



Anexo 1. Formato de protocolo de investigación

1. Datos generales de la propuesta

- **Nombre de la persona proponente:** Daniel Alejandro Cervantes Cabrera
- **Título de la propuesta:** Sistema Inteligente de Generación de Mensajes de Alerta de Internet de las Cosas (SiGMA-IoT).
- **Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) de INFOTEC en la que incide la propuesta:** Inteligencia computacional en la Ciencia de Datos e Internet de las Cosas..
- **Periodo de ejecución:** Del 01/06/2022 al 30/06/2023

2. Descripción de la propuesta:

- **Resumen** (ejecutivo): Esta propuesta, tiene como objetivo de realizar investigación aplicada en las áreas de Aprendizaje de Máquina e Internet de las Cosas (IoT), para la generación de un desarrollo tecnológico denominado “Sistema Inteligente de Generación de Mensajes Alerta de Internet de las Cosas” (SIGMA-IoT), que contribuya en la prevención de posibles eventualidades en los Centros de Datos del Centro de Investigación e Innovación en TICs INFOTEC sedes CDMX y Aguascalientes. Realizando un sensado de información crítica de temperatura y humedad de los servidores ubicados en los *racks* del centro y un monitoreo automático que permita la generación de mensajes de alerta en la presencia de información atípica, i.e. fuera de los rangos, por ejemplo valores de temperatura con tendencia o que rebasen los umbrales normales establecidos. Para lo anterior, se utilizarán algoritmos de Aprendizaje de Máquina, enfocados en la detección de anomalías en series de tiempo de los valores censados, lo cual además, permitirá dar seguimiento del buen estado de los dispositivos electrónicos y la identificación oportuna de aquellos que requieran reparación y/o reemplazo, contribuyendo así al buen funcionamiento del sistema general. Se plantea SIGMA-IoT como un caso de uso, que contribuya a establecer un nuevo modelo de desarrollo de proyectos de IoT para INFOTEC que permitan el



Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento
Gerencia de Innovación
Subgerencia de Innovación Gubernamental

monitoreo y control remoto automático, en diferentes escenarios e instituciones que cuenten con equipo crítico, como por ejemplo en CFE, etc.

- **Antecedentes:** El Aprendizaje de Máquina es una área de la Inteligencia Artificial que en los últimos años ha atraído la atención por su amplio rango de aplicaciones en múltiples áreas del conocimiento, en particular, gracias al avance de la tecnología de microcontroladores, los sistemas embebidos de IoT están evolucionando, de ser sistemas de monitoreo y control remoto a sistemas que además puedan tomar decisiones automáticas “inteligentes” en tiempo real, en función de la información recibida de sus sensores. El INFOTEC, ha sido pionero en el desarrollo de tecnologías de IoT en México con desarrollos como *Cloudino* y actualmente realiza investigación y desarrollo proyectos que permitan incorporar metodologías de Inteligencia Artificial para aplicaciones de IoT.
- **Justificación:** Desarrollo de investigación en el área de Aprendizaje de Máquina e IoT para su aplicación en la solución de problemas de monitoreo y generación de alertas “inteligentes” para el resguardo de instalaciones críticas del INFOTEC y otros centros tecnológicos con equipo e instalaciones que así lo requieran.
- **Objetivo general:** Investigación para desarrollo tecnológico de sistemas de IoT dotados de algoritmos de Inteligencia Artificial que permitan monitoreo y control remoto automático “inteligente”, para su aplicación en diferentes escenarios.
- **Objetivos específicos:**
 - o Implantación física del sistema SiGMA-IoT.
 - Módulos “esclavo” de censado y envío de información a módulo “maestro”.
 - Módulo “maestro” de recepción de información de módulos “esclavo”, envío de ésta a servidor de monitoreo y generación de mensajes de alerta de texto SMS en caso de detección de temperaturas superiores del umbral establecido.



Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento
Gerencia de Innovación
Subgerencia de Innovación Gubernamental

- o Implantación computacional del sistema SiGMA-IoT.
 - Implementación de *Dashboard* de monitoreo para seguimiento de series de tiempo de valores de temperatura y niveles de humedad, utilizando la biblioteca Dash Plotly [1].
 - Implementación de algoritmos de aprendizaje no supervisado para la detección de anomalías en series de tiempo de valores de temperatura y humedad.
 - Implementación de métodos de generación y envío de mensajes de alerta, por medio de correos electrónicos, Whatsapp, Telegram etc..
 - o Instalación de sistema electrónico y software en centros de datos de las sedes CDMX y Aguascalientes del INFOTEC.
 - o Generación de reportes técnicos y manuales de usuario.
- **Metas:**
 - a. Uso de SiGMA-IoT tanto en los centros de datos de INFOTEC como en otras instituciones con equipos tecnológicos críticos similares.
 - b. Establecimiento de metodología robusta para el desarrollo de aplicaciones de IoT con elementos de Inteligencia Artificial.

- **Metodología:**

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los principales objetivos de SiGMA-IoT, consiste en la detección automática de anomalías de la información registrada por componentes de censado que permita identificar valores atípicos de rangos normales conocidos. Para lo anterior se utilizan estrategias de detección de anomalías en series de tiempo de los valores registrados, a través de métodos de aprendizaje no supervisado como son los de Aislamiento [2,3], de Vecindad [4,5], o los basados en Dominio[6,7]. Para la implementación electrónica se utilizan diferentes componentes de *hardware* libre, en donde los principales son, el microcontrolador denominado NodeMCU[8], el sensor BME280 [9] y el módulo GSM SIM800L [10], todos éstos de precio accesible y de fácil adquisición.



● **Beneficios esperados:**

- a. Contribuir en el mejoramiento del monitoreo y buen estado de los equipos críticos y de alto impacto para el funcionamiento de centros de datos y de las instituciones usuarias.
- b. Establecimiento de una metodología para el desarrollo de aplicaciones de IoT con elementos de Inteligencia Artificial para su uso y aplicación en múltiples escenarios.
- c. Generación de tecnologías propias de Inteligencia Artificial y de IoT.

● **Resultados esperados:**

- a. Uso de SiGMA-IoT tanto en los centros de datos de INFOTEC como en otras instituciones con equipos tecnológicos críticos similares.
- b. Aceptación como producto válido de Desarrollo Tecnológico ante la Comisión Transversal de Tecnología SNI-Conacyt.
- c. Registro SiGMA-IoT ante INDAUTOR e IMPI.

3. Plan de actividades

● **Descripción de las actividades**

Etapa núm.:		
#	Actividad	Descripción de la actividad
1	Análisis y Diseño	Análisis de necesidad específica de la solicitud de desarrollo de sistema de monitoreo y generación de mensajes de alerta en caso de eventualidades atípicas, para los centros de datos de INFOTEC. Diseño computacional a nivel de arquitectura y diagramas UML del sistema.
2	Prospección de Metodologías de Detección de Anomalías	Revisión del estado del arte de metodologías para la detección de anomalías de Aprendizaje de Máquina en sistemas de IoT.
3	Implantación Física (<i>hardware</i>)	Implantación física de módulos "maestro" y "esclavo" de <i>hardware</i> para el censado,





Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento Gerencia de Innovación Subgerencia de Innovación Gubernamental

Table with 3 columns: ID, Activity, and Description. Rows include: 4. Implantación Computacional (software), 5. Desarrollo de Dashboard de Monitoreo y Control, 6. Armado e instalación del sistema en Centros de Datos CDMX y Aguascalientes.

• Descripción de las metas

Table with 3 columns: #, Actividad, and Meta. Rows 1-6 describe the goals for each activity, such as 'Generación de arquitectura y diagramas básicos UML del sistema' for the first activity.





• **Productos (entregables)**

Etapa núm.:		
#	Actividad	Producto
1	Análisis y Diseño	Reporte Técnico.
2	Prospección de Metodologías de Detección de Anomalías	Reporte Técnico.
3	Implantación Física (<i>hardware</i>)	Módulo físico de implantación de “maestro” y “esclavo”.
4	Implantación Computacional (<i>software</i>)	Módulos computacionales de <i>firmware</i> para “maestro” y “esclavo”.
5	Desarrollo de Dashboard de Monitoreo y Control.	Aplicación computacional de Dashboard de monitoreo y control de SIGMA-IoT.
6	Armado e instalación del sistema en Centros de Datos CDMX y Aguascalientes.	Módulos “esclavo” instalados en cada <i>rack</i> y módulo “maestro” en los Centro de Datos.

• **Especificaciones de los productos**

Etapa núm.:		
#	Actividad	Especificación del producto (entregable)
1	Análisis y Diseño	Reporte Técnico.
2	Prospección de Metodologías de Detección de Anomalías	Reporte Técnico.
3	Implantación Física (<i>hardware</i>)	Módulo físico de implantación de “maestro” y “esclavo”.
4	Implantación Computacional (<i>software</i>)	Módulos computacionales de <i>firmware</i> para “maestro” y “esclavo”.





Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento
Gerencia de Innovación
Subgerencia de Innovación Gubernamental

Table with 3 columns: ID, Activity, and Description. Rows 5 and 6 describe dashboard development and hardware installation.

Mecanismos de transferencia

Table with 3 columns: #, Actividad, and Mecanismo de transferencia. Rows 1-6 detail the transfer mechanisms for each activity.

4. Cronograma de actividades

Table with 5 columns: #, Actividad, Productos (entregables), Fecha de inicio, and Duración (número de semanas). Row 1 shows 'Análisis y Diseño' starting in January 2022.



2	Prospección de Metodologías de Detección de Anomalías	Reporte Técnico y manuales de uso.	1 Abril 2022	12
3	Implantación Física (<i>hardware</i>)	Módulo físico de implantación de “maestro” y “esclavo”.	1 de Julio 2022	12
4	Implantación Computacional (<i>software</i>)	Módulos computacionales de <i>firmware</i> para “maestro” y “esclavo”.	1 de Octubre 2022	12
5	Desarrollo de Dashboard de Monitoreo y Control.	Aplicación computacional de Dashboard de monitoreo y control de SIGMA-IoT en servidor INFOTEC.	1 de Enero 2023	12
6	Armado e instalación del sistema en Centros de Datos CDMX y Aguascalientes.	Módulos físicos “esclavo” instalados en cada <i>rack</i> y módulo “maestro” en los Centro de Datos.	1 Abril 2023	12

5. Referencias

1. Herramienta de desarrollo para despliegue de aplicaciones de Ciencia de Datos. <https://dash.plotly.com/>.
2. Fei Tony Liu, Kai Ming Ting, and Zhi-Hua Zhou. Isolation Forest. In Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2008), December 15-19, 2008, pages 413–422, Pisa, Italy, 2008.
3. Y. Qin and Y. Lou. Hydrological Time Series Anomaly Pattern Detection based on Isolation Forest. In 2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking,



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



**Dirección Adjunta de Innovación y Conocimiento
Gerencia de Innovación
Subgerencia de Innovación Gubernamental**

- Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), pages 1706–1710, 2019.
4. Markus Breunig, Hans-Peter Kriegel, Raymond Ng, and Joerg Sander. LOF: Identifying Density-Based Local Outliers. 29, pages 93–104, 06 2000.
 5. Sridhar Ramaswamy, Rajeev Rastogi, and Kyuseok Shim. Efficient Algorithms for Mining Outliers from Large Data Sets. 29, pages 427–438, 06 2000.
 6. Bernhard Schölkopf, John Platt, John Shawe-Taylor, Alexan der Smola, and Robert Williamson. Estimating Support of a High Dimensional Distribution. Neural Computation, 13:1443–1471, 07 2001.
 7. Junshui Ma and S. Perkins. Time-series novelty detection using one-class support vector machines. 3, pages 1741 – 1745 vol.3, 08 2003.
 8. NodeMCU plataforma IoT de código abierto, <https://es.wikipedia.org/wiki/NodeMCU>.
 9. Sensor de Temperatura BME280, https://www.waveshare.com/wiki/BME280_Environmental_Sensor
 10. Mini GSM/GPRS module, SIM800L-GSM-GRP <https://nettigo.eu/products/>.

ATENTAMENTE

Dr. Daniel Alejandro Cervantes Cabrera
Profesor Investigador Ingeniero Tecnólogo Titular “A” ITA

C.c.p. **Mtro. Carlos Josué Lavandeira Portillo**, Director Adjunto de Innovación y Conocimiento. Presente.
Dr. Juan Antonio Vega Garfias, Subgerente de Innovación Gubernamental. Presente.