



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Formulario de Solicitud de Subsidios CONVOCATORIA 2018 (DECRETO P.E. 127/2018)

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR EL FORMULARIO

Ingrese los datos en los cuadros grises. Para pasar de un campo a otro utilice la tecla <TAB>. Las ayudas sobre cada ítem o campo del formulario a completar están organizadas de dos maneras. En algunos casos, el texto de la ayuda se incluye directamente en el formulario (ayuda explícita). En otros, el texto de la ayuda está oculto y se hace visible presionando la tecla <F1>, con el cursor ubicado en el campo correspondiente. Ambas alternativas son complementarias, de modo que se ofrece una u otra según el campo de que se trate. Se recomienda leer cuidadosamente las ayudas indicadas para cada uno de los campos del formulario antes de proceder a su llenado.

Presentación electrónica: deberá llenar el Formulario de Solicitud grabarlo en formato .docx (Word) rotulado del siguiente modo: Apellido_NombreDelDirector_PID2018_suDNI y remitirlo electrónicamente a presentaciones.ciencia@cba.gov.ar. Al Formulario se puede acceder mediante la página Web del Ministerio.

Presentación impresa: La presentación debe realizarse en el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (SUAC), ubicado en la Avda. Álvarez de Arenales 230, Barrio Juniors (X5004AAP), Córdoba, Argentina.

Documentación de la presentación impresa (en carpeta A4):

- a) Formulario de Solicitud con la firma del Director y de todos los miembros del equipo de investigación. No se aceptarán postulaciones que no tengan debidamente completado el aval institucional consignado al final del Formulario, es decir, la firma y la identificación de la autoridad institucional que avala la postulación.
- b) Nota de la autoridad de la institución u organización, si es distinta a la institución que avala la postulación por la naturaleza del Proyecto, en la que transcurre el estudio "de campo" donde se coleccionan /describen /analizan /experimentan el o los objetos de estudio del Proyecto (por ejemplo: hospital, escuela, organismo público o privado, campo experimental, etc.)
- c) Documentación adicional que debe ser anexada al final de la presentación impresa a los efectos de facilitar su desglose y posterior envío al área administrativa (en hoja folio):
 1. Nota en carácter de Declaración Jurada firmada por el Director, donde: informará un correo electrónico válido a los fines de recibir todas las notificaciones legales y administrativas que sean necesarias, hará expresa mención a la aceptación del cargo de rendición de cuentas del subsidio y a la aceptación de la transferencia del cargo de rendición ante el Tribunal de Cuentas al vencimiento del plazo otorgado a tal fin. Nota modelo disponible en la página Web del Ministerio.
 2. Fotocopia del Documento Nacional de Identidad actualizado (frente y dorso) del Director
 3. Constancia de CUIT /CUIL del Director.

Presentación digital de los siguientes documentos: Formulario de Postulación, CVs de todos los integrantes en documentos PDF.

**1) IDENTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO****Título del Proyecto:****Desarrollo e implementación de un sistema de bajo costo para el monitoreo continuo de gases contaminantes****Apellido y Nombre del Director (tal cual figura en el DNI):**

Roberto Gastón Araguás

DNI: 22744699**Resumen del Proyecto:**

Según la Organización Mundial de la Salud, cada año mueren prematuramente siete millones de personas debido a la contaminación del aire, de las cuales la mitad son de países en desarrollo. Los principales contaminantes troposféricos son el Ozono (O₃), los Óxidos de Nitrógeno (NO_x), los Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), el Material Particulado (PM), el Dióxido de Azufre (SO₂) y el Monóxido de Carbono (CO). Éstos contaminantes no sólo provocan numerosas víctimas mortales, sino que también impactan en las tasas de morbilidad debido a lesiones, enfermedades respiratorias y cardiovasculares, cáncer, trastornos del sistema nervioso, etc, siendo los mayores grupos de riesgo los niños menores de 5 años y los ancianos. Incluso concentraciones relativamente bajas pueden acarrear una serie de efectos adversos para la salud. Es por ello, que surge la necesidad de conocer las concentraciones de gases "criterio" presentes en la atmósfera. En Latinoamérica sólo 17 de los 35 países de la región cuentan con datos disponibles de calidad del aire (CA) y en general sólo las ciudades más pobladas cuentan con sistemas de monitoreo. En Argentina esta problemática es evidente: sólo la ciudad Buenos Aires cuenta con una red de monitoreo urbana. Si bien Córdoba Capital fue pionera en la medición de CA, instalando una red de monitoreo móvil en el año 1999, debido a diversas cuestiones de índole financiera, el monitoreo fue suspendido y desde el año 2002 la ciudad no cuenta con un sistema de medición continuo de contaminación del aire. Hoy por hoy, la instalación de una sola estación de monitoreo continuo de CA (bajo normas EPA) tiene un costo aproximado de 5 millones de pesos, a lo que debería sumarse un costo operativo anual de aproximadamente el 20 por ciento de ese valor. Si bien la Provincia de Córdoba fijó recientemente estándares para la calidad del aire, tampoco cuenta con una red de monitoreo que permita conocer el estado de la capa límite troposférica (la más baja). Esto se debe, en parte, a los altos costos que suponen la instalación y mantenimiento de este tipo estaciones. Por este motivo el presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar e implementar sistemas de bajo costo para la medición de gases contaminantes en la Provincia de Córdoba.

Palabras clave:

Monitoreo Continuo, Sensores de bajo costo, Contaminantes criterio, Calidad del aire.

Área Temática:

Ambiente: tierra, agua, atmósfera y recursos naturales

Disciplina Científica 1:

Ingeniería Electrónica

Disciplina Científica 2:

Química atmosférica

Campo de Aplicación:

Ingeniería Electrónica y comunicaciones. Atmósfera: contaminación y saneamiento. Promoción general del conocimiento.



Área de estudio "de campo" o lugar geográfico del trabajo de campo si lo hubiere: Gran Córdoba.

Lugar donde se desarrollará el Proyecto:

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba
Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería
Domicilio: M. Lopez esq. Cruz Roja Argentina, Código Postal:5016 / Córdoba Capital

Título del Proyecto en inglés:

Development and implementation of a low cost system for continuous monitoring of atmospheric pollutants gases

Abstract:

According to the World Health Organization, seven million people die prematurely each year due to air pollution, of which half are from developing countries. The main tropospheric contaminants are Ozone (O₃), Nitrogen Oxides (NO_x), Volatile Organic Compounds (VOCs), Particulate Material (PM), Sulfur Dioxide (SO₂) and Carbon Monoxide (CO). These pollutants not only cause numerous fatalities, but also impact on morbidity rates due to injuries, respiratory and cardiovascular diseases, cancer, nervous system disorders, etc, with the largest risk groups being children under 5 years of age and elderly. Even relatively low concentrations can lead to a series of adverse health effects. That is why, the need arises to know the concentrations of "criteria" gases present in the atmosphere. In Latin America, only 17 of the 35 countries in the region have available air quality data (CA) and, in general, only the most populated cities have monitoring systems. In Argentina, this problem is evident: only the city of Buenos Aires has an urban monitoring network. Although Córdoba Capital was a pioneer in the measurement of CA, installing a mobile monitoring network in 1999, due to various financial issues, monitoring was suspended and since 2002 the city does not have a continuous measurement system of air pollution. Today, the installation of a single station of continuous monitoring of CA (under EPA standards) has an approximate cost of 5 million pesos, to which should be added an annual operating cost of approximately 20 percent of that value. Although the Province of Córdoba recently set standards for air quality, it also does not have a monitoring network that allows knowing the state of the tropospheric boundary layer (the lowest). This is due, in part, to the high costs involved in the installation and maintenance of this type of station. For this reason, the main objective of this project is to develop and implement low-cost systems for the measurement of pollutant gases in the Province of Córdoba.

Key words:

Continuous Monitoring, Low cost sensors, Criteria pollutants, Air quality.

2) DATOS DEL DIRECTOR DE PROYECTO

Apellido y Nombre (como figura en el DNI):

Araguás, Roberto Gastón

CUIL/CUIL: 20-22744699-5

Domicilio particular: Uruguay 1880

Barrio: PQUE. CASINO

C.P: 5186

Localidad: ALTA GRACIA

Provincia de Córdoba

Celular o teléfono particular: 351-5928800

E-mail: garaguas@frc.utn.edu.ar

Lugar de trabajo: Seleccionar el nombre de la institución e indicar la dependencia (Facultad, Departamento, Laboratorio, Cátedra, Centro, etc.)

Institución: Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería. Facultad Regional Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional.



¿Es usted empleado público provincial o docente del sistema educativo provincial?

No.

Categoría de Director: Categoría III, programa de incentivos. Categoría B de Investigador UTN.

Si ha optado por Otra, enúnciela:

Cargo en el que se desempeña: Director del Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería. Facultad Regional Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional.

DATOS DEL CODIRECTOR DE PROYECTO

Apellido y Nombre (como figura en el DNI):

Diez, Sebastián Cesar

CUIL/CUIL: 20-27920863-7

Domicilio particular: Larraguibel 4685

Barrio: José I. Díaz III secc.

C.P: 5014

Localidad: Córdoba

Provincia de Córdoba

Celular o teléfono particular: 351 6849682

E-mail: sdiez@ig.edu.ar

Lugar de trabajo: Seleccionar el nombre de la institución e indicar la dependencia (Facultad, Departamento, Laboratorio, Cátedra, Centro, etc.)

Institución: Instituto de Altos Estudios "Mario Gulich". Comisión Nacional de Actividades Espaciales-Universidad Nacional de Córdoba

Si ha optado por Otras, enúnciela:

Dependencia:

¿Es usted empleado público provincial o docente del sistema educativo provincial?

NO

Categoría de Director: Categoría V, programa de incentivos

Si ha optado por Otra, enúnciela:

Cargo en el que se desempeña: Docente Investigador

3) ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Introducción:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año perecen prematuramente siete millones de personas debido a la contaminación del aire, de los cuales la mitad son de países en desarrollo [1] como el nuestro. Los principales responsables de ello son el Ozono (O₃), los Óxidos de Nitrógeno (NO_x), los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs), el Material Particulado (PM), el Dióxido de Azufre (SO₂) y el Monóxido de Carbono (CO) [2]. Éstos contaminantes provocan numerosas víctimas mortales y lesiones debido a enfermedades respiratorias y cardiovasculares, cáncer, trastornos del sistema nervioso, etc., incluso a concentraciones relativamente bajas [3]. En el caso de la contaminación del aire es esencial comprender cuál es el origen y así poder implementar acciones de mitigación [4]. Los fenómenos que ocurren en la atmósfera e influyen sobre la contaminación del aire son altamente dinámicos y requieren



información ambiental detallada y oportuna para apoyar la toma de decisiones [5]. Pero para obtener esta información, se deben recopilar datos suficientes y en un lapso de tiempo apropiado, lo cual es esencial para la previsión de riesgos y la alerta temprana [5].

Tradicionalmente, el monitoreo ambiental es llevado a cabo por las autoridades oficiales que gastan grandes cantidades de dinero no sólo en equipos de monitoreo de alta calidad, sino también en mano de obra calificada y en el mantenimiento y calibración del instrumental [6], lo que redundaría en una baja resolución espacial y temporal [7]. Por otra parte, esta limitación en la cantidad de puntos de muestreo genera “huecos” en la cobertura espacial, los cuales son generalmente “rellenados” mediante modelado o interpolación [8]. Esto a menudo es insatisfactorio, ya que puede haber microambientes en áreas urbanas que producen una gran heterogeneidad espacial y temporal en las concentraciones de contaminantes en el aire, lo que a su vez dificulta la evaluación de la exposición humana [9].

Además, en los países en desarrollo los sistemas oficiales de monitoreo ambiental suelen ser inexistentes [6]. En Latinoamérica las principales causas de la contaminación del aire en ciudades se hallan asociadas a las emisiones vehiculares e industriales [10]. Sin embargo, hay un gran desconocimiento sobre la calidad del aire en la región: de los 35 países del continente americano, sólo 17 de ellos cuentan con datos disponibles de calidad del aire (CA), y por lo general sólo las ciudades más pobladas cuentan con sistemas de monitoreo. En Argentina esta problemática es evidente y sólo la ciudad Buenos Aires cuenta con una red de monitoreo de CA. Por ello existe una necesidad general de alternativas flexibles, de bajo costo y sostenibles en el tiempo.

En ese sentido, un enfoque posible es plantear una red de sensores para realizar el monitoreo de la CA [20]. Una red de sensores consiste en un conjunto de dispositivos generalmente idénticos, llamados nodos, desplegados sobre una región geográfica de interés e interconectados entre sí [19,30]. De particular interés son las redes de sensores inalámbricos (wireless sensor networks, brevemente referidas como WSN). En este tipo de red, cada nodo consiste de un sistema de adquisición de datos con sensores adecuados, una unidad de procesamiento de baja capacidad computacional y de almacenamiento, un transceptor inalámbrico de baja potencia, y una fuente de energía limitada. Este tipo de red, por su naturaleza inalámbrica y autónoma, es adecuada en aplicaciones que requieren el despliegue de grandes cantidades de nodos o plataformas sobre una área geográfica extensa.

La utilización de sensores de bajo costo para la conformación de los nodos podrían ser una solución para monitorear los contaminantes del aire en zonas urbanas cuando se requiere una alta resolución espacial y temporal [11-17]. Los recientes desarrollos en miniaturización, reducción de costos y consumos energéticos de las tecnologías de sistemas embebidos permiten acceder a sensores y sistemas electrónicos, como los sistemas Arduino y Raspberry, en forma asequible y que además ofrecen enfoques alternativos para la recolección de datos [18-19].

El desarrollo de una plataforma de monitoreo de bajo costo permite el despliegue en grandes áreas posibilitando no solo la generación de conciencia pública sobre los problemas generados por la calidad del aire, sino que también es capaz de complementar la cantidad de datos y la resolución espacio-temporal de las fuentes oficiales de datos [20].

Por otra parte, el desempeño reportado en la literatura para los sensores de bajo costo es variable [21-24] y depende del tipo de sensor empleado. Existe una amplia gama de sensores de bajo costo disponibles comercialmente (Dylos, TSI, Airsense, Alphasense, etc.) [13]. Si bien estos sensores no están destinados a competir con los sistemas de medición validados en términos de exactitud y precisión, su asequibilidad y tamaño los hace atractivos para su uso en experimentos que requieren gran cantidad de puntos de muestreo, como el monitoreo personal [9] [25]. Sin embargo, quedan algunas cuestiones referidas a si la calidad de los datos que entregan estos sensores de bajo costo puede ser valiosa cuando se intenta determinar las concentraciones de contaminantes a alta resolución espacial [26]. Los sensores tanto para gases como para partículas pueden sufrir deriva e interferencia tales como humedad relativa (HR), temperatura y la presencia de otras especies en fase gaseosa [27- 29]. A pesar de esto, según investigaciones recientes se ha demostrado que los sensores de bajo costo pueden implementarse en redes



de gran escala siempre que se apliquen las correcciones apropiadas para los problemas ya conocidos [6] [21] [29].

Es por todo lo mencionado que en este proyecto se pretende desarrollar y construir plataformas de bajo costo que se empleen como mini-estaciones de CA, que midan y registren O_3 , NO_x , SO_2 , CO y PM para luego evaluar la validez de las mediciones mediante comparaciones con instrumentos ya validados y de uso oficial.

Objetivo General:

Desarrollar una plataforma de monitoreo de la calidad del aire de bajo costo, de sencilla instalación y mantenimiento para la medición, registro y transmisión de la información referida a la concentración de “Contaminantes Criterio” en el área denominada Gran Córdoba, Argentina.

Objetivos Específicos:

- Desarrollar un prototipo de estación de monitoreo de calidad del aire con sensores electroquímicos de bajo costo para la determinación de la concentración de los contaminantes CO, SO_2 , O_3 , NO_x y Material Particulado con una precisión suficiente para elaboración de indicadores y toma de decisiones.
- Testear la calidad de las mediciones efectuadas por la plataforma desarrollada.
- Evaluar el rendimiento de los sensores en condiciones reales.
- Construir un sistema flexible y modular que permita la reposición y/o agregado de nuevos sensores.
- Generar una interfaz gráfica e implementar una plataforma web que permita el acceso, interpretación y post-procesamiento de la información por parte de usuarios web.
- Comunicar dicha plataforma de forma remota a un servidor para su almacenamiento y posterior procesamiento.

Materiales y Métodos:

Elección de los sensores

Se seleccionarán los sensores para medir concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO_2), Óxido Nítrico (NO), Dióxido de Azufre (SO_2), Ozono (O_3) y Material Particulado (PM10). Los sensores serán electroquímicos y el de material particulado será un contador óptico. El principio de funcionamiento de este último se basa en la dispersión de luz lo cual es captado por un fotodiodo que luego convierte las variaciones de intensidad de la luz en una señal eléctrica. Por otra parte, los sensores electroquímicos funcionan de acuerdo a una serie de reacciones oxido-reducción que se producen cuando el aire ambiente entra en contacto con los sensores. Para ello se realizará la búsqueda en el mercado de sensores que tengan la capacidad de medir estos contaminantes, tomando como criterio de selección la sensibilidad, la precisión, la vida útil y los costos de los sensores.

Alimentación y comunicación de los sensores

Como la señal de respuesta de los sensores electroquímicos debe ser adaptada y digitalizada, se conectará cada sensor a un acondicionador de señal ADC (convertor analógico digital). En el caso del dispositivo medidor de material particulado se usará uno que cuente con una interface de comunicación y que le permita transmitir los datos a la placa de procesamiento. Respecto al ADC, será necesario contar con la cantidad suficiente para poder leer todos los gases, es decir CO, NO_2 , NO, O_3 y SO_2 . Para el procesamiento de los datos se comprará una placa que posea un hardware que se adapte a los requerimientos del ADC y la comunicación con el medidor óptico de partículas. También que sea compatible con el sistema operativo GNU/Linux. Dado que se trata de un software libre, pero además debido a la gran cantidad de librerías disponibles para el diseño de redes es que se prefiere ese sistema operativo. El software para el procesamiento de los datos será desarrollado en el lenguaje de programación Python debido que es gratuito y muy robusto, pero también por el soporte dado por la comunidad de usuarios.

En cuanto a la alimentación, todos los dispositivos se conectarán a una fuente “switching” de 12v. Dado que en algunas situaciones las tensiones de trabajo son menores, como es el caso de los sensores, se incorporará otra fuente “switching” DC-DC para reducir la tensión a 5v. Debido a la que la mayoría de placas



de procesamiento funcionan con una tensión de 3.3v, será necesario emplear un convertor lógico bidireccional que pueda convertir los 5v de los demás dispositivos en los 3.3v que emplean las placas de procesamiento.

Ubicación y protección sensores

Para lograr un diseño modular de la mini-estación se diseñará una placa PCB (Printed Circuit Board) para lo cual se utilizará la herramienta de diseño KiCAD, siendo las principales ventajas: la fácil utilización, de licencia gratuita y que es software libre. En la PCB se ubicaran los componentes necesarios (sensores, procesadores, convertidores, las placas adaptadoras de tensión, la fuente, etc.) teniendo por objetivo simplificar las conexiones entre los distintos componentes, facilitando de esta forma el reemplazo de los componentes, la modularización de la estación y la búsqueda de posibles fallas. Para proteger los circuitos de la estación se empleará en primera instancia un gabinete de PVC adecuado para ambientes exteriores. Para evitar zonas muertas dentro del gabinete se construirá un ducto para facilitar la circulación del aire hacia donde se ubican los sensores. La estructura interna será hecha en aglomerado mdf, empleando la herramienta gratuita FreeCAD, de software libre para su diseño, modelando así la ubicación de cada sensor para el ensamblado. En una segunda etapa se reemplazará el gabinete estanco de PVC por una diseñada en una sola pieza e impresa en 3D. Para ello es necesario conocer la posición óptima de los sensores respecto del flujo de aire.

Dado que la temperatura y la humedad dentro de la carcasa protectora pueden ser factores importantes y que afecten la calidad de las mediciones, durante la puesta en marcha se hará un especial seguimiento de estas variables, para luego poder relacionarlas con el desempeño de los dispositivos.

Validación mediciones

Los sensores serán testeados en condiciones reales y mediante diferentes pruebas. Primeramente, sin flujo forzado de aire por el ducto de circulación y luego con la implementación de un pequeño ventilador (flujo forzado de aire). En una segunda etapa, y ya con la estación terminada y definida la ubicación de los componentes, el tipo de flujo de aire y conociendo la influencia de la temperatura y la humedad en los sensores, se contrastarán con sistemas de medición de calidad del aire ya calibrados pertenecientes al Instituto Gulich y así poder evaluar la performance de las estaciones. También se recurrirá a la comparación in-situ con las estaciones pertenecientes al Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (con la cual se tienen convenios firmados). Específicamente se evaluará el rendimiento del sensor de particulado con una rejilla que evite el ingreso de agua o con una boca diseñada para asegurar las condiciones isocinéticas de muestreo.

Comunicación de las estaciones, entorno gráfico y plataforma web

Se implementará un sistema de comunicación inalámbrica entre las mini-estaciones. Se prevé la utilización de módulos GSM y empleando la red de telefonía celular existente en la ciudad. También se contempla el uso de un servidor que reciba los datos de las mediciones de la estación y las suba a una base de datos online. Para ello se emplearán técnicas de cifrado, lo cual permitirá ejecutar y comandar el sistema operativo del procesador de la estación de forma segura. Para leer y procesar la información generada por los sensores, se diseñará un script en lenguaje Python y así obtener los valores instantáneos de cada sensor. Las mediciones serán almacenadas en una base de datos gratuita de la nube, para luego ser presentadas gráficamente mediante una interfaz desarrollada en plataformas abiertas.

Para la visualización de la información adquirida por la estación se desarrollará una página web mostrando en tiempo real los datos obtenidos, lo cual permitirá el acceso a cualquier usuario de internet. El diseño de la página web permitirá descargar y visualizar el histórico de las mediciones. En la misma página se describirá de forma general el alcance y objetivos del proyecto. Los planos de construcción de los prototipos en conjunto con el código fuente serán puestos a disposición para que la comunidad pueda fabricar sus propios equipos.



Resultados esperados:

El resultado principal que se espera de este proyecto es desarrollar, integrar e implementar una estación prototipo de bajo costo para la medición de los siguientes parámetros de calidad del aire: Ozono, Óxidos de Nitrógeno, el Material Particulado, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono. Se espera que este prototipo sea en primer término estable y luego de efectuadas las calibraciones/validaciones, mida de forma confiable la calidad del aire. Se espera además generar un conjunto de datos que serán puestos a disposición de la comunidad científica mediante una plataforma Web de acceso libre y gratuito.

En cada etapa del desarrollo de la estación, se brindará información valiosa sobre el funcionamiento (arquitectura, condiciones de temperatura, cuidados especiales), sobre el procesamiento de la información y los potenciales usos. Todos los planos de construcción y los códigos fuente serán dispuestos en la página web, permitiendo así que otros miembros de la comunidad puedan construir sus propios equipos a partir de los resultados aquí obtenidos.

El aporte científico-tecnológico de este proyecto será comunicado y presentado en revistas indexadas, así como también en presentaciones en congresos (nacionales e internacionales). También serán canales de comunicación y transferencia (i) los cursos de capacitación inter-grupo, (ii) como parte de los programas de maestrías en las instituciones involucradas y (iii) en las reuniones anuales que se realizan con los grupos de otras universidades/instituciones del país y del extranjero.

Es importante remarcar que el desarrollo de estaciones de este tipo será de alto impacto regional ya que será útil (i) para el monitoreo continuo de la calidad del aire, (ii) para la generación de alertas temprana, (iii) para complementar otras fuentes de información (remote sensing, inventarios de emisión, etc.) lo cual redundará en la optimización en la toma de decisiones posteriores.

Importancia del Proyecto:

El proyecto prevé brindar una plataforma que permita la medición de parámetros de calidad del aire en zonas urbanas y que tienen impacto sobre la salud pública. Se espera que luego de validar esta mini-estación, pueda ser empleadas para el diagnóstico de la situación actual, no sólo en Córdoba sino también en otras ciudades argentinas que así lo requieran. En Argentina sólo Buenos Aires cuenta con una red de monitoreo de calidad del aire (aunque algo pobre: sólo tiene tres estaciones de monitoreo en un conglomerado de 13 millones de habitantes). El Gran Córdoba (con casi 2 millones de hab.), al igual que el resto de las áreas urbanas argentinas, se desconoce el estado actual de la calidad del aire, por lo que la implementación de este proyecto sería el puntapié inicial para caracterizar la contaminación atmosférica urbana. A pesar de que en las zonas urbanas la actividad de mayor incidencia sobre los contaminantes atmosféricos son los provenientes del parque vehicular, se desconoce la proporción en la que lo hacen, lo que imposibilita una toma de decisiones fundamentada. Con este proyecto se podrían desarrollar políticas de mitigación de las emisiones de contaminantes (por ej. implementar distintas zonas para el acceso vehicular: zona roja, zona amarilla, zona verde), la creación/modificación de nuevas vías de la circulación y hacer más eficiente la circulación en las zonas críticas, etc. Además de ser muy importante a nivel local y regional porque facilita la toma de decisiones, también será un hito en la accesibilidad a nueva información (y a un costo muy bajo) permitiendo el acceso irrestricto a estos datos (democratización del conocimiento). Por otra parte, el objetivo principal de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y del Instituto Gulich (dependiente de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y de la Universidad Nacional de Córdoba), es la formación de profesionales y científicos mediante la promoción y el desarrollo de investigaciones, estudios y experiencias necesarias para el mejoramiento e impulso de la actividad productiva nacional. En concordancia con este objetivo institucional es que mediante este proyecto se pretende contribuir en la formación de dos nuevos ingenieros electrónicos (los becarios Tomas Fichetti y Bruno Bianchini) y un nuevo doctor (el Ing. Marco Álvarez Reyna). A su vez este proyecto está asociado a un PICT ("Caracterización de la contaminación atmosférica regional y local rural, mediante mediciones de campo, de laboratorio y modelado teórico". Director: Pablo Cometto) el cual tiene un proyecto de posdoctorado y un proyecto de doctorado a desarrollarse en colaboración entre el Centro de Investigación en Informática para la Ingeniería



(Ciii) y el Instituto de Altos Estudios Mario Gulich (IG). En último término, es necesario hacer mención a las colaboraciones con otras instituciones, tanto nacionales (como con el CIMA de la Universidad Nacional de La Plata), como internacionales (la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Federico Santa María) con las se viene trabajado desde 2015 desde la UTN y del IG en temáticas relacionadas a la contaminación atmosférica.

Identificación de la Región donde el Proyecto es aplicable

Región Centro

Facilidades Disponibles:

El C.I.I.I. cuenta con un amplio laboratorio para el desarrollo de sistemas electrónicos. Este laboratorio cuenta con 5 PCs de escritorio con conexión a internet y acceso a diferentes redes bibliográficas internacionales. Estas PCs poseen las herramientas necesarias para el diseño y simulación de circuitos electrónicos. Además el laboratorio cuenta con instrumental acorde para realizar mediciones electrónicas y desarrollos, como ser: 2 osciloscopios de almacenamiento digital (DSO) de 40MHz (1Gs/s) Tektronix TDS1001, 1 multímetro true-rms Fluke modelo 189, 1 multímetro digital de banco 6 1/2 dígitos HAMEG HM8112-3, 1 fuente de alimentación doble MASTECH HY3005D-3, 2 fuentes de alimentación UNI-T UTP3315TFL (30V, 5A), 1 Fresadora 3D Colinbus LaboFlex 60/HF - 3D modelling and PCB milling, 1 estación de soldado con control de temperatura PACE ST-25 y un horno de soldado por reflujo.

También se cuenta con los recursos del Instituto Gulich (CONAE-UNC): 2 computadoras para el desarrollo de actividades de formación e investigación, dos laboratorios (uno de electrónica y otro de óptica). Específicamente para este proyecto se cuenta además con un contador óptico de aerosoles y sensores electroquímicos de gases (NO, NO2, CO, O3 y SO2) para las primeras comparaciones del sistema de bajo costo construido a partir de este proyecto. El IG cuenta con vehículos para el transporte de los investigadores, licencias de software de programación y procesamiento de dato. En cuanto a financiamientos complementarios, el IG se cuenta con un financiamiento PICT ("Caracterización de la contaminación atmosférica regional y local rural, mediante mediciones de campo, de laboratorio y modelado teórico". Director: Pablo Cometto).

Finalmente, se cuenta como contrapartida con los sueldos y becas de UTN, CONAE-UNC, y CONICET de todos los miembros de este proyecto.

ASPECTOS ÉTICOS

Si	No
	X

¿Usted considera que la propuesta o plan de trabajo además de ser evaluado desde el punto de vista académico debe ser analizado desde el punto de vista ético o de seguridad?

¿La propuesta comprende alguno de los objetos y usos identificados en la investigación humana?

Estudios farmacológicos y tecnológicos	Si	No
Estudios clínicos, quirúrgicos y básicos	<input type="checkbox"/>	x
Estudios epidemiológicos, sociales y psicológicos	<input type="checkbox"/>	x
Uso del equipamiento médico	<input type="checkbox"/>	x
Uso de equipamiento de diagnóstico por imágenes y de radiación	<input type="checkbox"/>	x
Uso de historias clínicas	<input type="checkbox"/>	x
Uso de muestras biológicas	<input type="checkbox"/>	x
Estudios de comunidades aborígenes	<input type="checkbox"/>	x
Dispone de informes del comité de ética acerca del plan de investigación	<input type="checkbox"/>	x



Bibliografía:

- [1] J. Lelieveld, J. S. Evans, M. Fnais, D. Giannadaki, y A. Pozzer, *Nature*, vol. 525, n.o 7569, pp. 367-371, sep. 2015.
- [2] Organización Mundial de la Salud (OMS). 2006.
- [3] K.-H. Kim, E. Kabir, and S. Kabir, *Environment International*, vol. 74, pp. 136–143, 2015.
- [4] C. E. Kolb, S. C. Herndon, J. B. Mcmanus et al., *Environmental Science & Technology*, vol. 38, no. 21, pp. 5694–5703, 2004.
- [5] Qijun Jiang, Frank Kresin, Arnold K. Bregt, et al., *Journal of Sensors*, vol. 2016, Article ID 5656245, 9 pages, 2016.
- [6] M. I. Mead, O. A.M. Popoola, G. B. Stewart et al., *Atmospheric Environment*, vol. 70, pp. 186–203, 2013.
- [7] D. Hasenfratz, O. Saukh, and L. Thiele, *Proceedings*, vol. 7158 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 228–244, Springer, Berlin, Germany, 2012.
- [8] Crilley, L. R., Shaw, M., Pound, R., Kramer, L. J., Price, R., Young, S., Lewis, A. C., and Pope, F. D., *Atmos. Meas. Tech.*, 11, 709-720, <https://doi.org/10.5194/amt-11-709-2018>, 2018.
- [9] de Nazelle, A., Bode, O., Orjuela, J.P. *Environment International* 99, 151-160, 2017.
- [10] Sportisse B. 2010. Springer Dordrecht Heidelberg. London, New York, 350 pp.
- [11] M. Aleixandre and M. Gerboles, *Chemical Engineering Transactions*, 30, 169-174 (2012).
- [12] N. Kularatna and B.H. Sudantha, *IEEE Sensors Journal*, 8, 415-422 (2008).
- [13] A.R. Al-Ali, I. Zualkernan, and F. Aloul, *IEEE Sensors Journal*, 10 (10), 1666-1671 (2010).
- [14] J.-H. Liu, Y.-F. Chen, T.-S. Lin, C.-P. Chen, P.-T. Chen, T.-H. Wen, C.-H. Sun, J.-Y. Juang, and J.- A. Jiang, *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 5(1), 191-214 (2012).
- [15] D. Hasenfratz, O. Saukh, S. Sturzenegger, and L. Thiele, April 16-20, 2012, Beijing, China. 2012 ACM 978-1-4503-1227- 1/12/04.
- [16] Lanjewar U. and Shah J, *International Journal of Advanced Computer Research*, 2(4), Issue 6, 19-23 (2012).
- [17] C.K. Ho, A. Robinson, D.R. Miller, and M.J. Davis, *Sensors*, 5, 4-37 (2005).
- [18] A. Zenger, R. A. Viscarra Rossel, D. L. Swain et al., *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 12, no. 5, pp. 303–316, 2010.
- [19] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, *Computer Networks*, vol. 38, no. 4, pp. 393–422, 2002.
- [20] P. Corke, T.Wark, R. Jurdak, W. Hu, P. Valencia, and D. Moore, *Proceedings of the IEEE*, vol. 98, no. 11, pp. 1903–1917, 2010.
- [21] Borrego, C., Costa, A.M., Ginja, J., Amorim, M., Coutinho, M., Karatzas, K., Sioumis, T., Katsifarakis, N., Konstantinidis, K., De Vito, S., Esposito, E., Smith, P., André, N., Gérard, P., Francis, L.A., Castell, N., Schneider, P., Viana, M., Minguillón, M.C., Reimringer, W., Otjes, R.P., von Sicard, O., Pohle, R., Elen, B., Suriano, D., Pfister, V., Prato, M., Dipinto, S., Penza, M. *Atmospheric Environment* 147, 246-263, 2016.
- [22] Castellini, S., Moroni, B., Cappelletti, D. P. *Measurement* 49, 99-106, 2014.
- [23] Sousan, S., Koehler, K., Hallett, L., Peters, T.M. *Aerosol Science and Technology* 50, 1352-1365, 2016.
- [24] Viana, M., Rivas, I., Reche, C., Fonseca, A.S., Pérez, N., Querol, X., Alastuey, A., Álvarez Pedrerol, M., Sunyer, J. *Atmospheric Environment* 123, 220-228, 2015.
- [25] Steinle, S., Reis, S., Sabel, C.E., Semple, S., Twigg, M.M., Braban, C.F., Leeson, S.R., Heal, M.R., Harrison, D., Lin, C., Wu, H. *Science of The Total Environment* 508, 383-394, 2015.
- [26] Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Di Sabatino, S., Bell, M., Norford, L., Britter, R. *Environment International* 75, 199-205, 2015.
- [27] Lewis, A.C., Lee, J.D., Edwards, P.M., Shaw, M.D., Evans, M.J., Moller, S.J., Smith, K.R., Buckley, J.W., Ellis, M., Gillot, S.R., White, A. *Faraday Discussions* 189, 85-103, 2016.
- [28] Mueller, M., Meyer, J., Hueglin, C., *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 1-29, 2017.



[29] Popoola, O.A.M., Stewart, G.B., Mead, M.I., Jones, R.L. Atmospheric Environment 147, 330-343, 2016.

[30] J. Yick, B. Mukherjee, and D. Ghosal. Computer Networks, 52(12):2292-2330, 2008.

Plan de actividades y cronograma:

Completar el número de planillas según la duración del Proyecto. Consignar la actividad y marcar con una cruz el período de realización planificado.

Duración: 18 MESES

Año 1												
Actividades	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>								
	<input checked="" type="checkbox"/>											

Año 2						
Actividades	Mes					
	1	2	3	4	5	6
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/>					
	<input checked="" type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/>					



Datos de integrantes:					
APELLIDO y NOMBRE	DOCUMENTO	FUNCIÓN dentro de la red	HORAS / SEMANA (Dedicadas al Proyecto)	Dependencia laboral: Institución / organización	FIRMA
Araguas, Gastón	22744699	Director del proyecto: Articulación de los recursos, compra de insumos y organización actividades de desarrollo de los equipos. Evaluación y publicación de los resultados.	16	CIII. UTN-FRC	
Diez, Sebastián	27920863	Co-Director del proyecto: compra de insumos, organización actividades de puesta en marcha de los equipos, logística de campo, calibración de sensores y validación mediciones. Publicación de resultados.	20	Instituto Gulich CONAE-UNC	
Cometto, Pablo	23624660	Investigador: desarrollo de las metodologías de calibración y validación de las mediciones. Publicación de resultados.	5	Instituto Gulich CONAE-UNC	
Gonzalez Dondo, Diego	31222887	Investigador: Diseño y desarrollo de los circuitos electrónicos. Documentación y publicaciones.	10	CIII. UTN-FRC	
Perez Paina, Gonzalo Fernando	28178261	Investigador: Diseño y programación de los firmware y librerías de los sistemas embebidos. Documentación y publicaciones.	10	CIII. UTN-FRC	
Alvarez Reyna, Marco	27920009	Gestión tecnológica y asesoramiento en la interfaz gráfica web, actualización de la base de datos y comunicación inalámbrica.	5	Instituto Gulich CONAE-UNC	
Bianchini, Bruno	37629151	Becario: integración de la electrónica, implementación de los scripts de procesamiento, mediciones de campo y de laboratorio.	10	CIII. UTN-FRC	
Fichetti, Tomás	37524646	Becario: integración de la electrónica, implementación de los scripts de procesamiento, mediciones de campo y de laboratorio.	10	CIII. UTN-FRC	



4) FIRMA DEL DIRECTOR, CO-DIRECTOR Y AVAL INSTITUCIONAL

En carácter de Director (Codirector) del Proyecto de Investigación declaro conocer y aceptar, en todos sus términos, la normativa del Ministerio de Ciencia y Tecnología para este tipo de beneficio así como las Bases de la presente convocatoria.

Firma del Co-Director y aclaración.

Firma del Director y aclaración

En carácter de Autoridad Institucional, presto conformidad a esta solicitud y avalo la ejecución del Proyecto de investigación en el lugar de trabajo citado, con el cargo y la dedicación que reviste el Director, como así también los integrantes del equipo de investigación que pertenecen a mi institución, en el momento de su presentación. Si en la ejecución del Proyecto participan varias instituciones, deberá adjuntarse nota de Aval de cada una de ellas.

Autorización y aval institucional (campo obligatorio)

Apellido y Nombres: Ing. Jorge Jazni Cargo: Secretario de Ciencia y Tecnología

Lugar: Córdoba

Fecha: 18 de Octubre de
2018

Firma de la Autoridad. Sello de la organización.