

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 1 - DATOS INFORMATIVOS**

Fecha de presentación: 01/03/2019

Título del proyecto:

Estudio de la degradación de dos pesticidas clorados, atrazina y 2,4 D, en efluentes sintéticos mediante ozonificación continua.

**TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Investigación básica

Investigación aplicada

**DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):**

Departamento de Ciencias Nucleares

**LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):**

Procesos de Oxidación Avanzada

**RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES**

Director

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Villacis Oñate William Estuardo	1714336565	46	Departamento de Ciencias Nucleares	Magíster en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Codirector

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Sinche Serra Marco Vinicio	1719567826	23	Departamento de Ciencias Nucleares	Máster en Agronomía

\* HSS = Horas Semana Semestre

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN  
FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS**  
**ANEXO 2 – DETALLES DE LA PROPUESTA**

Investigación Básica <input type="checkbox"/>	Investigación Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>
<b>DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO(S):</b> Departamento de Ciencias Nucleares	
<b>LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:</b> Procesos de Oxidación Avanzada	

<b>DISCIPLINA CIENTÍFICA</b>	
Ciencias Naturales y Exactas;	
Ingeniería y Tecnologías;	X
Ciencias Médicas;	
Ciencias Agrícolas;	
Ciencias Sociales;	
Humanidades	

<b>OBJETIVO SOCIOECONÓMICO</b>	
Exploración y explotación del medio terrestre;	
Ambiente;	X
Exploración y Explotación del espacio;	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras;	
Energía;	
Producción y tecnología industrial;	
Salud;	
Agricultura;	
Educación;	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación;	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos;	
Defensa;	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU);	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes.	





<b>1 Proyecto de Investigación</b>
<b>Título:</b> Estudio de la degradación de dos pesticidas clorados, atrazina y 2,4 D, en efluentes sintéticos mediante ozonificación continua.
<b>Resumen del proyecto</b> <p>Atrazina y Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) son pesticidas organoclorados utilizados para el control de maleza en cultivos de maíz y caña de azúcar; su presencia en el agua puede causar un problema ambiental y daños a la salud del ser humano. En Ecuador no se ha investigado la presencia de estos compuestos ni su tratamiento en aguas residuales, pero se conoce que los tratamientos convencionales no son eficaces para su degradación, pues son moléculas relativamente estables y persistentes. Por esta razón, el proyecto plantea el estudio del tratamiento de efluentes sintéticos que contienen atrazina y 2,4-D, mediante procesos de oxidación avanzada. Se construirá un reactor de 2 m de longitud con un difusor longitudinal de ozono, que permitirá estudiar la ozonificación continua y la transferencia de masa del ozono al agua. Se prepararán soluciones de atrazina <math>1,53 \times 10^{-4}</math> M (33,0 mg/L) y de 2,4 D <math>1,53 \times 10^{-4}</math> M (33,8 mg/L), las cuales se tratarán con ozono y se determinarán las condiciones de velocidad de flujo, longitud y pH que permitan disminuir la concentración de los contaminantes a los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud en agua potable, 0,1 mg/L de atrazina y 0,03 mg/L de 2,4-D.</p>
Palabras clave: Ozonificación continua, Procesos de Oxidación Avanzada, Atrazina, 2,4-D

<b>2 Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b>
---

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo General

Estudiar la degradación de los pesticidas clorados atrazina y 2,4-D en efluentes sintéticos preparados con agua destilada y estándares analíticos, mediante ozonificación continua.

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- Establecer el flujo volumétrico del efluente a ser tratado en un sistema continuo de ozonificación, que permita una mayor concentración de ozono disuelto.
- Evaluar la transferencia de masa del reactor con difusor longitudinal de ozono para el tratamiento en continuo.
- Determinar la influencia de la longitud del reactor en la degradación de los pesticidas atrazina y 2,4-D; bajo condiciones de pH natural de cada efluente sintético.
- Evaluar el efecto del pH que permita la mayor degradación de cada pesticida, a la longitud del reactor seleccionada.

#### 2.2 Detalle de los resultados esperados

- Valor del coeficiente de transferencia de masa para ozono en agua y masa de ozono total transferida por unidad de tiempo a pH de cada efluente sintético.
- Valor de flujo volumétrico del efluente que permite alcanzar una mayor concentración de ozono en el agua para facilitar la degradación de los pesticidas.
- Valor de longitud a pH del efluente sintético que proporciona la mayor degradación de cada pesticida en el sistema de ozonificación continua.
- Valor de pH que genera la mayor degradación de pesticidas para la longitud que proporcionó los mejores resultados de remoción a pH del efluente sintético.





### 3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación

Estudios realizados en España, Italia y Australia han encontrado concentraciones sobre los valores de norma de atrazina y ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) en aguas superficiales y subterráneas, con concentraciones de 1,1 a 10 mg/L [1, 2, 3]. Según “La visión global de regulaciones y estándares nacionales para la calidad del agua potable” de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere una concentración de atrazina menor a 0,1 mg/L y una concentración de 2,4-D menor a 0,03 mg/L, en agua de consumo humano [4].

De acuerdo con el Programa de Salud y Sanidad del Agua de la OMS (2011), la hidroxitriazina, un metabolito de la atrazina encontrado frecuentemente en aguas subterráneas presenta un efecto de toxicidad renal debido a la posibilidad de formar cristales y en consecuencia provocar una respuesta inflamatoria [5]. Por otro lado, estudios epidemiológicos asocian la exposición a 2,4-D con el desarrollo de dos tipos de cáncer, sarcomas de partes blandas y linfomas no hodgkinianos. Se afirma también que la toxicidad del ácido 2,4-D es comparable con la de sus sales y ésteres [6].

La actividad agrícola representó, en 2017, un 8,2% del PIB de Ecuador con una tendencia creciente de 2016 a 2017 del 4,4% [7], por lo que el uso de pesticidas y fertilizantes ha incrementado. Entre los pesticidas más comunes a nivel nacional se encuentran atrazina y 2,4-D, que son utilizados para el control de maleza en cultivos de hoja ancha como el maíz, caña de azúcar, soya entre otros. [5, 8] En Ecuador, el cultivo de maíz representa el 35,5 % de los cultivos transitorios mientras que la caña de azúcar representa el 7,7% de cultivos permanentes [9].

La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad) clasifica a la atrazina dentro de la categoría tóxica del grupo III, ligeramente peligroso con un LD<sub>50</sub> Oral 2 000 mg/kg peso cuerpo. Por otra parte, el 2,4 D está dentro de la categoría tóxica II, es decir moderadamente peligroso con un LD<sub>50</sub> Oral 375 mg/kg peso cuerpo [10].

Debido a que los pesticidas organoclorados son sustancias de difícil degradación, se recomienda el uso de métodos de oxidación avanzada para tratar efluentes provenientes de industrias agrícolas. La ozonificación para el tratamiento de aguas residuales que contienen contaminantes resistentes a la degradación ha obtenido buenos resultados debido al elevado potencial redox del ozono [11]. La baja solubilidad de ozono en agua produce que la transferencia de masa sea un factor limitante en este tipo de tratamientos; la solubilidad del ozono depende del pH de la solución, de tal forma que la razón de solubilidad de ozono es fase líquida respecto a la fase gaseosa es de 0,3 en un rango de pH de 2 a 7; a pH más elevados se produce una auto descomposición del ozono [12].

El ozono actúa, en los procesos de oxidación, de manera directa sobre el sustrato, e indirectamente, mediante la formación de radicales. En la reacción directa el ozono molecular puede reaccionar; de forma lenta y selectiva, con compuestos orgánicos que tienen sitios de alta densidad electrónica; mientras que, la reacción indirecta se da por radicales que son producto de la descomposición de ozono en agua, que son poco selectivos y muy reactivos [13]. El mecanismo de descomposición de ozono en agua es una compleja serie de reacciones radicalarias en cadena, que son catalizadas por iones OH<sup>-</sup>, de tal forma que dicho mecanismo se favorece a valores de pH básicos [14].

Los pesticidas por tratar son compuestos organoclorados, estables y relativamente persistentes, la ozonificación por vía indirecta a pH elevados, al ser un método de oxidación avanzada, resultaría una buena alternativa para la degradación de estos sustratos; el proyecto se encuentra dentro de la línea de investigación de Procesos de Oxidación Avanzada (POA's) del Departamento de Ciencias Nucleares.





#### 4 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Disertación a la Comunidad Politécnica (obligatorio);	X
b. Presentación de un artículo en formato de la Revista Politécnica (obligatorio)	X
c. Proyecto de Titulación;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	
g. Publicaciones científicas indexada en SCIMAGO-SCOPUS/WoS/SCIELO/Latindex Catálogo o un artículo en congreso indexado en SCOPUS.	

#### 5 Descripción y metodología y diseño del proyecto

##### 5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto

##### 1. Influencia del flujo volumétrico del efluente en la concentración de ozono disuelto

- 1.1. Se diseñará y construirá un sistema de ozonificación continuo con difusor longitudinal conformado por dos cilindros concéntricos. El cilindro exterior de 8 mm de diámetro y 200 cm de longitud será dividido en cuatro tramos de 50 cm mediante válvulas para la recolección de muestras. El sistema de difusor consistirá en un cilindro de diámetro igual a 4 mm, con agujeros de 0,5 mm de diámetro separados 5 mm entre sí, para burbujear el ozono a lo largo del reactor. El efluente ingresará al reactor con la ayuda de una bomba peristáltica de marca Fisher (1-400 rpm). El ozono será suministrado con un generador de ozono marca PHILAQUA, modelo BTM 802M.2. El flujo de ozono producido por el generador es función de la presión y flujo del suministro de oxígeno.
- 1.2. Se determinará el flujo volumétrico del efluente que genere la mayor concentración de ozono disuelto. El flujo volumétrico se define en función de la velocidad angular de la bomba peristáltica; por lo tanto, se utilizará un diseño experimental completamente al azar DCA, con un solo factor categórico: la velocidad angular de la bomba, misma que se probará en cuatro niveles (100, 150, 200 y 300 rpm). Los datos de concentración de ozono serán analizados en el programa Stathgraphics Centurion XVI, mediante un ANOVA y una prueba de rangos múltiples con el método de Fisher (LSD), con el 95% de confianza.
- 1.3. La concentración de ozono disuelto en el efluente se determinará por yodometría. Para ello, una solución de yoduro de potasio al 2% circulará por el reactor y se titulará la solución obtenida con tiosulfato de sodio 0,1 N previo la adición de 10 mL de ácido sulfúrico 2N y se utilizará almidón soluble al 0,5% como indicador. [15]
- 1.4. La cantidad de ozono que se requiere para la degradación de los pesticidas, se estimará mediante un balance de masa, a partir de la diferencia de la concentración del flujo gaseoso que ingresa y sale del reactor.

##### 2. Evaluación de la transferencia de masa del reactor

- Se estimará el coeficiente de transferencia de masa del difusor longitudinal para ozono en agua mediante correlaciones en sistemas de burbujeo, según el método de Olsen, que se basará en la





presión de los efluentes sintéticos, el flujo volumétrico de gas, la cantidad de ozono disuelto y la solubilidad máxima del ozono a presión atmosférica y temperatura ambiente. [17]

### 3. Influencia de la longitud del reactor en la degradación a pH del efluente sintético

- 3.1. Se realizará la curva de calibración de atrazina mediante cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC). Se utilizará para ello el sistema de HPLC Agilent modelo 1120 LC compacto con una columna ZORBAX Extend 300 C18 de Agilent (diámetro interno de 150 mm × 2.1 mm, tamaño de partícula de 3.5 μm) y detección UV, a una temperatura de 35°C, una longitud de onda de 218 nm, se utilizará acetonitrilo/agua (50:50) como fase móvil y un caudal constante de 1 mL/min. El tiempo de elución será de 5 min y se inyectará 20 μL de muestra. La curva de calibración de 2,4-D será determinada a una temperatura de 25°C, una longitud de onda de 208 nm, se utilizará acetonitrilo/agua (60:40) como fase móvil y un caudal constante de 1 mL/min. El tiempo de elución será de 3,5 min y se inyectará 20 μL de muestra.
- 3.2. Se prepararán aproximadamente 2L de los efluentes sintéticos para cada ensayo, con una concentración igual a  $1,53 \times 10^{-4}$  M para los dos pesticidas, dicha concentración es el valor de máxima solubilidad de atrazina, pues este compuesto tiene menor solubilidad que el 2,4-D [16]. Los ensayos corresponderán a un diseño experimental completamente al azar DCA en el que el factor categórico será la longitud del reactor a escala de laboratorio y se probará en cuatro niveles (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 m); las variables de respuesta serán la concentración final de pesticidas y el valor de COT final de cada uno de los efluentes sintéticos. El COT será medido de acuerdo al procedimiento 5310 A de standard methods [15]. Los valores de pH de operación son los valores naturales de las soluciones de pesticidas. Los datos serán analizados en el programa Stathgraphics Centurion XVI, mediante un ANOVA y una prueba de rangos múltiples con el método de Fisher (LSD), con el 95% de confianza.

### 4. Influencia del pH en la degradación a mejor valor de longitud

- 4.1. Una vez seleccionado la longitud del reactor y el flujo volumétrico del efluente que generan la mejor degradación de los dos pesticidas se procederá a analizar la influencia del pH de los efluentes en la degradación.
- 4.2. Se utilizará un diseño experimental completamente al azar DCA, con el pH como factor de entrada, que se probará en tres niveles (7, 9 y 11); las variables de respuesta serán la concentración final de pesticidas y el valor de COT final de cada uno de los efluentes sintéticos. Los datos serán analizados en el programa Stathgraphics Centurion XVI, mediante un ANOVA y una prueba de rangos múltiples con el método de Fisher (LSD), con el 95% de confianza.

#### Referencias bibliográficas:

- [1] Claver, A.; Ormad, P.; Rodríguez, L. y Ovelleiro, J.L. (2006) Study of the presence of pesticides in surface waters in the Ebro river basin (Spain). *Chemosphere*, 64:9, 1437-1443. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2006.02.034
- [2] McMahon, K; Bengtson Nash, S. Eaglesham, G. Müller, J.F. Duke, N. C. y Winderlichd, S. (2005) Herbicide contamination and the potential impact to seagrass meadows in Hervey Bay, Queensland, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 51:1-4, 325-334. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2004.10.045
- [3] Carafa, R.; Wollgast, J.; Canuti, E.; Lighthart, J.; Dueri, S.; Hanke, G.; Eisenreich, S. J.; Viaroli, P. y Zaldívar, J.M. (2007) Seasonal variations of selected herbicides and related metabolites in water, sediment, seaweed and clams in the Sacca di Goro coastal lagoon (Northern Adriatic). *Chemosphere*, 69:10, 1625-1637. DOI: doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.05.060
- [4] Organización Mundial de la Salud, (2018). *A global overview of national regulations and standards for drinking-water quality*, Water Sanitation Health, Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272345/9789241513760-eng.pdf?ua=1> (Junio, 2018)





- [5] Organización Mundial de la Salud, (2011). *Atrazine and Its Metabolites in Drinking-water* Background document for development of WHO guidelines for Drinking-water Quality, Water Sanitation Health, Recuperado de: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/antrazine.pdf?ua=1](http://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/antrazine.pdf?ua=1) (Febrero, 2019)
- [6] Organización Mundial de la Salud, (2017). *Guidelines for drinking-water quality*. Recuperado de: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/) (Junio, 2018)
- [7] Banco Central del Ecuador, (2017). *Producto interno bruto por industria*. Recuperado de: <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp> (Octubre, 2018)
- [8] Organización Mundial de la Salud, (2003). *2,4-D in Drinking-water* Background document for development of WHO guidelines for Drinking-water Quality, Water Sanitation Health, Recuperado de: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/24D.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/24D.pdf) (Febrero, 2019)
- [9] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Recuperado de: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2017/Presentacion\\_Principales\\_Resultados\\_ESPAC\\_2017.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Presentacion_Principales_Resultados_ESPAC_2017.pdf) (Octubre, 2018)
- [10] Agrocalidad, (2018). *Plaguicidas. Clasificación toxicológica*. Recuperado de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dria/INEN-1898-plaguicidas-clasificacion-toxicologica.pdf> (Junio, 2018)
- [11] Shiqing Z.; Lingjun B.; Zhou S.; Chen B. y Qihang Y. (2016) A novel advanced oxidation process using iron electrodes and ozone in atrazine degradation: Performance and mechanism. *Chemical Engineering Journal*, 306, 719-725. DOI: 10.1016/j.cej.2016.08.001
- [12] Egorova, G. V.; Voblikova, V. A.; Sabitova, L. V.; Tkachenko, I. S.; Tkachenko, S. N. y Lunin, V. V. (2014) Ozone Solubility in Water. *Moscow University Chemistry Bulletin*, 70:5, 207-210. DOI: 10.3103/S0027131415050053
- [13] Zhou, H. y Smith, D. W. (2002). Advanced technologies in water and wastewater treatment. *J. Environ. Eng. Sci*, 1, 247-264. DOI: 10.1139/S02-020
- [14] Ershov, B.G y Morozov, P. A. (2009). The Kinetics of Ozone Descomposition in Water, the Influence on pH and Temperature. *Russian Journal of Physical Chemistry*, 8 (83), 1295-1299. DOI: 10.1134/S0036024409080093
- [15] APHA®, AWWA® y WEF®. (2009). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Recuperado de: <http://goo.gl/Eawunz>. Octubre, 2018)
- [16] Olsen, J. E.; Dunnebie, D.; Davies, E.; Skjetne, P. y Morud, J. (2017) Mass transfer between bubbles and seawater. *Chemical Engineering Science*, 161, 308-315. DOI: 10.1016/j.ces.2016.12.047
- [17] Yixin, Y.; Hongbin, C.; Pai, P. y Hongmiao, B. (2014) Degradation and transformation of atrazine under catalyzed ozonation process with TiO<sub>2</sub> as catalyst. *Journal of Hazardous Materials*, 279, 444-451. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2014.07.035

## 6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos **disponibles** para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
Laboratorio	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Laboratorio de Cromatografía	Equipo HPLC marca AGILLEN con detector UV	Departamento de Ciencias Nucleares
Laboratorio de Química Orgánica	pH-metros, Planchas de agitación y calentamiento marca OVAN	Departamento de Ciencias Nucleares
Laboratorio de Tecnología de Radiaciones	Generador de ozono marca PHILAQUA, modelo BTM	Departamento de Ciencias Nucleares



	802M	
Laboratorio de Tecnología de Radiaciones	Medidor TOC	Departamento de Ciencias Nucleares
Laboratorio de Tecnología de Radiaciones	Bomba peristáltica marca Fisher (400 rpm)	Departamento de Ciencias Nucleares

### 6.2 Breve justificación del equipo requerido

- No Aplica.

### 6.3 Fondos Adicionales

No cuenta con fondos adicionales

Se citan a continuación los reactivos y materiales que serán provistos por el Departamento de Ciencias Nucleares

- Estándares de Atrazina 98,6% y 2,4-D 98 %
- KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Indicador de almidón
- Material para ensayos de COT
- Material de vidrio para laboratorio





## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN INTERNOS SIN FINANCIAMIENTO O AUTOGESTIONADOS ANEXO 4 - DECLARACIÓN

### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

### TÍTULO DEL PROYECTO

Estudio de la degradación de dos pesticidas clorados, atrazina y 2,4 D, en efluentes sintéticos mediante ozonificación continua

### DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una creación original de mi autoría y del equipo de investigadores, y por tanto asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que todos los bienes adquiridos en proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto durante la ejecución del mismo.
- Que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, aceptamos que éstos serán compartidos entre los investigadores y la institución o las instituciones participantes en el proyecto, conforme a lo establecido en el COESC.
- Que el equipo de investigadores y/o instituciones participantes se comprometen a mantener la confidencialidad de la información si ésta podría ser susceptible de protección por patentes, y solicitar la valoración de propiedad intelectual respectiva previa a cualquier publicación o difusión.
- Que para el caso de derechos de autor otorgamos una licencia de uso exclusivo con fines académicos para la o las instituciones participantes en el proyecto.

  
Firma del Director del Proyecto

Nombre: *William Estuardo Villacis Oñate*  
C.I.: *171433656-5*





DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de Ciencias Nucleares, en sesión del día 21/03/2019..... mediante resolución No. 21-19..

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

-----  
Firma del Jefe del Departamento

Nombre: Catalina Vesco

C.I.: 17114871-3