

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (dd/mm/aa): 01/09/2017

Título del proyecto: *(Revisar la guía para la presentación de las propuestas de los proyectos de investigación)*
Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:

1. DECAB
2. FÍSICA

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

1. QUÍMICA MACROMOLECULAR
2. NANOESTRUCTURAS

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES

Director

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Cadena Villota Francisco Xavier	1707150387	16	DECAB	PhD

Codirector *(Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)*

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Lascano Lascano Luis Rodrigo	1801626019	5	FÍSICA	PhD

Colaborador(es)

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Valle Álvarez Lauro Vladimir	1803249539	6	DECAB	MSc

Colaboradores Externos

Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.
Díaz Suárez María Valeria	1709244840	5	Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito	MSc



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



* HSS = Horas Semana Semestre

HOJA DE VIDA DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

Datos Personales				
Nombre completo:	FRANCISCO XAVIER CADENA VILLOTA			
No. de identificación:	1707150387	Nacionalidad:	ECUATORIANO	
Fecha de nacimiento:	17 Mayo 1962	Celular:	0995389835	Ext. EPN: 2129
Correo institucional:	francisco.cadena@epn.edu.ec			
Cargo actual en la EPN:	Profesor Principal a TC			
Facultad:	FIQA			
Departamento:	DECAB			

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., M.Sc., Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
PhD	1999	Universidad Politécnica de Cataluña	Barcelona/España	Química Macromolecular
Ing	1992	Escuela Politécnica Nacional	Quito/Ecuador	Diseño de Plantas

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas
2012/ 2013	Corrosión atmosférica en ambientes internos, Proyecto Semilla EPN	Director
2009/ 2010	Determinación de la corrosión atmosférica en puntos de alta contaminación en la ciudad de Quito, CORPAIRE	Director
2006/ 2009	Obtención de sistemas de pinturas anticorrosivas libres de cromatos	Director

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación)	
1.	Cadena F.(2014). Corrosión metálica en ambientes exteriores e interiores en las ciudades de Quito y Esmeraldas. <i>Revista Politécnica Vol. 33 (No. 2)</i> .
2.	Cadena, F., Irusta, L., Fernandez-Berridi, M.J. (2013). <i>Performance evaluation of alkyd coatings for corrosion protection in urban and industrial environments: Progress in Organic Coatings</i> .1273–1278. doi.org/10.1016/j.porgcoat.2013.03.017
3.	Cadena, F., Aldás, M. (2012). Mecanismos de ataque corrosivo sobre resinas alquídicas en ambientes urbano e industrial-marino. <i>Memorias VIII Congreso Latincorr 2012</i> . Lima, Perú, Latincorr.
4.	Larrea, E., Cadena, F., Lascano, L. (2012). Estudio de la influencia del número de lavados y del tiempo de envejecimiento de la síntesis de nanopartículas de óxido de zinc. <i>Revista Politécnica Vol. 31 (No. 2)</i> . 41-50.
5.	Cadena, F., Quiroz, F., Aldás, M., Lascano, L. (2013). Corrosión metálica en ambientes exteriores e interiores en atmósferas urbana y marina. <i>Memorias XII Congreso Nacional de Corrosión y III Congreso Internacional de Integridad</i> , Pereira, Colombia, Universidad de Pereira

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)	
✓	Trabajos de análisis al medio externo en el campo de los materiales plásticos, durante 10 años en el CIAP
✓	Postdoctorado en la Universidad del País Vasco 2011-2012
✓	Pasantía de investigación Departamento de Materiales, Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL), Suiza, septiembre 1993- Octubre 1994.
✓	Profesor invitado de: Universidad País Vasco, Universidad de la Habana y Universidad de Holguín



- ✓ Premio Swiss Contact 2006
- ✓ Jefe Departamento Materiales 2000-2010
- ✓ Miembro Comité Técnico Latincorr NACE 2012, Lima
- ✓ Asesor Ministro Educación 2012-2013
- ✓ Miembro Consejo de Educación Superior 2012-2013
- ✓ Presidente CEAACES, 2013-2017

HOJA DE VIDA DEL CODIRECTOR DEL PROYECTO

Datos Personales					
Nombre completo:	LUIS RODRIGO LASCANO LASCANO				
No. de identificación:	1801626019	Nacionalidad:	Ecuatoriano		
Fecha de nacimiento:	27 de noviembre, 1960	Celular:	0998222952	Ext. EPN:	1703
Correo institucional:	luis.lascano@epn.edu.ec				
Cargo actual en la EPN:	Profesor principal, nivel 1, tiempo completo				
Facultad:	Ciencias				
Departamento:	Física				

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., M.Sc., Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Ph.D.	2000	Universidad Autónoma de Madrid	Madrid/España	Física de materiales
Físico	1989	Escuela Politécnica Nacional	Quito/Ecuador	Óptica no lineal

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas
2016 - 2017	Síntesis y caracterización de películas de hidroxiapatita e hidroxiapatita dopada con silicio	Colaborador
2015 - 2016	Síntesis y caracterización estructural de nanopartículas de ferritas	Colaborador
2015 - 2016	Procesamiento de materiales compuestos con cemento como fase matriz y cerámica ferroeléctrica como fase dispersa	Director

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación)	
1.	Briceño, S., Hernández, A.C., Sojo, J., Lascano, L. , González, G. (2017). Degradation of magnetite nanoparticles in biomimetic media J. Nanopart. Res. 19: 140. DOI:10.1007/s11051-017-3800-3.
2.	Landeta, J., Lascano, L. (2017). Comportamiento ferroeléctrico de una nanoesfera de titanato de plomo debido a campos de despolarización y a esfuerzos mecánicos. Bol. Soc. Esp. Cerám. Vidr. 56 [1] 19-28, 2017. http://dx.doi.org/10.1016/j.bsecv.2016.07.001
3.	Moyano, M., Lascano, L. (2017). Síntesis del material cerámico monofásico Bi _{0,7} La _{0,3} Fe _{0,9} Ti _{0,1} O _{3,05} y estudio de su conductividad eléctrica. <i>Revista politécnica</i> Vol. 38 (No. 2). (pp. 13-19).
4.	Paz, J., Rodríguez, L., León-Torres, J., Cárdenas, J., Lascano, L. , Costa-Vera, C. (2016). Estudios de simetrías en las propiedades ópticas no lineales de sistemas moleculares Opt. Pura Apl. 49 (4) 205-218. DOI: 10.7149/OPA.49.4.49008
5.	Cadena, F., Quiroz, F., Aldás, M., Lascano, L. , Valle, V. (2014). Corrosión metálica en ambientes exteriores e interiores en las ciudades de Quito y Esmeraldas. <i>Revista politécnica</i> Vol. 33 (No. 2). (pp. 28-32).

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)
--



HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR DEL PROYECTO (1)

Datos Personales				
Nombre completo:	Lauro Vladimir Valle Alvarez			
No. de identificación:	1803249539	Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	07/06/1981	Celular:	0958881968	Ext. EPN: 2124
Correo institucional:	vladimir.valle@epn.edu.ec			
Cargo actual en la EPN:	Profesor Auxiliar a Tiempo Completo Grado 1, Nivel 1			
Facultad:	Ingeniería Química y Agroindustria			
Departamento:	Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología			

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., M.Sc., Ph.D.)				
Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Máster en Ciencia e Ingeniería de Materiales Avanzados	Sept. 2011 – Sept. 2013	Escuela Europea de Materiales/Universidad Politécnica de Cataluña – Lulea University of Technology	Barcelona-Lulea/España-Suecia	Fatigue behavior and associated binder deformation mechanisms in WC-Co cemented carbides
Magister en Administración de Empresas con mención en Gerencia de la Calidad y Productividad	Sept. 2009 – Sept. 2011	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Quito/Ecuador	Diseño del Cuadro de Mando Integral como herramienta de Gestión Administrativa en el Centro de Investigación Aplicada a Polímeros de la Escuela Politécnica Nacional
Ingeniero Químico	Feb. 2000 – Marz. 2007	Escuela Politécnica Nacional	Quito/Ecuador	Determinación de la Influencia de la Corrosividad Atmosférica de la ciudad de Quito sobre Sistemas de Pinturas Anticorrosivas Libres de Cromatos

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)		
Año	Título del proyecto	Cargo /Actividades realizadas
Abril 2017 - actualidad	Desarrollo de adhesivos y encolantes formulados a partir de almidón modificado y polivinil alcohol	Director/ Planificación, coordinación, ejecución
Marzo 2016 - actualidad	Obtención, caracterización y evaluación de la biodegradabilidad de biopolímeros formulados a partir de poliláctico y almidón termoplástico	Director/ Planificación, coordinación, ejecución
Noviembre 2013 – Diciembre 2014	Recuperación del PVC (policloruro de vinilo) a partir de tarjetas plásticas de identificación y similares	Colaborador/ Reciclaje mecánico y químico. Diseño de procesos



Noviembre 2013 – Diciembre 2014	Efecto de la incorporación de plásticos aditivados con prodegradantes en el reciclaje de polietilenos	Colaborador/ Caracterización mecánica y térmica
---------------------------------	---	---

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación)

1.	Tarragó, J.M., Roa, J.J., Valle, V., Marshall, J.M., Llanes, L. (2015). Fracture and fatigue behavior of WC-Co and WC-CoNi cemented carbides. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, (49)184–191. doi:10.1016/j.ijrmhm.2014.07.027
2.	Valle V., Tarragó, J.M., Llanes, L. (2014). Fatigue behavior and associated binder deformation mechanisms in WC-Co cemented carbides. <i>Revista Politécnica</i> , Vol.34.
3.	Cadena, F., Quiroz, F., Aldás, M., Lascano, L., Valle, V. (2014). Corrosión Metálica en Ambientes Exteriores e Interiores en las ciudades de Quito y Esmeraldas. <i>Revista Politécnica</i> , Vol.33.

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)

Vladimir Valle Alvarez, tiene experiencia docente en educación media y superior; ha participado en investigaciones sobre corrosión atmosférica y reciclaje de materiales poliméricos. Adicionalmente, ha formado parte de equipos de investigación sobre materiales compuestos para SWEREA-SICOMP de Suecia y Sanvik Hard Materials de Inglaterra en cooperación con la Escuela Europea de Materiales. Desde 2013 está a cargo de la línea de biopolímeros del Centro de Investigaciones Aplicadas a Polímeros. Actualmente, es Profesor Auxiliar a Tiempo Completo de la EPN y forma parte del equipo de consultores del Centro Ecuatoriano de Producción más limpia del MIPRO-ONUDI

HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR EXTERNO DEL PROYECTO (2)

Datos Personales				
Nombre completo:	MARIA VALERIA DIAZ SUAREZ			
No. de identificación:	1709244840	Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	21 abril 1971	Celular:	0999862012	Ext. EPN:
Correo institucional:	maria.diaz@quito.gob.ec			
Cargo actual:	Coordinadora del Área de Investigación Análisis y Monitoreo, de la Secretaría de Ambiente del Municipio de Quito			

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., M.Sc., Ph.D.)

Título	Año	Institución/Universidad	Ciudad/País	Área o línea de investigación de la tesis
Ingeniero Químico	1996	Escuela Politécnica Nacional	(Quito, Ecuador)	Alimentos
Master of Science	1999	Escuela Politécnica Nacional– Technic University of Chalmers .	Quito / Ecuador Gotenburgo / Suecia)	Ciencia de los Alimentos - Análisis Instrumental



Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las más relevantes dentro de los últimos cinco años y que se encuentren alineados al proyecto de investigación)

1.	Zalakeviciute, R., Rybarczyk, Y., Lopez-Villada, J., Díaz, V. (2017). Quantifying decade-long effects of fuel and traffic regulations on urban ambient. Enviado para publicación en: Atmospheric Pollution Research en prensa. doi.org/10.1016/j.apr.2017.07.001.
2.	Cevallos, V., Díaz, V., Sirois, C. (2017). Particulate Matter Air Pollution from city of Quito, Ecuador, activates inflammatory signaling pathways in vitro. Innate Immunity Vol 23, Issue 4. (pp. 392-400). Primera publicación: 21-03-2017. DOI: 10.1177/1753425917699864
3.	Díaz, V. (2016). Informe de la Calidad del Aire de Quito 2015, REMMAQ. Unidad de Investigación Análisis y Monitoreo. Secretaría de Ambiente. Quito, Ecuador. Recuperado de: http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/informes#informe-calidad-del-aire-2015 .
4.	Ramírez, L., Kellogg, S., Bosco, J., Leright, A., Tykoski, R., Mo, S., Roe, R., Baca, J., Díaz, V., Ibarra, B. (2013). Assessing the Effects of Pico y Placa Policy on PM2.5, O3 and CO Levels in th e Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. Proceedings of the International Conference on Environmental Pollution and Remediation. Toronto, Ontario, Canada. (15-17 de Julio). Paper No. 168

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos (cite lo más relevante o las más recientes)

- ✓ Universidad de la Fuerzas Armadas. Docente a tiempo parcial en Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental. Octubre 2015- hasta la fecha
- ✓ Universidad de las Américas. Docente a tiempo parcial en Facultad de Ciencias de la Salud. Octubre 2013 – hasta la fecha.
- ✓ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (San Paulo – Brasil).
- ✓ Pasante Invitado Red de Monitoreo de Calidad de Aguas, Aire, Control Ambiental y Laboratorio Ambiental. Octubre 2012.
- ✓ Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – Secretaria de Ambiente. Responsable de Unidad de Investigación Análisis y Monitoreo, que abarca las Redes de Metropolitanas de Monitoreo Ambiental de Quito (aire, ruido y recurso hídrico), Laboratorio de la Secretaría de Ambiente e Investigación Aplicada. Acreditado Norma INEN 17025. Abril de 2011 – hasta la fecha.
- ✓ Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – Secretaria de Ambiente. Subdirector de la Red de Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito. Diciembre de 2010 – Abril de 2011.
- ✓ Ilustre Municipio del Distrito Metropolitano de Quito – Secretaria de Ambiente. Subdirector de la Red de Monitoreo Atmosférico de Quito. Octubre de 2010 – Enero de 2011.
- ✓ Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito – CORPAIRE (Quito). Jefe encargado de la Red de Monitoreo Atmosférico de Quito en ausencia del titular. Múltiples ocasiones desde febrero de 2009 – Octubre de 2010.
- ✓ Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito – CORPAIRE (Quito). Coordinadora de las Redes de Monitoreo Pasivo, Monitoreo Semi automático de Material Particulado y Monitoreo de Polvo Sedimentable del Distrito Metropolitano de Quito, y como tal: responsable del mantenimiento y procesamiento de datos de las redes, responsable del laboratorio de Cromatografía de Gases y iónica, monitoreo de material particulado PM10, Red de Depósito y Monitoreo Pasivo. Responsable de proyectos especiales de la Red de Monitoreo. Enero 2007 a 2011.
- ✓ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (San Paulo – Brasil). Pasante Invitado Red de Monitoreo Automática y Laboratorio Calidad de Aire. Diciembre 2005.
- ✓ Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito – CORPAIRE (Quito). Coordinadora de Proyectos de Investigación de la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito, y como tal: responsable del laboratorio de Espectrofotometría de Absorción Atómica y Cromatografía de Gases, monitoreo de material particulado PM10, Red de Depósito y Monitoreo Pasivo. Participación en la elaboración del inventario de emisiones del DMQ y proyectos complementarios vinculados con la gestión del recurso aire. Enero 2004 a la 2007
- ✓ Chalmers University of Technology. Investigador invitado programa de Maestría Departamento de Química y Biociencia. Análisis por cromatografía líquida de alta resolución HPLC. Gothenburg - Suecia Agosto 1996 – Diciembre 1996, Agosto

ANEXO 2

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior X Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada X

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
2. DEPARTAMENTO DE FISICA

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. QUÍMICA MACROMOLECULAR (DECAB)
2. NANOESTRUCTURAS (DEPARTAMENTO DE FISICA)

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	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	



1 Proyecto de Investigación

Título: Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Los costos económicos que la corrosión atmosférica ocasionan a la economía de un país son altos (se consideran del orden del 3 al 6%); disminuyen la vida útil de los materiales metálicos, provocan graves riesgos sobre la resistencia mecánica y química de las construcciones metálicas, infligen serios problemas en la conducción eléctrica de cables, torres y otros elementos de conducción, etc. Es posible predecir el tiempo de vida útil de un material metálico mediante la realización de ensayos normalizados de exposición atmosférica de materiales metálicos y la medición de los parámetros de contaminación y meteorológicos.

Para prolongar la vida de un material metálico, la forma de protección anticorrosiva más extensamente usada y más versátil es la del uso de revestimientos poliméricos. Las resinas alquídicas son ampliamente usadas en países como el nuestro debido a su costo y al origen natural de varios de sus componentes; la incorporación a la formulación en los revestimientos de nanopartículas y de polímeros conductores ha mostrado muy buenos resultados y pueden ser una alternativa efectiva de alta protección para las atmósferas del país. El proyecto persigue encontrar las mejores formulaciones de estos revestimientos para las atmósferas de estudio.

Palabras clave (4-6):

CORROSIÓN ATMOSFÉRICA, REVESTIMIENTOS POLIMÉRICOS, NANOPARTÍCULAS, POLIMEROS CONDUCTORES



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

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Obtener revestimientos anticorrosivos capaces de proteger los sustratos metálicos en ambientes externos ambientalmente agresivos en varias ciudades del Ecuador.

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar los grados de corrosión atmosférica de las ciudades de: Quito, Latacunga, Guayaquil, Esmeraldas, Machala, Manta, Portoviejo y Puerto Francisco de Orellana, a través de ensayos de campo normalizados de exposición metálica y de grado de contaminación.
- b. Formular revestimientos anticorrosivos de base polimérica de alto desempeño incorporando en su composición nanopartículas y polímeros conductores.
- c. Evaluar la eficiencia protectora de los revestimientos mediante ensayos de campo y de laboratorio normalizados.
- d. Seleccionar los revestimientos más apropiados para las diversas zonas de estudio.

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

- a. Las estaciones de ensayo que se ubicarán en cada ciudad no abarcan todas las zonas geográficas de las ciudades estudiadas, son representativas de algunas zonas específicas, aquellas de mayor interés industrial, social y de mayor nivel de contaminación.
- b. Existe una amplia variedad de revestimientos poliméricos, se ha seleccionado las de base alquídica por ser una resina de bajo coste y que incorpora en su formulación varios elementos de origen natural disponibles en nuestro país.

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. El empleo de revestimientos corrosivos permite extender la vida útil de los materiales metálicos expuestos condiciones ambientales exteriores.
- b. Es posible mejorar sustantivamente la resistencia anticorrosiva de los revestimientos anticorrosivos por adición de nanopartículas y polímeros conductores.
- c. Mediante la exposición ambiental de materiales metálicos con y sin protección, y la determinación de características básicas medioambientales y de contaminación, es posible caracterizar apropiadamente el grado de agresividad que una atmósfera determinada tiene sobre metales y revestimientos poliméricos.

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

- a. Características de agresividad atmosférica, condiciones meteorológicas y de contaminación de las ciudades de: Quito, Esmeraldas, Guayaquil, Machala, Manta, Portoviejo, Latacunga y Puerto Francisco de Orellana.
- b. Formulaciones de revestimientos poliméricos probadas mediante ensayos de atmosféricos y de laboratorio.
- c. Tiempos de vida útil de materiales metálicos y de revestimientos poliméricos establecidos para cada zona de ensayo.



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

Existe una gran cantidad de materiales metálicos expuestos al medioambiente: cables de conducción eléctrica, puentes, estructuras de edificios, techos, tuberías, etc. Los estudios sobre el nivel de deterioro que la atmósfera inflige sobre los materiales de ingeniería son abundantes pues éstos permiten determinar, entre otros aspectos: vida útil de los materiales, necesidades de su protección, riesgos en instalaciones metálicas expuestas al ambiente exterior, problemas en conducción eléctrica, electrónica, etc. [1-4]; además, resulta importante destacar que se atribuye a la corrosión atmosférica metálica pérdidas económicas de alrededor del 3 al 6% del PIB de un país [5].

Es indispensable destacar que la corrosión atmosférica responde a condiciones específicas de una locación geográfica, meteorológicas por un lado y de contaminación por otro, por ello resulta relevante y necesario realizar estudios de investigación atendiendo a las atmósferas específicas de una zona de interés [6,7]. Se han seleccionado varias ciudades de interés en el país debido a su importancia económica, productiva, social y en varias de las cuales no se han realizado aún este tipo de ensayos (Latacunga, Machala, Francisco de Orellana, Manta Portoviejo); en el caso de la ciudad de Esmeraldas que sí se dispone de datos (y que son de los más altos encontrados en el país), se trata de investigar si la repotenciación de la Refinería ha tenido efectos favorables sobre las condiciones atmosféricas. El conocimiento apropiado de las características específicas de estos medios ambientes permitirá: seleccionar adecuadamente los materiales que puedan estar expuestos directamente a la atmósfera, estimar su tiempo de vida útil, determinar las formas de protección más adecuadas que correspondan, entre otras aplicaciones que resultan de relevancia industrial y económica [8].

Nuestro país ha tenido, tiene y, con gran probabilidad, sufrirá a futuro serias consecuencias debido a erupciones volcánicas que alteran el medioambiente y provocan graves afectaciones no solo a la vida animal y vegetal sino sobre los materiales de ingeniería, particularmente sobre los metales (y ello puede implicar: fallas en comunicaciones, distribución de energía, etc.). Es muy importante caracterizar esta influencia para determinar cuáles son las formas de protección más adecuadas y estimar su tiempo de vida útil, con miras a proteger apropiadamente las estructuras que se encuentran expuestas al medioambiente [9,10]. Se ha seleccionado a la población de Francisco de Orellana y a una zona muy cercana del volcán Reventador para realizar este estudio.

El acero es el material metálico más ampliamente utilizado por lo cual, exponiendo en las zonas de ensayo muestras del mismo y realizando la monitorización del caso, se puede caracterizar el grado de agresividad de la atmósfera e incluso llegar a predecir el comportamiento a largo plazo (10 o más años) a través de ecuaciones específicas o del uso de modelos establecidos por las normas ISO [11]. En cuanto a los revestimientos protectores metálicos, el acero galvanizado; es una de las formas de protección más utilizadas en: torres de conducción, estructuras de puentes, tuberías, techos de galpones industriales y en países como el nuestro en techos de gente de pocos recursos económicos [12,13]; el galvalumen es un recubrimiento más costoso pero que ha adquirido una gran importancia porque su uso se ha extendido en los últimos años y que, en general, tiene un tiempo de vida útil mayor que el zincado. Los resultados que se obtienen de la exposición en estos ambientes específicos son indispensables para poder determinar si su uso verdaderamente corresponde a las características del sitio los espesores más recomendables, si existe una necesidad de protección adicional (pre-pintado, pintura, etc.) [14].

La forma de protección más versátil y extendida en el campo anticorrosivo son las pinturas, de las cuales se pueden seleccionar una gran diversidad, pero en América Latina, particularmente, tienen un uso extendido las resinas Alquídicas, debido a: su costo, al hecho de que intervienen en su formulación muchos componentes de origen natural disponibles en nuestros países, a su buena resistencia ambiental, etc.; por los hechos señalados, existe un renovado interés científico en el uso de este tipo de resinas [15-19].

El desarrollo científico de los elementos protectores anticorrosivos ha sido extenso, los polímeros conductores [20, 21] y las nanopartículas [22] están entre las sustancias más prometedoras para ofrecer una buena protección anticorrosiva, sobre todo considerando que las características de nuestras atmósferas en el país resultan con niveles altos de tiempo de humectación y contaminación. Si bien los costos de las mismas pueden ser relativamente altos, la cantidad que se requiere es pequeña por una parte y por otra en la EPN hay varios grupos que se dedican a su fabricación. Con lo cual se puede conseguir una formulación con alto valor agregado que puede ser útil para las condiciones de nuestro país con un buen tiempo de vida útil y a precios competitivos.



El DECAB (el grupo del CIAP en particular) ha trabajado en varios proyectos de investigación relacionados con el deterioro de los materiales metálicos [23] y poliméricos [24, 25] en la atmósfera, de la obtención de revestimientos libres de cromatos [26] por lo cual el desarrollo de este proyecto será muy importante pues contribuirá a complementar, ampliar y profundizar el conocimiento que ha sido obtenido en años anteriores. No existen estudios de corrosión atmosférica sino en pocas ciudades del país, por ello el proyecto contempla trabajar en 5 ciudades más que no cuentan con esa información científica. Por otra parte, el efecto de erupciones volcánicas sobre el tiempo de vida útil de materiales metálicos y pinturas también es una asignatura pendiente para nuestro grupo de trabajo y de importancia para el país. Además, llegar a obtener revestimientos que puedan resistir las condiciones más agresivas medioambientales de nuestro país será una contribución de interés industrial, económico y social (esto último considerando, por ejemplo, la gran cantidad de “techos de zinc” (acero galvanizado) que son utilizados por los estratos pobres del país. El Departamento de Física ha desarrollado varios proyectos de investigación en la fabricación, caracterización y utilización de nanopartículas, sobre todo en las dos primeras, por lo cual resulta trascendente utilizar los conocimientos adquiridos en una aplicación de interés industrial y social que complementaría la línea de trabajo investigativo que ha tenido este Departamento.

- [1] Suzumara, K y Nakamura, S. (2004). Environmental Factors Affecting Corrosion of Galvanized Steel Wires. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 16(1). 1-7. doi: 10.1061/(ASCE)0899-1561
- [2] Vera, R., Delgado, D y Rosales, B. (2007). Effect of atmospheric pollutants on the corrosion of high power electrical conductors: Part 1. Aluminium and AA6201 alloy. *Corrosion Science*. 48(10). 2882-2900. doi: 10.1016/j.corsci.2005.11.012
- [3] Vera, R., Delgado, D y Rosales, B. (2007). Effect of atmospheric pollutants on the corrosion of high power electrical conductors – Part 2. Pure copper. *Corrosion Science*. 49(10). 2329-2350. doi: 10.1016/j.corsci.2006.10.031
- [4] Iribarren, J., Liesa, F., Alemán, C y Armelin, E. (2017). Corrosion rate evaluation by gravimetric and electrochemical techniques applied to the metallic reinforcing structures of a historic building. *Journal of Cultural Heritage*. doi: 10.1016/j.culher.2017.04.009
- [5] Almeida, M. (2005). Minimisation of steel atmospheric corrosion: Updated structure of intervention. *Progress in Organic Coatings*. 54(2). 81-90. doi: 10.1016/j.porgcoat.2005.01.007
- [6] Kusmierk, E y Chrzescijanska, E. (2015). Atmospheric corrosion of metals in industrial city environment. *Data in Brief*. 3(1). 149-154. doi: 10.1016/j.dib.2015.02.017
- [7] Liu, Y., Wang, Z., Cao, G y Huo, Y. (2017). Study on corrosion behavior of zinc exposed in coastal-industrial atmospheric environment. *Materials Chemistry and Physics*. 198(1). 243-249. doi: 10.1016/j.matchemphys.2017.05.043
- [8] Sinhg, D., Yadav, S y Saha, J. (2008). Role of climatic conditions on corrosion characteristics of structural steels. *Corrosion Science*. 50(1). 93-110. doi: 10.1016/j.corsci.2007.06.026
- [9] Watanabe, M., Hokazono, A., Handa, T., Ichino, T y Kuwaki, N. (2006). Corrosion of copper and silver plates by volcanic gases. *Corrosion Science*. 48(11). 3759-3766. doi: 10.1016/j.corsci.2005.12.009
- [10] Nogora, J y Zarrouk, S. (2017). Corrosion in geothermal environment: Part 1: Fluids and their impact. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. doi: 10.1016/j.rser.2017.06.098
- [11] International Organization for Standardization. (2012). Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation. ISO 9223:2012
- [12] Wallinder, I y Leygraf, C. (2017). A Critical Review on Corrosion and Runoff from Zinc and Zinc-based Alloys in Atmospheric Environments. *NACE International Corrosion*. 73(9). 1060-1077.
- [13] Suárez, X., Villar, R., Corvo, F y Rigoberto, M. (2014). Resistencia al clima tropical de aceros galvanizados con y sin recubrimiento. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 15(1). 29-40. ISSN 1405-7743
- [14] Rosales, B., Di Sarli, A., De Rincon, O., Rincon, A., Elsner, C y Marchiso, B. (2004). An evaluation of coil coating formulations in marine environments. *Progress in Organic Coatings*. 50(2). 105-114. ISSN: 0300-9440
- [15] Gimeno, M., Puig, M., Chamorro, S., Molina, J., March, R., Oró, E., Pérez, P., Gracenea, J y Suay, J. (2016). Improvement of the anticorrosive properties of an alkyd coating with zinc phosphate pigments assessed by NSS and ACET. *Progress in Organic Coatings*. 95. 46-53. doi: 10.1016/j.porgcoat.2016.02.005
- [16] Alam, M., Akram, D., Sharmin, E., Fahmina, Z y Ahmab, S. (2013). Vegetable oil based eco-friendly coating materials: A review article. *Arabian Journal of Chemistry*. 7(4). 469-479. doi: 10.1016/j.arabjc.2013.12.023



- [17] Cadena, F., Irusta, L y Berridi, F. (2013). Performance evaluation of alkyd coatings for corrosion protection in urban and industrial environments. *Progress in Organic Coatings*. 76(9). 1273-1278. doi: 10.1016/j.porgcoat.2013.03.017
- [18] Van Gorjum, R y Bouwman, E. (2005). The oxidative drying of alkyd paint catalysed by metal complexes. *Coordination Chemistry Reviews*. 249(17-18). doi: 10.1016/j.ccr.2005.02.002
- [19] Hofland, A. (2012). Alkyd resins: From down and out to alive and kicking. *Progress in Organic Coatings*. 73(4). 274-282. doi: 10.1016/j.porgcoat.2011.01.014
- [20] Dhoke, S y Khanna, A. (2009). Effect of nano-Fe₂O₃ particles on the corrosion behavior of alkyd based waterborne coatings. *Corrosion Science*. 51(1). 6-20. doi: 10.1016/j.corsci.2008.09.028
- [21] Katangur, P., Patra, P y Warner, S. (2006). Nanostructured ultraviolet resistant polymer coatings. *Polymer Degradation and Stability*. 91(10). 2437-2442. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2006.03.018
- [22] Radhakrishnan, S., Siju, C., Mahantan, D., Patil, S y Madras, G. (2008). Conducting polyaniline-nano-TiO₂ composites for smart corrosion resistant coatings. *Electrochimica Acta*. 54(4). 1249-1254. doi: 10.1016/j.electacta.2008.08.069
- [23] Cadena, F., Quiroz, F., Aldás, M., Lascano, L y Valle, V. (2014). Corrosión Metálica en Ambientes Exteriores e Interiores en las ciudades de Quito y Esmeraldas. *Revista Politécnica*. 33(2). 28-32.
- [24] Cadena, F. (2009). Degradación de materiales poliméricos en atmósferas urbanas, industriales y marinas del Ecuador. Congreso Iberoamericano de Química, Bioquímica e Ingeniería Química, La Habana, Cuba.
- [25] Cadena, F y Aldás, M. (2012). Mecanismos de ataque corrosivo sobre resinas alquídicas en ambientes urbano e industrial-marino. Memorias VIII Congreso Latincorr, Lima, Perú.
- [26] Cadena, F. (2010). Alternativas a los revestimientos anticorrosivos con cromatos. Congreso LATINCORR NACE, Quito, Ecuador.

4 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
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;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X



5 Descripción, metodología y diseño del proyecto

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

Son extensos y variados los parámetros del medioambiente que determinan las características de una atmósfera en cuanto su afectación a los materiales de ingeniería, por un lado los factores meteorológicos: humedad relativa, cantidad de lluvia, vientos y sobre todo el tiempo de humectación; por otra parte los valores de la contaminación ambiental: contenido de dióxido de azufre, de cloruros, de óxidos de nitrógeno, ozono, partículas ambientales, etc.; también son factores a considerar: cantidad de insolación, altura, eventos eruptivos, etc. [27].

Dada la complejidad y especificidad de los parámetros que involucran el grado de agresividad de una atmósfera en particular, la comunidad científica ha concluido que es indispensable, para tener datos confiables, realizar ensayos “in-situ” para poder caracterizar adecuadamente una atmósfera y con ello establecer el grado de afectación sobre un metal en particular, el tiempo de vida útil, etc.

Los ensayos de campo se complementarán con ensayos de laboratorio para poder configurar una explicación del comportamiento de los materiales expuestos, así como para realizar comparaciones entre los mismos e intentar establecer alguna posible correlación [28, 29].

Metodología y diseño del proyecto

Si bien se ha establecido ya, como una primera aproximación, los sitios en los cuales se podría colocar los pupitres (portamuestras para los ensayos), ésta será la primera tarea a concretar de manera específica, bajo las consideraciones de: determinación de un sitio representativo de interés por cercanía al mar, grado de contaminación, importancia, industrial, social, seguridad, accesibilidad, etc. Es de especial interés la colocación de una (o más estaciones) en las cercanías del volcán Reventador para lo cual se ha mantenido conversaciones y acuerdos de colaboración con el Geofísico de la EPN.

La formulación de la pintura debe mantener una adecuada relación de contenido de pigmentos respecto a la cantidad de resina utilizada para lo cual se debe determinar el denominado contenido crítico de pigmento en volumen CPVC/PVC, la resina debe cubrir adecuadamente los pigmentos para protegerlos y evitar que éstos salgan del revestimiento, se probarán al menos cuatro formulaciones de revestimientos por cada elemento anticorrosivo (polímero conductor y nanopartículas); el polímero conductor será la polianilina (dopada y no dopada) y las nanopartículas serán de óxido de hierro, la preparación y aplicación de las mismas se la hará en la empresa de Pinturas Cóndor con quien se mantiene una larga historia de colaboración, se probará mediante medidor de espesores magnético que el espesor del revestimiento sea uniforme y se observará visualmente y mediante microscopio óptico que no se encuentren fallas del recubrimiento. Las muestras metálicas de acero sin protección y aquellas que poseen recubrimientos de zinc y galvalumen serán proporcionadas por Fedimetal, la entidad que agrupa el gremio de los industriales de recubrimientos metálicos y con quien se mantiene un convenio de colaboración institucional.

La ubicación y exposición de las muestras en los sitios seleccionados se lo hace cumpliendo las normativas ISO [30] y ASTM [31] que buscan que las muestras de reciban la mayor cantidad de radiación solar posible (para lo cual se establece un ángulo y una orientación apropiadas), que sean representativas de la zona de interés (colocación de la estación de ensayo en una zona abierta evitando la formación de un microclima) y cuyos resultados permitan captar adecuadamente la agresividad atmosférica del sector (tamaño y forma de las placas).

Para determinar el tipo de ataque corrosivo que se ha producido (es necesario conocer si el ataque es uniforme, localizado o por picaduras) se realizarán fotografías de microscopía óptica y electrónica, para caracterizar los contaminantes presentes se usará fluoroscopia y EDX, para poder establecer qué tipos de corrosión se han producido (que dependen si la atmósfera es rural, urbana, industrial o marina) se usará difracción de rayos X [32].



Para la determinación de los niveles de contaminación de las zonas de estudio se emplearán las normas ISO [11] y el empleo de medidores de contaminación denominados “pasivos” que han resultado ser de gran versatilidad, el análisis de los contaminantes: SO₂, cloruros, óxidos de nitrógeno, ozono, entre los principales. Los valores de las variables meteorológicas se obtendrán de las estaciones que mantiene el INAMHI o de medidas directas que sean necesarias realizar si las estaciones de la entidad pública mencionada no son representativas del sector. Para el caso particular de las estaciones cerca del volcán Reventador se tomarán medidas de contaminación y se analizarán químicamente las partículas expulsadas.

Para los ensayos de laboratorios se emplearán tanto la cámara de niebla salina con ciclos establecidos en las normas ASTM [33]) como las cámaras de degradación que disponen de radiación UV (arco de xenón y fluorescencia) cuyos ciclos toman de referencia base las normas ASTM [34], así como la experiencia adquirida en trabajos anteriores propios del grupo de investigación. Las muestras metálicas son sensibles a la degradación por humedad y contaminantes pero las muestras que tienen revestimientos poliméricos deben ser probadas también en su resistencia a la radiación ultravioleta pues ésta tiene energía suficiente para degradar los enlaces de las cadenas poliméricas.

Para cuantificar el grado de corrosión de las muestras metálicas se lo determina mediante la pérdida de espesor de las mismas (parámetro absolutamente crítico para el diseño de las estructuras metálicas) utilizando medidas gravimétricas y utilizando la normativa del caso [35].

El grado de deterioro y el tipo de posible fallo de las pinturas anticorrosivas se verificará mediante observación con microscopía óptica, electrónica y el uso de las normativas ASTM [36]. El grado de deterioro (o de la resistencia a la corrosión del revestimiento) así como el tipo de fallo que pueda producirse (resquebrajamiento, ampollamiento, etc.) permiten determinar si la formulación es adecuada para el medioambiente en estudio, además establecen las posibles causas del fallo con la finalidad de hacer reformulaciones (de ser necesario). Adicionalmente, un análisis que permite advertir tempranamente el grado de degradación e identificar las causas (ruptura de cadenas, migración de cargas, etc.) es el análisis con infrarrojo, particularmente la técnica de reflectancia total atenuada.

Para complementar el estudio del comportamiento de los revestimientos anticorrosivos, se realizarán medidas electroquímicas mediante un medidor de impedancia que han resultado ser los que mejores resultados permiten a la hora de describir el fenómeno corrosivo que es un fenómeno eléctrico y químico [37].

Con toda la información del caso, se decidirá sobre las mejores formulaciones del revestimiento mismas que podrían depender de la zona de ensayo específica.

[27] Azevedo, E y De Freitas, V. (2016). Atmospheric corrosion evaluation of electrogalvanized, hot-dip galvanized and galvanized interstitial free steels using accelerated field and cyclic tests. *Surface and Coatings Technology*. 306. 428-438. doi: 10.1016/j.surfcoat.2016.04.021

[28] Pan, C., Lv, W., Wang, Z., Su, W., Wang, C y Liu, S. (2016). Atmospheric Corrosion of Copper Exposed in a Simulated Coastal-Industrial Atmosphere. *Journal of Materials Science & Technology*. 33. 587-595. doi: 10.1016/j.jmst.2016.03.024

[29] Lin, C y Wang, C. (2005). Correlation between accelerated corrosion tests and atmospheric corrosion tests on steel. *Journal of Applied Electrochemistry*. 35. 837-843. doi: 10.1007/s10800-005-1322-7

[30] American Society for Testing and Materials. (2015). Standard Practice for Conducting Atmospheric Corrosion Tests on Metals. ASTM G50-10

[31] International Organization for Standardization. (2011). Metals and alloys - Atmospheric corrosion testing - General requirements. ISO 8565:2011

[32] Person, D., Thierry, D y Karlsson, O. (2017). Corrosion and corrosion products of hot dipped galvanized steel during long term atmospheric exposure at different sites world-wide. *Corrosion Science*. doi: 10.1016/j.corsci.2017.06.025

[33] American Society for Testing and Materials. (2016). Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus1. ASTM B117-16

[34] American Society for Testing and Materials. (2013). Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials. ASTM G115-13

[35] American Society for Testing and Materials. (2011). Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. ASTM G1-03



[36] American Society for Testing and Materials. (2016). Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments. ASTM D1654-08

[37] Szocinski, M y Darowick K. (2005). Local impedance spectra of organic coatings. Polymer Degradation and Stability.98.261-265. doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2012.10.002

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 ZZ	Nombre del Equipo	Ubicación del Equipo
CIAP	Equipo de niebla salina	CIAP DECAB
CIAP	Espectrofotómetro de Infrarrojo por Transformadas de Fourier con accesorio HATR de SeZn	CIAP
CIAP	Equipo de radiación UV por arco de xenón	CIAP DECAB
DEMEX	Difracción Rayos X	DEMEX
DEMEX	Microscopio óptico	DEMEX
Laboratorio de Caracterización Térmica INER EPN	Microscopio electrónico de barrido	Edificio Ciencias Básicas
DEMEX	Microscopio óptico estereoscópico	DEMEX

6.2 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.

El CIAP dispone de toda una línea de equipamiento para el estudio del comportamiento de los revestimientos poliméricos (y polímeros en general); no obstante, le hace falta complementar los mismos con una cámara de degradación UV equipada con lámparas fluorescentes que infligen una degradación mucho más enérgica a los materiales poliméricos que la de lámparas de arco de xenón que dispone el CIAP. El uso combinado de los dos equipos permite arribar a conclusiones con mucho mayor rigor científico de acuerdo con la literatura académica mundial. Por ello, la adquisición de este equipo se considera fundamental para el desarrollo del proyecto e incluso para las actividades del CIAP, tanto en sus labores de investigación, como las de servicios y docencia.

Adicionalmente, para poder complementar el panorama del análisis microscópico, de infrarrojo, los ensayos de degradación UV y de cámara salina, es necesario estudiar el fenómeno electroquímico para lo cual se usa un medidor de impedancia y que debe ser lo más portátil posible para poder trasladarlo a las diferentes ciudades puesto que se debe analizar el revestimiento y volverlo a colocar in situ lo más pronto posible, por eso se solicita la compra de un equipo de esas características.

6.3 Fondos Adicionales



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



No existen fondos adicionales propiamente dichos, pero sí la participación de Fedimetal en construcción y ubicación de estaciones de ensayo, así como de las muestras metálicas a ser expuestas (con y sin recubrimiento metálico). Además, empresa de Pinturas Cóndor proporciona los insumos básicos para la formulación de las pinturas y la aplicación de las mismas sobre las placas metálicas.

ANEXO 3

ANEXO 4



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

AÑO 1

Director del proyecto	Título del proyecto
FRANCISCO CADENA	Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

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		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)*	6	mes	\$ 1.250,00	\$ 7.500,00		\$ 8.400,00
Subtotal 1			\$ 1.250,00	\$ 7.500,00		\$ 8.400,00
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 equipos						
2.1 CAMARA UV FLUORESCENTE (incluye aditamentos)	1	1	\$ 33.654,00	\$ 33.654,00	\$ 37.692,48	\$ 37.692,48
2.2 Medidor de impedancia portátil	1	1	\$ 5.450,00	\$ 5.450,00	\$ 6.104,00	\$ 6.104,00
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			\$ 39.104,00	\$ 39.104,00	\$ 43.796,48	\$ 43.796,48
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Acido Clorhídrico 37%	4	2,5l	\$ 29,00	\$ 116,00		\$ 129,92
3.2 Acido Nítrico 65%	4	2,5l	\$ 90,00	\$ 360,00		\$ 403,20
3.3 Acido Acético glacial	4	2,5l	\$ 35,00	\$ 140,00		\$ 156,80
3.4 Acido ortofosfórico 85%	4	2,5l	\$ 214,00	\$ 856,00		\$ 958,72
3.5 Hexametiltetramina para síntesis	1	1Kg	\$ 74,00	\$ 74,00		\$ 82,88
3.6 Cromo VI óxido para análisis	2	250 g	\$ 287,00	\$ 574,00		\$ 642,88
3.7 Consumibles para SEM	1	varios	\$ 365,85	\$ 365,85		\$ 409,75
Subtotal 3			\$ 1.094,85	\$ 2.485,85	\$ -	\$ 2.784,15
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior	16	PASAJES	\$ 130,00	\$ 2.080,00		\$ 2.329,60
5.2 Viaticos al interior	24	viaticos	\$ 80,00	\$ 1.920,00		\$ 1.920,00
Subtotal 5			\$ 210,00	\$ 4.000,00	\$ -	\$ 4.249,60
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos al exterior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.3 Pago de inscripción y publicaciones			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL				\$ 53.089,85		\$ 59.230,23

*SE COLOCA EN ESTE RUBRO, DE ACUERDO CON INSTRUCCIONES DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, QUE SON ANÁLISIS QUE LA EPN NO OFRECE



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 2

Director del proyecto	Título del proyecto
FRANCISCO CADENA	Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

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		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)**	6	mes	\$ 1.250,00	\$ 7.500,00		\$ 8.400,00
Subtotal 1			\$ 1.250,00	\$ 7.500,00	\$ -	\$ 8.400,00
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 equipos						
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 Reactivos y materiales de laboratorio						
Acido Clorhidrico 37%	4	2,5l	\$ 29,00	\$ 116,00		\$ 129,92
Acido Nítrico 65%	4	2,5l	\$ 90,00	\$ 360,00		\$ 403,20
Acido Acético glacial	4	2,5l	\$ 35,00	\$ 140,00		\$ 156,80
Acido ortofosfórico 85%	4	2,5l	\$ 214,00	\$ 856,00		\$ 958,72
3.5 Fundente de tetraborato de litio Difracción Rayos X	6	unidad	\$ 330,00	\$ 1.980,00		\$ 2.217,60
3.6 Kit de muestras para Difracción Rayos X	1	kit	\$ 1.600,00	\$ 1.600,00		\$ 1.792,00
Subtotal 3			\$ 2.298,00	\$ 5.052,00	\$ -	\$ 5.658,24
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior	6	pasajes	\$ 130,00	\$ 780,00		\$ 873,60
5.2 Viaticos al interior	12	viáticos	\$ 80,00	\$ 960,00		\$ 960,00
Subtotal 5			\$ 210,00	\$ 1.740,00	\$ -	\$ 1.833,60
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	1	pasajes	\$ 800,00	\$ 800,00		\$ 896,00
6.2 Viaticos al exterior	6	días	\$ 120,00	\$ 720,00		\$ 720,00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	2		\$ 500,00	\$ 1.000,00		\$ 1.000,00
6.4 publicaciones	2		\$ 1.000,00	\$ 2.000,00		\$ 2.000,00
Subtotal 6			\$ 1.420,00	\$ 4.520,00	\$ -	\$ 4.616,00
TOTAL				\$ 18.812,00		\$ 20.507,84

*SE COLOCA EN ESTE RUBRO, DE ACUERDO CON INSTRUCCIONES DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, QUE SON ANÁLISIS QUE LA EPN NO OFRECE

Director del proyecto	Título del proyecto
FRANCISCO CADENA	Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos intranacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ 7.500,00	\$ 39.104,00	\$ 2.485,85	\$ -	\$ 4.000,00	\$ -	\$ 53.089,85
2	\$ 7.500,00	\$ -	\$ 5.052,00	\$ -	\$ 1.740,00	\$ 4.520,00	\$ 18.812,00
3	\$ -	\$ -		\$ -			\$ -
TOTAL	\$ 15.000,00	\$ 39.104,00	\$ 7.537,85	\$ -	\$ 5.740,00	\$ 4.520,00	\$ 71.901,85

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos intranacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ 8.400,00	\$ 43.796,48	\$ 2.784,15	\$ -	\$ 4.249,60	\$ -	\$ 59.230,23
2	\$ 8.400,00	\$ -	\$ 5.658,24	\$ -	\$ 1.833,60	\$ 4.616,00	\$ 20.507,84
3	\$ -	\$ -		\$ -			\$ -
TOTAL	\$ 16.800,00	\$ 43.796,48	\$ 8.442,39	\$ -	\$ 6.083,20	\$ 4.616,00	\$ 79.738,07

ANEXO 5

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior X Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada X

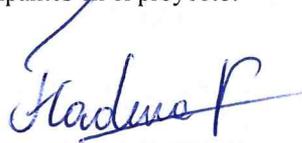
TÍTULO DEL PROYECTO

Desarrollo de revestimientos poliméricos de alto desempeño para la protección de materiales sometidos a condiciones atmosféricas agresivas en el Ecuador

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

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

- Que el presente proyecto es una obra original de este 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 solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.



Firma del Director del Proyecto

Nombre: FRANCISCO CADONIA

C.I.: 1707150382

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de ... DECAR, en sesión del día mediante resolución No. 2017-036.

31 AGO 2017

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: Francisco Quiroz

C.I.: 1709297954

