



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 Matemática

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Control de calidad

1 Proyecto de Investigación

Título: Análisis de datos funcionales en el control estadístico de calidad.

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Con el presente proyecto se pretende generar y desarrollar aportaciones al control estadístico de calidad (cec) según dos vertientes diferenciadas: por un lado, programación de herramientas informáticas y, por otro, elaboración, adaptación y puesta en marcha de metodologías de utilidad en CEC y metrología.

En primer lugar, se busca ofrecer a la comunidad científica y usuarios en general una aplicación informática que permita un tratamiento sencillo y eficaz de variables aleatorias y atributos para el desarrollo de programas de control estadístico de calidad, incluyendo la aplicación del enfoque seis sigmas.

La segunda parte de este proyecto de tesis se enfoca hacia el desarrollo y aplicación de metodologías para la resolución de problemas en control estadístico de calidad. Se diseñará un procedimiento para el análisis estadístico de datos funcionales dentro un Estudio Interlaboratorio. Se presentará una adaptación de los estudios R&R desde un enfoque Análisis de datos funcionales. A su vez, se propondrá una alternativa para estimar de los estadísticos h y k consistente en la aplicación de una función de profundidad a los datos funcionales.

Palabras clave (4-6):

Análisis de Datos Funcionales, Control estadístico calidad, Gráficos de control d calidad y Big Data.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto		
Apellidos: Flores Sánchez Nombres: Miguel Alfonso	Cédula de Identidad: 1715020309	Teléfono casa: Teléfono celular:0983472472
Cargo actual en la EPN: Profesor Auxiliar a tiempo completo		
Dirección particular: EDIFICIO LIMBURG PLATZ Sector El Dorado, Seniergues n16-141 y Rufino Marin		Teléfono oficina: 2976300 Ext. EPN: Correo electrónico: miguel.flores@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad/País
Ingeniero Estadístico Informático	2003	Escuela Superior Politécnica del Litoral/Ecuador
Magister en investigación de operaciones	2006	Escuela Politécnica Nacional/Ecuador
Master en Técnicas estadísticas	2013	Universidad de La Coruña/España
Doctorado en Estadística e Investigación de operaciones	(candidato)	Universidad de La Coruña/España

3 Datos personales y académicos del Profesor colaborador		
Apellidos: Horna Huaraca Nombres: Luis Alcides	Cédula de Identidad: 1500110059	Teléfono casa: 3808349
Cargo actual en la EPN: Profesor Principal a tiempo completo		Teléfono celular: 0998031844
Dirección particular: Calle Atuntaqui SN y Mercado, Sangolquí		Teléfono oficina: 2976300 Ext. EPN: 1531 Correo electrónico: luis.horna@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad
Matemático	06-04-1979	Escuela Politécnica Nacional
Ph.D. em ciências físico-matemáticas	29-05-1985	Universidad Estatal de Moscú
Abogado	21-03-2014	Universidad Técnica Particular de Loja

4 Datos personales del personal administrativo de investigación (opcional)		
Apellidos: Nombres:	Cédula de Identidad:	Teléfono casa:
Cargo actual en la EPN:	Dirección particular:	Teléfono celular:
		Teléfono oficina: 2976300 Ext. EPN: Correo electrónico: luis.horna@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• El objetivo de esta investigación es la propuesta de nuevas herramientas para el control estadístico de la calidad, que consisten en el desarrollo y aplicación de metodologías alternativas (pertenecientes al análisis de datos funcionales, FDA, y multivariantes, Data Depth) adaptadas a los nuevos tipos de datos que el actual desarrollo de las ciencias de la computación proporciona, especialmente a aquellos denominados datos funcionales (de dimensión infinita). <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <p>Como objetivos específicos de este proyecto tenemos:</p> <ol style="list-style-type: none">a. Desarrollar un nuevo paquete estadístico para el software estadístico R, qcr.b. Investigar bibliográfica del estado del arte en cuanto a modelos matemáticos para el problema de gráficos de control y estudios R&R para datos funcionales.c. Formular nuevos gráficos de control de calidad y estudios de R & R para datos funcionales.d. Desarrollar algoritmos eficientes para resolver el modelo propuesto.e. Fortalecer la línea de investigación Modelos de Transporte y Contaminación del Departamento de Matemática. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>En los últimos años se está produciendo la irrupción de nuevos métodos estadísticos en el control de calidad, en especial el empleo de los datos funcionales. Este nuevo enfoque en el tratamiento estadístico de datos nace del creciente desarrollo de las ciencias relacionadas con la computación y almacenamiento de datos, que hacen factible manejar de forma eficiente una cantidad creciente de información. Así, empezando por la estadística descriptiva (concepto de media, varianza, diagramas de caja, análisis de componentes principales, etc.), y siguiendo con el análisis de la varianza, la clasificación (supervisada y no supervisada) y el análisis de regresión (modelos lineales, regresión con componentes principales, modelos lineales generalizados, modelos aditivos generalizados, el Análisis de Datos Funcionales (FDA) ha ido aportando en los últimos quince años alternativas útiles a la resolución de viejos y, también, nuevos problemas. Sin embargo, este conjunto de técnicas, relacionadas con el “big data”, todavía no han sido objeto de la suficiente atención por parte de la rama de la estadística denominada Control Estadístico de Calidad. Mediante este proyecto se pretende, en la medida de lo posible, contribuir al desarrollo de estas nuevas alternativas FDA en un ámbito con tantas implicaciones económicas y sociales como el control de calidad.</p> <p>5.3 Productos esperados</p> <ol style="list-style-type: none">a. Publicaciones científicas (obligatorio); ■b. Disertación a la Comunidad Politécnica; ■ <p>5.4 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)</p> <p>Al finalizar este proyecto se espera contar con los siguientes resultados y productos:</p> <ol style="list-style-type: none">a. Esquema metodológico aplicadas al control estadístico de la calidad basándose en un enfoque de datos funcionales; además se desarrollara el paquete qcr que permitirá su aplicación y uso en futuros estudios o desarrollos industriales.b. Una alternativa para estimar los estadísticos h y k consistente en la aplicación de una función de profundidad a los datos funcionales.c. En esta investigación se propondrá un nuevo tipo de gráfico de control de calidad de tipo funcional.
---	---



6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

Mediante el proyecto que aquí se describe, se pretende aportar al conjunto de las técnicas que conforman el control estadístico de calidad aquellas que tienen relación con el análisis de datos funcionales. A través de la aplicación de las metodologías propuestas, se buscará resolver problemas como la evaluación de la precisión y detección de atípicos en procesos industriales y de servicios, por un lado, y en los procesos de toma de datos fiables en las ciencias experimentales. Los beneficios, en comparación con las técnicas ya existentes, que estas metodologías pudieran reportar, serán accesibles mediante el desarrollo de una librería en el software estadístico R, de nombre qcr. Además, este mismo paquete implementará técnicas y procedimientos conocidos y de utilidad en el control estadístico de calidad, lo que contribuirá al mejor conocimiento y control de la calidad de procesos y servicios por parte de los usuarios y la comunidad en general.

Se estudiarán nuevos gráficos de control de calidad de tipo no paramétrico. Especialmente se buscarán gráficos basados en el concepto de Data Depth o profundidad de datos. Se propondrá también un nuevo diseño para los estudios R & R (reproducibilidad y repetitividad) desde la perspectiva de los datos funcionales. Además, y en relación con lo anteriormente mencionado, se presentará un nuevo enfoque FDA para los estudios interlaboratorio que de forma habitual se realizan en los campos de las ciencias experimentales.

El desarrollo de estos nuevos enfoques busca aportar al usuario, ya sea investigador, ingeniero, operario o empresario, nuevas alternativas para resolver problemas de control de calidad en la industria de bienes y servicios y en los procesos y metodologías relacionadas con la investigación y desarrollo (la obtención de medidas fiables, la identificación de datos anómalos y la identificación de sus causas).

La metodología a emplearse en el presente proyecto está compuesta por los siguientes pasos:

1. Revisión bibliográfica
2. Propuesta de nuevos gráficos para el control estadístico de la calidad
3. Propuesta de una nueva y completa metodología para elaborar estudios R&R e los llamados Estudios Interlaboratorio desde el enfoque del análisis de datos funcionales.
4. Aplicación de las metodologías desarrolladas, análisis de resultados y comparación con los obtenidos mediante otras alternativas ya existentes.
5. Elaboración de conclusiones.

Bibliografía:

- Box, G. E. P., Hunter, J. S. y W. G. Hunter (2005). *Statistics for experimenters*, 2nd edition. edition, John Wiley & Sons and Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey.
- Cornell, J. A. (2002). *Experiments with mixtures: designs, models, and the analysis of mixture data*, 3rd edición, John Wiley, New York.
- Ferraty, F. y Vieu, P. (2006) *Nonparametric Functional Data Analysis: Theory and Practice*. Springer-Verlag, New York.
- Ferraty, F. y Romain, Y. (2010). *The Oxford Handbook of Functional Data Analysis*. Oxford University Press.
- Ferraty, F. (2010). High-dimensional data: a fascinating statistical challenge. *Journal of Multivariate Analysis*, 101, 305-306.
- González-Manteiga, W. y Vieu, P. (2007). Statistics for functional data. *Computational Statistics and Data Analysis*, 51, 4788-4792.
- Plackett R.L. y Burman, J.P. (1946). The Design of Optimum Multifactorial Experiments", *Biometrika* 33 (4), 305-25.
- Quintela-del-Río, A. y Francisco-Fernández, M. (2011). Nonparametric functional data estimation applied to ozone data: prediction and extreme value analysis. *Chemosphere*, 82, 800-808.
- Ramsay, J. O. y Silverman, B. W. (2005). *Functional Data Analysis*. Springer-Verlag, New York.
- Tarrío-Saavedra J., Naya S., Francisco-Fernández M., Artiaga, R. y López-Beceiro J. (2011a). Application of functional ANOVA to the study of thermal stability of micro-nano silica epoxy composites. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 105, 114-124.
- Tarrío-Saavedra J., Naya S., Francisco-Fernández M., López-Beceiro J. y Artiaga A. (2011b). Functional nonparametric classification of wood species from thermal data. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 104, 87-100.



6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

- Para la elaboración del cronograma de ejecución del proyecto se sugiere considerar el tiempo para la adquisición de equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Planificación y revisión de bibliografía	5%	5%					10%
Propuesta de nuevos gráficos para el control estadístico de la calidad		10%	10%				20%
Propuesta de una nueva y completa metodología para elaborar estudios R&R.			10%	10%	10%		30%
Aplicación de las metodologías desarrolladas.					5%	5%	10%
Cálculos, simulación y programación	5%	5%	5%	5%	5%	5%	30%
TOTAL	10%	20%	25%	15%	25%	5%	100%

7	Fechas de inicio y fin
	<i>Inicio: Octubre 2015</i> <i>Fin: Octubre 2016</i>

8	Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.
	<p>8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Director: Miguel Flores, 16 horas semanales - Colaboradores EPN: Luis Horna: 8 horas semanales <p>8.2 Infraestructura y equipos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficina • Computador personal • Software estadístico open source <p>8.3 Breve justificación del equipo requerido</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para realizar los cálculos se necesita la adquisición de una computador de última generación. <p>8.4 Fondos Adicionales</p> <ul style="list-style-type: none"> - NA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL


9

Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)

- Los costos para la elaboración del presupuesto estimado no deben incluir IVA.
- Las maquinarias y equipos deberán tener una proforma local con un representante autorizado en el país.
- En el caso de PIMI, se deberá aclarar en cual departamento permanecerán las maquinarias y equipos

Primer Año

Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>		
Subtotal		
2. Maquinaria y Equipos		
Subtotal	2000.00	40
3. Reactivos y materiales de laboratorio		
Subtotal		
4. Literatura especializada		
Subtotal		
5. Viajes técnicos y de muestreo		
Subtotal		
6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	3000.00	60
Subtotal	5000.00	
TOTAL PRESUPUESTO	5000.00 + IVA	100

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 18 de agosto del 2015 Nombre: Miguel Alfonso Flores Sánchez CC: 0918863218	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto MATEMÁTICA al que pertenece el Director del Proyecto , en Sesión del 2015-09-21 Y 2015-10-19 mediante Resolución No. CDM-2015-039 y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
 JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: Luis Horna CC: 1500110059	Quito, 20 de octubre de 2015 Lugar y fecha



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

HOJA DE VIDA DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

Datos personales

Flores Sánchez		Miguel Alfonso	
Apellidos		Nombres	
M: (x) F: ()	04 de julio de 1979	Ecuatoriana	miguel.flores@epn.edu.ec
Sexo	Fecha de Nacimiento	Nacionalidad	E-mail
EDIFICIO LIMBURG PLATZ Sector El Dorado, Seniergues n16-141 y Rufino marin			Teléfono oficina: 2976300 ext. Celular: 0983472472
Dirección particular / Ciudad			Teléfono casa:

Educación Universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)

Títulos	Período	Institución/Universidad	Ciudad/País	Tema de tesis de grado
Ingeniero Estadístico Informático	2003	Escuela Superior Politécnica del Litoral	Ecuador	Modelos de inventarios
Magister en investigación de operaciones	2006	Escuela Politécnica Nacional	Ecuador	Rutas más cortas al interior del METROVÍA de Guayaquil
Master en Técnicas estadísticas	2013	Universidad de La Coruña	España	Desarrollo de un aplicativo para el control de calidad y fiabilidad

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)

Período	Título del proyecto	Posición /Actividades realizadas
2014	Desarrollo e implementación de modelos matemáticos de optimización para el sistema Metrobús-Q.	Investigador

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las cinco más relevantes o las más recientes)

- Salvador Naya, Javier Tarrío-Saavedra, Jorge López-Beceiro, Mario Francisco-Fernández, Miguel Flores, Ramón Artiaga: *Statistical functional approach for interlaboratory studies with thermal data*, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2014, Vol. 118, Issue: 2, pp: 1229-1243.

Experiencia profesional , otros trabajos científicos y técnicos

Coordinador de la Carrera de Matemática, EPN
Profesor Titular Auxiliar, EPN
Profesor contratado en, EPN, UDLA, USFQ, ESPE
Consultor estadístico para el sector privado, ONG's y entidades públicas.



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR DEL PROYECTO

Datos personales

Horna Huaraca		Luis Alcides	
Apellidos		Nombres	
M: (x)	F: ()	20-03-1952	Ecuatoriana
Sexo	Fecha de Nacimiento	Nacionalidad	E-mail
Calle Atuntaqui SN y Mercado/Sangolquí		Teléfono oficina: 2976300 ext.	
Dirección particular / Ciudad		Celular: 0998031844	
		Teléfono casa: 3808349	

Educación Universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)

Títulos	Período	Institución/Universidad	Ciudad/País	Tema de tesis de grado
Matemático	1973-1979	Escuela Politécnica Nacional	Quito/Ecuador	Teoría de módulos
Ph.D.	1980-1985	Universidad Estatal de Moscú	Moscú/Rusia	Algunas aplicaciones del diseño secuencial de experimentos

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)

Período	Título del proyecto	Posición /Actividades realizadas
2010-2011	Análisis de los resultados de las Pruebas Ser Ecuador 2008.	Coordinador/Análisis estadístico y elaboración de informes.
2010-2011	PIS-Análisis de la competencia económica en el Ecuador bajo un enfoque de la eficiencia de los mercados, período 2000-2008	Director/Administración, análisis de los proyectos de titulación derivados.
12/2010-07/2011	Diseño y cálculo del índice de transparencia/CPCCS	Coordinador/Modelización matemática y elaboración de informes

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las cinco más relevantes o las más recientes)

1. Modelo de estructura tarifaria de transporte de combustible para transferencia entre terminales y patios de despacho de Petrocomercial. Quito 2010.
2. Análisis de los resultados de las Pruebas Ser Ecuador 2008. Ministerio de Educación. Quito 2009.
3. Introducción a la Matemática Difusa, EPN, Quito 2008.
4. Tablas de mortalidad estáticas y de actividad de los afiliados al IESS. Quito 2012.
5. Índice de transparencia, CPCCS. Quito, 2011

Experiencia profesional , otros trabajos científicos y técnicos

- 1.- Fiscalía General del Estado. Asesor 3/Auditoría estadística. Período: 19/02/2009-20/03/2009.
- 2.- Tribunal Contencioso Electoral. Peritaje técnico sobre la Consulta Popular y Referéndum 2011. Período: 15/06/2011-22/06/2011.
- 3.- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Período sabático- tablas de vida-estudio actuarial desde 01/08/2011 hasta la fecha.