

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:

Desarrollo y Evaluación de un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, DICC.

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

1. Evaluación de prestaciones de hardware y software, computación de alto rendimiento y alta disponibilidad

Resumen de información del director y colaboradores del proyecto

Director

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D)
Carrera Izurieta Iván Marcelo	Departamento de Informática y Ciencias de la Computación DICC	MSc.

Colaborador(es)

Apellidos y nombres	Departamento	Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D)



Áreas de Interés: Sistemas Distribuidos, Bioinformática, Evaluación de Desempeño Computacional.

- FEB.2014 – AGO.2014 Facultad de Ingeniería de Sistemas - EPN: Asistente de Cátedra. Dictado de cátedra, Participación en eventos, Miembro de la comisión para la acreditación de la Carrera de Ingeniería de Sistemas. Asignaturas: Compiladores y Lenguajes, Fundamentos de Ciencia de Computación.

- MAY.2011 – AGO.2011 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica - EPN: Profesor por reemplazo. Dictado de cátedra. Asignatura: Redes de Área Local Inalámbricas.

- MAR.2011 – FEB.2012 — MAR.2012 – AGO.2014 Escuela de Tecnologías - UDLA: Profesor. Asignaturas: Regulación de Telecomunicaciones, Sistemas Operativos en Red, Tecnologías de Internetworking, Comunicación de Datos, Arquitectura del Computador, Charlas de Tecnologías. Dirección de Proyecto de Titulación.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, DICC.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Evaluación de prestaciones de hardware y software, computación de alto rendimiento y alta disponibilidad.

1 Proyecto de Investigación

Título:

Desarrollo y Evaluación del desempeño de un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

El proceso de descubrimiento de fármacos utilizando bases de datos se constituye actualmente como un importante medio para el diseño y el descubrimiento de fármacos. El análisis de las relaciones entre fármacos y sus blancos terapéuticos es un enfoque efectivo para el descubrimiento de fármacos y la prevención de efectos adversos de fármacos en pacientes.

La búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos, también conocido como *target fishing*, es un proceso que toma la estructura química de un fármaco como entrada y predice la interacción del fármaco con cada posible blanco terapéutico humano, descubriendo nuevos blancos y posibles efectos adversos.

El presente proyecto busca en primer lugar desarrollar un método computacional para las búsquedas realizadas sobre bases de datos distribuidas para el descubrimiento de fármacos; posteriormente, busca obtener el modelo matemático del desempeño computacional del método desarrollado en términos de tiempo de ejecución de las búsquedas, empleando estrategias para mejorar el desempeño del proceso y optimizar el uso de recursos computacionales; y finalmente, busca desarrollar un conjunto de servicios web que permita a diferentes usuarios efectuar consultas sobre las bases de datos a través de internet.

Palabras clave (4-6):

Bioinformática,
Bases de datos,
Relación Actividad-Estructura Cuantitativa QSAR,
Evaluación del desempeño computacional.



2	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>2.1 Objetivos</p> <p>2.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Desarrollar un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos, integrando múltiples bases de datos, mediante análisis teórico y experimental del desempeño computacional de algoritmos y <i>frameworks</i> de programación. <p>2.1.2 Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none">a. Estudiar diferentes bases de datos farmacológicas, de diferentes orígenes y formatos, a fin de poderlas integrar y consolidar la información en una única base.b. Diseñar un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos.c. Obtener un modelo matemático para el desempeño computacional del método computacional para los procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos.d. Desarrollar un conjunto de servicios web que permita realizar búsquedas a través de internet sobre la información contenida en base de datos. <p>2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <ul style="list-style-type: none">a. Base de datos única que integre la información de diferentes bases de datos farmacológicas, de diferentes orígenes y formatos.b. Método computacional, expresado como un <i>workflow</i>, para los procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos.c. Modelo matemático para el desempeño del método computacional en términos de tiempo de ejecución de los procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos.d. Conjunto de servicios web para realizar búsquedas a través de internet sobre la información contenida en la base de datos.
3	<p>Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación</p> <p>La línea de investigación relevante para la presente propuesta de investigación es “Evaluación de prestaciones de hardware y software, computación de alto rendimiento y alta disponibilidad”. La presente propuesta se enfocará en el desarrollo de un método computacional para búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos en bases de datos. El método computacional será desarrollado aplicando metodologías de evaluación de desempeño computacional teórica y experimental.</p> <p>Se efectuará el modelado e implementación de un método computacional para búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos en bases de datos; como aplicación de los conceptos de la “Evaluación de prestaciones de hardware y software, computación de alto rendimiento y alta disponibilidad” se utilizarán las técnicas de evaluación de desempeño computacional: evaluación teórica, evaluación por simulación y evaluación experimental.</p>



4	Productos esperados	
	a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
	b. Disertación a la Comunidad Politécnica;	X
	c. Proyecto de Titulación;	X
	d. Tesis de Grado (maestría o doctorado);	<input type="checkbox"/>
	e. Aplicación tecnológica construida o implementada;	<input type="checkbox"/>
	f. Patente presentada;	<input type="checkbox"/>
	g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X

5	Descripción y metodología y diseño del proyecto	
	5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)	
	<p>El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un método computacional, a manera de <i>workflow</i>, para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos integrando múltiples bases de datos, de diferentes orígenes y formatos, mediante análisis teórico y experimental del desempeño computacional de algoritmos y <i>frameworks</i> de programación. El objetivo del descubrimiento de fármacos basado en estructura es desarrollar un proceso simple, cuya entrada sea la descripción de la estructura de un fármaco nuevo, del que no se tengan registrados blancos terapéuticos conocidos, y cuya salida sea un conjunto de probables blancos terapéuticos con alta afinidad y propiedades farmacológicas deseables [14].</p> <p>El proceso de descubrimiento de fármacos utilizando bases de datos se constituye actualmente como un importante medio para el diseño de fármacos. La identificación de blancos terapéuticos es un paso crítico en el descubrimiento de fármacos [11]; y en ausencia de estructuras tridimensionales de los potenciales blancos terapéuticos de los fármacos, el diseño de fármacos basado en las relaciones entre ligandos y blancos es un enfoque efectivo para el descubrimiento de fármacos [1]. En bioquímica y farmacología, un ligando es una sustancia que se une a una molécula que posee una determinada función biológica. Un ligando puede unirse a un receptor, conocido también como target o blanco terapéutico, alterar la función del receptor y desencadenar una respuesta fisiológica [7]. El descubrimiento de fármacos asistido por computadora consiste en la búsqueda <i>in silico</i> de posibles relaciones de actividad de fármacos capaces de unirse a uno o varios blancos terapéuticos y desencadenar una respuesta fisiológica deseada. Las interacciones ligando-blanco molecular pueden ser descritas en términos de carga, hidrofobicidad, y estructura molecular [9].</p> <p>Las relaciones actividad-estructura, en inglés <i>Structure-Activity Relation</i>, conocidas como SAR por sus siglas, son una herramienta importante en el descubrimiento de fármacos basado en ligando que proporcionan información crucial sobre las interacciones entre un blanco terapéutico y un ligando. Las SAR proporcionan modelos predictivos para las relaciones entre un ligando y sus blancos terapéuticos [7]. En el diseño de fármacos basado en estructura, los modelos de SAR cuantitativo, conocidos como QSAR, resumen una relación entre estructuras químicas y actividades biológicas en un conjunto de datos químicos, y son capaces de predecir las actividades de nuevos fármacos, basándose en su estructura y su similitud con otros fármacos [5] [7]. Los modelos de regresión QSAR relacionan un conjunto de variables predictoras (como la estructura del fármaco) con el potencial de la variable de respuesta (blanco terapéutico), y los modelos de clasificación QSAR relacionan las variables a un valor categórico de la variable de respuesta [14].</p> <p>La principal fuente de información y conocimiento sobre la actividad de ligandos sobre blancos terapéuticos es la literatura en artículos científicos. Sin embargo, esta información se encuentra sin estructura, y la búsqueda dentro de estas fuentes se vuelve computacionalmente intensiva [6]. Para lograr un mejor acceso a la información se presentan bases de datos de acceso público que documentan las SAR. Ejemplos de estas bases de datos pueden ser: ChEBI [3], ChEMBL [4] y Binding Database [2]. Open PHACTS [12] es un ejemplo de servicio web que disponibiliza información farmacológica para consultas de usuarios en internet. Open PHACTS es una plataforma de búsqueda de información que integra datos desde múltiples bases de datos públicas, que ofrecen a sus usuarios acceso a datos enlazados a través de su infraestructura. Open PHACTS integra bases de datos con información fisicoquímica, identificadores de fármacos y datos farmacológicos.</p>	



En el presente proyecto se propone un estudio sobre las aplicaciones de bases de datos farmacológicas, su comportamiento y cuellos de botella en términos de desempeño computacional. Se propone integrar diferentes bases de datos farmacológicas, de diferentes orígenes y formatos, a fin de consolidar la información en una única base; se evaluará el desempeño computacional y las ventajas de ejecutar dichas aplicaciones en ambientes distribuidos tales como cloud, clusters y grids [15] [16] [13].

Una vez que se ha consolidado la información de diferentes fuentes, se diseñará un método computacional para los procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para nuevos fármacos. El *workflow* general de QSAR consiste en la recolección de un conjunto de moléculas activas e inactivas frente a un blanco terapéutico específico y la producción de descriptores de las propiedades estructurales y fisico-químicas. El modelo QSAR posteriormente se puede utilizar para correlacionar los descriptores y la actividad experimental, resultando en una herramienta predictiva para nuevos fármacos [8]. El método computacional a desarrollarse en el presente proyecto debe completar los pasos descritos, con un eficiente desempeño computacional. Asimismo, se debe comprobar la validez del algoritmo, su tasa de error y el tiempo que toma cada consulta; y posteriormente, se debe dar un énfasis particular en la validación del modelo, así como en la necesidad de definir modelos de aplicabilidad. La aplicación de modelos QSAR rigurosamente validados para descubrimiento de fármacos logra identificar ligandos que son subsecuentemente validados por investigación experimental [9].

Cuando se haya desarrollado el modelo computacional para *target fishing*, se disponibilizará un conjunto de servicios web para realizar búsquedas a través de internet sobre la información contenida en la base de datos. Se especificarán utilizando el marco de descripción de recursos RDF [17]. El presente proyecto tiene el objetivo de modelar un proceso que toma la estructura química de un fármaco como una entrada y calcula su afinidad con cada posible blanco terapéutico humano, buscando por posibles nuevos blancos. Este proceso se conoce también como *target fishing* [10]. El objetivo del estudio es modelar el desempeño computacional de diversas bases de datos distribuidas de compuestos farmacológicos, que se ejecutan sobre diferentes ambientes distribuidos. Este modelo debería ayudar a los usuarios de dichas bases de datos a realizar la planificación de capacidad de sus implementaciones. Se deberán realizar experimentos utilizando diferentes configuraciones para mostrar una clara relación entre resultados experimentales y teóricos.

Una vez que se haya concluido el proyecto de investigación, se plantea extender el modelo computacional de manera que se integre al análisis genético de personas sobre quienes se pueda estudiar y prever los posibles efectos no deseados de los fármacos. Se prevé un subsiguiente proyecto de investigación en el que se desarrolle un algoritmo de *target fishing* que se pueda aplicar para analizar los efectos no deseados de fármacos en personas.

Bibliografía

- [1] Acharya, C. C. (2011). Recent advances in ligand-based drug design: relevance and utility of the conformationally sampled pharmacophore approach. *Current computer-aided drug design.*, 10-22.
- [2] *Binding Database*. (13 de 04 de 2017). Obtenido de <https://www.bindingdb.org/>
- [3] *ChEBI*. (13 de 04 de 2017). Obtenido de <http://www.ebi.ac.uk/chebi>
- [4] *ChEMBL*. (13 de 04 de 2017). Obtenido de <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>
- [5] Cruz-Montegudo, M. S.-C.-F.-R. (2017). Systemic QSAR and phenotypic virtual screening: chasing butterflies in drug discovery. *Drug Discovery Today*.
- [6] Gaulton et al. (2012). ChEMBL: a large-scale bioactivity database for drug discovery. *Nucleic acids research*, 40, D1100-D1107.
- [7] Huang, H. J. (2010). Current developments of computer-aided drug design. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 623-635.
- [8] Katsila, T. S. (2016). Computational approaches in target identification and drug discovery. *Computational and structural biotechnology journal*, 177-184.
- [9] Merz Jr, K. M. (2010). Drug design: structure-and ligand-based approaches. *Cambridge University Press*.
- [10] Nettles, J. H. (2006). Bridging chemical and biological space: "target fishing" using 2D and 3D molecular descriptors. *Journal of medicinal chemistry*, 6802-6810.
- [11] Nidhi, T. G. (2006). Prediction of biological targets for compounds using multiple-category Bayesian models trained on chemogenomics databases. *Journal of chemical information and modeling*, 1124-1133.



[12] *Open PHACTS*. (13 de 04 de 2017). Obtenido de www.openphacts.org
 [13] Schadt, E. E. (2010). Computational solutions to large-scale data management and analysis. *Nature Reviews Genetics*, 647–657.
 [14] Shirts, M. R. (2010). Free energy calculations in structure-based drug design. *Drug Design: Structure-and Ligand-Based Approaches*, 61-86.
 [15] Stein, L. D. (2010). The case for cloud computing in genome informatics. *Genome Biology*.
 [16] Stephens, Z. D. (2015). Big data: astronomical or genomics? *PLoS Biology*.
 [17] W3C. (13 de 04 de 2017). *RDF - Semantic Web Standards*. Obtenido de <https://www.w3.org/RDF/>

6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.

Nombre	Rol (director o colaborador)	Horas de dedicación	Departamento
Iván Carrera	Director	16 HSS	DICC

6.2 Infraestructura y equipos

Infraestructura	Equipos								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre del Equipo</th> <th>Ubicación del equipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Servidor: Computador Desktop. Especificaciones: Procesador Intel i7 de 3.40 GHz, 8 GB en RAM, Sistema Operativo Linux. </td> <td>Oficina 218. Facultad de Ingeniería de Sistemas.</td> </tr> <tr> <td>Dirección IP pública.</td> <td>A solicitar a la Dirección de Gestión de la Información y Procesos.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Uso de infraestructura de Cloud Computing de IBM Bluemix, a través de cuenta académica.</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre del Equipo	Ubicación del equipo	Servidor: Computador Desktop. Especificaciones: Procesador Intel i7 de 3.40 GHz, 8 GB en RAM, Sistema Operativo Linux.	Oficina 218. Facultad de Ingeniería de Sistemas.	Dirección IP pública.	A solicitar a la Dirección de Gestión de la Información y Procesos.	Uso de infraestructura de Cloud Computing de IBM Bluemix, a través de cuenta académica.	
Nombre del Equipo	Ubicación del equipo								
Servidor: Computador Desktop. Especificaciones: Procesador Intel i7 de 3.40 GHz, 8 GB en RAM, Sistema Operativo Linux.	Oficina 218. Facultad de Ingeniería de Sistemas.								
Dirección IP pública.	A solicitar a la Dirección de Gestión de la Información y Procesos.								
Uso de infraestructura de Cloud Computing de IBM Bluemix, a través de cuenta académica.									

6.3 Breve justificación del equipo requerido

- El servidor se utilizará para programar prototipos y acceder a los recursos de cloud computing.
- La dirección IP pública se utilizará para efectuar pruebas sobre los servicios web a ser programados.
- La infraestructura de cloud computing alojará la base de datos y realizará el procesamiento de consultas.

6.4 Fondos Adicionales

- *El proyecto no requiere de fondos adicionales.*

7 Declaración del Director del Proyecto

Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.

Quito, 18 de abril de 2017

DIRECTOR DEL PROYECTO

Nombre: MSc. Iván Carrera

CC: 1721043048

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento de Informática y Ciencias de la Computación, en sesión del día 15 de mayo de 2017 mediante resolución No. 058.017.15-05-2017. 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.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL
Dirección de Investigación y Proyección Social



Myriam Peñafiel

JEFE DEL DEPARTAMENTO
Nombre: Msc. Myriam Peñafiel
CC: 1705828711



Quito, 15 de mayo de 2017
(lugar y fecha)

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
Proyecto de Investigación Interno
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Título del Proyecto: **Desarrollo y Evaluación de un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos**

Nº	Actividad	AÑO 1																																																			
		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12							
		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	Investigación Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
2	Análisis de información de bases de datos farmacológicas	X	X	X	X																																																
3	Integración de bases de datos farmacológicas					X	X	X	X																																												
4	Definición teórica del modelo computacional											X	X	X	X	X	X																																				
5	Evaluación teórica sobre el modelo computacional											X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																
6	Implementación del método computacional																	X	X	X	X																																
7	Diseño experimental de la evaluación del desempeño del método computacional																					X	X																														
8	Evaluación de desempeño computacional sobre la implementación del método computacional																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
9	Ajustes sobre la implementación del modelo																													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
10	Obtención del modelo matemático para el desempeño del método computacional																																																				
11	Implementación de un servicio web para consultas sobre la base de datos																																																				
12	Elaboración del artículo científico																																																				

MSc. Iván Carrera



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



AÑO 1

Director del proyecto	Título del proyecto
MSc. Iván Carrera	Desarrollo de un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos integrando múltiples bases de datos

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
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación (\$ 366 + 9,15%IESS)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Asistentes de investigación (\$ 986 + IVA)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.3 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2 Maquinaria equipos						
2.1 Item 1 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
4.1 Item 1 (Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
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				\$ -		\$ -

Firma

MSc. Iván Carrera



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



Director del proyecto	Título del proyecto
MSc. Iván Carrera	Desarrollo y Evaluación de un método computacional para procesos de búsqueda de blancos terapéuticos para fármacos

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 internacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

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 internacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Firma

MSc. Iván Carrera



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

Dirección de Investigación y Proyección Social

Anexo 5. Verificación de la documentación de la propuesta de investigación presentada



#	Item sujeto a revisión	Proponente (Marque con una X)	VIPS	Observaciones VIPS
1	Anexos 1 al 5	X		
2	CD			
#	Anexo 1. Datos informativos del director y colaboradores de la propuesta de proyecto			
3	Nombre del (los) departamento(s)	X		
4	Línea(s) de investigación (verificables en el SAEW)	X		
5	Cuadro de resumen con datos del director y colaborador(es) del proyecto completo	X		
6	Hoja de vida del director completa	X		
7	Hoja(s) de vida del (los) colaborador(es) completa(s)			
8	Número de colaboradores acorde a los normativos según tipo de proyecto			
#	Anexo 2. Detalle de la propuesta del proyecto			
9	Nombre del (los) departamento(s)	X		
10	Línea(s) de investigación (verificables en el SAEW)	X		
11	Sección 1. proyecto de investigación completa	X		
12	Sección 2. objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación completa	X		
13	Sección 3. relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación completa	X		
14	Sección 4. productos esperados	X		
15	Sección 5. Selección de publicación científica (obligatorio)	X		
16	Sección 6. Selección de al menos 1 de los otros 6 productos esperados	X		
17	Sección 7. Descripción y metodología y diseño del proyecto con una extensión máxima de 2 carillas	X		
18	Sección 8. Tiempo máximo de dedicación semestral del director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores acorde a los normativos según tipo de proyecto	X		
19	Sección 9. Infraestructura y equipos requeridos para el proyecto completa	X		
20	Sección 10. Breve justificación de los equipos e infraestructura completa	X		
21	Sección 11. Declaración del Director del proyecto completa y firmado	X		
22	Sección 12. Declaración del Jefe de Departamento completa y firmada			
#	Anexo 3. Cronograma			
23	Cronograma acorde al tipo de proyecto completo y firmado	X		

#	Anexo 4. Presupuesto				
24	Monto total del presupuesto igual o inferior al monto máximo permitido según tipo de proyecto		X		
25	Constatación de las 6 partidas presupuestarias establecidas		X		
26	Desglose del tipo de <i>contrataciones</i> requeridas		X		
27	Desglose de los ítems requeridos en la partida <i>maquinaria y equipo</i> con 1 proforma de respaldo/item				
28	Desglose de los ítems requeridos en la partida <i>reactivos y materiales de laboratorio</i> con 1 proforma de respaldo/item				
29	Desglose de los ítems requeridos en la partida <i>literatura especializada</i> de laboratorio con 1 proforma de respaldo/item				
30	Proformas a nombre de la Escuela Politécnica Nacional				
31	Subtotal de la partida <i>presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones</i> igual o menor al monto máximo establecido según tipo de proyecto		X		
32	Presupuesto completo y firmado		X		