahogamientos*. Recuperado

de:<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drowning>

- [6] Sainz-Maza, E. F. (2017). *Ahogamientos por Inmersión y Estrategias Preventivas*. Cantabria - España: Escuela Universitaria de Enfermería “Casa de Salud Valdecilla”