

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (dd/mm/aa):

Título del proyecto: *(Revisar la guía para la presentación de las propuestas de los proyectos de investigación)*

Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTO:

1. Departamento de Ciencias Nucleares

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

1. Aplicaciones de Radioisótopos y Aceleradores de Electrones

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y CODIRECTOR

Director					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Santos Torres Roque Antonio	1716629959	5	Ciencias Nucleares	PHD	

Codirector <i>(Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)</i>					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Muñoz Bisesti Florinella	1704582020	3	Ciencias Nucleares	PHD	



RESUMEN DE INFORMACIÓN COLABORADORES

Colaborador(es)					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Departamento	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID
Vargas Jentzsch Paul Ernesto	1757079957	3	Ciencias Nucleares	PHD	

Estudiantes de Posgrado de Investigación					
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS*	Programa de Posgrado	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID

Colaboradores Externos					
Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS*	Institución	Título de mayor nivel y mención.	No. ORCID

*HSS =Horas Semana Semestre: Es el número de horas que se dedica por semana a la investigación. Este número de horas se mantiene para todo el semestre

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. Departamento de Ciencias Nucleares

2.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Aplicaciones de Radioisótopos y Aceleradores de Electrones

2.

CAMPO DEL CONOCIMIENTO (Ver Anexo A: Detalle de los campos del conocimiento)

Campo amplio	Campo detallado	Campo específico
Ingeniería Industria y Construcción	Ingeniería y profesiones afines	Ingeniería y Procesos Químicos

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

Ciencias Naturales y Exactas	
Ingeniería y Tecnologías	X
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

Exploración y explotación del medio terrestre	
Ambiente	
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)	X
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	

Alcance Territorial (Marque X, solamente una opción)

Institucional	X	Nacional	
Parroquial		Internacional	
Cantonal		No definido	



Provincial

1 Proyecto de Investigación

Título(mínimo 10 palabras):

Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Se desarrollará un sistema dosimétrico para radiación UV. Este sistema medirá la cantidad de energía UV absorbida por una unidad de masa de una solución de azul de metileno. Para desarrollar este sistema dosimétrico se diseñará y construirá un fotoreactor de un volumen estimado de 100 mL. Este fotoreactor contará con un sistema de muestreo automático y un sistema de registro de temperatura continuo. La cantidad de energía absorbida será relacionada al incremento de temperatura de la solución. Estas mediciones serán complementadas con un sistema dosimétrico químico que mida la concentración de especies radicalarias formadas debido a la exposición a la radiación. También se desarrollará un calorímetro de grafito, similar a los empleados en la calorimetría de radiaciones ionizantes, con el fin de verificar/complementar los resultados del fotoreactor. Otra solución de azul de metileno será irradiada con electrones acelerados de 6 MeV, rayos X y con radiación gamma proveniente de una fuente de cobalto. La tasa de dosis de irradiación gamma será de 4 Gy/min. Finalmente se establecerá la relación entre energía UV absorbida y energía ionizante absorbida versus concentración de azul de metileno, con el fin de establecer una comparación directa del efecto entre ambos tipos de radiación.



Palabras clave (4-6):

Dosimetría UV, irradiación UV, fotoreacción, degradación de azul de metileno, dosimetría.

2 Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Diseñar un fotoreactor con registro continuo de temperatura para absorción de radiación UV en soluciones de azul de metileno.
- b. Establecer una relación entre la degradación de azul de metileno por radiación UV y el calor absorbido por el fotoreactor debido a la exposición UV.
- c. Establecer la relación entre el efecto de degradación sobre soluciones de azul de metileno por radiación UV y el efecto de degradación por radiación ionizante.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- a. No se validarán los resultados a través de intercomparaciones con otros laboratorios
- b. El fotoreactor tendrá un volumen limitado

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

Es posible medir la dosis absorbida, en unidades de energía absorbida por unidades de masa, para radiación UV con métodos similares a los usados para determinar la dosis absorbida para radiaciones ionizantes.

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- a. Fotoreactor para absorción de radiación UV.
- b. Curva de calibración entre aumento de temperatura en el fotoreactor y energía UV absorbida en una muestra de solución de azul de metileno.
- c. Curva de calibración entre dosis absorbida UV y dosis de radiación ionizante equivalente para alcanzar un determinado valor de concentración de azul de metileno.

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

La radiación UV, que es radiación no ionizante, es capaz de interactuar con los electrones de las últimas capas atómicas de una sustancia y promover el salto de estos a capas atómicas superiores. Esta promoción rompe los enlaces químicos de ciertas moléculas y produce radicales libres los cuales en última instancia provocan reacciones químicas. Este comportamiento es aprovechado en la descontaminación de efluentes líquidos a través de oxidación por radiación UV. La interacción de los fotones UV con la materia ocurre a través del efecto fotoeléctrico. Este efecto es común a otro tipo de radiaciones y, por ejemplo, es el mismo que ocasiona la absorción de fotones gamma, que es una radiación ionizante. Por esta razón, en principio es posible concebir un sistema de medición de dosis absorbida similar en ambos tipos de radiación [1].



La dosis absorbida se define, para la radiación ionizante como la energía absorbida por unidad de masa [1]. Sin embargo, para la radiación UV, la dosis se expresa como una combinación de la potencia por unidad de área emitida por una fuente y el tiempo de exposición a esta fuente[2],[3]. La dosimetría de radiación UV se ha enfocado en este tipo de mediciones debido a que los rayos UV no tienen una penetración importante en la materia. En ese sentido, los principales esfuerzos para establecer una dosimetría se encuentran en la medicina y la radiobiología por lo que la literatura disponible pertenece principalmente a estas áreas[4],[5],[6]. En ambas áreas, la dosis expresada en términos del tiempo de exposición es suficiente para caracterizar los daños producidos por el sol sobre la piel, que es el órgano directamente afectado.

Esta definición de dosis, sin embargo, tiene limitación para aplicaciones industriales, donde los equipos se diseñan para absorción volumétrica de radiación UV. Por ejemplo, para la oxidación mediante UV de aguas contaminadas, se requiere tratar un volumen de agua por un determinado tiempo. La potencia de las lámparas, expresadas en potencia por unidad de área, no entrega información acerca de la energía absorbida sobre el volumen de agua. No considera tampoco que la capacidad de absorción de fotones UV es función del soluto presente en las matrices tratadas. Esto dificulta la comparación del efecto producido por la absorción de luz UV proveniente de lámparas con potencias diferentes, en distintas matrices, o la comparación con otros tipos de radiaciones ionizantes con la radiación UV.

Debido a la necesidad de esta comparación, existen trabajos de investigación encaminados a desarrollar una dosimetría UV similar a la existente para radiaciones ionizantes. Lee et al. [7], por ejemplo, desarrollan un sistema dosimétrico UV basado en la reducción de hierro III a hierro II. Es sabido que el proceso contrario, es decir la oxidación de hierro II a hierro III es el fundamento de la dosimetría Fricke empleada en radiación gamma. Yan et al. [8] ponen de manifiesto la falta de un sistema normalizado de medición de dosis absorbida para radiación UV y emplean películas radiocrómicas, propias de irradiación gamma, como sistema dosimétrico en un proceso de tratamiento de manzanas con este tipo de radiación. Sus resultados demostraron que existe proporcionalidad entre el efecto sobre la película radiocrómica y la dosis de radiación UV. Ambos trabajos intentan generar un sistema de dosimetría más general, pero siguen enfocándose en la potencia por unidad de área para expresar la dosis. El presente trabajo pretende generar un sistema dosimétrico que permita determinar la energía UV absorbida por unidad de masa, de manera que se puedan comparar los efectos de degradación de esta radiación con efectos similares de radiaciones ionizantes.

Esta investigación será pionera en este tipo de mediciones y está encaminado a generar un sistema que facilite el control de calidad de tratamiento de sustancias con radiación UV. La investigación permitirá el avance general del conocimiento debido a que se estudiarán los efectos de la interacción de una radiación no ionizante con la materia y cómo estos pueden ser comparados con los efectos alcanzados para radiaciones ionizantes. El trabajo se relaciona con la línea de Tecnología nuclear puesto que se pretende establecer una herramienta que permita utilizar los mismos instrumentos para medir la interacción de radiaciones ionizantes y de radiaciones no ionizantes con la materia, de manera que se puedan, en un futuro, desarrollar aplicaciones en las que ambos tipos de radiaciones sean intercambiables o complementarios.

4 Impacto de la investigación

4.1 Impacto Social (máximo 250 palabras)

El impacto social se presentará en la implementación de estas técnicas de medición en la descontaminación de efluentes de desecho. Personal no técnico de gobiernos seccionales y empresas privadas podrán hacer uso de tablas normalizadas de dosis para establecer procedimientos de tratamientos en los que se use radiación UV.

4.2 Impacto Económico (máximo 250 palabras)

El proyecto presentará un impacto económico debido a que facilitará el diseño de aplicaciones que utilizan radiación UV, como por ejemplo, tratamiento de aguas de desecho, tratamiento de alimentos para desinfección, tratamiento de materiales para curación UV, etc. Al tener un sistema normalizado de medición de radiación, será posible que emprendedores con limitado conocimiento de la tecnología puedan emplear estas medidas para elaborar sus propias aplicaciones.

4.3 Impacto Político (máximo 250 palabras)



4.4 Impacto Científico (máximo 250 palabras)

Este será un método pionero de medición de dosis para radiación UV. Permitirá la comparación de resultados entre radiación ionizante y no ionizante. Esto hará posible cierta extrapolación de datos, sobre todo para aplicaciones volumétricas. Proyectos futuros podrán incursionar en diseño de sistemas que complementen ambos tipos de radiaciones para mejorar su eficiencia y/o seguridad de uso. Se podrán establecer sistemas de control rutinario de dosis para exposición UV, así como los actualmente disponibles para radiación ionizante.

4.5 Otro Impacto (máximo 250 palabras)

5 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas y/o patente (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	X
e. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	

6 Descripción, metodología y diseño del proyecto

6.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

El proyecto creará un dosímetro para radiación UV cuyo resultado se exprese en unidades de energía sobre masa de la misma forma que están definidas para las radiaciones ionizantes [1]. Para lograr este objetivo es necesario determinar las condiciones de irradiación en el sentido tradicional, es decir medir la potencia de la lámpara UV por unidad de área y determinar el tiempo de exposición de la sustancia irradiada.

a. Diseñar un fotoreactor con registro continuo de temperatura para absorción de radiación UV en soluciones de azul de metileno

Para el diseño del reactor se considerará un volumen de solución a irradiar de 100mL en proceso batch, con agitación continua y extracción de muestra a través de una bomba peristáltica[9]. El diseño incluye un soporte para una lámpara UVB-UVC al que estará expuesta la solución con azul de metileno. El fotoreactor deberá contar con un contenedor externo, que servirá como aislante de luz y calor. De esta manera se asegurará que los cambios en concentración y en temperatura dentro del reactor se deben únicamente a la acción de la radiación UV. El fotoreactor contará con entradas para los sensores que registrarán continuamente el cambio de temperatura. Estos sensores serán RTD de 100 Ohm y 3 cables y serán conectados a un modulo NI9217 de entrada de temperatura calibrado de 4 canales Pt-100 (compatible con el sensor). Este modulo a su vez irá conectado a un DAQ modelo cDAQ9174 con comunicación a un computador portátil [10].

En el reactor se irradiará una solución de azul de metileno de concentración conocida preparada en agua destilada para evitar interferencias [11]. La irradiación se llevará a cabo durante un tiempo mayor a 24 horas. Para medir la potencia de la lámpara por unidad de área se empleará un radiómetro con sonda UVA-UVB-UVC, cuya operación se encuentre entre las longitudes de onda de 290 a 390 nm y con un rango de medición de 0 a 19,99 mW/cm² con una resolución de 0,001 mW/cm² [2], [3].



b. Establecer una relación entre la degradación de soluciones coloreadas por radiación UV y el calor absorbido por el calorímetro debido a la exposición a esta radiación

Se empleará un sistema de adquisición de datos (DAQ) para el registro continuo de la temperatura de la solución, mientras esta es tratada por radiación UV. De esta manera se podrá medir el cambio de temperatura de la solución debido a la absorción UV en el volumen de solución de azul de metileno. El cambio de temperatura de la solución deberá ser traducido a energía absorbida mediante las relaciones matemáticas que dependerán de la solución de azul de metileno, de forma similar a como se procede para radiaciones ionizantes [12]. Se construirá una curva de calibración que relacione la energía UV absorbida con la concentración de azul de metileno. Esta medida será corroborada y/o contrastada con medición de dosímetros químicos. Un ejemplo de este tipo de dosímetros puede ser aquel basado en la reducción de hierro III a hierro II, o algún otro sistema dosimétrico empleado para radiación gamma. Este dosímetro químico también será expuesto al sistema de tratamiento por radiación UV [7], [8]. Se diseñará también un calorímetro de grafito similar al empleado para la dosimetría de radiación X/electrones acelerados para facilitar la comparación con rayos X. Este calorímetro de grafito deberá contar con un registro permanente de temperatura.

c. Establecer la relación entre el efecto de degradación sobre soluciones de azul de metileno por radiación UV y el efecto de degradación por radiaciones ionizantes

Otra muestra de azul de metileno, preparada en agua destilada para evitar interferencias de impurezas, será irradiada con electrones acelerados de 6 MeV y rayos X producidos a partir del impacto de los electrones de 6 MeV con un blanco de tantalio. Esta irradiación se llevará a cabo también en un irradiador de Co-60. La exposición a radiación ionizante se realizará para determinar una curva de calibración de dosis absorbida (de radiación ionizante) versus concentración de azul de metileno. Esta irradiación se realizará de acuerdo con el método propuesto por Molina-Higgins y Rojas [13], sin la adición de ningún radiosensibilizador. La tasa de dosis a ser irradiada será de 4 Gy/min. La dosimetría para esta irradiación se llevará a cabo con dosímetros químicos (tipo solución Fricke, por ejemplo). El dosímetro empleado deberá ser igual a aquel usado para la irradiación UV. También se realizará la dosimetría por calorimetría con un calorímetro de grafito marca RISO para la radiación ionizante [12]. La irradiación se llevará a cabo en el acelerador de electrones y en la fuente de Co60 del Departamento de Ciencias Nucleares de la Escuela Politécnica Nacional.

Para ambos casos, es decir para radiación UV y radiación ionizante, la concentración del azul de metileno se medirá en un espectrofotómetro UV-VIS del laboratorio de dosimetría del Departamento de Ciencias Nucleares. La longitud de onda de medición será 664 nm para el azul de metileno [9], [13]. Debido a que el volumen de muestra para medir la concentración de azul de metileno para el tratamiento con UV será limitado, se emplearán celdas de cuarzo de volumen reducido.

Finalmente se elaborará una curva de equivalencia de dosis, medida en energía absorbida por unidad de masa, para la radiación UV y para la radiación ionizante de manera que los efectos sobre la concentración de azul de metileno sean comparables entre ambos tipos de radiación.

- [1] Anderson, D. (1986). *Absorption of Ionizing Radiation*. Baltimore, USA: University Park Press.
- [2] Webb, A. (1995). Measuring UV Radiation: A discussion of dosimeter properties, uses and limitations. *Journal of Photochemistry and Radiobiology B: Biology*, 31, 9-13
- [3] Diffey, B. (2002). Sources and measurement of ultraviolet radiation. *Methods*, 28, 4-13.
- [4] Ronto, Gy., Gróf P., Gáspár, S. (1995). Biological UV dosimetry – a comprehensive problem. *Journal of Photochemistry and Radiobiology*, 31, 51-56.
- [5] Smetana, F., Hajek, M., Bergman, R., Brusl, H., Fugger, M., Graztl, W., Kitz, E., Vana, N. (2008). A portable multi-purpose OSL reader for UV dosimetry at workplaces. *Radiation Measurements*, 43, 516-519.
- [6] Koziczki, M., Kwiatos, K., Dudek, M., Stempien, Z. (2017). Radiochromic gels for UV radiation measurements in 3D. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 351, 197-207.
- [7] Lee, H., Alqathami, M., Blencowe, A., Ibbott G. (2018). Iron-based radiochromic systems for UV dosimetry applications. *Physics in Medicine and Biology*. Volume (63), 025010.
- [8] Yan, R., Yun, J., Gurtler, J., Fan X., (2017). Radiochromic film dosimetry for UV-C treatments of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. Volume (127). 14-20.



- [9] Lachheb, H., Puzenat, E., Houas, A., Ksibi, M., Elaloui, E., Guillard, C., Herrmann, J. (2002). Photocatalytic degradation of various types of dyes (Alizarin S, Crocein Orange G, Methyl Red, Congo Red, Methylene Blue) in water by UV-irradiated titania. *Applied Catalysis B: Environmental*. Volume (39). 75-90
- [10] Che Ramli, Z., Asim N., Isahak, W., Emdady, Z., Ahmad-Ludin N., Yarmo, N., Sopian K. (2014) Photocatalytic Degradation of Methylene Blue under UV Light Irradiation on Prepared Carbonaceous TiO₂. *The Scientific World Journal*. Volume (2014), 8 pages.
- [11] Abou-Gamra, Z., Ahmed, M.A. (2016). Synthesis of mesoporous TiO₂-curcumin nanoparticles for photocatalytic degradation of methylene blue dye. *Journal of Photochemistry and Biology, B: Biology*. Volume (160). 134-141.
- [12] Chilkulwar R.H., Sharma, S.D., Chaudhary, N., Acharya, S., Mayya, S., Mittal, K., Gantayet, L.M. (2012). Dosimetric evaluation of an indigineous developed 10 MeV industrial electron beam irradiator. *Radiation Measurements*. Volume (47). 628-633.
- [13] Molina-Higgins, M.C., Rojas, V. (2016). Evaluation of TiO₂ and TiO₂/Au nanoparticles as a Potential Radiosensitizers by Decomposition of Methylene Blue. *Transaction of the American Nuclear Society: Biology and Medicine: General*. Volume (115). 28-31.

7 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

7.1 Infraestructura y equipos

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

Infraestructura	Equipos	
	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
Laboratorio Dosimetría	Espectrofotómetro UV-VIS	Laboratorio de Tecnología de Radiaciones – Laboratorio de dosimetría
Acelerador de Electrones	Acelerador de Electrones	Casamata
Fuente de Co60	Fuente de Co60	Casamata
Laboratorio de Química Orgánica	Balanza analítica	Edificio Antiguo de Química
Laboratorio de Aguas y Microbiología	Balanza analítica – Sorbona	Edificio junto al Centro de Irradiación, Edificio Casamata

7.2 Breve justificación del equipo requerido

- Justificar la infraestructura y equipos **solicitados** para la ejecución del proyecto e indicar el departamento en el cual se ubicará dicho equipamiento.

Equipo	Justificación	Ubicación
Radiómetro con sondas para UVA, UVB, UVC	Se requiere medir la potencia por unidad de área de las lámparas a ser usadas para establecer el tiempo de medición	Laboratorio de aguas y microbiología
Bomba peristáltica	Requerida para elaborar el sistema automático de muestreo de las soluciones irradiadas con UV	Laboratorio de aguas y microbiología
Sistema de adquisición de datos (DAQ)	Requerido para medir el cambio de la temperatura de la solución de forma continua y que asegure la posibilidad de distinguir ruido de medida efectiva	Laboratorio de aguas y microbiología
Modulo calibrado de entrada de temperatura compatible con DAQ	Requerido para medir el cambio de la temperatura de la solución de forma continua y que asegure la posibilidad de distinguir ruido de medida efectiva	Laboratorio de aguas y microbiología



7.3 Fondos Adicionales

- *Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)*
- No se disponen de fondos adicionales.



Título del Proyecto:

Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en medios acuosos para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

Nº	Actividad	Presupuesto de la Actividad	AÑO 1												AÑO 2																																																											
			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12				Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4												
1	Diseñar un fotoreactor con registro continuo de temperatura para absorción de radiación UV en	\$ 2.384,93	[Shaded]																																																																							
1,1	Adquisición del radiómetro UVA-UVB-UVC	\$ 448,00	[Shaded]																																																																							
1,2	Compra de lámparas UV	\$ 302,40	[Shaded]																																																																							
1,3	Compra de chapas de madera - Compra de artículos secundarios para fotoreactor	\$ 179,20	[Shaded]																																																																							
1,4	Compra de la bomba peristáltica	\$ 84,00	[Shaded]																																																																							
1,5	Compra de reactivos y matraces	\$ 923,33	[Shaded]																																																																							
1,6	Diseño y construcción del fotoreactor	\$ 448,00	[Shaded]																																																																							
1,7	Irradiación de soluciones con radiación UV	\$ -	[Shaded]																																																																							
2	Establecer una relación entre la degradación de soluciones coloreadas por radiación UV y el calor	\$ 2.620,40	[Shaded]																																																																							
2,1	Adquisición de sistema de registro continuo de datos DAQ	\$ 2.038,00	[Shaded]																																																																							
2,2	Adquisición de sensores de temperatura (termopares o termistores)	\$ 112,00	[Shaded]																																																																							
2,3	Adquisición de sistemas dosimétricos radiocrómicos	\$ 470,40	[Shaded]																																																																							
2,5	Determinación de la curva de calibración de aumento de temperatura en el fotoreactor y	\$ -	[Shaded]																																																																							
3	Establecer la relación entre el efecto de degradación sobre soluciones de azul de metileno por	\$ 878,08	[Shaded]																																																																							
3,1	Irradiación de soluciones con radiación ionizante	\$ -	[Shaded]																																																																							
3,2	Adquisición de celdas de cuarzo de volumen reducido	\$ 878,08	[Shaded]																																																																							
3,3	Determinación de curva de calibración entre dosis absorbida UV y dosis de radiación ionizante	\$ -	[Shaded]																																																																							



AÑO 1

Título del proyecto

Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial + Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación	8	mes	\$ 133,67	\$ 1.069,36	\$ 157,20	\$ 1.257,57
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ 133,67	\$ 1.069,36	\$ 157,20	\$ 1.257,57
Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado						
2.1 Radiómetro con sondas UVA, UVB y UVC	1	equipo	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 448,00	\$ 448,00
2.2 Bomba peristáltica	1	equipo	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 84,00	\$ 84,00
2.3 Sistema de Adquisición de datos DAQ modular cDAQ 9174	1	equipo	\$ 2.038,00	\$ 2.038,00	\$ 2.282,56	\$ 2.282,56
2.4 Modulo de entrada de temperatura NI 9217	1	equipo	\$ 1.254,37	\$ 1.254,37	\$ 1.404,89	\$ 1.404,89
2.5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ 3.767,37	\$ 3.767,37	\$ 4.219,45	\$ 4.219,45
3 Equipo informático						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos						
4.1 Matraces aforados clase A	10	matraz	\$ 7,44	\$ 74,40	\$ 83,33	\$ 83,33
4.2 Sensores de temperatura termopares RTD 2m	2	sensor	\$ 50,00	\$ 100,00	\$ 56,00	\$ 112,00
4.3 Chapas de madera y de espuma flex	8	chapas	\$ 20,00	\$ 160,00	\$ 22,40	\$ 179,20
4.4 Dosímetros radiocromicos	1	caja	\$ 420,00	\$ 420,00	\$ 470,40	\$ 470,40
4.5 Sulfato ferroso heptahidratado (250 g)	1	frasco	\$ 58,20	\$ 58,20	\$ 65,18	\$ 65,18
4.6 Azul de metileno (100g)	1	frasco	\$ 345,45	\$ 345,45	\$ 386,90	\$ 386,90
4.7 Cloruro ferroso (25g)	1	frasco	\$ 201,40	\$ 201,40	\$ 225,57	\$ 225,57
4.8 Sulfato de amonio y hierro(II) hexahidratado (100 g)	1	frasco	\$ 83,16	\$ 83,16	\$ 93,14	\$ 93,14
4.9 Lamparas UV	12	lampara	\$ 22,50	\$ 270,00	\$ 25,20	\$ 302,40
4.10 Vidrio y mano de obra para construcción de contenedor para fotoreacción	1	contened	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 448,00	\$ 448,00
4.11 Celdas de cuarzo	2	celda	\$ 392,00	\$ 784,00	\$ 439,04	\$ 878,08
Subtotal 4			\$ 2.000,15	\$ 2.896,61	\$ 2.240,17	\$ 3.244,20
5 Literatura especializada						
5.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo						
6.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas						
7.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7.2 Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas						
8.1 Pasajes al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8.2 Viaticos al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 8			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9 Pago de inscripciones						
9.1 Pago de inscripciones al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
9.2 Pago de inscripciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 9			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10 Pago de publicaciones y patentes						
10.1 Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2 Pago de publicaciones al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2 Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -





VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Título del proyecto

Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato							
1.1	Ayudantes de investigación	6	mes	\$ 133,67	\$ 802,02	\$ 157,20	\$ 943,18
1.2	Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1				\$ 133,67	\$ 802,02	\$ 157,20	\$ 943,18
Lista de Items		Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
2 Maquinaria y equipo especializado							
2.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Equipo informático							
3.1	Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2	Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3	Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4	Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5	Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Insumos y reactivos							
4.1	Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2	Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3	Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4	Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5	Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Literatura especializada							
5.1	Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2	Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.3	Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.4	Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.5	Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Salidas de campo y de muestreo							
6.1	Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2	Viaticos y subsistencias al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
7 Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas							
7.1	Pasajes al interior				\$ -	\$ -	\$ -
7.2	Viaticos y subsistencias al interior				\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 7				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
8 Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas							
8.1	Pasajes al exterior	1	ticket	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00	\$ 1.680,00	\$ 1.680,00
8.2	Viaticos al exterior	6	dias	\$ 100,00	\$ 600,00	\$ 100,00	\$ 600,00
Subtotal 8				\$ 1.600,00	\$ 2.100,00	\$ 1.780,00	\$ 2.280,00
9 Pago de inscripciones							
9.1	Pago de inscripciones al interior			-	\$ -	\$ -	\$ -
9.2	Pago de inscripciones al exterior	1	inscripción	900,00	\$ 900,00	\$ 1.233,00	\$ 1.233,00
Subtotal 9				\$ 900,00	\$ 900,00	\$ 1.233,00	\$ 1.233,00
10 Pago de publicaciones y patentes							
10.1	Pago de publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
10.2	Pago de publicaciones al exterior	1	publicación	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.644,00	\$ 1.644,00
10.2	Pago de patentes			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 10				\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	\$ 1.644,00	\$ 1.644,00
TOTAL					\$ 5.002,02		\$ 6.100,18

Título del proyecto
Desarrollo de un sistema dosimétrico para absorción de energía UV en soluciones de azul de metileno para comparación con dosimetría de radiaciones ionizantes

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total sin IVA
1	\$ 1.069,36	\$ 3.767,37	\$ -	\$ 2.896,61	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.733,34
2	\$ 802,02	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ 900,00	\$ 1.200,00	\$ 5.002,02
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 1.871,38	\$ 3.767,37	\$ -	\$ 2.896,61	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.100,00	\$ 900,00	\$ 1.200,00	\$ 12.735,36

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo especializado	Equipo informático	Insumos y reactivos	Literatura especializada	Salidas de campo y de muestreo	Ponencias nacionales, capacitaciones y/o visitas técnicas	Ponencias en el exterior, capacitaciones, y/o visitas técnicas	Pago de inscripciones	Pago de publicaciones y patentes	Total con IVA
1	\$ 1.257,57	\$ 4.219,45	\$ -	\$ 3.244,20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.721,22
2	\$ 943,18	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.280,00	\$ 1.233,00	\$ 1.644,00	\$ 6.100,18
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 2.200,74	\$ 4.219,45	\$ -	\$ 3.244,20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.280,00	\$ 1.233,00	\$ 1.644,00	\$ 14.821,40

