



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Departamento:**  
**Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas**  
**Programa de acreditación:**  
**PROINCE**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto:**

**C207**

**Título del proyecto**

**Internet de las cosas y sus aplicaciones en las ciudades inteligentes**

**PIDC:**

**Elija un elemento.**

**PII:**

**Elija un elemento.**

**Director:**

**Lupi, Oreste Daniel**

**Director externo:**

**Codirector:**

**Zaradnik, Ignacio José**

**Integrantes:**

**Turconi, Diego; Kumvich, Augusto; Canziani, Mónica; Dominguez, Facundo; Slawiski, Javier;**

**Investigador Externo, Asesor- Especialista, Graduado UNLaM:**

**Alumnos de grado: (Aclarar si tiene Beca UNLaM/CIN)**

**Behar, Christian; Agüero, Agustín; Lanzillotti Leandro; Vazquez, Matías**

**Alumnos de posgrado:**

**Resolución Rectoral de acreditación: N°**

**615/2018**

**Fecha de inicio:**

**01/01/2018**

**Fecha de finalización:**

**31/12/2019**

---

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15 sobre **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación a desarrollarse en la Universidad Nacional de La Matanza**. Consultar en el departamento académico correspondiente la inscripción del proyecto en un Programa acreditado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **A. Desarrollo del proyecto (adjuntar el protocolo)**

### **A.1. Grado de ejecución de los objetivos inicialmente planteados, modificaciones o ampliaciones u obstáculos encontrados para su realización (desarrolle en no más de dos (2) páginas)**

El presente proyecto, Internet de las cosas y sus aplicaciones en ciudades inteligentes, buscaba el desarrollo, implementación y estudio de una aplicación concreta en la temática de ciudades inteligentes, objetivo que fue logrado casi en su totalidad.

Si bien el objetivo general inicialmente planteado, un sistema experimental de estacionamiento inteligente para el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad de la Matanza (UNLaM), alcanzó un entre un 60% y 70 % se logró desarrollar satisfactoriamente un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, quedando tan solo su instalación en el DIIT. Lo detalles de esta ampliación serán detallados mas adelante en este documento.

Por otro lado, los objetivos específicos asociados al desarrollo del sistema experimental de estacionamiento inteligente sufrieron cambios. A continuación, se detallan los mismos y los cambios asociados.

En lo que respecta al diseño y desarrollo de 3 (tres) sensores que permitan detectar la presencia de un vehículo, a través de un sistema microcontrolado y un magnetómetro, en los lugares reservados para el estacionamiento, el mismo no sufrió cambios.

El diseño y desarrollo de interfaces inalámbricas, para cada uno de los 3 (tres) sensores, basadas en tecnologías 2.4Ghz/Zigbee, WIFI y LORA, fue el objetivo específico que más cambio sufrió. Dicho cambio se desvió, tal como se comento en el informe de avance, a la fuerte devaluación que sucedió durante el año 2018 en el país (Argentina) que hizo que el presupuesto solicitado quedara totalmente desactualizado. A raíz del estudio que se había realizado para la elaboración del protocolo de presentación del proyecto se consideró la utilización de la tecnología LORA como enlace de comunicaciones, no siendo la única opción, pero si la principal. Dicha tecnología implica la utilización de un Gateway, el cual al momento de solicitar los fondos representaba aproximadamente un 25% de presupuesto y al momento de confección del informe de avance/acreditación de fondos el 50%. Si bien la devaluación afectó a todos los elementos del presupuesto por igual, la mayoría de ellos no eran tan críticos como el Gateway de Lora para la idea inicial del proyecto. Como consecuencia de esto se decidió que la interfaz inalámbrica que se implementaría en los sensores sería tan solo WIFI.

El desarrollo de un software para PC, basado en LabWindows/CVI y MySQL, se decidió alterar por la implementación de dicho software en la nube. Esta decisión se baso en que la implementación de aplicaciones/software en la nube es parte del paradigma de Internet de las cosas y las ciudades inteligentes. Esto generó una familiarización con términos y herramientas a las que el grupo no estaba acostumbrado, generando ciertas demoras. En lo que respecta a la aplicación Android asociada no hubo cambios en los planes iniciales.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

La futura instalación de los sensores, aun por finalizar, se encuentra supeditada a la ubicación que el DIIT destine para tales fines.

La ampliación del proyecto al desarrollo, implementación y estudio de dos aplicaciones de ciudades inteligentes se debe a que, tal como se presentó en el informe de avance, la temática representa un área en expansión y con un potencial inmenso para mejorar la calidad de vida de las personas. Esta ampliación fue soportada en parte por el grupo de alumnos que se incorporaron al proyecto durante el 2018.

Si bien para la ampliación del proyecto no había objetivos específicos planteados, se puede considerar una estructura similar a la planteada para el sistema de estacionamiento inteligente: desarrollo de una estación de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, desarrollo de una comunicación inalámbrica para dicha estación, desarrollo de un software de PC o en la nube para visualizar los datos (en este caso no se consideró una aplicación Android) y la instalación de esta en el DIIT. Dichos objetivos fueron cumplidos satisfactoriamente quedando tan solo la instalación en la ubicación que el DIIT destine para tales fines.

Detalles de los sensores, tecnología de comunicación, desarrollo y resultados se encuentra disponibles en los trabajos presentados y detallados en la sección B.

Entre los obstáculos encontrados pueden nombrarse: la demora en autorización para comenzar a realizar gastos, la demora en la acreditación de los fondos, la fuerte devaluación sufrida en el país (Argentina) y la falta de experiencia por parte de los miembros del grupo en conceptos y herramientas asociados a los servicios en la nube y Android. Los obstáculos económicos afectaron los objetivos específicos inicialmente planteados, tal como se detalló arriba, y afectó la difusión de los resultados obtenidos en congresos y eventos en el extranjero como estaba previsto (Iberchip y IEEE-Lascas). Con el fin de solucionar el obstáculo asociado la falta de experiencia se incorporó durante el 2019 un becario de la carrera de Ingeniería en Informática, quien si bien comenzó trabajando satisfactoriamente su desempeño decreció con el transcurso del año, llegando inclusive a renunciar. Los argumentos presentados para tal renuncia estaban asociados a las obligaciones académicas y laborales que tenía.

Como conclusión, se logro cumplir con casi la totalidad de los objetivos planteados: la producción de conocimiento y el desarrollo de aplicaciones, la formación de recursos humanos, la difusión en congresos y eventos científicos (como se detalla en la sección B) y la vinculación con otros grupos de investigadores/ organismos (como se detalla en la sección F).



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## B. Principales resultados de la investigación

### B.1. Publicaciones en revistas (informar cada producción por separado)

Artículo 1:	
Autores	
Título del artículo	
N° de fascículo	
N° de Volumen	
Revista	
Año	
Institución editora de la revista	
País de procedencia de institución editora	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISSN:	
URL de descarga del artículo	
N° DOI	

### B.2. Libros

Libro 1	
Autores	
Título del Libro	
Año	
Editorial	
Lugar de impresión	
Arbitraje	Elija un elemento.
ISBN:	
URL de descarga del libro	
N° DOI	

### B.3. Capítulos de libros

Autores	Zaradnik, Ignacio; Lupi, Daniel; Agüero, Agustin; Behar, Christian; Lanzilliotti, Leandro; Vázquez, Matías; Canziani, Mónica.
Título del Capítulo	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental
Título del Libro	XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación -WICC 2019: libro de actas



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Año	2019
Editores del libro/Compiladores	Nelson Rodríguez, María Murazzo, Manuel Ortega, María I. Lund
Lugar de impresión	San Juan: Editorial UNSJ
Arbitraje	SI
ISBN:	978-987-3984-85-3
URL de descarga del capítulo	<a href="http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf">http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf</a>
N° DOI	

Autores	Agüero, Agustín; Behar, Christian; Lanzillotti, Leandro; Vázquez, Matías; Zardnik, Ignacio; Lupi, Daniel.
Título del Capítulo	Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental
Título del Libro	Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental
Año	2019
Editores del libro/Compiladores	Antonelli, Maximiliano; Zacchigna, Federico G.; Blet, Nora; Sosa, José Ignacio; Pistarelli, Marcelo; De Micco, Luciana; Brengi, Diego Javier; Lipovetzky, José; Luttenberg, Ariel; García Inza, Mariano.
Lugar de impresión	ACSE - Asociación Civil para la investigación, Promoción y Desarrollo de Sistemas Eléctricos Embebidos
Arbitraje	SI
ISBN:	978-987-46297-6-0
URL de descarga del capítulo	<a href="https://drive.google.com/file/d/1FDtRL4We4daZ7XrJ81sL2f6HrZbYIOuG/view">https://drive.google.com/file/d/1FDtRL4We4daZ7XrJ81sL2f6HrZbYIOuG/view</a>
N° DOI	

#### B.4. Trabajos presentados a congresos y/o seminarios

Autores	Zardnik, Ignacio; Lupi, Daniel; Agüero, Agustín; Behar, Christian; Lanzillotti, Leandro; Vázquez, Matías; Canziani, Mónica.
Título	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Año	2019
Evento	21 Edición del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación
Lugar de realización	San Juan
Fecha de presentación de la ponencia	25-26/04/2019
Entidad que organiza	Universidad Nacional de San Juan
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<a href="http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf">http://www.wicc2019.unsj.edu.ar/descargas/Libro_WICC2019.pdf</a>

Autores	Zaradnik, Ignacio José
Título	Desde las primeras Herramientas para la Enseñanza Digital, Programación y Robótica hasta el Desarrollo de Internet de las Cosas Aplicada a Ciudades Inteligentes”
Año	2019
Evento	Jornada de vinculación Tecnológica
Lugar de realización	Santa Fe
Fecha de presentación de la ponencia	21/05/2019
Entidad que organiza	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	No disponible

Autores	Agüero, Agustin; Behar, Christian; Lanzillotti, Leandro; Vázquez, Matías; Zaradnik, Ignacio; Lupi, Daniel.
Título	Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental
Año	2019
Evento	Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2019
Lugar de realización	Rosario- Santa Fe



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Fecha de presentación de la ponencia	17-19/07/2019
Entidad que organiza	Universidad Nacional de Rosario
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<a href="https://drive.google.com/file/d/1FDtRL4We4daZ7XrJ81sL2f6HrZbYIOuG/view">https://drive.google.com/file/d/1FDtRL4We4daZ7XrJ81sL2f6HrZbYIOuG/view</a>

Autores	Agüero, Agustin; Behar, Christian; Lanzillotti, Leandro; Vázquez, Matías; Zaradnik, Ignacio; Lupi, Daniel
Título	Desarrollo de un decibelímetro para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental
Año	2019
Evento	Congreso de microelectrónica aplicada 2019
Lugar de realización	San Martin- Buenos Aires
Fecha de presentación de la ponencia	25-26/09/2019
Entidad que organiza	Universidad Nacional de San Martin
URL de descarga del trabajo (especificar solo si es la descarga del trabajo; formatos pdf, e-pub, etc.)	<a href="http://www.unsam.edu.ar/uea2019/memorias.asp">http://www.unsam.edu.ar/uea2019/memorias.asp</a>

#### B.5. Otras publicaciones

Autores	
Año	
Título	
Medio de Publicación	



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**C. Otros resultados. Indicar aquellos resultados pasibles de ser protegidos a través de instrumentos de propiedad intelectual, como patentes, derechos de autor, derechos de obtentor, etc. y desarrollos que no pueden ser protegidos por instrumentos de propiedad intelectual, como las tecnologías organizacionales y otros. Complete un cuadro por cada uno de estos dos tipos de productos.**

C.1. Títulos de propiedad intelectual. Indicar: Tipo (marcas, patentes, modelos y diseños, la transferencia tecnológica) de desarrollo o producto, Titular, Fecha de solicitud, Fecha de otorgamiento

Tipo	Titular	Fecha de Solicitud	Fecha de Emisión

C.2. Otros desarrollos no pasibles de ser protegidos por títulos de propiedad intelectual. Indicar: Producto y Descripción.

Producto	Descripción

**D. Formación de recursos humanos. Trabajos finales de graduación, tesis de grado y posgrado. Completar un cuadro por cada uno de los trabajos generados en el marco del proyecto.**

D.1. Tesis de grado

Director (apellido y nombre)	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis
Julia, Ricardo; Serra, Ariel; Zaradnik, Ignacio	Agüero, Agustin	UNLaM	9	20/12/2019	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aplicado a ciudades inteligentes
Julia, Ricardo; Serra, Ariel; Zaradnik, Ignacio	Behar, Christian	UNLaM	9	20/12/2019	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aplicado a ciudades inteligentes
Julia, Ricardo; Serra, Ariel; Zaradnik, Ignacio	Lanzillotti, Leandro;	UNLaM	9	20/12/2019	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aplicado a ciudades inteligentes
Julia, Ricardo; Serra, Ariel; Zaradnik, Ignacio	Vázquez, Matías	UNLaM	9	20/12/2019	Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aplicado a ciudades inteligentes



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

D.2

#### Trabajo Final de Especialización

Director (apellido y nombre)	y	Autor (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del Trabajo Final

#### D.2. Tesis de posgrado: Maestría

Director (apellido y nombre)	y	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.3. Tesis de posgrado: Doctorado

Director (apellido y nombre)	y	Tesista (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título de la tesis

#### D.4. Trabajos de Posdoctorado

Director (apellido y nombre)	y	Posdoctorando (apellido y nombre)	Institución	Calificación	Fecha /En curso	Título del trabajo	Publicación

#### E. Otros recursos humanos en formación: estudiantes/ investigadores (grado/posgrado/ posdoctorado)

Apellido y nombre del Recurso Humano	Tipo	Institución	Período (desde/hasta)	Actividad asignada <sup>2</sup>
Arzola Lucas	Becario	UNLaM	01/01/2019 – 31/10/2019	Investigación de servicios de Computación en la Nube y Desarrollo de Portal para visualizar los datos.

<sup>2</sup> Descripción de la/s actividad/es a cargo (máximo 30 palabras)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**F. Vinculación<sup>3</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico, etc. con otros grupos de investigación; con el ámbito productivo o con entidades públicas. Desarrolle en no más de dos (2) páginas.

En lo referido a la vinculación con otros grupos de investigación / organismos, se mantiene activa con el INTI y con la Fundación Argentina de Nanotecnología que colaboran a través de la actividad del director. En ese marco se establecieron contactos e intercambio de información en sendas misiones al exterior con el Centro IMEC de Bélgica y con el “Instituto Fraunhofer ENAS” de Alemania en referencia a potenciales colaboraciones con nuestros integrantes del proyecto, en el marco de ciudades inteligentes y principalmente en el área de Internet de las cosas.

En lo referido a vinculación con el ámbito productivo se estableció contacto con la gente de IBM Argentina. Inicialmente con el fin de conseguir asistencia sobre la implementación de aplicaciones sobre la nube de IBM, y posteriormente para analizar de un seminario en conjunto una vez que los sistemas (estacionamiento inteligente y monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental) estén finalizados. Entre las personas con quienes se entablaron comunicación se encuentran: Walter Raúl Ureta (uretaw@ar.ibm.com), PM&T Applications Global Business Services y Martin Canteros (canteros@ar.ibm.com), Iteration Manager/Scrum Master.

Por otro lado, sobre fines del 2019 se comenzó a dialogar con personas del grupo Telecom/Cablevision/Multicanal con el fin de realizar un convenio en donde la experiencia adquirida sea transferida, así como para futuras demandas por parte de ellos. Entre las personas con quien se estableció contacto se encuentran: Javier Aira del área de I+D | Ingeniería y Técnica Corporativa de Negocios Corporativos y Paula Ducasa del área de Ingeniería de Proyectos | Ingeniería y Técnica Corporativa de Negocios Corporativos.

**G. Otra información. Incluir toda otra información que se considere pertinente.**

---

<sup>3</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores y confeccionados “a medida” de sus contrapartes.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

#### H. Cuerpo de anexos:

- Anexo I: Copia de cada uno de los trabajos mencionados en los puntos B, C y D, y certificaciones cuando corresponda.<sup>4</sup>
- Anexo II:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (si corresponde)
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (si corresponde)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación acompañado de las hojas foliadas con los comprobantes de gastos.
  - FPI-035: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto.
- Anexo III: Alta patrimonial de los bienes adquiridos con presupuesto del proyecto (FPI 017)
- Nota justificando baja de integrantes del equipo de investigación.

\_\_\_\_\_  
Firma y aclaración  
del director del proyecto.

Lugar y fecha :.....

- Presentar una copia impresa firmada del presente documento junto con los Anexos, y enviar todo en archivo PDF por correo electrónico a la Secretaría de Investigación Departamental. **Límite de entrega: 28 de febrero de 2020**

<sup>4</sup> En caso de libros, podrá presentarse una fotocopia de la primera hoja significativa o su equivalente y el índice.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## ANEXO I



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación  
25 y 26 de abril de 2019 – San Juan – Argentina

## LIBRO DE ACTAS

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de San Juan  
Red de Universidades con Carreras de Informática (RedUNCI)





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación -WICC 2019: libro de actas /  
Compilado por Nelson Rodríguez, María Murazzo, Manuel Ortega, María I. Lund. - 1a ed. - San  
Juan: Editorial UNSJ, 2019.

CD-ROM, PDF  
Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-3984-85-3

1. Informática. 2. Informática Educativa. 3. Innovación Tecnológica. I. Rodríguez, Nelson, comp.  
CDD 005 - 1118 páginas

ISBN 978-987-3984-85-3





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)

**Rector**

Oscar Nasisi

**Decano de FCEfyN**

Rodolfo Bloch

Autoridades Red de Universidades con Carreras de Informática  
(Red UNCI)

**Coordinador Titular**

Pesado Patricia (UNLP)

**Coordinador Alterno**

Estayno Marcelo (UNLZ)

Coordinadores de Área WICC 2019

**Agentes y Sistemas Inteligentes**

Marcelo Falappa (UNS)

Marcelo Errecalde (UNSL)

Daniel Pandolfi (UNPA)

**Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos**

Luis Marrone (UNLP)

Daniel Arias Figueroa (UNSa)

Orlando Micolini (UNC)

**Computación Gráfica, Imágenes y Visualización**

Martin Larrea (UNS)

Maria J. Abasolo (UNLP-UNCPBA)

Roberto Guerrero (UNSL)

**Ingeniería de Software**

Pablo Fillottrani (UNSur)

Pablo Thomas (UNLP)

Fernanda Carmona (UNdeC)

**Procesamiento Distribuido y Paralelo**

Marcelo Naiouf (UNLP)

Fabiana Piccoli (UNSL)

Javier Balladini (UNCOMA)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

#### **Innovación en Sistemas de Software**

Marcelo Estayno (UNLZ)  
Guillermo Feierherd (UNTDF)  
Osvaldo Sposito (UNLaM)  
Gladys Dapozo (UNNE)

#### **Tecnología Informática aplicada en Educación**

Zulma Cataldi (UBA-UTN)  
Alejandra Zangara (UNLP)  
Mónica Tugnarelli (UNER)  
Gustavo Gil (UNSa)

#### **Procesamiento de señales y Sistemas de Tiempo Real**

Oscar Bria (INVAP)  
Fernando Tinetti (UNLP)  
Nelson Rodríguez (UNSJ)

#### **Bases de Datos y Minería de Datos**

Laura Lanzarini (UNLP)  
Claudia Deco (UNR)  
Norma Herrera (UNSL)

#### **Innovación en Educación Informática**

Claudia Russo (UNNOBA)  
Elena Durán (UNSE)  
Lucía Malbernat (UCAECE)

#### **Seguridad Informática**

Paula Venosa (UNLP)  
Javier Echaiz (UNS)  
Antonio Castro Lechtaller (IESE)

#### **Jurado de Tesis de Doctorado**

Marcela Printista (UNSL)  
Laura de Giusti (UNLP)  
Silvia Castro (UNS)  
Alejandra Cechich (UNCOMA)  
Horacio Kuna (UNaM)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### Comité Académico

UBA – Cs. Exactas	Garbervetsky, Diego	UBA–Ingeniería	Echeverría, Adriana
UN La Plata	Pesado, Patricia	UN Sur	Rueda, Sonia
UN San Luis	Píccoli, Fabiana	UNCPBA	Aciti, Claudio
UN Comahue	Grosso, Guillermo	UN La Matanza	Spóitto, Osvaldo
UN La Pampa	Alfonso, Hugo	UN Lomas de Zamora	Estayno, Marcelo
UN Tierra del Fuego	Feierherd, Guillermo	UN Salta	Gil, Gustavo
UN Patagonia Austral	Lasso, Marta	UN San Juan	Rodríguez, Nelson
UADER	Noriega, Jorge	UN Patagonia SJB	Buckle, Carlos
UN Entre Ríos	Tugnarelli, Mónica	UN Nordeste	Dapozo, Gladys
UN Rosario	Zanarini, Dante	UN Misiones	Kuna, Horacio
UNNOBA	Russo, Claudia	UN Chilecito	Carmona, Fernanda
UN Lanús	Azcurra, Diego	UN Santiago del Estero	Duran, Elena
Esc. Sup. Ejercito	Arroyo Arzubi, Alejandro	UN Litoral	Loyarte, Horacio
UN Rio IV	Arroyo, Marcelo	UN Córdoba	Fridlender, Daniel
UN Rio Negro	Vivas, Luis	UN Hurlingham	Medrano Gustavo
UN Villa María	Prato, Laura	UN Lujan	Panessi, Walter
UN Catamarca	Poliche María Valeria	UN La Rioja	Martínez, Marcelo
UN Tres de Febrero	Oliveros, Alejandro	UN Tucumán	Luccioni, Griselda M.
UNAJ	Morales, Martín	UN Chaco Austral	Zachman Patricia
UN del Oeste	Foti, Antonio	UN de Cuyo	García Garino, Carlos
UN de Mar del Plata	Ríos, Carlos	U Morón	Padovani Hugo
UAI	De Vincenzi, Marcelo	U Belgrano	Guerci, Alberto
U Kennedy	Panizzi, Marisa	U Adventista del Plata	Bournissen Juan
UCAECE	Finocchietto, Jorge	U Palermo	Álvarez Adriana
UCA Rosario	Grieco, Sebastián	U Salvador	Zanitti, Marcelo
U Aconcagua	Giménez, Rosa	U Gastón Dachary	Ruidías, Hector Javier
UCEMA	Guglianone, Ariadna	U Austral	Cosentino, Juan Pablo
U Atlántida Argentina	Rathmann, Liliana	UCA La Plata	Bertone, Rodolfo
ITBA	Mon, Alicia	U Champagnat	Pinciroli, Fernando
UN Jujuy	Herrera Cagnetta, Analía		

### Comité Organizador FCEfYn UNSJ

Evangelina Sanz  
Manuel Ortega  
Nelson Rodríguez  
María Inés Lund

### Coordinadores Locales

Laura Gutiérrez	María Murazzo	Laura Aballay	Marita Masanet
Marcelo Moreno	Jorge Mercado	Silvina Migani	Maria Romagnano
Myriam Herrera	Elisa Oliva	Flavia Millan	Cristina Vera
Cintia Ferrarini	Liliana Gonzalez	Alejandra Orellana	Susana Chavez
Hector Lepez	Alejandra Malberti		



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental

Zaradnik, Ignacio; Lupi, Daniel; Agüero, Agustín; Behar, Christian; Lanzillioti, Leandro; Vázquez, Matías; Canziani, Mónica.  
Laboratorio de Inteligencia Ambiental Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica, Universidad Nacional de la Matanza. Buenos Aires, Argentina  
[agustinaguero.aa@gmail.com](mailto:agustinaguero.aa@gmail.com); [behar.christian@yahoo.com.ar](mailto:behar.christian@yahoo.com.ar); [lanzillottile@yaho.com.ar](mailto:lanzillottile@yaho.com.ar); [mati.pity@gmail.com](mailto:mati.pity@gmail.com); [izaradnik@unlam.edu.ar](mailto:izaradnik@unlam.edu.ar)

### RESUMEN

El presente trabajo detalla el uso de Computación en la Nube (Cloud Computing) para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. Se comienza con una introducción a la temática de ciudades inteligentes y su importancia para el futuro. A continuación, se presenta el diagrama general del sistema y breve una explicación del funcionamiento de este, en donde se detallan los principales elementos. Y se finaliza con descripción del uso del Portal de uno de los tantos proveedores de computación en la nube.

**Palabras Clave:** Ciudades inteligentes, Calidad de aire, Ruido ambiental, Computación en la Nube.

### CONTEXTO

En el marco del Laboratorio de Inteligencia Ambiental del Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica de la Universidad Nacional de la Matanza se viene trabajando desde hace algunos años en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) [1][2][3][4]. El presente trabajo es parte de lo realizado en el marco del proyecto "Internet de las cosas y sus aplicaciones en ciudades inteligentes", el cual se viene desarrollando desde el 2018. Este trabajo se desarrolla con fondos provenientes del programa de Investigaciones PROINCE.

### 1. INTRODUCCION

Las ciudades modernas son las responsables del 80% de la producción económica mundial y del 70% del consumo de energía mundial y las emisiones de gases de efecto invernadero, y, para el año 2050 serán el hogar del 66% de los 9.000 millones de habitantes proyectados. Por

lo tanto, es necesario pensar en políticas que permitan la sustentabilidad de las ciudades [5]. Las ciudades sustentables deben mejorar la calidad de vida de los habitantes, la eficiencia de las operaciones y los servicios urbanos, y su competitividad, mientras se asegura que esta se encuentre de acuerdo a las necesidades de las generaciones presentes y futuras en lo que respecta a aspectos económicos, sociales, medioambientales así como también culturales. Las tecnologías de la información y las comunicaciones, y en especial Internet de las cosas, tienen un papel muy importante, estas actúan como una plataforma para obtener datos e información que ayudará a mejorar en entendimiento sobre como la ciudad está funcionando en termino de consumo de recursos, servicios y calidad de vida. Como ejemplo de los problemas cotidianos que se intentan solucionar con estos dispositivos podemos citar la potencial aparición mosquitos a raíz de un aumento en la temperatura y humedad en un parque, la cual puede ser detectada por sensores y generar un proceso de fumigación [6]. Otro ejemplo es la red de monitoreo de calidad de aire y ruido de la ciudad de Buenos Aires, la cual permite controlar la calidad ambiental del entorno urbano a través de un seguimiento continuo de los niveles de contaminación y así generar información confiable, comparable y representativa para su aplicación en la estrategia local de protección de la salud y el ambiente [7].

### 2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

El objetivo general de este trabajo es desarrollar, implementar y estudiar los



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

resultados de uso de sistemas experimentales asociados a la temática de ciudades inteligentes, como ser estacionamiento inteligente, control de polución, control de tráfico, entre otras. Para ello se investigará: las distintas aplicaciones, sus influencias en la comunidad y la posibilidad de implementar en la Universidad; la arquitectura de las aplicaciones, tanto a nivel hardware como software; las distintas tecnologías de sensado, control y comunicación empleadas.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.1. Descripción General

La figura N°1 presenta el diagrama en bloques del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. El corazón del sistema es un microcontrolador de 32 bits, STM32F411, de la firma ST. Este es el encargado de efectuar la lectura de los sensores, procesar y analizar los datos obtenidos y transmitirlos, a través del módulo inalámbrico, a un servidor en la nube.



Figura N°1. Diagrama en bloques del sistema.

El procesado implica corregir las variaciones de los datos medidos debido a la temperatura, mientras que el análisis verifica, en forma local, si los datos excedan los valores de límites preestablecidos. Si los datos exceden estos límites, se transmitirá de forma inmediata un aviso al Portal de datos y se activará una indicación en forma local. Caso contrario los datos serán transmitidos periódicamente. El módulo inalámbrico empleado es uno de tecnología 3G, UL865, de la empresa Telit. Los sensores utilizados son: temperatura, humedad, ruido ambiental, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y

material particulado de hasta 10µm. El módulo GPS no se encuentra implementado en la versión actual. La figura N°2 muestra una imagen del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental experimental desarrollada.



Figura N°2. Sistema experimental.

Para el desarrollo se empleó como proveedor de Computación en la Nube a la empresa Telit, la cual ofrece una Plataforma como un Servicio (PaaS - Platform as a Service) para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) llamada Telit IoT Portal [8]. Si bien este servicio es pago, el proveedor ofrece la posibilidad de generar una cuenta del tipo demo, opción que se utilizó para este proyecto. El Telit IoT Portal posee entre los mecanismos de transporte los protocolos MQTT, CoAP y HTTP [9], pero gracias al uso del módulo UL865 no fue necesario la implementación de ninguno de ellos, ya que el módulo permite el envío de datos a través de simples comandos AT

#### 3.2. Desarrollo

El primer paso realizado fue la generación de una cuenta, a través del link: <https://portal-dev.telit.com/app/signup>. Luego que esta fuera aprobada, se ingresó al Portal por medio del link: <https://portal-dev.telit.com>. Dentro del mismo se obtuvieron los datos para la conexión de nuestro módulo al Portal: la dirección a la



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

cual se debe conectar el módulo (API Server), a través del menú “Desarrolladores” y el “Default Application Token” de la aplicación por defecto, la cual usaremos como base de nuestro proyecto, por medio de la opción “Aplicaciones” del mismo menú. En las figuras N°3 y N°4 se pueden ver los datos seleccionados.



Figura N°3. Dirección de conexión.



Figura N°4. Token de la aplicación.

Luego que se obtuvieron estos datos, se realizó la conexión entre el módulo y el Portal a través de los siguientes comando AT [10]:

- AT+CGDCONT, define el contexto de la conexión, es decir el protocolo de red (IPV4, IPV6), y el APN, el nombre del punto de acceso, de la operada de telefonía celular empleada.
- AT#SGACT, activa el contexto. Con este comando se establece una

comunicación con el Gateway de la operadora.

- AT#DWCFG, configuración de la conexión al Portal. En este comando se especifican la dirección del Portal y un código de seguridad, Token.
- AT#DWCONN, conexión al Portal.
- AT#DWSTATUS, chequeo del estado de la conexión al Portal.

El Portal permite que un usuario tenga varias aplicaciones, por ejemplo: nuestro sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, un sistema de estacionamiento inteligente, un sistema de control de tráfico, etc. Cada aplicación puede tener asociada un conjunto de “Cosas”, pudiendo ser, para los ejemplos anteriores, estaciones de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, sensores de estacionamiento y semáforos respectivamente. A su vez cada “Cosa” tiene atributos que son las propiedades y las alarmas. En nuestro caso, los valores de los distintos sensores utilizados se relacionaron con las propiedades, mientras que los valores límites preestablecidos con las alarmas. Las propiedades pueden ser creadas manualmente, a través del Portal, o automáticamente, cuando se recibe una solicitud de publicación. En nuestro caso las propiedades fueron creadas automáticamente. En cambio, las alarmas deben crearse manualmente, acción que se realizó.

Para la publicación de los valores de los sensores y el estado de las alarmas de utilizó en comando AT#DWSSEND. En el mismo, el primer parámetro representa el tipo de mensaje que se enviara, en nuestro caso un tipo normal. El segundo parámetro representa que acción se realizará, siendo en para nuestra aplicación una publicación de una propiedad o una publicación de alarma. Los siguientes parámetros se toman de a pares siendo, en el caso de los sensores, nombre del sensor y valor y, en el caso de la alarma, nombre de la alarma y estado.

El Portal crea un gráfico por cada una de las propiedades y lo actualiza a mediada que los datos son publicados, en nuestro caso fueron creados 5 gráficos, uno por cada sensor. La figura N°5 presenta la pantalla principal al ingresar al portal, donde se puede ver todas las



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

“Cosas” asociadas a dicha aplicación y un registro de los eventos. La figura N°6 muestra la pantalla asociada a un “Cosa” particular, previamente seleccionada en la pantalla principal. En esta se puede ver e estado de las alarmas asociadas y gráficos con las distintas propiedades.



Figura N°5. Pantalla principal del Portal.

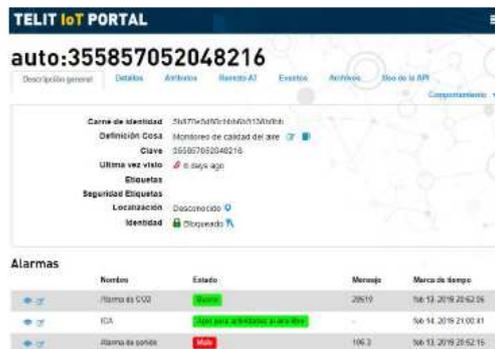


Figura N°6. Pantalla del sistema de monitoreo.

Las figuras N°7 y N°8 presentan los gráficos de los sensores de CO2 y de nivel de ruido.

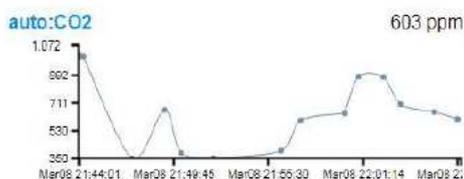


Figura N°7. Representación gráfica de los valores del sensor de CO2.

El Portal permite ver el histórico de los datos de cualquiera de sus propiedades (sensores en nuestro caso), la figura N°9 presenta el histórico del sensor de temperatura.



Figura N°8. Representación gráfica de los valores del sensor de nivel de ruido.



Figura N°5. Representación histórica de los valores del sensor de temperatura.

### 3.3. Conclusiones

Se logró el desarrollo de un sistema experimental asociado a la temática de ciudades inteligentes, un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiente. En lo que respecta concretamente al tópico de este trabajo, el uso de Computación en la Nube, se logró: comprender distintos aspectos asociados a la Computación en la Nube (tipos de servicios, protocolos relacionados, etc), el uso efectivo del Portal y la generación de una interfaz de visualización de datos y alarmas. Como siguientes pasos están previsto la implementación del sistema desarrollado en el ámbito de la Universidad Nacional de la Matanza, el estudio de datos relevados y la información generada con ellos y el desarrollo de una consola (dashboard) para una mejor visualización de los datos de la estación de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

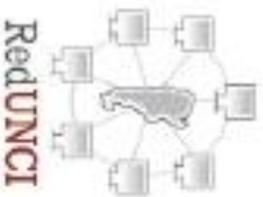
El ámbito de este proyecto permitió tanto la formación grupal del equipo de trabajo así como la individual de cada uno sus miembros. La formación grupal busco generar conocimiento en la tematica de ciudades inteligentes y como sus aplicación puede mejorar la vida de los ciudadanos. Los casos de la formacion individual se enumeran a continuación: Ignacio Zaradnik la gestión de grupos de trabajos, Monica Canziani la revision bibliografica y la elaboración de estados del arte, Agustin Agüero el diseño de Consol de datos en la nube, Matias Vazquez el diseño de aplicaciones de sistemas embebidos y tanto Christian Behar como Leandro Lanzilliotti el desarrollo del hardware.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Brengi; Canziani; Gomez; Gwirc; Lupi; Moltoni; Nassipián; Slawiski; Zaradnik, "Sistema inalámbrico de microestaciones meteorológicas para aplicaciones agropecuarias". Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2013. ISBN 978-987-9374-88-77.
- [2] Canziani; Gomez; Lupi; Nassipián; Slawiski; Turconi; Zaradnik, "Plataforma de conexión de Redes Eléctricas Inteligentes a Internet de las Cosas" en el Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2014. ISBN 978-987-45523-27.
- [3] Bernis; Turconi; Benacerraf; Dominguez; Lupi; Zaradnik; Rzepa, "Sistema de seguimiento de dosimetría personal". VII congreso de microelectrónica aplicada 2016. ISBN: 978-987-733-068-7.
- [4] Lupi; Zaradnik; Turconi; Dominguez, "Sistema de visualización de precios para supermercados". Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2017 (Case 2017). Buenos Aires, Argentina. ISBN: 978-987-46297-3-9.
- [5] Sekhar N. Kondepudi (2016) "Shaping smarter and more sustainable cities. Striving for sustainable development goals". Extraída el 09/03/2018 desde: <https://www.itu.int/es/publications/Pages/publications.aspx?lang=en&media=electronic&parent=T-TUT-SSCIOT-2016-1>.
- [6] La Nación (2017). "Instalaron mil sensores en Buenos Aires: para qué serán utilizados". Extraída el 09/03/2018 desde <https://www.lanacion.com.ar/2080116-instalaron-mil-sensores-en-buenos-aires-para-que-seran-utilizados>.
- [7] "La Ciudad cuenta con una Red de Monitoreo de Aire y Ruido" (n.d.). Extraída el 09/03/2018 desde <http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/la-ciudad-cuenta-con-una-red-de-monitoreo-de-aire-y-ruido>
- [8] Telit (2019). "Telit IoT Portal: A Cloud-Based Platform as a Service for IoT". Extraída el 09/03/2018 desde <https://www.telit.com/m2m-iot-products/iot-platforms/telit-iot-portal/>
- [9] Telit (2019). "IoT Portal API Reference Guide". Extraída el 09/03/2018 desde <http://help.devicewise.com/display/ARG/IoT+Portal+API+Reference+Guide>
- [10] Telit (2017). "Telit 3G Modules AT Commands Reference Guide" Extraída el 09/03/2018 desde [https://y1cj3stn5fbwhv73k0ipk1eg-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/11/80378ST10091a\\_Telit\\_3G\\_Modules\\_AT\\_Commands\\_Reference\\_Guide\\_r12.pdf](https://y1cj3stn5fbwhv73k0ipk1eg-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/11/80378ST10091a_Telit_3G_Modules_AT_Commands_Reference_Guide_r12.pdf)



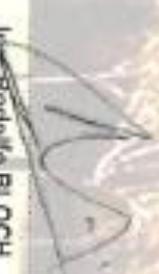
<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación

Se certifica que Ignacio J Zaradnik ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

  
M<sup>te</sup>. Patricia PESADO  
Coordinador Taller  
Red UNCI

  
J<sup>ng</sup>. Rodolfo BLOCH  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Daniel Lupi ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (MCC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**Lic. Pamirot PESADO**  
Coordinador Taller  
RedUNCI

**Jorge Rodolfo BLOCH**  
DECAAD  
Facultad de Ciencias Exactas  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Agustín Agüero ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
1973

**fcefn**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de San Juan

**RedUNCI**

**WICC**  
San Juan 2019

**Mic. PATRICIA PESADO**  
Coordinadora Taller  
Red UNCI

**Jorge Rodolfo BLOCH**  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Christian Behar ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (MICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
1913

**fcefn**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de San Juan

**RedUNCI**

**WICC**  
San Juan 2019

**Mic. Patricia PESADO**  
Coordinador Ejecutor  
Red UNCI

**Jng. Rodolfo BLOCH**  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Leandro Lanzillotti ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
1973

**fcefn**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de San Juan

**RedUNCI**

**WICC**  
San Juan 2019

**Mic. Patricia PESARDO**  
Coordinadora Taller  
Red UNCI

**Jorge Rodolfo BLOCH**  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Matías Vázquez ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (MICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN**  
1975

**fcefn**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de San Juan

**RedUNCI**

**WICC**  
San Juan 2019

**Vic. Patricia PESADO**  
Coordinador Titular  
Red UNCI

**Jr. Rodolfo BLOCH**  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**

Se certifica que Mónica Canziani ha participado en calidad de Autor del artículo Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental aceptado en el marco del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (MICC 2019) realizado en la ciudad de San Juan entre los días 25 y 26 de abril de 2019.

**M<sup>ca</sup> Patricia PESADO**  
Coordinador Taller  
FPI UNCI

**Jorge Rodolfo BLOCH**  
DECANO  
Facultad de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

# CASE 2019

## Libro de Trabajos

Modalidades Artículo, Foro Tecnológico y Resumen

Congreso Argentino  
de  
Sistemas Embebidos

17 al 19 de Julio de 2019  
Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura de  
la Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina



ISBN 978-987-46297-6-0





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Congreso Argentino de Sistemas Embebidos CASE 2019 : libro de trabajos en modalidad artículo, foro tecnológico y resumen / Antonelli, Maximiliano / Zacchigna, Federico G. / Blet, Nora / Sosa, José Ignacio / Pistarelli, Marcelo / De Micco, Luciana / Brengi, Diego Javier / Lipovetzky, José / Lutenberg, Ariel / Garcia Inza, Mariano. - 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : ACSE - Asociación Civil para la investigación, Promoción y Desarrollo de Sistemas Eléctricos Embebidos, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga  
ISBN 978-987-46297-6-0

1. Circuitos Electrónicos. 2. Software. 3. Hardware. I. Antonelli, Maximiliano. CDD 004

Fecha de catalogación: 1/7/2019

Libro de Trabajos  
Modalidades Artículo, Foro Tecnológico y Póster  
**Congreso Argentino de Sistemas Embebidos - CASE 2019**

Editores:

Antonelli, Maximiliano	UNMDP/ICyTE
Blet, Nora	UNR
Brengi, Diego	INTI/UNLaM/FIUBA
De Micco, Luciana	UNMDP/ICyTE/CONICET
García Inza, Mariano	FIUBA
Lipovetzky, José	IB/CNEA/CONICET
Pistarelli, Marcelo	UNR
Sosa, José Ignacio	UNR
Zacchigna, Federico	FIUBA

Copyright © 2019  
Asociación civil para la investigación, promoción y desarrollo de los sistemas electrónicos embebidos.





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Se otorga permiso para copiar y redistribuir este libro de trabajos, siempre que se mantengan los mensajes de copyright y autoría de la obra y sus partes.

## **Prefacio**

El diseño de sistemas embebidos es un motor clave de la industria y del desarrollo científico y tecnológico, y es un campo que en los últimos años ha crecido notablemente en la Argentina, tanto en la academia como en la industria.

El SASE busca fomentar esta temática realizando las siguientes actividades:

- CASE: Congreso Argentino de Sistemas Embebidos, presentación de trabajos científicos.
- Workshops: talleres prácticos en la modalidad *hands-on*.
- Tutoriales: charlas de capacitación.
- Plenarias: conferencias y debates abiertos.
- Concurso de proyectos tecnológicos: sobre trabajos finales y materias de grado.
- Concurso de emprendimientos tecnológicos: destinado a promover emprendimientos electrónicos con viabilidad económica.
- Programa de equipamiento para universidades: para transferir a las universidades las donaciones de los auspiciantes.
- Becas de viaje y alojamiento: ayudas económicas para viaje y estadía a estudiantes de grado, estudiantes de posgrado, docentes e investigadores de Argentina y Latinoamérica.

El SASE 2019 se desarrollará del 17 al 19 de julio en la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA, <https://web.fceia.unr.edu.ar/es/>), de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), sede Av. Pellegrini 250, Rosario. En dicha sede, donde se encuentra el edificio histórico de la FCEIA (1929), tienen su asiento el Decanato, Consejo Directivo, dependencias administrativas, algunos Institutos, Laboratorios y las Escuelas de Formación Básica, Agrimensura, Ingeniería Industrial, Ciencias Exactas y Naturales y, la Escuela de Posgrado y Educación Continua. Algunas de las carreras de la FCEIA se dictan en el Centro Universitario Rosario (CUR), donde también funcionan otras Facultades de la UNR. En el CUR, la FCEIA cuenta con numerosos edificios: las Escuelas de Ingeniería Electrónica y Civil, Mecánica y Eléctrica además, diversos Laboratorios, Centros e Institutos y, el



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

Reactor nuclear RA-4, desarrollan sus actividades en ese sitio, destacándose el Centro Científico Tecnológico Conicet Rosario (<https://www.rosario-conicet.gov.ar/>) donde, más de 1000 personas trabajan reunidas e interrelacionadas en 13 institutos y grupos de diferentes facultades

Los objetivos que persigue el CASE son:

- Ofrecer un lugar de encuentro para investigadores y becarios de todo el país, fomentando la colaboración.
- Difundir en el medio académico los adelantos científicos y tecnológicos producidos a nivel mundial.
- Propiciar la presentación y discusión de trabajos de investigación desarrollados en Argentina.
- Estimular en los estudiantes universitarios avanzados el interés por la investigación en el área de los sistemas embebidos.
- Difundir los proyectos de investigación mediante el desarrollo de un sitio web.
- Coordinar y actualizar los contenidos de sistemas embebidos de los programas de grado y posgrado de las universidades argentinas.

Las áreas temáticas del CASE se organizan de la siguiente manera: Arquitecturas de Procesadores, Bioingeniería, DSPs, FPGAs, HDLs y ASICs, Implementación de Sistemas Embebidos, Protocolos y Comunicaciones, Robótica, RTOS, Software Embebido, Linux Embebido y Comunicaciones Inalámbricas. Dentro de cada una de estas áreas se permiten las modalidades Artículo, Foro Tecnológico y Resumen, según el tipo de trabajo.

Los trabajos presentados al CASE fueron sometidos a un proceso de revisión por pares y posterior corrección. De este modo fueron seleccionados 12 trabajos en la modalidad Artículo, 23 en modalidad Foro Tecnológico y 12 en la modalidad Resumen.

Esta publicación se encuentra también disponible en forma *online* en la página web: [www.sase.com.ar/case/](http://www.sase.com.ar/case/)

Esperamos que los trabajos recopilados en esta memoria sean de su interés y contamos con su participación en futuras ediciones del evento.

Atentamente,

**Comité Organizador CASE**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## **Coordinación General SASE**

- Ing. Ignacio Sosa (UNR)

## **Comité Local CASE**

- Mg. Nora Blet (UNR)

## **Comité Organizador CASE**

- Dr. José Lipovetzky (IB/CNEA/CONICET)
- Dra. Luciana De Micco (UNMDP/ICyTE/CONICET)
- Mg. Diego Brengi (INTI/UNLaM/FIUBA)
- Dr. Maximiliano Antonelli (UNMDP/ICyTE)
- Ing. Federico Zacchigna (FIUBA)
- Dr. Ariel Lutenberg (FIUBA)
- Dr. Mariano Garcia Inza (FIUBA)

## **Chairs temáticos**

- Bioingeniería: Ing. Juan Manuel Reta (UNER)
- DSP: Dra. Luciana De Micco (UNMDP/ICyTE/CONICET)
- Linux Embebido: Ing. Alejandro Furfaro (UTN-FRBA)
- Software Embebido: Dr. Maximiliano Antonelli (UNMDP/ICyTE)
- FPGA, HDL y ASIC: Ing. Salvador Tropea (INTI/UTN-FRBA)
- Implementación de Sistemas Embebidos: Dr. Gustavo Sutter (UAM) y Mg. Cristian Sisterna (UNSJ)
- Arquitectura de procesadores: Ing. Alejandro Furfaro (UTN-FRBA)
- Comunicaciones y protocolos: Ing. Federico Zacchigna (FIUBA)
- Robótica: Claudio Verrastro (CNEA)
- RTOS: Dr. Ricardo Cayssials (UNS)
- Comunicaciones inalámbricas: Ing. Federico Zacchigna (FIUBA)

## **Chair de vinculación**

- Dra. María Liz Crespo (ICTP)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Revisores

Alessandrini, Gustavo	Lipovetzky, José
Antonelli, Maximiliano	Lozano, Clevis
Arias, Ricardo	Lutenberg, Ariel
Belussi, Cristian	Martínez, Roberto
Brenji, Diego	Martos, Pedro
Briff, Pablo	Melo, Rodrigo Alejandro
Burgos, Enrique Sergio	Monte, Gustavo
Carbonetto, Sebastián	Orallo, Carlos Martín
Cayssials, Ricardo	Ovilla-Martinez, Brisbane
Comas, Edgardo	Perez-Paina, Gonzalo
Corti, Rosa	Perez, Santiago
Costa, Diego Esteban	Petrashin, Pablo Antonio
De Micco, Luciana	Reta, Juan Manuel
Dondo, Julio	Sisterna, Cristian
Ferreyra, Pablo Alejandro	Taffernaberry, Carlos
Filomena, Eduardo	Todorovich, Elías
García Inza, Mariano	Tropea, Salvador
Gavinowich, Gabriel	Uriz, Alejandro J.
Grimblatt, Victor	Verrastro, Claudio
Hidalgo, Roberto	Zacchigna, Federico G.
Leiva, Lucas	Zaradnik, Ignacio



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## ÍNDICE DE TRABAJOS EN MODALIDAD ARTÍCULO

Título	Autores	Area	Pág
Sistema de adquisición de señales respiratorias para asistencia al monitoreo y diagnóstico	Genzale Fontanella, Gustavo Meschino, Mariel Arul Gonzalez, Marcelo Nicolas Guzman, Estefany Gabriela Cujano Ayala and Lucia Isabel Passoni	BIOINGENIERÍA	2
Mediciones en Celdas 4G LTE con Tecnología SDR	Diego Abel Gutierrez, Francisco Gimenez, Carlos Alberto Zerbini and Guillermo Riva	DSP	5
Implementación de Compresor IZ sobre FPGA	Lucas Leiva, Martín Vázquez, Oscar Godí, Marcelo Tosini and José Noguera	FPGAs, HDLS y ASICs	8
Algoritmo de ordenamiento híbrido implementado por Síntesis de Alto Nivel	Mariano Acesta, Maximiliano Antonelli and Luciana De Micco	FPGAs, HDLS y ASICs	11
Hardware de a bordo basado en un procesador ARM para plataformas nanosatelitales	Adrián Stacul, Agustín Gades, Ramiro Puga, Ariel Dalmas Di Giovanni, Martín Eugenio Morales and Sergio Saluzzi	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	14
Generación automática de modelos y código para sistemas electrónicos de enclavamiento ferroviario	Ramiro Adrián Ghignone, Facundo Santiago Larosa, Hernán Mendes Gouveia, Leandro Chang, Martín Nicolás Menéndez and Ariel Lutenberg	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	17
Sistema de supervisión de la seguridad del material ferroviario utilizando patrones de diseño	Ivan Mariano Di Vito, Pablo Gomez, Ariel Lutenberg and Adrian Laiuppa	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	20
Sistema de ensayos de relés ferroviarios de seguridad basado en computación en la nube	Gustavo Ramoscelli, Adrián Laiuppa and Ariel Lutenberg	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	23
Diseño de un sistema modular para el monitoreo y gestión de sistemas ferroviarios	Ariel Lutenberg, Adrián Laiuppa, Martín Amado, Bruno Palacios, Gustavo Ramoscelli, Lucas Dórfelo, Alejandro Perningeest, Carlos Mancón, Leandro Francucci, Darío Belliña, Pablo Martín Gomez and Santiago Germino	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	26
Extendiendo la cobertura del servicio SMS GSM en áreas rurales mediante tecnología LPWAN	Guillermo Riva, Carlos Zerbini, Francisco Gimenez and Diego Gutierrez	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	29
Algoritmo para la mejora de las prestaciones de los flujos de datos utilizando Redes Centradas en Contenidos	Ignacio Navarrete, Diego Dujovne and Guillermo Riva	PROTOCOLOS Y COMUNICACIONES	32
Evaluación de Desempeño de un Patrón de Software para Multiprocesadores Asimétricos en Sistemas Embebidos	Pedro Martos and Alejandra Garrido	SOFTWARE EMBEBIDO	35



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## ÍNDICE DE TRABAJOS EN MODALIDAD FORO TECNOLÓGICO

Título	Autores	Area	Pág
Módulo vocalizador para balanza digital basado en EDU_CIAA_NXP	Eduardo Filomena and Diana Carolina Vertiz del Valle	BIOINGENIERÍA	39
Procesamiento de señal visualizado sobre un espectrograma.	Martin Ezequiel Paz, Guillermo Friedrich and Christian Luis Galasso	DSP	42
Implementación de un Vúmetro de 8 Bandas con la EDU-CIAA	Maximiliano Alexandroff, Tomás Rosales and José Juárez	DSP	45
Diseño de un sistema crítico de enclavamiento ferroviario implementado mediante FPGA	Martin Nicolás Menéndez, Facundo Santiago Larosa, Nicolás Alvarez, Ramiro Adrián Ghignone and Ariel Lutenberg	FPGAs, HDLS y ASICs	48
Adquisición de mediciones inerciales y de GNSS para sistemas de navegación integrada	Elián Hansch, Germán Scillone, Santiago Rodríguez and Javier García	FPGAs, HDLS y ASICs	51
Implementación de una Plataforma de Desarrollo CANSAT Multipropósito	Andrés Fernando Terzi, Leonardo Agustín Anchino, Emanuel Mario Davis and Emanuel Bernardi	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	54
Automatización de un banco de ensayos de generadores eléctricos para aplicaciones en eólica de baja potencia	Juan Agotegaray, Andrea Pinzón and Nicolás Emanuel Lara	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	57
Implementación del control de un atenuador programable de RF mediante EDU-CIAA	Lucas Agustín Camino, Libuen León Figueroa, Santiago Vicente Currao and Gerardo Enrique Sager	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	60
Diseño y construcción de un Tacómetro Digital mediante el uso de una placa Arduino	Victor Claudio Juárez	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	63
Tecnologías Peltier para Control de Temperatura Aplicado a Sistemas de Refrigeración Láctea	Marco Antonio Palacios Curay, Wicketon Jenniro Castillo Vinces and Roosevelt Yonatan Carmen Aguirre	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	66
Control de motores DC sin escobillas basado en un microcontrolador de doble núcleo asimétrico	Ramiro Adrián Ghignone, Federico Joaquín Calá, Sharon Michelle Dománico, Julian Guido Giampetruzzi and Cristian Gabriel Juárez	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	68
Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental	Ignacio Zeradnik, Daniel Lupi, Agustín Agüero, Christian Behar, Leandro Lanzillotti and Vazquez Matias	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	71
eUCCvm: Plataforma educativa de programación y compilación cruzada universal de sistemas embebidos	Cristian Federico Perez-Monte, Gustavo Mercado, Carlos Taffernaberry, Ana Laura Dieckrich, Mario Sebastian Tober, Enzo Crespillo, Raul Morales, Gabriel Caballero and Rodrigo Gonzalez	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	74
Implementación de un Adaptador de Video por Software en Microcontrolador de Doble Núcleo	Santiago Germino	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	77
Diseño e implementación de una arquitectura IoT en un sistema contador de pasajeros	Yoel Yanil López, Pablo Martín Gomez and Ariel Lutenberg	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	80
Implementación de un sistema de estimación de flujo vehicular y velocidad basado en procesamiento de video.	Felix Matias Taborda, Sergio Johan Omas and Enrique Sergio Burgos	LINUX EMBEBIDO	83
Sistema inalámbrico de bajo costo para la adquisición y visualización de datos para aerogeneradores basado en el chip ESP8266	Maximiliano Ozone, Juan Agotegaray and Andrea Pinzon	PROTODCOLOS Y COMUNICACIONES	86
Desarrollo de dispositivos electrónicos para entrenamiento deportivo	Ramiro Romero Dapezo, Laura Andrea Pava, Diego Vilches Antao and Javier Francisco Diaz	PROTODCOLOS Y COMUNICACIONES	89
Análisis del desempeño de sensor embebido basado en etiqueta RFID pasiva	Pablo Garrone, Martín S. Baudino and Diego Vicente	PROTODCOLOS Y COMUNICACIONES	92
Plataforma flexible para nodos sensores inalámbricos	Javier G. Belmonte, Néstor Marcón, Marcelo Pistarelli, Rosa Corti, Roberto Martínez and Juan Pablo Vecchio	PROTODCOLOS Y COMUNICACIONES	95
Robot Móvil Omnidireccional Experimental con Interfaz de Comandos Táctil y Vocal	Melisse Kuzman, Juan Manuel López, Walter Andrés Gemin, Graciela Fernández, Raúl Rivera and Miguel Nevadita	ROBÓTICA	98
Sistema de integración de datos para vehículo terrestre no tripulado	José Ezequiel Benavidez, Enrique Sergio Burgos and Leonardo Giovanini	ROBÓTICA	100
Dispositivo para Posicionamiento Utilizando GPS y Acelerómetros en Tiempo Real de Bajo Costo	Francisco E. Paez, Jose Manuel Urriza and Rodrigo Tolosa	RTOS	103



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## ÍNDICE DE TRABAJOS EN MODALIDAD RESUMEN

Título	Autores	Area	Pág
Aplicando LSP en planificador para sistemas dinámicamente reconfigurables.	Alejandro Nuñez Manquez, Julio Dondo, Carlos Federico Sosa Paz, Martín Murdocca and Mario Marcelo Berón	ARQ. DE PROCESADORES	107
Clasificación de señales acústicas subacuáticas mediante el empleo de redes neuronales	Maria Celeste Cebedio and David Mario Petrucci	BIOINGENIERÍA	110
Impresora basada en Interfaz Cerebro-Computadora	German Castro, Santiago Mac Hullen, Juan Manuel Geria and Nahuel Gonzalez	BIOINGENIERÍA	112
Comparación de resultados entre el uso de Nexys-2 y Pynq-Z1 para controlar una adquisidora de datos	Tomás Di Fiore, Hector Lacani, Mario Lavorato, Nicolas Urbano Pintos and Cristian Donato	DSP	115
Determinación de eficiencia en la ejecución de algoritmos de procesamiento de imágenes con múltiples procesadores en FPGA	Jorge Osio, Walter Arostegui, Antonio Quijano and Jose Papallini	FPGAS, HDLS Y ASICS	117
Sistema de Inspección Visual de Baldosas Cerámicas basado en SoC FPGA	Tomás Medina, Martín Vázquez, Oscar Goñi, Marcelo Tosini and Lucas Leiva	FPGAS, HDLS Y ASICS	119
Implementación de Filtros Digitales SAL/CAL para la Medición de Voltaje Eficaz de la Red Eléctrica.	Marcos Antonio Palacios Cury, Roosevelt Yanatan Carmen Aguirre, Vicksen Jennire Castillo Vinces and Antenor Segundo Aliaga Zagarra	IMPLEMENTACIÓN DE S.E.	121
Implementación alternativa de sensores AM2302 en un firmware cooperativo	Ariel Dalnas Di Giovanni, Sergio Saluzzi, Martín Eugenio Moreles, Adrian Stacul, Sebastián Alvarez and Daniel Pastafiglia	PROTODCOLS Y COMUNICACIONES	123
Vulnerabilidad de los dispositivos utilizados en aplicaciones de IoT	Oswaldo Marianetti, Ernesto Chediack and Pablo Godoy	PROTODCOLS Y COMUNICACIONES	126
Evaluación del Desempeño de una Placa Galileo para la Detección de Rostros en un Robot Autónomo	Niguel Revuelta, Graciela Fernández, Raul Rivera, Walter Andrés Genin, Melisa Kuzman and Juan Manuel López	ROBÓTICA	128
Navegación autónoma en interiores mediante marcadores para Vehículos Aéreos No Tripulados	Juan Pablo Mercal, Manuel Alfonso and Cesar Rodriguez	ROBÓTICA	130
Actualización de un robot industrial de 6 grados de libertad	German Ghigi, Santiago Rojas and Luis Javier Vazquez	ROBÓTICA	133



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental

Agüero, Agustín<sup>1</sup>; Behar, Christian<sup>1</sup>; Lanzillotti, Leandro<sup>1</sup>; Vázquez, Matías<sup>1</sup>; Zaradnik, Ignacio<sup>1</sup>; Lupi, Daniel<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica Universidad Nacional de la Matanza. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires, Argentina.

[agustinaguero.aa@gmail.com](mailto:agustinaguero.aa@gmail.com); [behar.christian@yahoo.com.ar](mailto:behar.christian@yahoo.com.ar); [lanzillottileca@yahoo.com.ar](mailto:lanzillottileca@yahoo.com.ar); [mati.pity@gmail.com](mailto:mati.pity@gmail.com); [izaradnik@unlam.edu.ar](mailto:izaradnik@unlam.edu.ar)

**Abstract**—Se presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, junto el uso de Computación en la Nube (Cloud Computing) como interfaz de visualización de la información. Se comienza con una introducción a la temática de ciudades inteligentes y su importancia para el futuro. A continuación, se presenta la descripción general del sistema: sus componentes, breve una explicación del funcionamiento, la estructura del firmware desarrollado y se finaliza con descripción del uso del Portal de uno de los tantos proveedores de computación en la nube.

**Keywords**- Ciudades inteligentes, Calidad de aire, Ruido ambiental, Computación en la Nube.

### I. INTRODUCCIÓN

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU por sus siglas en inglés), las ciudades modernas son el hogar del 50% de la población mundial y se espera que para el 2050 el porcentaje sea del 66%. Actualmente las ciudades modernas sean las responsables del 80% de la producción económica mundial y del 70% del consumo de energía mundial y las emisiones de gases de efecto invernadero [1], por lo tanto, es necesario pensar en políticas que permitan la sustentabilidad de las ciudades. Con esto en mente, la ITU creó el grupo de estudio 20 – Internet de las Cosas, ciudades inteligentes y comunidades [2] y la Unión para ciudades sustentable inteligentes (U4SSC por sus siglas en inglés) [3]. Estos grupos tienen como objetivos finales mejorar la calidad de vida de los habitantes, la eficiencia de las operaciones y los servicios urbanos, y su competitividad, mientras se asegura que esta se encuentre de acuerdo a las necesidades de las generaciones presentes y futuras en lo que respecta a aspectos económicos, sociales, medioambientales, así como también culturales.

En este contexto, un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental es un elemento fundamental. A nivel mundial se encuentran un gran número de desarrollos e implementaciones de sistemas de este tipo, como ejemplos podemos nombrar: la red de monitoreo de la ciudad de Buenos Aires [4], el SIMAT (Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México) [5], el proyecto “World Air Quality Index”

[6], el proyecto “Air Quality Egg” [7], entre otros. El presente trabajo es parte de lo realizado en el marco del proyecto “Internet de las cosas y sus aplicaciones en ciudades inteligentes”, por miembros del Laboratorio de Inteligencia Ambiental del Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica de la Universidad Nacional de la Matanza, quienes vienen trabajando desde hace algunos años en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) [8][9][10][11].

### II. DESARROLLO

#### A. Descripción general

El sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental está constituido por: un microcontrolador de 32 bits (STM32F411 [14]), un módulo celular de tecnología 3G (UL865 [15]), un sensor de CO<sub>2</sub> (MH-Z19 [16]), un sensor de temperatura y humedad (HTU21D [17]), sensor de material particulado (PMS 5003 [18]), sensor de presión (BMP280 [19]) y el sensor de ruido ambiental (basado en micrófono electret y un circuito analógico). La figura N°1 presenta una imagen de este.



Figura N°1. Sistema experimental.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

### B. Firmware

El microcontrolador es el encargado de efectuar la lectura de los sensores, procesar y analizar los datos obtenidos y transmitirlos, a través del módulo celular, a un servidor en la nube. El procesamiento, dependiendo del sensor, implica verificar la integridad de los datos, calcular el valor de la magnitud física y corregir las variaciones de los estos debido a la temperatura, entre otras cosas. Mientras que el análisis verifica, en forma local, si los valores obtenidos excedan los límites preestablecidos. Si los límites son excedidos, se transmitirá de forma inmediata un aviso al Portal y se activará una indicación en forma local. Caso contrario los datos serán transmitidos periódicamente.

Como parte del firmware se emplearon: rutinas para el manejo de los puertos serie, tanto para la comunicación con el módulo celular como para con los sensores de CO<sub>2</sub> y de material particulado; rutinas para el cálculo de la concentración de CO<sub>2</sub> (1) y de verificación de la integridad de los datos de en la comunicación con el sensor (2); rutinas para el manejo de la interfaz I2C, tanto para la comunicación con el sensor de temperatura y humedad como para el de presión; rutinas para el cálculo de la temperatura (3) y humedad (4) y la compensación de esta última en función de la temperatura (5)(6); rutina para la lectura del conversor analógico digital asociado al sensor de ruido y rutina para conversión de datos a ASCII para el envío al Portal. Los sensores de material particulado y presión no requieren el cálculo de su magnitud ya que la relación entre esta y el valor medido es directa y solo implica una conversión a ASCII.

$$\text{CO}_2 = \text{HighLevelByte} * 256 + \text{LowLevelByte} \quad (1)$$

$$\text{Checksum} = (\text{invert}(\text{Byte } 1 + \dots + 7)) + 1 \quad (2)$$

$$\text{Temp} = -46,85 + 175,72 * (\text{Dato} / 2^{16}) \quad (3)$$

$$\text{HRactual} = -6 + 125 * (\text{Dato} / 2^{16}) \quad (4)$$

$$\text{HRcomp} = \text{HRacual} + f(t) \quad (5)$$

$$f(t) = -0,15 * (25 - \text{Temp}) \quad (6)$$

### C. Portal (Computación en la nube)

Para el desarrollo del Portal se empleó como proveedor de Computación en la Nube a la empresa Telit, la cual ofrece una Plataforma como un Servicio (PaaS - Platform as a Service) para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) llamada Telit IoT Portal [12]. El Telit IoT Portal posee entre los mecanismos de transporte los protocolos MQTT, COaP y HTTP [13], pero gracias al uso del módulo UL865 no fue necesario la implementación de ninguno de ellos, ya que el módulo permite el envío de datos a través de simples comandos AT. La figura N°2 presenta los gráficos de los sensores de CO<sub>2</sub> y de nivel de ruido.

### III. CONCLUSIONES

Se logró el desarrollo de un sistema de monitoreo calidad de aire y ruido ambiental. Con el cual, se consiguió interiorizarse en los aspectos más relevantes de la aplicación y

sus principales dificultades para la implementación de un modelo comercializable. Entre estos podemos nombrar: magnitudes a medir, sus rangos y la exactitud asociada; procedimientos de calibración e instrumentos necesarios; aspectos mecánicos relacionados con la instalación del equipo y su uso en exteriores.

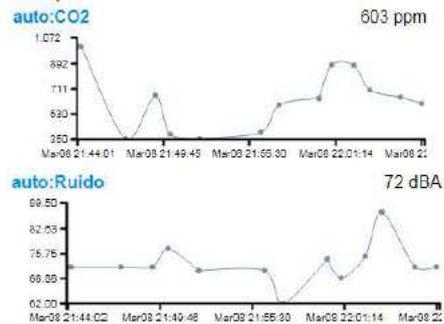


Figura N°2. Gráfica de los sensores de CO<sub>2</sub> y nivel de ruido.

En lo que respecta al uso de Computación en la Nube, se logró: comprender distintos aspectos asociados a la Computación en la Nube (tipos de servicios, protocolos relacionados, etc.), el uso efectivo del Portal y la generación de una interfaz de visualización de datos y alarmas.

Como parte de las futuras mejoras del proyecto se plantean: la incorporación de un módulo de posicionamiento global (GNSS) para georeferenciar los datos; el uso de sensores de mayor rango y exactitud, así como la incorporación de sensores de óxidos de nitrógeno; implementación de un anemómetro, y el desarrollo de un tablero de datos (dashboard) en el Portal en la nube.

### REFERENCIAS

- [1] Sekhar N. Kondepudi (2016) "Shaping smarter and more sustainable cities. Striving for sustainable development goals". Extraída el 09/03/2018 desde: <https://www.itu.int/es/publications/Pages/publications.aspx?lang=en&media=electronic&parent=T-TUT-SSCIOT-2016-1>.
- [2] ITU (2019). "CE20: Internet de las cosas (IoT) y Ciudades y Comunidades Inteligentes (C+CI)". Extraída el 25/05/2019 desde: <https://www.itu.int/es/ITU-T/studygroups/2013-2016/20/Pages/default.aspx>.
- [3] ITU (2019). "United 4 Smart Sustainable Cities". Extraída el 25/05/2019 desde: <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/united/Pages/default.aspx>.
- [4] "Red de Monitoreo de Aire y Ruido de la Ciudad de Buenos Aires" (n. d.). Extraída el 25/05/2019 desde [http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med\\_ambiente/apra/calidad\\_ambiente/monitoreo/texto.php?menu\\_id=32434](http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/calidad_ambiente/monitoreo/texto.php?menu_id=32434).
- [5] "Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México" (n. d.). Extraída el 23/10/2017 desde <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php>.
- [6] "World Air Quality Index" (n. d.). Extraída el 25/05/2019 desde <http://aqicn.org/contact/es/>.
- [7] "Air quality egg device" (n. d.). Extraída el 25/05/2019 desde <https://airqualityegg.wickeddevice.com/>.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- [8] Brengi; Canziani; Gomez; Gwiric; Lupi; Moltoni; Nassipián; Slawiski; Zaradnik, "Sistema inalámbrico de microestaciones meteorológicas para aplicaciones agropecuarias". Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2013.
- [9] Canziani; Gomez; Lupi; Nassipián; Slawiski; Turconi; Zaradnik, "Plataforma de conexión de Redes Eléctricas Inteligentes a Internet de las Cosas" en el Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2014.
- [10] Bernis; Turconi; Benacerraf; Dominguez; Lupi; Zaradnik; Rzepa, "Sistema de seguimiento de dosimetría personal", VII congreso de microelectrónica aplicada 2016.
- [11] Lupi; Zaradnik; Turconi; Dominguez; Rodriguez; Kumvich. "Utilización de tecnología RFID/NFC para el desarrollo de un sistema de llenado selectivo de envases. Industria 4.0. en la 21ª Edición del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2108)
- [12] Telit (2019). "Telit IoT Portal: A Cloud-Based Platform as a Service for IoT". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.telit.com/m2m-iot-products/iot-platforms/telit-iot-portal/>
- [13] Telit (2019). "IoT Portal API Reference Guide". Extraída el 25/05/2019 desde <http://help.devicewise.com/display/ARG/IoT+Portal+API+Reference+Guide>
- [14] ST (2019). "STM32F411xC STM32F411xE". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f411ce.pdf>
- [15] Telit (2019). "UL865 Series". Extraída el 25/05/2019 desde [https://y1cj3sta5fbwly73k0ipk1eg-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/Telit\\_UL865-Series\\_Datasheet\\_2.pdf](https://y1cj3sta5fbwly73k0ipk1eg-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/Telit_UL865-Series_Datasheet_2.pdf)
- [16] Winsen (2019). "Intelligent Infrared CO2 Module (Model: MIH-Z19)". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Infrared%20Gas%20Sensor/NDIR%20CO2%20SENSOR/MIH-Z19%20CO2%20Ver1.0.pdf>
- [17] TE Connectivity (2019). "HTU21D(F) RH/T SENSOR IC". Extraída el 25/05/2019 desde [https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=showdoc&DocId=Data+Sheet%7FHPC199\\_6%7FA6%7Fndi%7FEnglish%7FENG\\_DS\\_HPC199\\_6\\_A6.pdf%7FCAT-HSC0004](https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=showdoc&DocId=Data+Sheet%7FHPC199_6%7FA6%7Fndi%7FEnglish%7FENG_DS_HPC199_6_A6.pdf%7FCAT-HSC0004)
- [18] Plantower (2019). "Digital universal particle concentration sensor. PMS5003 series data manual". Extraída el 25/05/2019 desde [http://www.aqmd.gov/docs/default-source/qa-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual\\_v2-3.pdf](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/qa-spec/resources-page/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf)
- [19] Bosch Sensortec (2019). "BMP280 Digital Pressure Sensor". Extraída el 25/05/2019 desde <https://ae-bst.resource.bosch.com/media/tech/media/datasheets/BST-BMP280-DS001.pdf>

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

# CASSE 2019

CONGRESO ARGENTINO DE SISTEMAS EMBEBIDOS



Asociación Civil para la Promoción,  
Investigación y Desarrollo de los  
Sistemas Electrónicos Embebidos

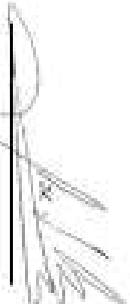
## Agradecimiento

Agradecemos la participación de

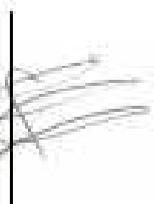
**“Ignacio Zaradnik, Daniel Lupi, Agustín Agüero,  
Christian Behar, Leandro Lanzillotti y Vazquez Matias”**  
por presentar el siguiente trabajo en la modalidad *Foro Tecnológico*:  
**“Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido  
ambiental”**

en el **Congreso Argentino de Sistemas Embebidos**  
realizado del 17 al 19 de Julio de 2019.



  
Ing. Ignacio Sosa  
Coordinador General CASSE 2019

  
Dr. José Lipovitchky  
Coor. CASSE 2019

  
Dra. Lucilena De Mico  
Coor. CASSE 2019

  
Mg. Ing. Diego J. Brangi  
Coor. CASSE 2019

**SASSE 2019**

**SIMPOSIO ARGENTINO DE  
SISTEMAS EMBEBIDOS**





<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

**Certificado de Asistencia**

**Agradecemos a Ignacio José Zarándnik (DNI: 25047699 )**

Por haber asistido al Simposio Argentino de Sistemas Embebidos (SASE 2019) realizado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario del 17 al 19 de Julio de 2019

**Ing. Ignacio Soera**  
Coordinador General SASE 2019

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



## CERTIFICADO DE PARTICIPACIÓN

Por cuanto Ignacio J. Zavadnik DNI N° 25047699  
 ha participado como **DISBURTANTE**  
 de la charla "**Desde las primeras Herramientas para la Enseñanza Digital, Programación y Robótica hasta el Desarrollo de Internet de las Cosas Aplicada a Ciudades Inteligentes**"  
 organizado por la Secretaría de Extensión Universitaria de esta Facultad Regional, el día 13 de Junio de 2019,  
 con una duración de 4 (Cuatro) horas reloj,  
 según Resolución de Decano N° 795/19,  
 se le otorga el presente certificado.

Santa Fe, Junio de 2019.

  
 Ing. Javier GÓTZBERG  
 Secretario de Extensión Universitaria  
 UTN - SRA



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

# Desarrollo de un decibelímetro para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental

Agüero, Agustín<sup>1</sup>; Behar, Christian<sup>1</sup>; Lanzillotti, Leandro<sup>1</sup>; Vázquez, Matías<sup>1</sup>; Zaradnik, Ignacio<sup>1</sup>; Lupi, Daniel<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería e Investigación Tecnológica Universidad Nacional de la Matanza. Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires, Argentina.

[agustinaguero.aa@gmail.com](mailto:agustinaguero.aa@gmail.com); [behar.christian@yahoo.com.ar](mailto:behar.christian@yahoo.com.ar); [lanzillottilea@yahoo.com.ar](mailto:lanzillottilea@yahoo.com.ar); [mati.pity@gmail.com](mailto:mati.pity@gmail.com); [izaradnik@unlam.edu.ar](mailto:izaradnik@unlam.edu.ar)

**Abstract**—El presente trabajo detalla el diseño y desarrollo de un decibelímetro, el cual es parte de un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental. Sistemas de este tipo son día a día incluidos en las llamadas ciudades inteligentes, por lo que se comenzara con una breve introducción a esta temática y su importancia para el futuro. Luego, se presenta la descripción general del sistema: sus componentes, su funcionamiento, la estructura del firmware desarrollado y una descripción del uso del Portal de uno de los tantos proveedores de computación en la nube. A continuación, se presentan el diseño, desarrollo, simulación y prueba del decibelímetro y sus distintas partes.

**Keywords**- Ciudades inteligentes, Ruido ambiental, Decibelímetro, Curvas de Ponderación, Amplificador Logarítmico.

## I. INTRODUCCIÓN

Las ciudades modernas son el hogar del 50% de la población mundial y responsables del 80% de la producción económica y del 70% del consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero [1]. Como se prevé que estos números crezcan, es necesario pensar en políticas que permitan la sustentabilidad de las ciudades, entendiéndose por esto mejorar la calidad de vida de los habitantes, la eficiencia de las operaciones y los servicios urbanos, y su competitividad, mientras se asegura que esta se encuentre de acuerdo con las necesidades de las generaciones presentes y futuras en lo que respecta a aspectos económicos, sociales, medioambientales, así como también culturales. Con esto en mente, la ITU creó el grupo de estudio 20 – Internet de las Cosas y sus aplicaciones, incluidas las ciudades y comunidades inteligentes [2] y la Unión para ciudades sustentable inteligentes (U4SSC por sus siglas en inglés) [3].

Un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental es un elemento fundamental en las ciudades inteligentes, ya que estos están orientados a mejorar la calidad de vida de los habitantes. Enfocándonos en los efectos del ruido sobre la salud, por la relación con el trabajo presentado, podemos nombrar: mayor riesgo de cardiopatía isquémica, trastornos del sueño, deterioro cognitivo entre los niños, molestias, riesgos para la salud mental relacionados con el

estrés y tinnitus y deterioro de la capacidad auditiva del oído humano en forma temporal o permanente [4][5][6].

El presente trabajo es parte de lo realizado en el marco del proyecto “Internet de las cosas y sus aplicaciones en ciudades inteligentes”, en donde se estudian los distintos aspectos de estas aplicaciones: sensores, unidades de procesamiento, tecnologías inalámbricas, protocolos de comunicación, computación en la nube [7][8] y el desarrollo de hardware dedicado como lo que se presenta en este trabajo.

Se decidió el desarrollo del decibelímetro ya que las soluciones comerciales existentes, como el ET-ZS [18], el MK440 [19] y el ST120[20], presentan un costo muy elevado. Soluciones con menor grado de integración fueron difíciles de encontrar, hallándose alternativas en oriente como el sensor AS11-T [21] con un costo significativamente menor, pero aún mas elevado que el asociado al desarrollo de éste.

## II. DESCRIPCIÓN GENERAL

La figura N°1 presenta el diagrama en bloques del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, mientras la figura N°2 el sistema experimental. El corazón del sistema es un microcontrolador de 32 bits (STM32F411 [10]), como módulo inalámbrico se emplea un módulo celular de tecnología 3G (UL865 [11]), mientras que los sensores empleados son un sensor de CO<sub>2</sub> (MH-Z19 [12]), un sensor de temperatura y humedad (HTU21D [13]), sensor de material particulado (PMS 5003 [14]), sensor de presión (BMP280 [15]). El sensor de ruido ambiente está basado en micrófono Electret y un circuito analógico conectado a la entrada de un conversor analógico/digital del microcontrolador, que serán explicados en las siguientes secciones.

El microcontrolador es el encargado de efectuar la lectura de los sensores, procesar y analizar los datos obtenidos y transmitirlos, a través del módulo celular, a un servidor en la nube. El procesado, dependiendo del sensor, implica verificar la integridad de los datos, calcular el valor de la magnitud física y corregir las variaciones de los estos debido a la temperatura, entre otras cosas. Mientras que el análisis verifica, en forma local, si los valores obtenidos exceden los límites preestablecidos, los cuales pueden ser definidos a través de la interfaz celular o el control local. Si los límites son excedidos, se transmitirá de forma inmediata un aviso al Portal



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

y se activará una indicación en forma local. Caso contrario los datos serán transmitidos periódicamente. El módulo GPS permite que los datos de calidad de aire y ruido ambiente estén georeferenciados.



Figura N°1. Diagrama en bloques del sistema.



Figura N°2. Sistema experimental.

Para el desarrollo del Portal se empleó como proveedor de Computación en la Nube a la empresa Telit, la cual ofrece una Plataforma como un Servicio (PaaS - Platform as a Service) para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) llamada Telit IoT Portal [9]. La figura N°3 presenta los gráficos de los sensores de CO2 y de nivel de ruido aplicación. Si bien este servicio es pago, el proveedor ofrece la posibilidad de generar una cuenta del tipo demo, opción que se utilizó para este proyecto. El Telit IoT Portal posee entre los mecanismos de transporte los protocolos MQTT, COaP y HTTP [25], pero gracias al uso del módulo UL865 no fue necesario la implementación de ninguno de ellos, ya que el módulo permite el envío de datos a través de simples comandos AT.

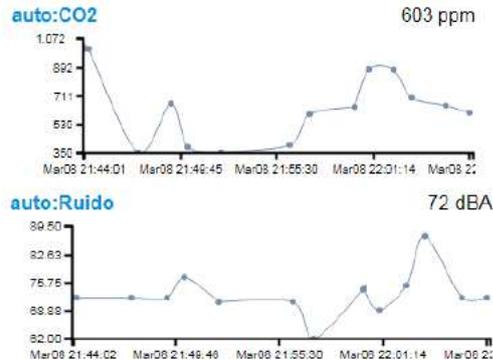


Figura N°3. Gráfica de los sensores de CO2 y nivel de ruido.

### III. DESARROLLO

El decibelímetro presentado en este trabajo está formado por un sensor de ruido, basado en un micrófono Electret y un circuito analógico conectado a la entrada de un convertidor analógico/digital de un microcontrolador, un microcontrolador y parte del firmware embebido en este último. Dicho circuito toma la señal del micrófono, la amplifica, la compensa en frecuencia, la rectifica e integra y finalmente realiza una amplificación logarítmica. El firmware embebido en el microcontrolador traduce este nivel de tensión generado a una escala en dBA y lo transmite a la nube. Si bien se podría haber desarrollado un circuito más sencillo y realizar las operaciones de compensación y amplificación logarítmica dentro del microcontrolador, se decidió comenzar con esta implementación al desconocerse las necesidades de recursos del microcontrolador que demandaría la aplicación completa.

#### A. Implementación del Sensor de Ruido

Como micrófono se utilizó un Electret modelo WM-034, que tiene una sensibilidad de  $-42\text{dB} \pm 3\text{dB}$  ( $0\text{dB} = 1\text{ V/Pa}$ ,  $1\text{KHz}$ ), una relación señal-ruido mayor a  $60\text{dB}$  y una directividad omnidireccional. La selección de éste se fundamenta en el tipo de micrófonos que utilizan los decibelímetros comerciales, tales como el UT-353 [22] que se utilizó en el proceso de relevamiento de la curva tensión - dBA. Dichos dispositivos utilizan un micrófono de condensador (Electret) omnidireccional, la directividad del micrófono no está especificada en la hoja de datos de los decibelímetros, pero se estimó en base a los micrófonos estándar de laboratorio (B&K 4160 /4180) [23][24].

Para obtener la ganancia del amplificador se planteó la ecuación 1.

$$S_{\text{dB}} = 20 \log (S/S_{\text{ref}}) \quad (1)$$

Donde:  $S_{\text{dB}}$  es la sensibilidad del micrófono expresada en dB,  $S_{\text{ref}}$  es la sensibilidad de referencia y  $S$  es la sensibilidad del micrófono expresada en V/Pa. Reemplazando los valores especificados obtuvimos:



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

$$-42\text{dB} = 20 \log (S (V/\text{Pa})/1(V/\text{Pa})) \quad (2)$$

$$S \cong 0,0079 (V/\text{Pa}) \quad (3)$$

Como se estipuló que el rango de medición del decibelímetro sería entre 40dB y 110dB, se calculó el voltaje máximo que entregaría el micrófono con un ruido de 110dB y se calculó la ganancia.

$$P_{\text{max}} = 110 \text{ dB} = 6,32455532 \text{ Pa} \quad (4)$$

$$V_{\text{max}} = 0,0079 (V/\text{Pa}) * 6,32455532 \text{ Pa} = 49,93\text{mV} \quad (5)$$

Habiéndose definido que la tensión de salida de la etapa de amplificación sería 5V, entonces:

$$G = V_s/V_{\text{max}} = 5V/49,93\text{mV} \sim 100 \quad (6)$$

La figura N°4 presenta el circuito implementado mediante dos amplificadores operacionales TL071. El desempeño del circuito amplificador, amplificación y distorsión armónica, fue verificado mediante el uso de un generador de señales y osciloscopio de dos canales. A través de uno de los canales del osciloscopio se midió la señal inyectada a la entrada del amplificador y a través del otro la señal de salida. La amplificación se verificó midiendo la amplitud de la señal de salida, la cual estuvo de acuerdo con los cálculos realizados. Para la distorsión armónica se compararon las señales de entrada y salida, colocando los dos canales a igual deflexión sobre la pantalla y superponiéndolas. La señal obtenida presentaba un trazo fino, lo que indicaría que no hay distorsión.

La necesidad de implementar una compensación en frecuencia surge a raíz de que el oído humano posee una respuesta en frecuencia no plana y, además, variable con el nivel de presión sonora del sonido. Existen distintas curvas de ponderación para realizar la compensación antes mencionada y tienen por objetivo ajustar los niveles de presión sonora a la respuesta en frecuencia (promedio) del oído humano. La figura N°5 presenta un gráfico con algunas de las curvas de ponderación utilizadas actualmente, cada una de ellas para un tipo de medición determinada. La curva A es la estándar, siendo en la mayoría de los casos la utilizada para legislar, y la que se seleccionó para implementar en este proyecto [16].

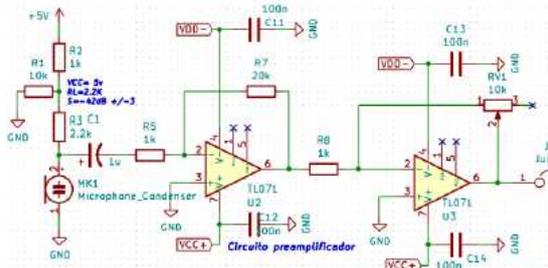


Figura N°4. Circuito amplificador del micrófono.

Cabe mencionar, que el diseño del filtro de ponderación A está sacado del proyecto del Doctor Ingeniero Miguel Ángel Gantuz y del Ingeniero Ignacio Peacock y está basado en la

norma Argentina IRAM 4074 [17], en la que se especifica que la característica de compensación A es teóricamente realizada con un polo doble en el plano complejo de frecuencias situado en el eje real a 20,6 Hz, para proveer la caída en baja frecuencia, dos polos en el eje real en las frecuencias 107,7 Hz y 737,9 Hz y otro polo doble en 12000 Hz para producir la caída de alta frecuencia. En la misma norma también aclara que las características de compensación en frecuencia A deben realizarse con circuitos pasivos de resistencias. A continuación, se muestra la función de transferencia para el filtro de ponderación A ( $H_A$ ) y el circuito asociado (figura N°6).

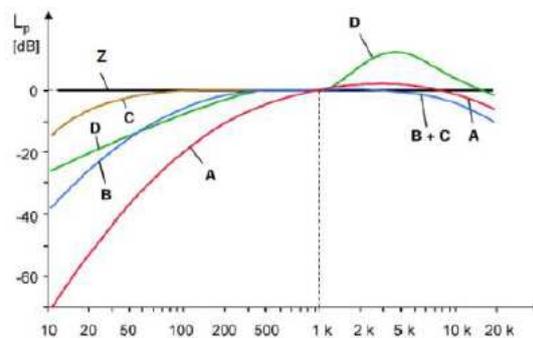


Figura N°5. Curvas de ponderación.

$$H_A(S) = \frac{4\pi^2 \cdot 12200^2 \cdot S^4}{(s+2\pi \cdot 20,6)^2 \cdot (s+2\pi \cdot 12200)^2 \cdot (s+2\pi \cdot 107,7) \cdot (s+2\pi \cdot 737,9)} \quad (7)$$

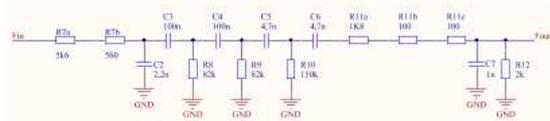


Figura N°6. Circuito asociado al filtro de ponderación A.

El circuito de la figura N°6 se completó con un amplificador operacional configurado como seguidor en la entrada y un amplificado de ganancia ajustable a la salida, a fin de compensar la atenuación de la red RC. En ambos casos se empleó un TL074.

Una vez que la señal se amplificó y filtró, fue necesario obtener el valor energético de cada onda sonora que recogiera el micrófono. Para ello, se implementó un rectificador de media onda seguido de un circuito RC que actúa como integrador. La figura N°7 presenta el circuito implementado.

Finalmente, como el oído humano percibe presiones sonoras desde un mínimo de 20uPa hasta un máximo de 200Pa y sus cambios en forma logarítmica, fue necesaria la implementación de un amplificador logarítmico. Este, tiene la función de pasar los distintos niveles de presión sonora a una escala logarítmica, en donde los cambios percibidos por el



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

oído tienen una escala lineal. La figura N°8 y N°9 presentan el amplificador logarítmico y la etapa final de amplificación para adaptar los niveles de tensión a los de la entrada analógica del microcontrolador (3.3V).

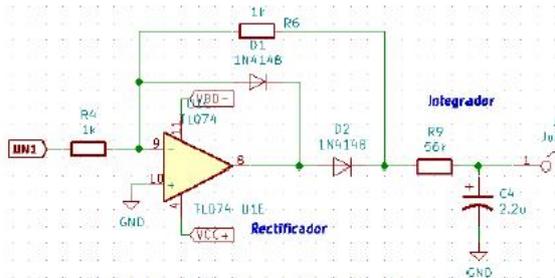


Figura N°7. Circuito rectificador e integrador.

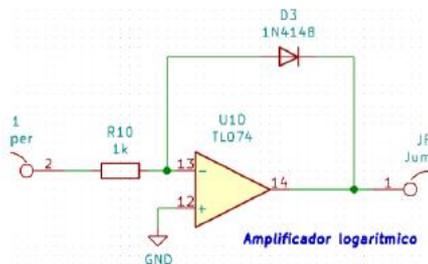


Figura N°8. Amplificador logarítmico.

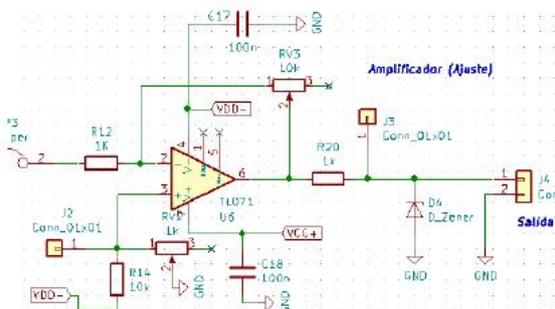


Figura N°9. Etapa de amplificación final.

La figura N°10 presenta el diseño del circuito impreso y la placa con los componentes montados del sensor de ruido.

A continuación, se presentan las pruebas realizadas sobre el filtro de ponderación y el revelamiento de la curva tensión - dBA. Pruebas sobre la etapa de amplificación de entrada, integración y amplificación logarítmica fueron omitidas por la extensión limitada del presente trabajo.

#### B. Pruebas del filtro de ponderación

Para realizar la prueba de esta etapa se emplearon los siguientes instrumentos:

- Osciloscopio digital RIGOL DS1302CA
- Generador de señales GW Instek AFG 3051
- Fuente de alimentación HP E3831A

La prueba de la red de ponderación consistió en inyectar una señal senoidal, a través del generador de señales antes citado, en la entrada no inversora del seguidor implementado en la entrada de la red y midiendo la señal obtenida a la salida del amplificador de la red. Las imágenes N°11, N°12 y N°13 presentan la respuesta del sistema para distintas frecuencias.

La tabla N°1 presenta las mediciones realizadas en distintos rangos de frecuencia.

Tabla N°1. Respuesta de red de ponderación.

F [Hz]	Vin [V]	Vout [V]	Av [dB]	Av [dB] - 15,702 dB	Av [dB] Ideal
100	3,28	1,96	-4,473	-20,175	-19,14
500	3,28	13,2	12,093	-3,609	-3,25
1000	3,28	20	15,702	0	0
5000	3,28	21,6	16,3711	0,6691	0,55
10000	3,28	14	12,6044	-3,0976	-2,49

En la comparación de los valores obtenidos (Av [dB]) con los que debería dar el filtro de manera ideal (Av [dB] ideal) se apreció que existía una diferencia de 15.702 dB, la cual es debido a la amplificación realizada por el amplificador final. Con lo cual se concluyó que el filtro responde a la misma curva de ponderación A desplazada 15,7 dB.

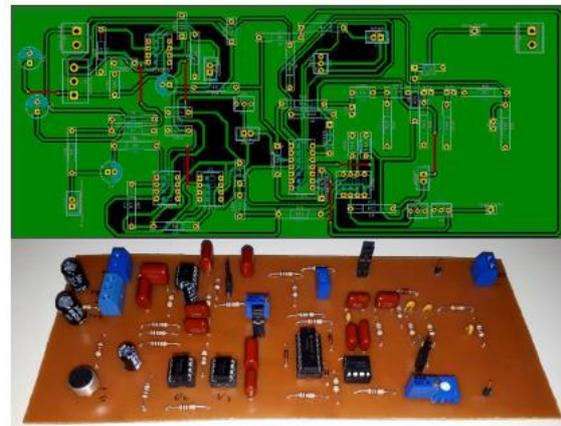


Figura N°10. Circuito impreso de sensor ruido.

#### C. Relevamiento de la curva tensión - dBA

Comenzaremos diciendo que los datos de magnitud sonora se representaron en dBA, la cual hace referencia al uso de la de ponderación A.

Para realizar el relevamiento de la curva se utilizaron los siguientes instrumentos:



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

- Osciloscopio digital RIGOL DS1302CA
- Decibelímetro UNI-T UT353
- Parlantes EDIFER R1000TC

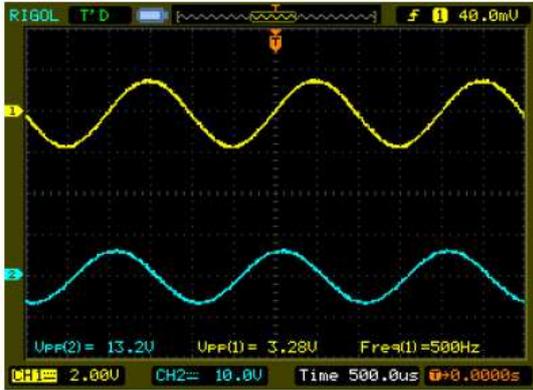


Figura N°11. Respuesta red de ponderación, 500Hz.

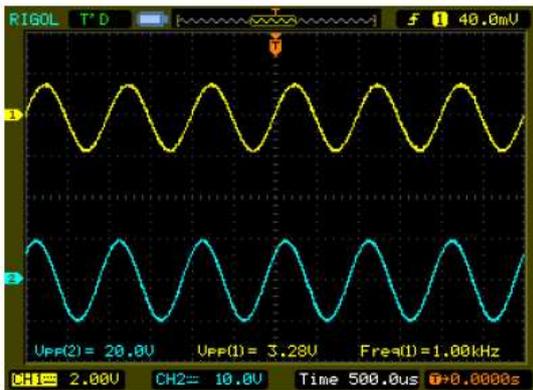


Figura N°12. Respuesta red de ponderación, 1kHz.

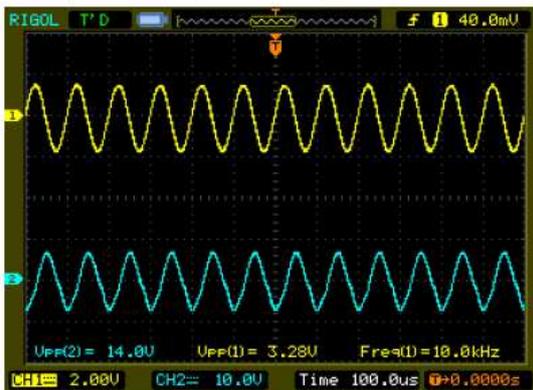


Figura N°13. Respuesta red de ponderación, 10kHz

El procedimiento fue el siguiente: a través de parlante se reproduce un ruido rosa a un determinado volumen; se

registra, por medio del osciloscopio, el valor de tensión a la salida del sensor de ruido y el valor en dBA, a través del decibelímetro, de dicho ruido; se incrementa el volumen y se repite el procedimiento. En cada uno de los puntos de volumen se toman 15 muestras y se promedian. La tabla N°2 presenta las mediciones realizadas, mientras que la figura N°14 la curva de la relación entre la presión sonora y la tensión.

Tabla N°2. Mediciones del ensayo del sensor de ruido.

Número de medición	Promedio tensión [V]	Promedio presión sonora [dBA]
1	0,51175	56,58
2	0,61311	58,80
3	0,95225	65,45
4	1,212	69,25
5	1,434	72,60
6	1,572	75,20
7	1,64	76,88
8	1,73	80,22

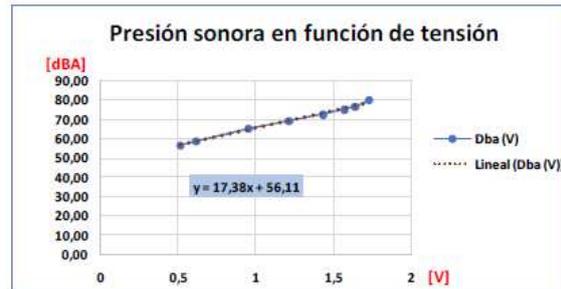


Figura N°14. Curva Presión sonora-Tensión del sensor.

En función de dicha curva, se determina la ecuación (8) a implementar en el microcontrolador.

$$y(x)=17,38*x + 56,11 \quad (8)$$

La figura N°15 muestra el valor mostrado por el decibelímetro desarrollado en comparación con el utilizado para las mediciones anteriormente detalladas, como se puede observar los resultados son satisfactorios.

#### IV. CONCLUSIONES

Se logró el desarrollo del decibelímetro para el sistema de monitoreo calidad de aire y ruido ambiental. El mismo cuenta con limitaciones, rango de medición entre 55dBA y 82dBA aproximadamente, que fueron consecuencia de problemas encontrados durante el desarrollo, pero para la aplicación en cuestión el rango logra ser útil.

La limitación del rango superior deriva del micrófono utilizado, ya que la tensión de salida de éste se satura a un nivel de presión sonora de 82 dBA. En cuanto al límite inferior, al no contar con una sala aislada acústicamente no se pudieron realizar las mediciones de los valores mínimos de presión



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

acústica. En consecuencia, se toma como rango inferior 40 dBA, siendo el valor mínimo posible de presión sonora que pudo ensayarse y contrastarse como correcto contra el sonómetro patrón.

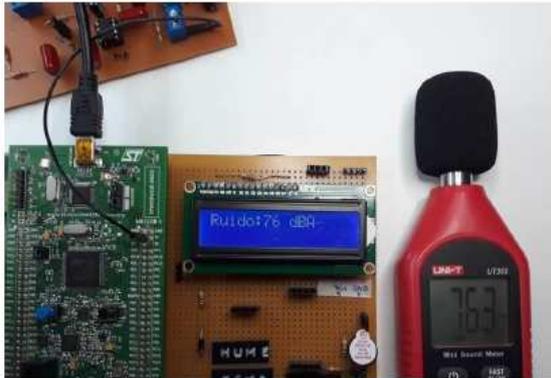


Figura N°15. Comparación entre decibelímetro desarrollado y utilizado como patrón.

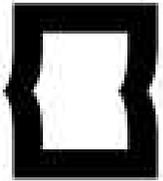
Como parte de las futuras mejoras del proyecto se plantean: el reemplazo del micrófono utilizado a fin de solucionar el problema de saturación; realización de mejores pruebas de medición de distorsión armónica a través del uso de un analizador de espectro de baja frecuencia (actualmente no disponible) y pruebas de distorsión por intermodulación mediante alguno de los ensayos bitonales normalizados (SMPTE o CCIF); la implementación de la red de ponderación y el amplificador logarítmico dentro del microcontrolador, a través de procesamiento digital de señales, y el ensayo del nuevo dispositivo en ambientes más controlados a fin de incrementar el rango inferior de medición.

#### REFERENCIAS

- [1] Sekhar N. Kondepudi (2016) "Shaping smarter and more sustainable cities. Striving for sustainable development goals". Extraída el 25/05/2019 desde: <https://www.itu.int/es/publications/Pages/publications.aspx?lang=en&media=electronic&parent=T-TUT-SSCIOT-2016-1>.
- [2] ITU (2019). "CE20: Internet de las cosas (IoT) y Ciudades y Comunidades Inteligentes (C+CI)". Extraída el 25/05/2019 desde: <https://www.itu.int/es/ITU-T/studygroups/2013-2016/20/Pages/default.aspx>
- [3] ITU (2019). "United 4 Smart Sustainable Cities". Extraída el 25/05/2019 desde: <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/united/Pages/default.aspx>
- [4] El País. "Los peligros que esconde el ruido" (2015). Extraída el 25/05/2019 desde [https://elpais.com/politica/2015/11/11/actualidad/1447262147\\_246554.html](https://elpais.com/politica/2015/11/11/actualidad/1447262147_246554.html)
- [5] Revista Médica Electrónica Portales Médicos. "Efectos del ruido sobre el sueño de la persona" (2013). Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/efectos-ruido-sueno-dormir/2/>
- [6] World Health Organization. "Health and sustainable development" (n. d.). Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.who.int/sustainable-development/transport/health-risks/noise/en/>
- [7] Agüero; Behar; Lanzillotti; Vázquez; Zaradnik; Lupi. "Sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental" (2019). Congreso Argentino de Sistemas Embebidos 2019.
- [8] Agüero; Behar; Lanzillotti; Vázquez; Zaradnik; Lupi; Canziani. "Computación en la nube para un sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental" (2019). Workshop de Investigación en Ciencias de la Computación 2019.
- [9] Telit (2019). "Telit IoT Portal: A Cloud-Based Platform as a Service for IoT". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.telit.com/m2m-iot-products/iot-platforms/telit-iot-portal/>
- [10] ST (2019). "STM32F411xC STM32F411xE". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f411ce.pdf>
- [11] Telit (2019). "UL865 Series". Extraída el 25/05/2019 desde [https://y1cj3stm5fbwhv73k0ipk1eg-upengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/Telit\\_UL865-Series\\_Datasheet\\_2.pdf](https://y1cj3stm5fbwhv73k0ipk1eg-upengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/09/Telit_UL865-Series_Datasheet_2.pdf)
- [12] Winsen (2019). "Intelligent Infrared CO2 Module (Model: MH-Z19)". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Infrared%20Gas%20Sensor/NDIR%20CO2%20SENSOR/MH-Z19%20CO2%20Ver1.0.pdf>
- [13] TE Connectivity (2019). "HTU21D(F) RH/T SENSOR IC". Extraída el 25/05/2019 desde [https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=showdoc&DocId=Data+Sheet%7FHPC199\\_6%7FA6%7Fpdf%7FEnglish%7FENG\\_DS\\_HPC199\\_6\\_A6.pdf%7FCAT-HSC0004](https://www.te.com/commerce/DocumentDelivery/DDEController?Action=showdoc&DocId=Data+Sheet%7FHPC199_6%7FA6%7Fpdf%7FEnglish%7FENG_DS_HPC199_6_A6.pdf%7FCAT-HSC0004)
- [14] Plantower (2019). "Digital universal particle concentration sensor. PMS5003 series data manual". Extraída el 25/05/2019 desde [http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources/page/plantower-pms5003-manual\\_v2-3.pdf](http://www.aqmd.gov/docs/default-source/aq-spec/resources/page/plantower-pms5003-manual_v2-3.pdf)
- [15] Bosch Sensortec (2019). "BMP280 Digital Pressure Sensor". Extraída el 25/05/2019 desde <https://ae-bst.resource.bosch.com/media/tech/media/datasheets/BST-BMP280-DS001.pdf>
- [16] Hispasonic. "Presión sonora y sonoridad (III): curvas isofónicas (Fletcher-Munson) y de ponderación (A, B, C, K)" (2017). Extraída el 29/05/2019 desde <https://www.hispasonic.com/tutoriales/presion-sonora-sonoridad-iii-curvas-isofonicas-fletcher-munson-ponderacion-b-c-k/43351>
- [17] Gantuz, Miguel; Peacock Ignacio. "Sonómetro graficador en tiempo real". Extraída el 25/05/2019 desde <http://www.um.edu.ar/ojs2019/index.php/FAJ/article/view/798/787>
- [18] Egen Technology (2019). "Noise Sensor/Noise Collection Sensor". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.egen-technology.com/noise-sensor.html>
- [19] Noise Meters Inc (2019). "Noise Sensor Lite with 4-20mA Current Loop Output". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.noisemeters.com/product/cr/sensor/mk440/>
- [20] Smarty Planet (2019). "Noise Sensor". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.smartyplanet.com/en/products-smartyplanet/sensor-de-ruido/>
- [21] AliExpress (2019). "Fast Free Ship Industrial Noise Decibel Sound Sensor Module Output in I2C/RS485/TTL Module AS11-X Noise Sensors". Extraída el 25/05/2019 desde [https://es.aliexpress.com/item/32796308711.html?spm=a2g0o.productlist.1.0.2ef258f6cRbhny&algo\\_pvid=7b3145ce-a1ce-4dbc-83fc-d704f95ae303&algo\\_expid=7b3145ce-a1ce-4dbc-83fc-d704f95ae303-3&bitsid=671ed243-5f96-4663-8591-18875aa777f2&ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0.searchweb201602\\_5.searchweb201603\\_52](https://es.aliexpress.com/item/32796308711.html?spm=a2g0o.productlist.1.0.2ef258f6cRbhny&algo_pvid=7b3145ce-a1ce-4dbc-83fc-d704f95ae303&algo_expid=7b3145ce-a1ce-4dbc-83fc-d704f95ae303-3&bitsid=671ed243-5f96-4663-8591-18875aa777f2&ws_ab_test=searchweb0_0.searchweb201602_5.searchweb201603_52)
- [22] UNIT (2019). "UT353 Mini Sound Level Meter". Extraída el 25/05/2019 desde [https://www.uni-trend.com/html/product/Environmental/Environmental\\_Tester/Mini/UT353.html](https://www.uni-trend.com/html/product/Environmental/Environmental_Tester/Mini/UT353.html)
- [23] Brüel & Kjaer (2019). "Condenser Microphone Cartridges - Types 4160 and 4180". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.bksv.com/media/doc/bp0459.pdf>
- [24] Brüel & Kjaer (2019). "Measurement Microphones". Extraída el 25/05/2019 desde <https://www.bksv.com/media/doc/br0567.pdf>
- [25] Telit (2019). "IoT Portal API Reference Guide". Extraída el 09/03/2018 desde <http://help.devicewise.com/display/ARG/IoT+Portal+API+Reference+Guide>



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGIA



Se deja constancia que

*Agüero, Agustín*

Participó como expositor en el X Congreso de Microelectrónica Aplicada que se llevó a cabo en la Universidad de San Martín del 25 al 26 de septiembre del 2019.

Ing. Jorge Sinderman  
Chairman



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGIA



Se deja constancia que

*Ignacioc Zaradnik*

Participó como expositor en el X Congreso de Microelectrónica Aplicada que se llevo a cabo en la Universidad de San Martín del 25 al 26 de septiembre del 2019.

Ing. Jorge Stoderman  
Chairman



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGIA



Se deja constancia que

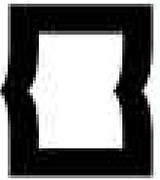
*Matias Vazquez*

Participó como expositor en el X Congreso de Microelectrónica Aplicada que se llevo a cabo en la Universidad de San Martín del 25 al 26 de septiembre del 2019.

Ing. Jorge Sinderman  
Chairman



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGIA



Se deja constancia que

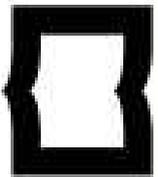
*Christian Behar*

Participó como expositor en el X Congreso de Microelectrónica Apliacada que se llevo a cabo en la Universidad de San Martín del 25 al 26 de septiembre del 2019.

Ing. Jorge Sindermann  
Chairman



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN

ESCUELA  
CIENCIA Y  
TECNOLOGIA



Se deja constancia que

Lanzillotti, Leandro

Participó como expositor en el X Congreso de Microelectrónica Aplicada que se llevó a cabo en la Universidad de San Martín del 25 al 26 de septiembre del 2019.

Ing. Jorge Sradelmann  
Chairman



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019

## ANEXO II



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNLaM - SECyT

Programa PROINCE

FI-013

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS INTEGRANTES DE EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Unidad Académica: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS

Código: C207

Título del Proyecto: Internet de las cosas y sus aplicaciones en las ciudades inteligentes.

Director del Proyecto: Lupi, Oreste Daniel

Fecha de inicio: 01/01/2018

**Fecha de finalización: 31/12/2019**

1. Datos del alumno

**Apellido y Nombre:** Agüero, Agustín Matías

**DNI:** 37754043

**Unidad Académica:** Depto. de Ingeniería e Invest. Tecnológicas

**Carrera que cursa:** Ingeniería en Electrónica

Período evaluado: 2019

2. Dictamen de evaluación de desempeño del alumno:

*Colocar una cruz donde corresponda*

2.1 Satisfactorio: X

2.1 No satisfactorio:

Fundamentos del dictamen:

Ha demostrado responsabilidad en las tareas asignadas, realizando importantes aportes al trabajo en grupo. A logrado una buena interacción con otros miembros del grupo. Se destacó principalmente en el desarrollo de la aplicación en la nube de Telit.

.....  
 .....  
 .....

3. Propuesta de continuidad en el proyecto (si corresponde según duración estimada)

*Colocar una cruz donde corresponda*

3.1 Continuar en el presente proyecto:

3.2 No continuar en el presente proyecto:

Fundamentos del dictamen:

.....  
 .....  
 .....

*Sa. Julio 25/11/20*  
 Lugar y fecha

*[Firma]*  
 .....  
 Firma del Director

*[Firma]*  
 .....  
 Aclaración de firma



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNLaM - SECyT

Programa PROINCE

FI-013

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS INTEGRANTES DE EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Unidad Académica: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS  
 Código: C207  
 Título del Proyecto: Internet de las cosas y sus aplicaciones en las ciudades inteligentes.  
 Director del Proyecto: Lupi, Oreste Daniel  
 Fecha de inicio: 01/01/2018  
**Fecha de finalización: 31/12/2019**

1. Datos del alumno

**Apellido y Nombre:** Behar, Christian Ariel  
**DNI:** 34390033  
**Unidad Académica:** Depto. de Ingeniería e Invest. Tecnológicas  
**Carrera que cursa:** Ingeniería en Electrónica  
 Período evaluado: 2019

2. Dictamen de evaluación de desempeño del alumno:

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 2.1 Satisfactorio: X
- 2.1 No satisfactorio:

Fundamentos del dictamen:

Ha demostrado responsabilidad en las tareas asignadas, realizando importantes aportes al trabajo en grupo. A logrado una buena interacción con otros miembros del grupo. Se a destacado en el desarrollo de hardware del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental.

.....  
 .....  
 .....

3. Propuesta de continuidad en el proyecto (si corresponde según duración estimada)

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 3.1 Continuar en el presente proyecto:
- 3.2 No continuar en el presente proyecto:

Fundamentos del dictamen:

.....  
 .....  
 .....

*San Juan 25/11/19*  
 Lugar y fecha

*[Firma]*  
 Firma del Director

*D. Oreste Daniel Lupi*  
 Aclaración de firma



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNLaM - SECyT

Programa PROINCE

FI-013

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS INTEGRANTES DE EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Unidad Académica: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS  
 Código: C207  
 Título del Proyecto: Internet de las cosas y sus aplicaciones en las ciudades inteligentes.  
 Director del Proyecto: Lupi, Oreste Daniel  
 Fecha de inicio: 01/01/2018  
**Fecha de finalización: 31/12/2019**

1. Datos del alumno

**Apellido y Nombre:** Lanzillotti, Leandro Emanuel  
**DNI:** 37121160  
**Unidad Académica:** Depto. de Ingeniería e Invest. Tecnológicas  
**Carrera que cursa:** Ingeniería en Electrónica  
 Período evaluado: 2019

**2. Dictamen de evaluación de desempeño del alumno:**

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 2.1 Satisfactorio: X
- 2.1 No satisfactorio:

Fundamentos del dictamen:

Ha demostrado responsabilidad en las tareas asignadas, realizando importantes aportes al trabajo en grupo. A logrado una buena interacción con otros miembros del grupo. Se a destacado el diseño mecánico del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental, y colaborado activamente en el desarrollo del hardware del mismo.

**3. Propuesta de continuidad en el proyecto (si corresponde según duración estimada)**

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 3.1 Continuar en el presente proyecto:
- 3.2 No continuar en el presente proyecto:

Fundamentos del dictamen:

.....  
 .....  
 .....

*Sar. Lupi. 25/11/20*  
 Lugar y fecha

*[Firma]*  
 .....  
 Firma del Director

*Ing. O. Daniel Lupi*  
 .....  
 Aclaración de firma



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	5
<b>Vigencia</b>	03/9/2019



UNLaM - SECyT

Programa PROINCE

FI-013

**FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE ALUMNOS INTEGRANTES DE EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Unidad Académica: DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS  
 Código: C207  
 Título del Proyecto: Internet de las cosas y sus aplicaciones en las ciudades inteligentes.  
 Director del Proyecto: Lupi, Oreste Daniel  
 Fecha de inicio: 01/01/2018  
**Fecha de finalización: 31/12/2019**

1. Datos del alumno

**Apellido y Nombre:** Vazquez, Matias Oscar  
**DNI:** 35126254  
**Unidad Académica:** Depto. de Ingeniería e Invest. Tecnológicas  
**Carrera que cursa:** Ingeniería en Electrónica  
 Período evaluado: 2019

**2. Dictamen de evaluación de desempeño del alumno:**

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 2.1 Satisfactorio: X
- 2.1 No satisfactorio:

Fundamentos del dictamen:

Ha demostrado responsabilidad en las tareas asignadas, realizando importantes aportes al trabajo en grupo. A logrado una buena interacción con otros miembros del grupo. Se a destacado el desarrollo del firmware del sistema de monitoreo de calidad de aire y ruido ambiental.

**3. Propuesta de continuidad en el proyecto (si corresponde según duración estimada)**

*Colocar una cruz donde corresponda*

- 3.1 Continuar en el presente proyecto:
- 3.2 No continuar en el presente proyecto:

Fundamentos del dictamen:

.....  
 .....  
 .....

*San Justo 25/11/20*  
 Lugar y fecha

*[Firma]*  
 Firma del Director

*Oreste Daniel Lupi*  
 Aclaración de firma