



# Title: Desarrollo de un sistema de monitoreo de bajo costo para sustancias tóxicas

**Author:** Domingo, VELÁZQUEZ-PÉREZ

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534  
**BCIERMMI Control Number:** 2018-03  
**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 23  
**Mail:** *domingov@cucsur.udg.mx*  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

### ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 | 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: [contacto@ecorfan.org](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

### Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua



1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones
5. Contacto



# Introducción

El avance tecnológico de las sociedades demanda un constante incremento en el volumen y la diversidad de productos químicos que son producidos, almacenados, transportados y utilizados, existiendo el riesgo potencial de que ocurran accidentes en alguna de estas etapas. (CENAPRED, 2014b).



En México, los accidentes provocados por explosiones han dejado huellas importantes:

- San Juan Ixhuatepec 1984
- Guadalajara Jalisco 1992

(CENAPRED, 2014c).



Con el propósito de prevenir riesgos asociados con la fuga de gases tóxicos y explosivos, a nivel mundial se han desarrollado una serie de proyectos basados en el uso de robots para el monitoreo de fugas, ejemplo de ello son los trabajos desarrollados por Lilienthal (2001), Ishida (2004), Loufti et al. (2009) y Baetz et al. (2009), entre otros.



En nuestro país se han realizado algunos trabajos en este sentido, entre los que destaca el robot terrestre Omnimóvil (Raya, 2014) desarrollado en la UNAM.



Jalisco, se encuentra catalogado como uno de los estados con mayor volumen de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, entre las que destacan el gas LP, el butano y el alcohol (CENAPRED, 2014b).

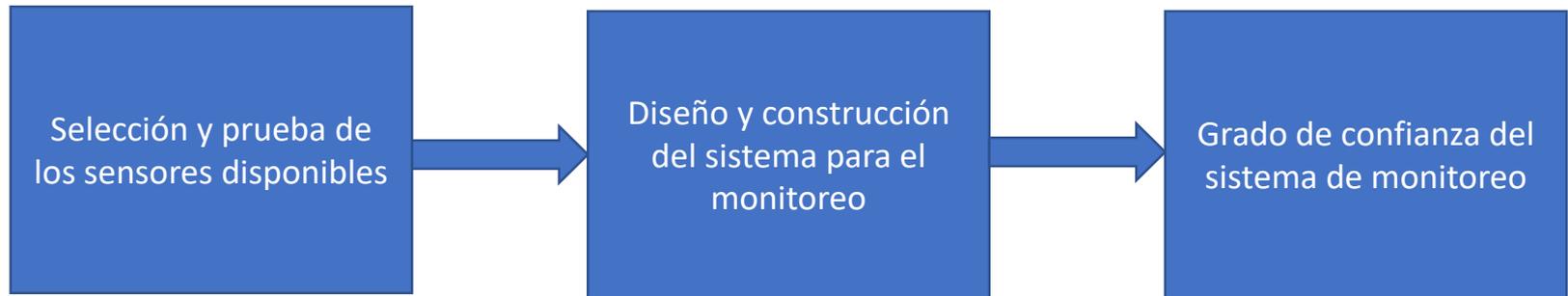


## Metodología

La presente investigación consiste en un estudio experimental (Hernández et al., 2014) enfocado al monitoreo de sustancias tóxicas utilizando sensores comerciales de bajo costo.



# ETAPAS DEL PROYECTO





La segunda etapa consistió en el diseño y construcción del sistema para el monitoreo utilizando como plataforma del prototipo la tarjeta de programación arduino y sensores de la familia MQ.



Para verificar el grado de confianza del sistema de monitoreo propuesto, se utilizó un detector de gases marca SPD, modelo 202/Ex como referencia.

Así mismo, para la calibración y puesta en marcha del sistema, se construyó una cámara para muestreo de sustancias tóxicas.

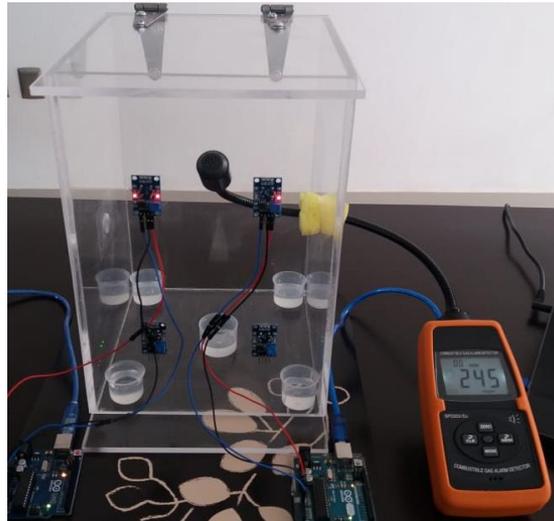


Figura 1 Montaje experimental para la realización de pruebas con el sistema de monitoreo de sustancias tóxicas. Fuente: elaboración propia.



Para la calibración de los sensores MQ primero se realizó una prueba con aire limpio. En esta prueba se utilizaron los sensores sin precalentar tomando muestras cada 15 segundos durante un periodo de prueba de 20 minutos.



Posteriormente se llevo a cabo otro muestreo con los sensores precalentados por un tiempo de 3 horas.

Para la prueba de funcionamiento del sistema de monitoreo de sustancias toxicas, se utilizó alcohol etílico desnaturalizado al 70% y gas butano.



En la primera prueba realizada se aplicó alcohol etílico a la cámara de muestreo y se habilitó el sensor MQ-3. El sensor se utilizó en un primer momento sin precalentar bajo las mismas condiciones en cuanto al tiempo de muestreo. Acto seguido, el mismo sensor fue precalentado por un tiempo de 3 horas y se repitió el muestreo con el propósito de analizar las diferencias existentes en las mediciones.



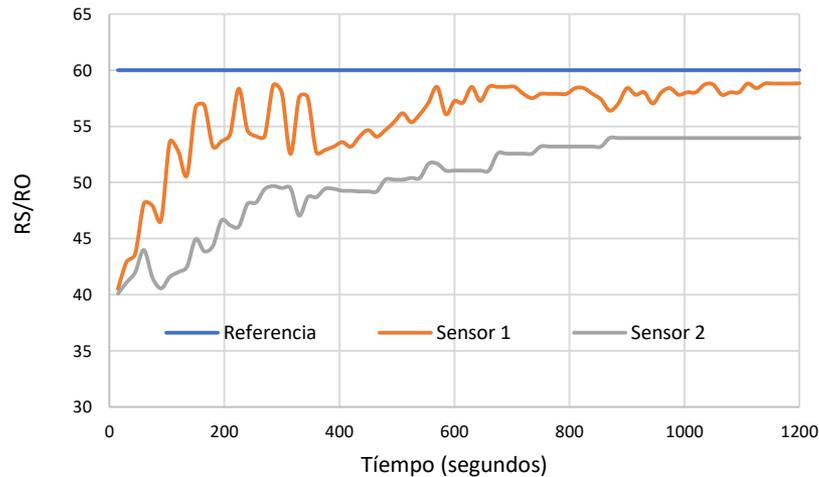
Para la segunda prueba se aplico gas butano a la cámara de muestreo y se habilito el sensor MQ-9 siguiendo el procedimiento señalado anteriormente para el caso del alcohol etílico.

A los datos obtenidos de los registros de la calibración, así como de la puesta en marcha del sistema de monitoreo se les aplicó un análisis estadístico descriptivo básico.



# RESULTADOS

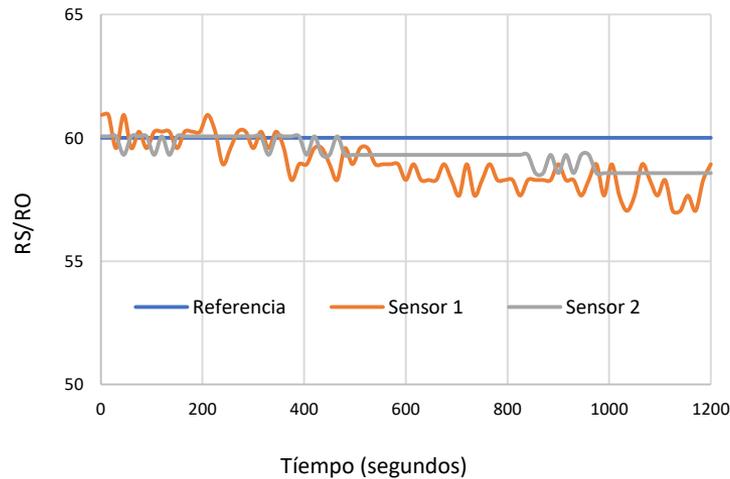
En la gráfica 1 se observar el comportamiento de los sensores MQ-3 utilizando aire limpio para la prueba de calibración.



Gráfica 1 Prueba de calibración del Sensor MQ-3 sin precalentar. Fuente: elaboración propia.



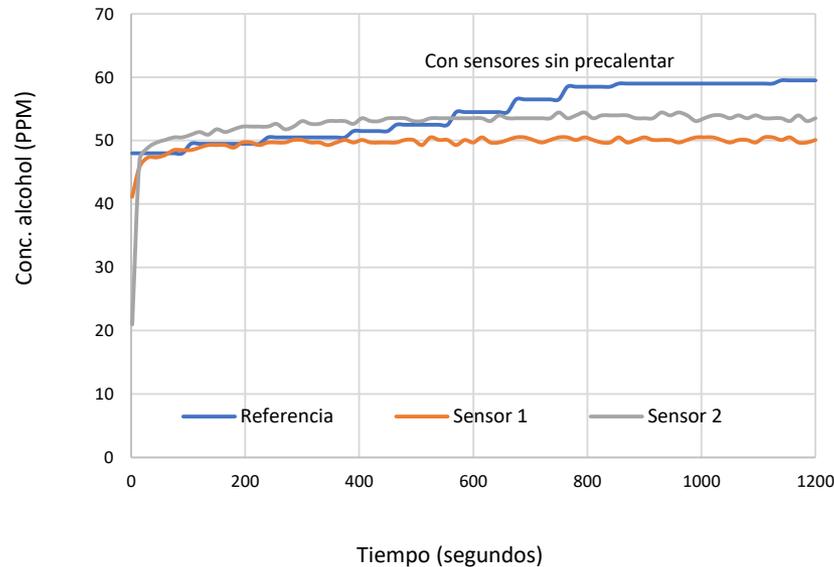
En la gráfica 2 se presenta el comportamiento de los sensores MQ-3 cuando fueron precalentados durante un periodo de 3 horas.



Gráfica 2 Prueba de calibración del Sensor MQ-3 precalentado. Fuente: elaboración propia.



El comportamiento de los sensores sin precalentar puede ser observado en la gráfica 3.

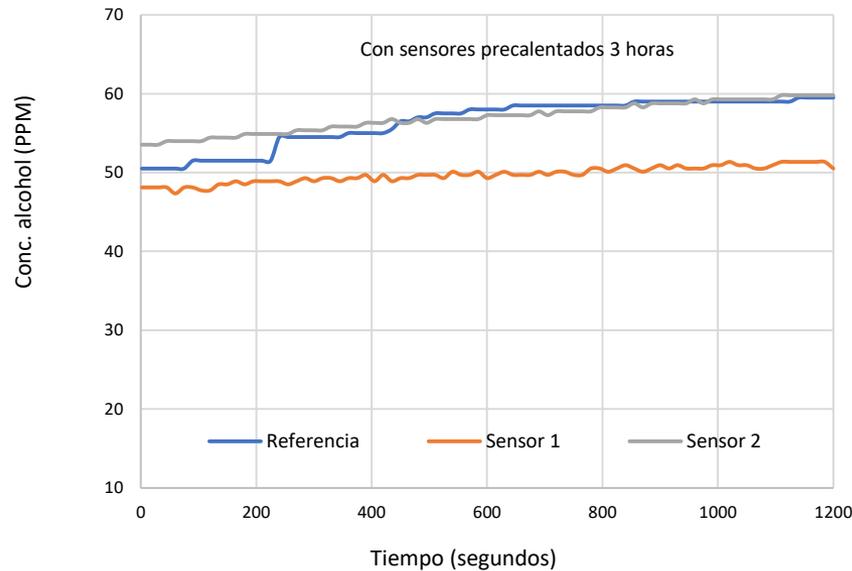


**Gráfica 3** Prueba utilizando alcohol etílico con el sensor MQ-3 sin precalentar.

*Fuente: elaboración propia.*



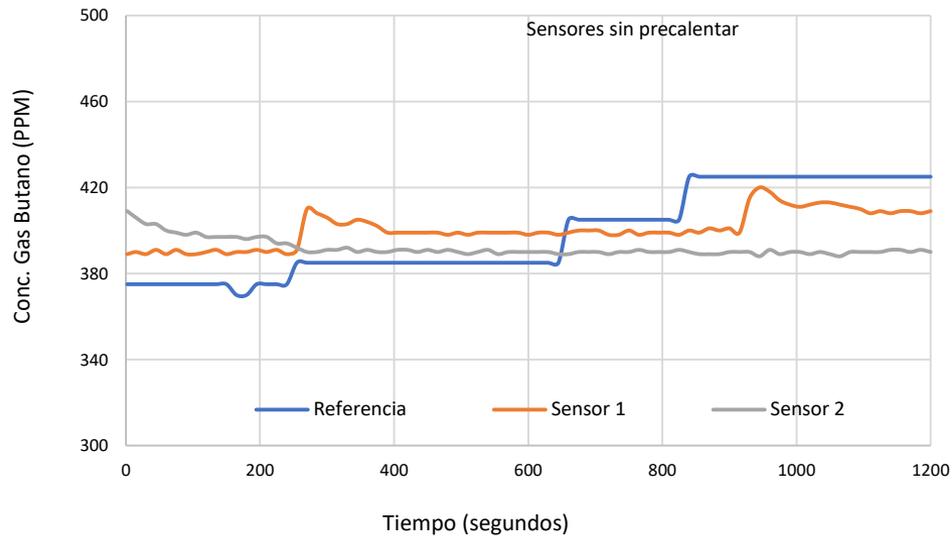
En la gráfica 4 se presenta el comportamiento de los sensores cuando fueron precalentados.



**Gráfica 4** Prueba utilizando alcohol etílico con el sensor MQ-3 precalentado. *Fuente: elaboración propia.*



En la gráfica 5 se presenta el comportamiento de los sensores MQ-9 sin precalentar.

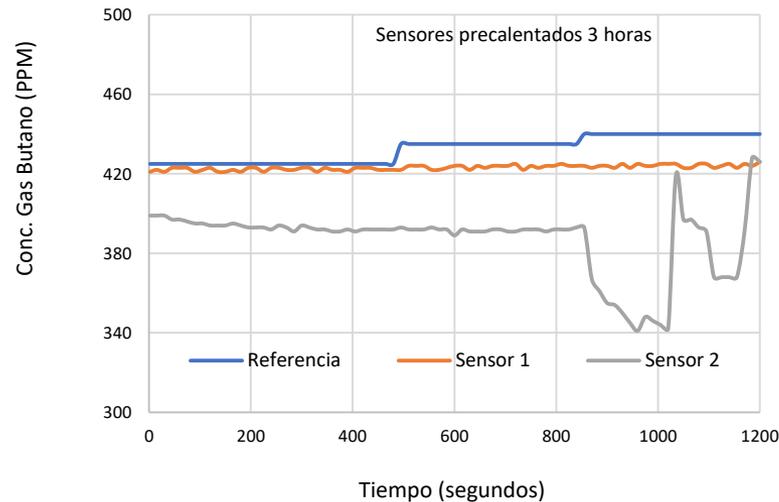


**Gráfica 5** Prueba utilizando gas butano con el sensor MQ-9 sin precalentar.

*Fuente: elaboración propia.*



La gráfica 6 se muestran los resultados de la prueba realizada con los sensores MQ-9 bajo condiciones de precalentamiento.



**Gráfica 6** Prueba utilizando gas butano con el sensor MQ-9 precalentado.

*Fuente: elaboración propia.*



## CONCLUSIONES

Los sensores MQ-3 poseen una mayor sensibilidad para la realización de mediciones en condiciones donde las concentraciones de la sustancia en cuestión, como fue el caso del alcohol, sea baja.

Los sensores MQ-9 no mostraron una resolución muy alta



El precalentamiento es una condición indispensable en este tipo de sensores, ya que la precisión de las mediciones se puede ver afectada seriamente cuando no se realiza esta etapa.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observó que es viable la implementación de un sistema de monitoreo de bajo costo para sustancias tóxicas basado en sensores de la familia MQ



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)