

*Optimization and Viability Models  
in Ecology and Economics*  
PEERS ECOPTIM  
*Modèles d'optimisation et de viabilité  
en écologie et en économie*  
Programme d'Excellence pour  
l'Enseignement et la Recherche au Sud  
PEERS AIRD 2012

Michel DE LARA<sup>1</sup> with Olga VASILIEVA<sup>2</sup>

Mid-term report  
December 9, 2013

<sup>1</sup>Université Paris–Est, École des Ponts ParisTech, CERMICS, 6–8 avenue Blaise Pascal, 77455 Marne la Vallée Cedex 2, France. delara@cermics.enpc.fr

<sup>2</sup>Universidad del Valle, Cali, Colombia. olgavas@univalle.edu.co

## **Abstract**

Latin America is rich in natural resources (marine resources, forests, biodiversity, minerals, hydrocarbons, hydropower) and its economy is sensitive to natural risks (El Niño, floods). The ECOPTIM project consists in developing skills in modelling for the quantitative management of natural resources, biodiversity and renewable energies and in the prevention of natural disasters (mitigation and adaptation to the climate change).

We have gathered a team of French professors, fluent in Spanish. Four are specialists in applied mathematics — numerical analysis, statistics, optimization — and one is a biologist. We propose advanced master courses in Colombian and Peruvian universities and academic institutions, in applied mathematics and in ecological modelling.

The ECOPTIM project is funded by the Agence inter-établissements de recherche pour le développement (AIRD) for the years 2013 and 2014.

# Contents

<b>1</b>	<b>Project Summary</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Composition of the Team: French Professors and Courses</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Partnerships: Colombian Institutions</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Partnerships: Peruvian Institutions</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Presentation of the Research Activities and of the Training Performed</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Difficulties</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Results Obtained</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Perspectives</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Financial Report</b>	<b>36</b>

# Chapter 1

## Project Summary

Latin America is rich in natural resources (marine resources, forests, biodiversity, minerals, hydrocarbons, hydropower) and its economy is sensitive to natural risks (El Niño, floods). The ECOPTIM project consists in developing skills in modelling for the quantitative management of natural resources, biodiversity and renewable energies and in the prevention of natural disasters (mitigation and adaptation to the climate change).

We have gathered a team of French professors, fluent in Spanish. Four are specialists in applied mathematics — numerical analysis, statistics, optimization — and one is a biologist. We propose advanced master courses in Colombian and Peruvian universities and academic institutions, in applied mathematics and in ecological modelling.

The ECOPTIM project is a training program in applied mathematics aimed at Colombian and Peruvian universities. As such, it has no research agenda; however, research cooperations are encouraged.

The ECOPTIM project is funded by the Agence inter-établissements de recherche pour le développement (AIRD) for the years 2013 and 2014. We have established arrangements with Colombian and Peruvian universities, so that, in most cases, costs are shared: AIRD (France) covers the plane tickets (transatlantic and domestic), and local transportation; Colombian and Peruvian welcoming universities take care of lodging and food ('viaticos'). With this method, we have been able to save up the budget; we wonder if it were possible to extend the program in 2015.

# Chapter 2

## Composition of the Team: French Professors and Courses

We display a short biography of each professor, together with a description of the course he delivers.

### 2.1 Arnaud Bertrand

#### 2.1.1 Short biography

Arnaud Bertrand, Dr., HDR, 42 years, is a senior scientist at IRD (UMR EME) specialised on exploited marine ecosystems (integrated studies, ecosystems, acoustics, physical forcing impact on marine population). He is Coordinator of the inter-Regional Pluridisciplinary Program (RPP) "Coastal and Upwelling Ecosystems". He is director of the International Joint Laboratory 'Dynamics of the Humboldt Current system' (2010-2014). He is Honorary Professor of the University Nacional Mayor de San Marcos, Peru. He authored or co-authored more than 50 peer reviewed papers and 10 book chapters, and acted as reviewer for 20 scientific Journals. Additionally to France metropolitan he has worked in French Polynesia (2 years), French Guyana (6 months), Chile (3 years) and Peru (6 years). He advised 8 PhD, 7 Masters and 6 BSc (mainly from tropical countries), and has given more than 600 hours of lectures in Universities (Peru, Chile, Colombia and France).

#### 2.1.2 Course *Ecología pesquera*

**The course will be delivered in Spanish.**

#### Sumilla

Hoy en día la investigación pesquera no puede limitarse en un simple manejo mono-específico de los stocks explotados, independientemente de la variabilidad ambiental y de las otras especies. La necesidad de extender el conocimiento sobre los ecosistemas es un tanto más claro

que el manejo pesquero se expende del stock al ecosistema. Esta necesaria evolución tiene por base la situación actual de las pesquerías mundiales: unos 75% de los stocks son sobre-explotados, las capturas accesorias llegan a unos 20 millones de toneladas, muchas especies están en peligro de extinción, las pesquerías tienen problemas de sobre-capitalización, etc. La constatación de la difícil situación mundial actual impone encontrar soluciones alternativas en el manejo pesquero. Los efectos de la pesca no solamente se reflejan en las especies explotadas pero también en todo el ecosistema.

Sin embargo la pesca es solamente uno de los factores activos sobre las comunidades acuáticas. La busca de un conocimiento cuantitativo sobre la dinámica de las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas marinos constituye el fundamento de la oceanografía pesquera moderna.

El desarrollo de métodos de modelación espacial multiespecífica, que integran el ambiente y la explotación, necesitan un acoplamiento entre la variabilidad ambiental y la dinámica espacial de las poblaciones de peces y de su explotación. Un modelo se construye a menudo con datos históricos y conocimiento actual. Pero, por una parte, la imagen que tenemos de los sistemas cambia con la evolución de los métodos de observación in situ y, por otra parte, los ecosistemas evolucionan por sí mismos en el tiempo. Hay que reconocer que los modelos elaborados con conocimiento acumulado son en general explicativos a posteriori pero no son predicativos de manera satisfactoria, y fuertes cambios fueron observados sin que pudieran ser previstos. Por ejemplo observaciones acústicas mostraron profundos trastornos simultáneos de los ecosistemas en diferentes partes del mundo. Estos trastornos pueden llegar hasta el cambio radical del comportamiento de los animales, lo que puede modificar radicalmente sus propias características eco-etológicas: cambio de estrategia de distribución espacial, tipo de agregación, esquema migratorio, etc. Lo anterior ilustra el camino a recorrer antes de entender realmente el funcionamiento y la evolución de las poblaciones y de los ecosistemas.

## **Objetivos específicos**

En tal contexto, este curso tiene como objetivo entregar bases teóricas permitiendo entender y analizar las relaciones inter-específicas y el efecto del ambiente (biótico, abiótico y antrópico) sobre las poblaciones de peces. Para lograr tal objetivo enfocaremos en diversos aspectos: reproducción, reclutamiento, distribución, disponibilidad, capturabilidad y fluctuación de abundancia de corto a largo plazo. Una clave para poder desarrollar estudios adecuados es la toma en cuenta del efecto de las escalas espaciotemporales, este tema será particularmente desarrollado durante el curso. El curso será desarrollado a través del marco de un enfoque ecosistémico y presentara unas de las teorías más recientes en ecología pesquera.

## **Programa del curso**

1. Introducción: los ecosistemas acuáticos y su estudio, la noción de enfoque ecosistémico
  - 1.1. Definiciones
  - 1.2. El estado actual de las pesquerías y de los ecosistemas acuáticos
  - 1.3. Reinventar el manejo pesquero

2. Principios en el estudio de los ecosistemas
  - 2.1. Construcción del puzle
  - 2.2. Modelos
  - 2.3. Definición y elección de las escalas de estudio
  - 2.4. Escalas de estudio y relaciones predador-presa
  - 2.5. Datos herramientas de observación
  - 2.6. Interpretación pertinente de los datos de pesca
  - 2.7. Ambiente y capturabilidad
  - 2.8. Apología de la acústica...
3. Los principales controles naturales
  - 3.1. Resiliencia
  - 3.2. Poblaciones estructuradas por tallas
  - 3.3. Fuerza de interacción: especies "Engineer", "Keystone" y "Redundant"
  - 3.4. Flujos tróficos en los ecosistemas: los controles "bottom-up", "top-down" (y "wasp-waist")
  - 3.5. Funcionamiento de los ecosistemas
4. Los factores físico y químicos: influencia directa y/o indirecta?
  - 4.1. ¿Quién sigue quién? Una pequeña historia de atunes
5. Reproducción, reclutamiento y ambiente: una problemática multi-paramétrica
  - 5.1. Variabilidad del reclutamiento
  - 5.2. Reclutamiento y ambiente
  - 5.3. Reclutamiento, selección genética y evolución
6. Comportamiento individual y gregario
  - 6.1. Auto-organización y emergencia
  - 6.2. La vida en cardumen
  - 6.3. Estructura de los cardúmenes
  - 6.4. Trampa ecológica
  - 6.5. Cuatro ejemplos de estudios en eco-etología
7. Evolución a mediano y largo plazo de los recursos
  - 7.1. Noción de cambio de régimen
  - 7.2. La "global synchrony"
  - 7.3. La hipótesis de la "school trap"
  - 7.4. La familia: El Niño, La Niña, El Viejo y la Vieja
  - 7.5. Alternaciones anchoveta-sardina: ¿mito o realidad?
  - 7.6. Fluctuación en la biomasa: generalizando la "habitat-based hypothesis"
  - 7.7. Un futuro incierto: ¿la era de las medusas y de los calamares? "

### 2.1.3 Contact

Arnaud.Bertrand@ird.fr

## 2.2 Michel De Lara

### 2.2.1 Short biography

Michel De Lara is a French applied mathematician, trained in stochastic processes and in control theory after graduating as an engineer at École Polytechnique and at École nationale des ponts et chaussées, where he is presently working. He started his career in the environment research center, while working part time at the French ministry of the Environment. He is now in position at the mathematics research center, CERMICS, where he heads the *Optimization and Systems* team, and addresses different applications of mathematics, and publishes papers in such diverse fields as biology, economics and mathematics.

Michel De Lara heads national and international programs and manages networks, made up of biologists, economists and mathematicians addressing sustainable management quantitative methods. He is member of the *Economic Council for Sustainable Development*, at the invitation of the French Ministry of Sustainable Development. He is also associate editor of the journal *Environmental Modeling and Assessment*, and is member of or heads scientific committees.

His current research and teaching focuses on stochastic control, with a focus on the management of energies, in a context of fast changes in the energy system. Indeed, integrating renewable energy sources has become critical, and made especially difficult due to their unpredictable and highly variable nature; energy system move from vertical centralized management with “stock” energies more and more towards horizontal decentralized management with “flow” energies (wind, solar), under deregulation of energy markets; more and more technology penetrates the system (smart meters, controllers, grid communication devices, etc.), due to evolutions in the fields of computing and telecoms, creating potential for optimized management. These trends are both a challenge and a stimulus for research in stochastic optimization.

### 2.2.2 Course *Stochastic Dynamic Optimization and Management of Energies*.

#### **Optimización Dinámica Estocástica y Manejo de Energías**

**The course will be delivered in Spanish.**

We present examples in renewable energy production (dams) which can be formulated and solved with optimization and control theory methods. We cover deterministic and uncertain cases. Practical computer classes alternate with theoretical sessions.

Volume: 3 hours in the morning + 3 hours in the afternoon during 5 days make 30 hours



## Course planning

### Monday morning [course]

Control of Deterministic Dynamical Sequential Systems. State Constraints and Viable Control. Examples in Natural Resources Management

### Monday afternoon [computer session]

Introduction to the scientific software Scilab

### Tuesday morning [course]

Optimal Control of Deterministic Dynamical Sequential Systems

### Tuesday afternoon [computer session]

Dam Optimal Management (deterministic case)

### Wednesday morning [course]

Stochastic Optimal Control of Uncertain Dynamical Sequential Systems.

### Wednesday afternoon [computer session]

Dam Optimal Management (deterministic case)

### Thursday morning [course]

Exercises in Stochastic Optimal Control

### Thursday afternoon [computer session]

Dam Optimal Management under Uncertainty

### Friday morning [course]

State Constraints. Dynamic Multi-Objective Control. Robust and Stochastic Viable Control

### Friday afternoon [computer session]

Risk constraints. Dam Viable Management under Uncertainty

### Friday afternoon [course]

Introduction to Decomposition-Coordination Methods for the Control of Uncertain Dynamical Sequential Systems

## 2.2.3 Contact

Michel De Lara

CERMICS, École des Ponts ParisTech / Université Paris-Est

delara@cermics.enpc.fr

## 2.3 Alexandre Ern

### 2.3.1 Short biography

Alexandre Ern is Professor of Scientific Computing at Ecole des Ponts ParisTech and Associate Professor of Numerical Analysis and Optimization at Ecole Polytechnique. He supervises the Fluid Mechanics research team at the CERMICS Laboratory. His research interests encompass the mathematical and numerical analysis of partial differential equations with application to fluid mechanics, solid mechanics, and environmental sciences. He is the author of 100 refereed publications and of 5 books, including one on the Theory and Practice of Finite Elements (Applied Mathematical Sciences, volume 159, Springer, New York, 2004) and one on the Mathematical Aspects of Discontinuous Galerkin Methods (SMAI Mathematics and Applications, volume 69, Springer, Heidelberg, 2012). He has supervised 15 PhD students in various fields; recent topics include uncertainty propagation in hydrology-related problems, a posteriori error estimates, electrolyte models, reduced-basis methods for aeroacoustics, and compatible discrete operator schemes. He has supervised from 2006 to 2011 a national research program on Mathematical modelling for radioactive waste management.

### 2.3.2 Course *Métodos numéricos para los fluidos*

**The course will be delivered in Spanish.**

En este curso de Maestría de una semana se presentaran varios métodos numéricos para los fluidos, con enfoque en los problemas ambientales. Empezaremos con la ecuación de Darcy para el modelado de fluidos en medios porosos. Estudiaremos el método de los elementos finitos y luego un método mas reciente, el de Discontinuous Galerkin. El segundo tema del curso es el de los fluidos bi-fásicos en medios porosos que se encuentran por ejemplo en el problema importante de la secuestación de  $\text{CO}_2$ . Para este problema, que contiene dos ecuaciones acopladas, estudiaremos el metodo de Discontinuous Galerkin. Luego, desarrollaremos métodos numéricos para problemas de transporte come la ecuación de convección lineal y tambien las ecuaciones de Saint Venant para el modelado de fluidos poco profundos. Terminaremos con un enfoque sobre un problema importante en las aplicaciones, el de las incertidumbres en los parametros. Presentaremos algunos metodos para este problema y los ilustraremos sobre dos casos concretos, el de la infiltración y el de la eroción de un flujo de agua superficial sobre un terreno (causado por ejemplo por la lluvia). Si el enfoque deseado para el curso es mas en análisis numérico, este último tema se puede sustituir con el estudio de métodos de elementos finitos para las ecuaciones de Stokes.

## Course planning

1. Lunes (mañana y tarde)
  - (curso) ecuación de Darcy, interpretación y origen del modelo
  - (curso) aproximación de la ecuación de Darcy con elementos finitos
2. Martes
  - (curso) aproximación de la ecuación de Darcy con Discontinuous Galerkin
  - (TP FreeFem) ilustración sobre computadora con un problema 2D
3. Miércoles
  - (curso) modelado de fluidos bi-fásicos en medios porosos
  - (TP Scilab) ilustración sobre computadora con un problema 1D
4. Jueves
  - (curso) métodos de volúmenes finitos para la ecuación de convección y las ecuaciones de Saint Venant
  - (TP Scilab) ilustración sobre computadora con un problema 1D
5. Viernes (Opción 1)
  - (curso) introducción a el modelado numérico con incertidumbres en los parámetros y análisis de sensibilidad
  - (curso con slides) ilustración de dos casos concretos : infiltración y erosión
6. Viernes (Opción 2)
  - (curso) métodos de elementos finitos para la discretización de las ecuaciones de Stokes
  - (TP FreeFEM) ilustración sobre computadora con un problema 2D

### 2.3.3 Contact

Prof. Alexandre Ern  
Universidad Paris-Est, CERMICS, École des Ponts ParisTech, Francia  
ern@cermics.enpc.fr

## 2.4 Pascal Frey

### 2.4.1 Short biography

P. Frey is a professor of Applied Mathematics at Université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris, France) since 2003 and serves as the director of the Institute for Scientific Computing and Simulation at UPMC, an interdisciplinary research institute founded in 2010. He holds a PhD thesis in Applied Mathematics and Computer Science from the University of Strasbourg (1993) and a habilitation thesis from UPMC (2002). From 1993 to 1996, he was visiting scholar within the Scientific Computation Research Center at Rensselaer Polytechnic Institute (New York, USA) From 1996 to 2002, P.Frey held a position of senior research scientist in the Gamma project at INRIA (Rocquencourt, France). Between 2007 and 2010, he was appointed as visiting professor at the Universidad de Chile (Santiago, Chile), as part of a research and teaching agreement between UPMC and UdC.

His research activities and interest concern the following themes: mesh generation and adaptation, computational fluid dynamics simulations, topological shape optimization methods, scientific visualization. P. Frey has authored or co-authored more than 50 papers in international journals and presented his research findings in numerous international conferences. He has been or he is currently the principal investigator of several national and international research grants (ANR, Labex, Maths-AMSud), and participated in several collaborative research projects in the last decade.

P. Frey has been teaching numerical analysis and applied mathematics since 2002 at UPMC and at École Centrale de Paris (ECP, France), at undergraduate and graduate levels. He has also been involved in the supervision of PhD and postdoctoral students at UPMC, CEA (French Alternative Energies and Atomic Energy Commission), ONERA (French national aerospace research center) and INRIA. Doctoral students he has supervised have found positions at institutions and research centers (CNRS, INRIA, ONERA), universities (Bordeaux, Lyon).

### 2.4.2 Course *Numerical methods for incompressible fluids, with numerical experiments (FreeFEM++, matlab)*

**The course will be delivered in English (and Spanish).**

In this class, we will present the general equations of fluid dynamics, and will focus on the numerical analysis of Stokes and Navier-Stokes models for incompressible fluids. We will introduce and describe the finite element method for the resolution of the equations in complex domains. In addition, we will introduce a posteriori error estimates for (Stokes) problems and present mesh adaptation methods suitable to deal with domains of arbitrary complexity. Numerical experiments will alternate with theoretical sessions to help understand the basic notions of numerical analysis and simulation.

## Course planning

1. Introduction: general equations of fluid dynamics and problems at hand [3 hours]
2. Variational approximation of fluid problems [3 hours]
3. The finite elements method for fluid [3 hours]
4. A posteriori error estimate [3 hours]
5. Mesh adaptation techniques [3 hours]

### 2.4.3 Contact

Pascal Frey,  
Laboratoire Jacques Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie  
pascal.frey@upmc.fr

## 2.5 Fabrice Gamboa

### 2.5.1 Short biography

#### Fabrice Gamboa

Fabrice Gamboa es Profesor en la Universidad de Toulouse. Sus trabajos de investigación son relacionadas con problemas de modelado en estadística industrial y ambiental. También desarrolla investigación en teoría de probabilidad en el dominio de matrices aleatorias. Ha tenido mas de diez estudiantes en doctorado y tiene mas de cincuenta publicaciones internacionales. Es actualmente el director del equipo de estadística y probabilidad del Instituto de Matematica de Toulouse.

#### Bertrand Iooss

Bertrand Iooss es un investigador confirmado en la empresa de produccion de electricidad francesa EDF. Es un especialista en el tratamiento de los incertidumbres en modelos numéricos. Tambien tiene habilidades en el dominio de estadística de datos de ambiente. Ha tenido tres estudiantes en doctorado y tiene mas de treinta publicaciones internacionales. Esta actualmente el coordinador de un grupo frances de investigación sobre metodos estocasticos para programas de computadores.

#### Nicolas Bousquet

Nicolas Bousquet es un investigador en la empresa de produccion de electricidad francesa EDF. Es un especialista en el tratamiento bayesiano de los incertidumbres en modelos numéricos y modelos estocasticos para ecologia.

### 2.5.2 Course *Análisis de sensibilidad*.

**The course will be delivered in Spanish (Fabrice Gamboa) and English (Nicolas Bousquet and Bertrand Iooss).**

El objetivo de este curso es doble. Primero daremos una visión panorámica sobre métodos estocásticos de análisis de sensibilidad. En segundo lugar, desarrollaremos aplicaciones en modelos matemáticos de la vida real (gestión de energías, meteorología, sistema de vigilancia de ecosistemas, ...). Así, el curso de 15 horas tendrá su complemento computacional de 15 horas con desarrollo de métodos estudiados en curso sobre computadora (lenguaje  $R$ ). La análisis de sensibilidad es el estudio de la influencia y la clasificación de efectos de las entradas de un sistema entrada-salida (tipo caja negra), no lineal. La relación entrada salida se escribe

$$Y = F(X),$$

donde  $X$  es un vector aleatorio de alta dimensión,  $Y$  es la salida del sistema y puede ser escalar, vectorial o funcional.  $F$  es una función complicada (por ejemplo obtenida después de

muchos tratamientos numéricos: integración de un sistema diferencial, resolución de ecuaciones no lineales,...). Este curso de maestría en matemáticas aplicadas puede ser seguido por cualquier estudiante teniendo un conocimiento básico en probabilidades y estadística (licenciatura en matemática).

## Course planning

- Curso en la mañana en castellano,
- Trabajos computacionales en la tarde en inglés.
- Los estudiantes van a necesitar un laptop con el programa R (por ejemplo R Studio).
- Cronograma
  - Primer día Curso en la mañana (2 horas). Elementos de estadística descriptiva: Caso clásico unidimensional, ACP. Aplicaciones a datos de contaminación Trabajo computacional en la tarde (2,5 horas). Introducción al programa R. Análisis de datos de contaminación.
  - Segundo día Curso en la mañana (2 horas). Teoría general del modelo lineal. Inferencia sobre datos de contaminación. Trabajo computacional en la tarde (2,5 horas). Modelización multidimensional de los datos de contaminación.
  - Tercero día Curso en la mañana (2 horas). Análisis y propagación de incertidumbre: método de Monte Carlo, Delta-Metodo, Form-Sorm, Método de Wilks. Aplicación en modelos de inundación Trabajo computacional en la tarde (2,5 horas). Modelos de inundación.
  - Cuarto día Curso en la mañana (2 horas). Análisis sensibilidad: métodos de Morris y Sobol. Desigualdad de Poincaré. Aplicación crecimiento de una mata. Parte I. Trabajo computacional en la tarde (2,5 horas). Modelos de inundación y crecimiento de una mata. Parte I
  - Quinto día Curso en la mañana (2 horas). Análisis sensibilidad: métodos de Morris y Sobol. Desigualdad de Poincaré. Aplicación crecimiento de una mata. Parte II. Trabajo computacional en la tarde (2,5 horas). Modelos de inundación y crecimiento de una mata. Parte II

*Detailed course website*

### 2.5.3 Contacts

Fabrice Gamboa,  
Professor, Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier  
fabrice.gamboa@math.univ-toulouse.fr

Bertrand Iooss

(Doctor. Investigador experto EDF Clamart. Habilitación a dirigir investigaciones)

EDF R&D Département Management des Risques Industriels

bertrand.iooss@edf.fr

Nicolas Bousquet

(Doctor. Investigador EDF Clamart)

EDF R&D Département Management des Risques Industriels

nicolas.bousquet@edf.fr



# Chapter 3

## Partnerships: Colombian Institutions

### 3.1 Armenia, Universidad del Quindío

#### Maestría en Biomatemáticas

En la Universidad del Quindío hay una maestría en matemática aplicada que es la maestría en Biomatemáticas y nos interesa su oferta. La mejor época para cualquier actividad, de las que usted propone, son los meses de Junio y Julio donde los estudiantes están en vacaciones de sus trabajos y pueden dedicarle todo su tiempo a la actividad que se programe. Seguiremos pendientes de las opciones que estén disponibles. Un saludo y de nuevo muchas gracias por su ayuda.

**Contact.** Luis Hernando Hurtado Tobón  
Director Maestría en Biomatemáticas  
lhhurtado@uniquindio.edu.co

### 3.2 Barranquilla, Universidad del Norte (UniNorte)

The energy theme is one of the three themes privileged by the Universidad del Norte.

#### Maestría en Física Aplicada

Maestría en física aplicada (que tiene énfasis en oceanografía física)

#### Doctorado en Ciencias del mar

El doctorado inicia en Julio 22 de 2012

The “doctorado en ciencias del mar” is under the responsibility of different universities, one of them being UniNorte.

The first year of the “doctorado en ciencias del mar” is divided in two parts:

- first semester (January–July) in Santa Marta, with courses organized in two-weeks modules (for instance, 4 hours every morning)
- second semester (August–December) in one of the universities responsible for the doctorate with elective courses

**Contact.** Juan Carlos Ortiz Royero  
jortiz@uninorte.edu.co

## Maestrias en Ingeniería

There is a lot of flexibility to organize master courses, as for the length (1 week, 10 days, 2 weeks) or for the period in the year. These courses can be followed by different masters in engineering. They can also be followed by other universities, like the UTB (Cartagena) and even a network of Colombian universities that agreed on common homologation (Leonel Castañeda, Universidad EAFIT lcasta@eafit.edu.co)

**Contact.** Alcides R. Santander-Mercado PhD  
Coordinador Programa de Doctorado en Ingeniería Industrial  
Coordinador Programa de Maestría en Ingeniería Industrial  
Grupo de Productividad y Competitividad  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad del Norte, Colombia  
Phone: +57 5 3509 509 ext. 4269  
asantand@uninorte.edu.co

Dr. Ing. Jorge Bris Cabrera  
Director de Postgrados e Investigaciones, División de Ingenierías  
jbrix@uninorte.edu.co

## Maestría Ingeniería Eléctrica

Maestría Ingeniería Eléctrica

**Contact.** Eng. John Edwin Candelo, Ph.D.  
Professor and Researcher, Coordinator of Electrical Engineering Master Program  
jcandelo@uninorte.edu.co

## Maestría y Doctorado en Ingeniería Industrial

Maestría en Ingeniería Industrial  
Doctorado en Ingeniería Industrial

**Contact.** Alcides R. Santander-Mercado PhD  
Coordinador Programa de Doctorado en Ingeniería Industrial  
Coordinador Programa de Maestría en Ingeniería Industrial  
asantand@uninorte.edu.co

### **Maestría en Ingeniería Civil**

Maestría en Ingeniería Civil énfasis en Ingeniería Ambiental (Investigativa)

### **Maestría en Ingeniería Ambiental**

Maestría en Ingeniería Ambiental

**Contact.** Andrés Fernando Guzmán, Dr. Ing.  
Coordinador Maestría en Ingeniería Civil y Ambiental  
faguzman@uninorte.edu.co

### **Maestría en Matemáticas**

**Contact.** Dr. Agustín Barrios  
Coordinador de los postgrados en Matemáticas  
abarrios@uninorte.edu.co

### **Maestría en Estadística**

The Maestría en Estadística is rather applied and basic in statistics.

**Contact.** Dr. rer. nat. Humberto Llinás Solano  
Coordinador de los postgrados de Estadística  
hllinas@uninorte.edu.co

## **3.3 Bogotá, Universidad de los Andes (UniAndes)**

### **Maestría Ingeniería Biomedica**

En el departamento Ingeniería Biomedica abrimos la maestría en Enero de 2013, tenemos un curso que se llama Matemáticas Avanzadas para Ingeniería Biomedica donde pretendemos dar métodos numéricos, modelación de sistemas biológicos y simulación.

**Contact.** Juan Manuel Cordovez Álvarez  
prof. Biología Matemática  
jucordov@uniandes.edu.co

## Maestria Ingeniería Electrica

Summer courses in June and July

**Contact.** Ángela Inés Cadena Monroy  
acadena@uniandes.edu.co

## Maestria en Matemáticas

**Contact.** René Meziat  
rmeziat@uniandes.edu.co  
(on the leave for Universidad del Rosario, Bogotá)

## 3.4 Bogotá, Universidad Nacional (UNAL)

### Maestria y Doctorado en Biología

Maestria y Doctorado en Biología

Tenemos la Maestria y Doctorado en Biología en los cuales los cursos serían bienvenidos. Es mejor planear para el Semestre II de 2013 o Semestre I de 2014.

**Contact.** Dolors Armenteras MSc, PhD  
Profesora Asociada, Departamento de Biología,  
darmenterasp@unal.edu.co

### Maestria en Matemáticas Aplicadas

**Contact.** Humberto Sarria Zapata  
Departamento de Matemáticas de la Universidad Nacional  
Director Curricular de Matemáticas  
hsarriaz@unal.edu.co

## 3.5 Cali, Universidad del Valle (UniValle)

En cuanto a los cursos de modelización y de métodos matemáticos para estudiantes de maestría (años 2013 y 2014) te confirmo que en 2013 podemos organizar uno en 2013 (en Univalle o en la UAO) en la semana del 18 al 22 de noviembre de 2013. Este va se el "preámbulo" al evento ICAMI 2013 (Nov. 24-29, 2013). que se realizará en San Andrés así que los profesores que viene a Cali luego podrán ir a San Andrés.

**Contact.** Olga Vasilieva  
olgavas@univalle.edu.co

### 3.6 Cali, Universidad Autónoma de Occidente (UAO)

IX Congreso Colombiano sobre Métodos Numéricos. Simulación en Ciencias y Aplicaciones Industriales. IXCCMN 2013 Fechas de celebración: 21-23 Agosto de 2013 en la Universidad Autónoma de Occidente en Cali

Descripción: Cali será la sede para el IX Congreso Colombiano de Métodos Numéricos, IX CCMN 2013. Este evento pretende impulsar el intercambio de científico y académico en las áreas objeto del congreso, establecer el estado de desarrollo del área de los métodos numéricos y motivar estudiantes de pregrado y posgrado incursionar en su estudio, uso e investigación. La organización del evento corre a cargo de varias universidades caleñas (UAO, UV y PUJ) y tendrá como sede la Universidad Autónoma de Occidente del 21 al 23 de Agosto de 2013

Ojalá alguno de los profesores que comentamos pueda cuadrar las fechas de su visita para participar en el congreso con una conferencia invitada y un curso pre o postcongreso.

Como además le comenté, aparte del congreso tenemos nuestra maestría en Ingeniería con una sublínea en Mecánica Computacional. El segundo semestre del año se desarrolla aproximadamente entre el 10 de Agosto y el 30 de Noviembre, por lo cual una visita podría cuadrarse durante una o dos semanas en ese período. El esquema podría ser dar una parte del curso intensiva durante la visita y el resto del curso lo completaríamos profesores de la UAO

**Contact.** Dr. Santiago Laín  
Prof. Titular Depto. Energética y Mecánica  
Director Grupo Investigación en Mecánica de Fluidos, categoría A1 Colciencias  
Universidad Autónoma de Occidente, Cali (Colombia)  
slain@uao.edu.co, santiago.lain@gmail.com

### 3.7 Cartagena, Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB)

Iliana Restrepo  
irestrep@unitecnologica.edu.co

#### Maestría en Ingeniería

Maestría en ingeniería

**Contact.** José Luis Villa, PhD  
Profesor Titular, coordinador Maestría en Ingeniería  
jvilla@unitecnologica.edu.co

#### Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente

**Contact.** director, Prof. Mauricio Rodríguez

## 3.8 Manizales, Universidad Nacional (UNAL)

En 2013 y en 2014:

semestre 1: entre Febrero 15 y Mayo 31

semestre 2: entre Agosto 15 y Noviembre 30

**Contact.** Gerard Olivar Tost  
golivart@unal.edu.co

**Maestría en Matemática Aplicada**

**Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo**

**Maestría en Ciencias Física**

**Doctorado en Ingeniería**

## 3.9 Medellin, Universidad EAFIT

**Escuela de Verano**

Escuela de Verano

**Contact.** Contacto administrativo Escuela de Verano  
Isabel Cristina Gómez Yepes  
Coordinadora Proyectos Especiales, Departamento de Comunicación y Cultura  
igomez@eafit.edu.co

**Maestria de Ingeniería**

Maestria de Ingeniería

En el area de Mecanica aplicada de la maestria de Ingeniería se planteo la posibilidad de los siguientes cursos

Optimizacion, dictado por Michel De Lara, y con un enfoque aplicado a Energia, en particular distribucion de Energia en Grids.

Metodos Numerico, dictado por Pascal Frey

Metodos Numéricos aplicados a la mecánica de Fluidos dictado por Pascal Frey

se pueden promocionar los cursos para que estudiantes de la maestrias/doctorados de ingeniería de medellin puedan asistir al curso via los convenios existentes.

**Contacts.** Juan David Gómez  
Contacto Académico Maestría de Ingeniería (genérica)  
jgomezc1@eafit.edu.co  
Luis Santiago Paris  
lparis@eafit.edu.co  
Manuel Julio Garcia Ruiz  
mgarcia@eafit.edu.co

## Departamento Ingeniería de Procesos

Por otro lado el profesor Juan David Ortega anota: En el area de Procesos nos interesa solicitar, para toda la Escuela, el curso en Economía del Ambiente.

**Contact.** Juan David Ortega Álvarez  
Jefe departamento Ing. de Procesos  
jortega@eafit.edu.co

## Maestria en Matemáticas Aplicadas

Two weeks of intensive courses (mid-June and beginning of December), where foreign professors can teach.

Possible connections with Universidad de Antioquia (UDEA) economics, statistics

**Contact.** Jairo Villegas,  
Coordinador de la Maestría en Matemáticas Aplicadas de la Universidad Eafit  
javille@eafit.edu.co

## 3.10 Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira (UTP)

**Contact.** José Rodrigo Gonzalez Granada  
jorodryy@utp.edu.co

## Maestría en Ingeniería Eléctrica

Maestría en Ingeniería Eléctrica

# Chapter 4

## Partnerships: Peruvian Institutions

### 4.1 Lima, Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)

#### Maestría de Ciencias del Mar

Conversé con Dimitri Gutiérrez, Coordinador de la Maestría de Ciencias del Mar de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), y me comentó que están interesados en los cursos de modelado, matemática aplicada, ecología cuantitativa, y economía del ambiente marino.

Las fechas posibles son entre Abril y Julio, y entre Agosto y Febrero, en 2013 y 2014.

Hay que tener en cuenta algunos requisitos:

Se requiere un mínimo de 17 horas por curso de 1 crédito. También pueden ser cursos de 2 créditos (34 h), 3 créditos (51 h) y 4 créditos (68 h). Si los cursos son de 1 semana cada uno, sería preferible que se dicte, por ejemplo, un curso compartido por 2 profesores, de 2 créditos, por 2 semanas.

Los alumnos de la maestría serían favorecidos por estos cursos, y se realizarían coordinaciones internas a través de convenios para la participación de alumnos de otras universidades o institutos.

Finalmente, como es una maestría en Ciencias del Mar, se requiere que los cursos estén orientados a los recursos pesqueros o al ambiente marino, por lo que te agradeceríamos mayor información sobre el contenido de los cursos.

**Contacts.** Dimitri Gutiérrez,  
Coordinador de la Maestría de Ciencias del Mar de la Universidad Peruana Cayetano Heredia  
dgutierrez@imarpe.pe

Jorge Tam, IMARPE  
jtam@imarpe.gob.pe



## 4.2 Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP)

### Maestría en Matemáticas Aplicadas

Respondiendo a tu propuesta respecto a los cursos dados por profesores franceses, te comunico que en la Pontificia Universidad Católica del Perú, se puede implementar esta actividad, específicamente en nuestro programa de maestría en Matemáticas Aplicadas, por el mes de Octubre del 2013, iniciando la segunda quincena de octubre, o tal vez iniciando Noviembre Verano del 2013 (entre última semana Enero y todo Febrero 2013).

**Contact.** Abelardo Jordán  
Coordinador de la Maestría en Matemáticas Aplicadas PUCP  
ajordan@pucp.edu.pe

### Maestrías en Ingeniería

Por otro lado, la información de las Maestrías en Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) se encuentra en la página principal de la PUCP <http://www.pucp.edu.pe/content/index.php>. Luego en la Parte inferior de Maestrías, hay una pestaña para seleccionar la Maestría que interesa, en el caso de la Maestría en Matemáticas Aplicadas, se encuentra dentro de Ciencias Básicas y Aplicadas, y si seleccionas Ingeniería, vas a encontrar las diversas maestrías en Ingeniería.

## 4.3 Lima, IMCA Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

El IMCA está interesado en un profesor que dicte cursos de análisis numérico.  
Las fechas pueden ser en ambos años: De abril-junio o septiembre-noviembre  
The congress ISORA will take place at IMCA from 7 to 11 october 2013.

**Contacts.** Eladio Ocaña  
eocana@imca.edu.pe, eocana@uni.edu.pe

**Contact.** Yboon Victoria Garcia Ramos  
yboon@imca.edu.pe

# Chapter 5

## Presentation of the Research Activities and of the Training Performed

We detail the courses given in 2013.

### 5.1 19–23 March 2013: UniNorte, Barranquilla

Course *Optimización y teoría de control para la Gestión de Recursos naturales*

by Michel De Lara

**Lunes 19 de Marzo de 2013 (2:30 – 6:30 pm)** [clase magistral]

Introducción. Sistemas eléctricos, energías renovables y mercados: desafíos para la optimización.

**Martes 20 de Marzo de 2013 (2:30 – 6:30 pm)** [clase magistral]

Control de Sistemas Deterministas Dinámicos Secuenciales. Ejemplos en Gestión de Recursos naturales

**Miercoles 21 de Marzo de 2013 (2:30 – 6:30 pm)** [trabajo practico]

Introducción al software científico Scicoslab.

**Jueves 22 de Marzo de 2013 (2:30 – 6:30 pm)** [clase magistral]

Control óptimo de sistemas secuenciales dinámicos determinísticos.

**Viernes 23 de Marzo de 2013 (2:30 – 6:30 pm)** [sesión en computador]

Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

## 5.2 19–23 March 2013: UniNorte, Barranquilla

### Course *Análisis de Sensibilidad*

by Fabrice Gamboa and Bertrand Iooss

**Lunes 19 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]

Introducción. Análisis de sensibilidad y de incertidumbres para los códigos de computación. Problemas, metodos.

**Martes 20 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral-trabajo practico]

Bases de probabilidad y estadística (clase magistral). Iniciación al software R, instrucciones y herramientas básicas (trabajo practico).

**Miercoles 21 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral-trabajo practico]

Análisis de incertidumbres para las simulaciones numéricas (clase magistral). Análisis de datos en R (trabajo practico).

**Jueves 22 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [sesión en computador]

Análisis de datos en R.

**Viernes 23 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral-sesión en computador]

Propagación de incertidumbres (clase magistral). El método de Monte Carlo (trabajo practico).

## 5.3 28 May – 1 June 2013: IMCA—UNI, Lima

### Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías*

by Michel De Lara

**Martes 28 de Mayo de 2013 de 6:00 PM a 8:00 PM** [clase magistral]

Introducción. Sistemas eléctricos, energías renovables y mercados: desafíos para la optimización.

**Miercoles 29 de Mayo de 2013 de 6:00 PM a 8:00 PM** [trabajo practico]

Modelización de una estación de bombeo hidroeléctrica para el almacenamiento de energía renovable

**Jueves 30 de Mayo de 2013 de 6:00 PM a 8:00 PM** [clase magistral]

Control óptimo de sistemas secuenciales dinámicos determinísticos.

**Viernes 31 de Mayo de 2013 de 6:00 PM a 8:00 PM** [sesión en computador]

Introducción al software científico Scicoslab.

**Sabado 1 de Junio de 2013 de 9:00 PM a 12:00 PM** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

## **5.4 11–15 June 2013: UniAndes, Bogotá**

**Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías***  
**by Michel De Lara**

**Martes 11 de Junio de 2013 de 8:00 AM a 12:00 M** [clase magistral]

Présentation des institutions académiques et des partenaires industriels.

Introducción. Sistemas eléctricos, energías renovables y mercados: desafíos para la optimización.

Recogidas sobre optimización por el estudio de despacho óptimo económico de energías.

**Martes 11 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:00 PM** [sesión en computador]

Introducción al software científico Scicoslab.

Despacho óptimo económico de energías bajo incertidumbre.

Resolución numérica con el software científico Scicoslab.

**Miercoles 12 de Junio de 2013 de 8:00 AM a 12:00 M** [clase magistral y ejercicios]

Control de sistemas dinámicos secuenciales determinísticos. Restricciones de estado y control viable. Ejemplos en manejo de recursos naturales.

Despacho óptimo económico de energías bajo incertidumbre.

**Miercoles 12 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:00 PM** [clase magistral]

Control óptimo de sistemas secuenciales dinámicos determinísticos.

**Jueves 13 de Junio de 2013 de 8:00 AM a 12:00 M** [sesión en computador]

Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

**Jueves 13 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:00 PM** [clase magistral y ejercicios]

Control de sistemas dinámicos secuenciales estocásticos.

Diseño de un problema de optimización de almacenaje/entrega para regular una fuente intermitente y variable de energía.

**Viernes 14 de Junio de 2013 de 8:00 AM a 12:00 M** [sesión en computador]

Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

**Viernes 14 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:00 PM** [clase magistral]  
Control óptimo estocástico.

**Sabado 15 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 13:00 M** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso estocástico).

## **5.5 17–21 June 2013: EAFIT, Medellin**

**Course *Numerical methods for incompressible fluids***  
**by Charles Dapogny and Pascal Frey**

**Lunes 17 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]  
Preliminaries, fluid models.

Introduction to fluid problems and derivation of the incompressible fluid models, conservation laws, physical considerations.

**Lunes 17 de Marzo de 2013 (14:00 – 17:00 pm)** [sesión en computador]  
FreeFem++: introduction + resolution of Laplace problem.

**Martes 18 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]  
Stokes I

Theoretical and numerical analysis of steady Stokes problem, variational formulation, a saddle point approach, finite element approximation of the problem, solution methods.

**Martes 18 de Marzo de 2013 (14:00 – 17:00 pm)** [sesión en computador]  
Unsteady Laplace equation, mesh adaptation and steady Stokes resolution using FreeFem++

**Miercoles 19 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]  
Stokes II + Navier-Stokes I

unsteady Stokes analysis, discretization in time, numerical issues. Navier-Stokes model, variational formulation, theoretical results.

**Miercoles 19 de Marzo de 2013 (14:00 – 17:00 pm)** [sesión en computador]  
Resolution of Stokes problem II and bifluid Stokes formulation.

**Jueves 20 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]  
Navier-Stokes II

Navier-Stokes problem, nonlinear iterative procedures, time discretization procedures, numerical issues.

**Jueves 20 de Marzo de 2013 (14:00 – 17:00 pm)** [sesión en computador]  
Bifluid Stokes problem II and unsteady Stokes problem using FreeFem++

**Viernes 21 de Marzo de 2013 (8:30 – 12:30 pm)** [clase magistral]  
Error estimates and mesh adaptation

A posteriori error estimation, geometric vs. residual-based error estimates, application to mesh adaptation.

**Viernes 21 de Marzo de 2013 (14:00 – 17:00 pm)** [sesión en computador]  
Resolution of unsteady Navier-Stokes using the method of characteristics in FreeFem++.

## **5.6 24-28 June 2013: EAFIT, Medellin**

**Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías***  
**by Michel De Lara**

**Lunes 24 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 12:00 M** [clase magistral]  
Présentation des institutions académiques et des partenaires industriels.  
Introducción. Sistemas eléctricos, energías renovables y mercados: desafíos para la optimización.  
Recogidas sobre optimización por el estudio de despacho óptimo económico de energías.

**Lunes 24 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:30 PM** [sesión en computador]  
Introducción al software científico Scicoslab.  
Despacho óptimo económico de energías bajo incertidumbre.  
Resolución numérica con el software científico Scicoslab.

**Martes 25 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 12:00 M** [clase magistral y ejercicios]  
  
Control de sistemas dinámicos secuenciales determinísticos. Restricciones de estado y control viable. Ejemplos en manejo de recursos naturales.  
Despacho óptimo económico de energías bajo incertidumbre.

**Martes 25 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:30 PM** [clase magistral]  
  
Control óptimo de sistemas secuenciales dinámicos determinísticos.

**Miercoles 26 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 12:00 M** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

**Miercoles 26 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:30 PM** [clase magistral y ejercicios]  
  
Control de sistemas dinámicos secuenciales estocásticos.  
Diseño de un problema de optimización de almacenaje/entrega para regular una fuente intermitente y variable de energía.

**Jueves 27 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 12:00 M** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso determinístico).

**Jueves 27 de Junio de 2013 de 2:00 PM a 5:30 PM** [clase magistral]  
Control óptimo estocástico.

**Viernes 28 de Junio de 2013 de 9:00 AM a 12:00 M** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso estocástico).

**Viernes 28 de Junio de 2:00 PM a 5:30 PM** [sesión en computador]  
Manejo óptimo de un embalse (caso estocástico).

## **5.7 21–27 July 2013: UniNorte, Barranquilla**

**Course *Análisis de Sensibilidad***  
**by Fabrice Gamboa and Bertrand Iooss**

**Lunes 22 de Julio de 2013 (14:00 – 18:00 pm)** [clase magistral]  
Propagación de incertidumbres. Análisis de sensibilidad: métodos rápidos.

**Martes 23 de Julio de 2013 (14:00 – 18:00 pm)** [clase magistral-trabajo practico]  
Descomposición de Hoeffding y índices de Sobol.

**Miercoles 24 de Julio de 2013 (14:00 – 18:00 pm)** [sesión en computador]  
Análisis de sensibilidad.

**Jueves 25 de Julio de 2013 (14:00 – 18:00 pm)** [clase magistral-trabajo practico]  
Interpolación por procesos gaussianos.

**Viernes 26 de Julio de 2013 (8:00 – 11:00 pm)** Evaluación terminal: parte teorica (1hora 30), parte practica (1hora 30).

## **5.8 20–22 August 2013: UAO, Cali**

**Course *Métodos de Galerkin discontinuos***  
**by Alexandre Ern**

**Martes 20 de Agosto de 2013 (8:00 am – 12:00 pm)** [clase magistral]  
Introducción general sobre el desarrollo histórico del método. Conceptos básicos : mallas, espacios de polinomios a trozos, análisis del error, desigualdad inversa y de traza.

**Martes 20 de Agosto de 2013 (2:00 pm – 6:00 pm)** [clase magistral]  
Aplicación a la ecuación de transporte (advección-reacción) : formulación del método, interpretación con flujos centrados o upwind, analisis del error.

**Miercoles 21 de Agosto de 2013 (6:00 pm – 9:30 pm)** [clase magistral]

Aplicación a la ecuación de difusión : formulación del método simétrico con penalidad interna, analisis del error, concepto de gradiente discreto, interpretación con flujos, formulación mixta y eliminación local del flujo.

**Jueves 22 de Agosto de 2013 (6:00 pm – 9:30 pm)** [clase magistral]

Aplicación a los fluidos : ecuación de Stokes y de Navier-Stokes en el caso incompresible y estacionario. Formulación del método, acoplamiento entre velocidad y presión, interpretación con flujos, analisis del error, convergencia con hipótesis de regularidad mínima para Navier-Stokes.

## 5.9 18–22 November 2013: IMCA, Lima

### Course *Introducción a métodos numéricos*

by **Alexandre Ern**

El enfoque de este curso es una introducción a los principales métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales.

#### 1. Lunes

- (mañana) métodos de diferencias finitas para ecuaciones diferenciales ordinarias : consistencia, estabilidad, convergencia
- (tarde) métodos de diferencias finitas para ecuaciones parabólicas

#### 2. Martes

- (mañana) métodos de diferencias finitas para ecuaciones hiperbólicas (lineales)
- (tarde) *TP scilab* implementación en computadoras

#### 3. Miercoles

- (mañana) bases teóricas del método de los elementos finitos : espacios de Sobolev, teorema de Lax-Milgram, método de Galerkin
- (tarde) elementos finitos en una dimensión de espacio

#### 4. Jueves

- (mañana) elementos finitos en dos dimensiones de espacio
- (tarde) *TP FreeFEM* implementación en computadoras

#### 5. Viernes

- (mañana) introducción a leyes de conservación : solución débil, entropía, relaciones de Rankin-Hugoniot, problema de Riemann



- (tarde) métodos de volúmenes finitos para las leyes de conservación : esquema upwind, esquema de Godunov y de Roe

# Chapter 6

## Difficulties

There are no difficulties in what concerns administration, logistics or financing.

# Chapter 7

## Results Obtained

The ECOPTIM project is a training program in applied mathematics aimed at Colombian and Peruvian universities. Its results are the courses presented at Chapter 5.

# Chapter 8

## Perspectives

We present a preliminary program of courses in 2014.

### 8.1 27–31 January 2014: PUCP, Lima

Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías*  
by Michel De Lara

### 8.2 24–28 February 2014: UniNorte, Barranquilla

Course *Análisis de Sensibilidad*  
by Fabrice Gamboa

Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías*  
by Michel De Lara

### 8.3 May 2014: Universidad de la Habana

Course *Ecología pesquera*  
by Arnaud Bertrand

En accord avec l’AIRD et suite à l’échec de l’organisation d’un cours à Santa Marta, Colombie en septembre 2013 je propose de donner mon cours d’écologie halieutique à Cuba en mai 2014. Ce cours qui sera organisé au Centro de investigaciones Marinas Universidad de la Habana (CIM) sera ouvert à des étudiants et chercheurs du Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), du Centro de Investigación Pesquera (CIP), du Centro de Investigación en Ecosistemas Costeros (CIEC), de l’Institut d’océanologie (IDO). Par ailleurs nous proposons de financer la venue d’un ou 2 étudiants Colombiens.

## 8.4 June 2014: EAFIT, Medellin

Course *Numerical methods for incompressible fluids*

by Charles Dapogny and Pascal Frey

Course *Optimización dinámica estocástica y manejo de energías*

by Michel De Lara

## 8.5 7–11 July 2014: UniNorte, Barranquilla

Course *Análisis de Sensibilidad*

by Bertrand Iooss and Nicolas Bousquet

## 8.6 July 2014: UniAndes, Bogotá

Course *Introducción a métodos numéricos*

by Alexandre Ern

## 8.7 September 2014, Universidad Tecnológica de Bolívar

Latin American Congress of Probability and Mathematical Statistics (CLAPEM 2014)

## 8.8 October 2014: EAFIT, Medellin

Course *Introducción a métodos numéricos*

by Alexandre Ern

# Chapter 9

## Financial Report

We present the 2013 budget and perspectives for the 2014 budget. There should be financial resources available for 2015; this is why we wonder if it were possible to extend the program in 2015.

## Feuille1

Contrat ECOPTIM		PEERS-AIRD	code 8J1452	
Professor	Mission details	Mission dates	Plane costs	Hotel, per diem, taxis, etc.
Michel De Lara	UniNorte, Barranquilla	19--23 March 2013	1 197,12 €	341,38 €
Fabrice Gamboa	UniNorte, Barranquilla	19--23 March 2013	1 197,12 €	290,45 €
Michel De Lara	IMCA, Lima	28 May--3 June 2013	1 400,00 €	721,77 €
Michel De Lara	UniAndes, Bogota	11--15 June 2013	0,00 €	422,38 €
Pascal Frey	EAFIT, Medellin	13--22 June 2013	1 332,00 €	186,00 €
Michel De Lara	Conimera, Lima	19--21 June 2013		266,34 €
	EAFIT, Medellin	24--28 June 2013	1 843,73 €	
Fabrice Gamboa	UniNorte, Barranquilla	21--27 July 2013	1 806,09 €	49,00 €
Alexandre Ern	UAO, Cali	17--25 August 2013	1 536,00 €	93,40 €
Alexandre Ern	IMCA, Lima	18--22 November 2013	1 758,00 €	100,00 €
Total	Remarques	Imputation		
1 538,50 €		8JS00		
1 487,57 €				
2 121,77 €		8J1452		
422,38 €	chgt avion	8J1452		
1 518,00 €				
		8JS00		
1 843,73 €				
1 855,09 €		8J1452		
1 629,40 €		8J1452		
1 858,00 €	chgt avion	8J1452		
<b>14 274,44 €</b>	<b>TOTAL 2013</b>			

Figure 9.1: 2013 budget

