

# Investigación en Problemas de Seguridad Pública

Fernando Ordóñez

# Outline

- Centro de Analisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS)
- Carabineros de Chile
  - Hotspots dinámicos
  - Modelos de localización para plan cuadrante
- Gendarmeria de Chile
  - Predicción de la población penal
  - Optimización de capacidad penal
- Planificación de patrullas mediante teoría de juegos

# CEAMOS

- Centro de investigación aplicada en seguridad
  - Matemáticas
  - Economía
  - Estadística
  - Optimización
- Proyecto Anillo ACT87
- Colaboraciones con
  - Carabineros de Chile
  - Gendarmeria de Chile
  - PDI
  - UAF



Noticias - Mozilla Firefox

Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda

Noticias

www.ceamos.cl/ceamos/

Central de Alarmas - ... Fernando Ordonez pubs

search...

Modelos de prevención territorializada o coproducción de la seguridad.

Métodos basados en modelos matemáticos y de ingeniería.

Sistemas en modelamiento de seguridad.

Desarrollo e Investigación

**CEAMOS**  
CENTRO DE ANÁLISIS Y MODELAMIENTO EN SEGURIDAD  
CENTER FOR ANALYSIS AND MODELING OF SECURITY

Inicio

Acerca de CEAMOS

Investigadores

Ayudantes de Investigación

Investigación

Convenios

Wamos 2012

PIMS Workshop

Archivo Noticias

Vinculos de Interés

Contáctenos

Intranet

Centro parte del

**CEAMOS** es un Centro de Investigación aplicada para el análisis y modelamiento de la seguridad.

Nuestro objetivo es generar un centro de excelencia de nivel internacional, que desarrolle investigación de punta en seguridad, que nutra las decisiones de política en estas materias.

**WORKSHOP REÚNE INVESTIGACIONES ENTORNO A MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA SEGURIDAD**

En el encuentro, organizado por el Centro de Análisis y Modelamiento de la Seguridad, CEAMOS, se presentaron diversos estudios centrados en aproximaciones matemáticas a problemas del ámbito de la seguridad y el crimen. El evento, denominado "IV Encuentro de Investigación en Métodos Cuantitativos para la Seguridad", se realizó el viernes 3 de agosto, congregando al actual equipo de ayudantes de investigación del Centro.

Durante la jornada, se expusieron los avances en los trabajos de 12 estudiantes de pregrado y postgrado que actualmente forman parte del equipo de ayudantes de CEAMOS. Este cuarto encuentro exhibió la continuidad del quehacer del centro, en el

investi  
neros.  
e parte

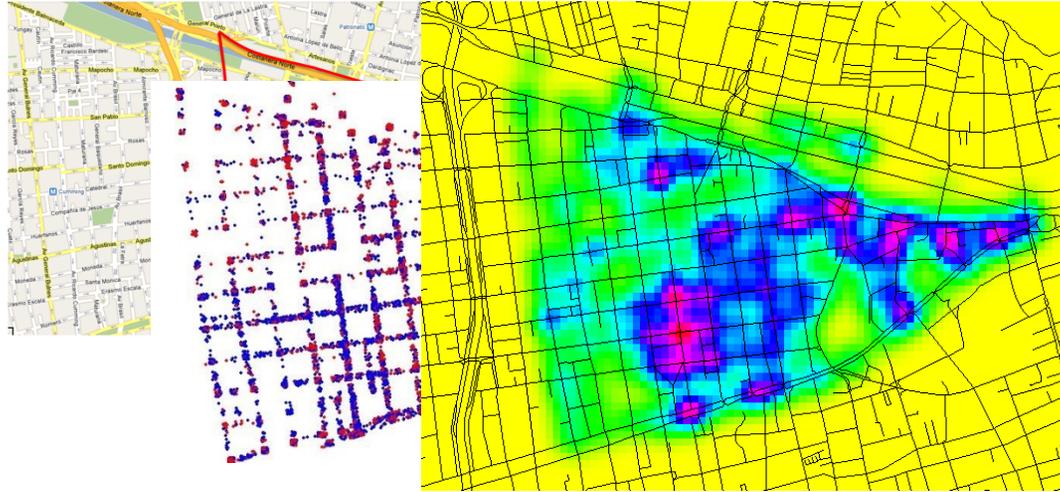
docce  
el cen  
gas

webCEAMOS

# Outline

- Centro de Analisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS)
- Carabineros de Chile
  - Hotspots dinámicos
  - Modelos de localización para plan cuadrante
- Gendarmeria de Chile
  - Predicción de la población penal
  - Optimización de capacidad penal
- Planificación de patrullas mediante teoría de juegos

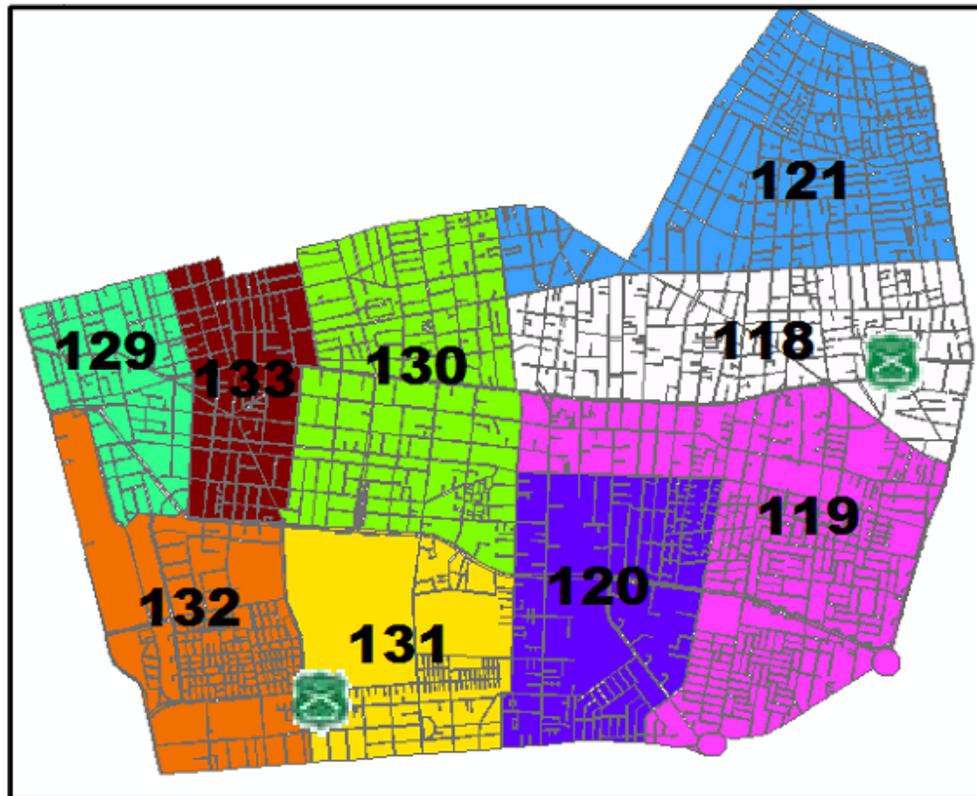
# Hot Spots de Actividad Criminal



- En uso por Carabineros para enviar patrullas (2006)
- Hotspots Dinámicos
  - Efecto de actividad policial en los delincuentes
  - Estudiar evolución de crimen ante control policial
  - Equilibrio

# Localización para asignación de recursos policiales

- Cuadrantes del PCSP en Ñuñoa



Fuente: Cuenta Pública Ñuñoa - Carabineros de Chile, Septiembre 2009.

# Modelo de Localización

$$\min \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} d_{ij} Y_{ij} + \delta R_j$$

$$\sum_{j \in J} X_j = P$$

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j$$

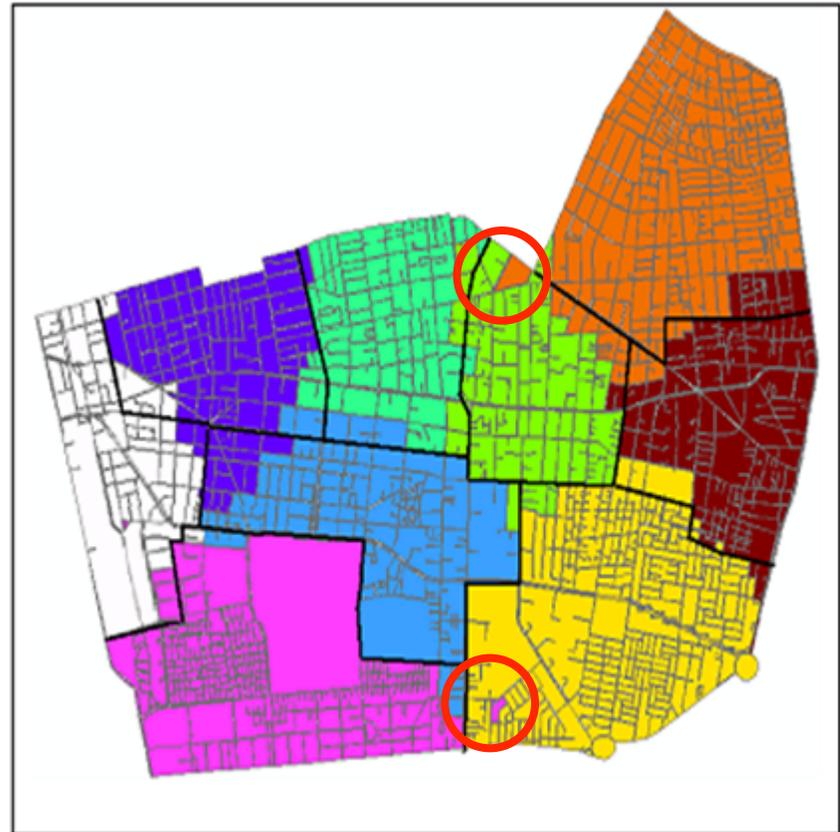
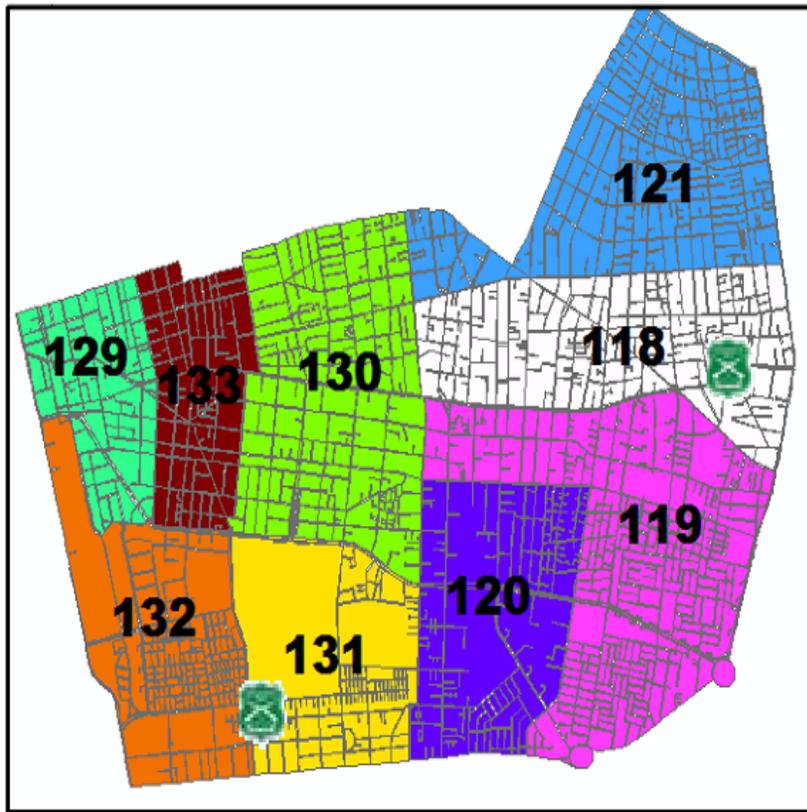
$$\alpha X_j \frac{\sum_{i \in I} dm_i}{P} \leq \sum_{i \in I} dm_i Y_{ij} \leq (2 - \alpha) X_j \frac{\sum_{i \in I} dm_i}{P} \quad \forall j$$

$$\sum_{i \in I} Km_i Y_{ij} \leq R_j \quad \forall j$$

$$\sum_{i \in I} D_i Y_{ij} \leq R_j \quad \forall j$$

$$\sum_{i \in I} pop_i Y_{ij} \leq R_j \quad \forall j$$

# Resultados



# Situación Actual

**Tabla 34: Tabla resumen de indicadores encontrados para el modelo de Carabineros.**

CARABINEROS						
	RED VIAL		Demanda		Tiempo Respuesta	
Cuadrante	Kilómetros	Variación	U.V.E.	Variación	Segundos	Variación
118	39,2	15%	3,232	43%	207	13%
119	62,4	83%	3,258	44%	187	2%
120	25,6	25%	1,367	39%	220	20%
121	47,3	39%	2,110	7%	187	2%
129	19,8	42%	1,983	12%	150	18%
130	40,6	19%	4,004	77%	177	4%
131	18,9	45%	0,981	57%	201	9%
132	34,5	1%	1,961	13%	159	13%
133	18,4	46%	1,419	37%	166	10%
Promedio	34,1	35%	2,257	37%	184	10%
Total	306,7	-	20,315	-	1.654	-

Fuente: Elaboración Propia.

# Resultados del Modelo

Tabla 36: Resumen de indicadores encontrados para el modelo suavizado.

MODELO SUAVIZADO						
	RED VIAL		Demanda		Tiempo Respuesta	
Cuadrante	Kilómetros	Variación	U.V.E.	Variación	Segundos	Variación
1	22,4	34%	2,152	5%	145	21%
2	43,3	27%	2,175	4%	171	7%
3	23,9	30%	2,454	9%	162	12%
4	25,6	25%	2,457	9%	187	2%
5	30,5	10%	2,094	7%	193	5%
6	23,8	30%	2,281	1%	215	17%
7	54,61	60%	2,465	9%	182	1%
8	51,66	52%	2,126	6%	188	2%
9	30,9	9%	2,109	7%	211	15%
Promedio	34,1	31%	2,257	6%	184	9%
Total	306,7	-	20,315	-	1.654	-

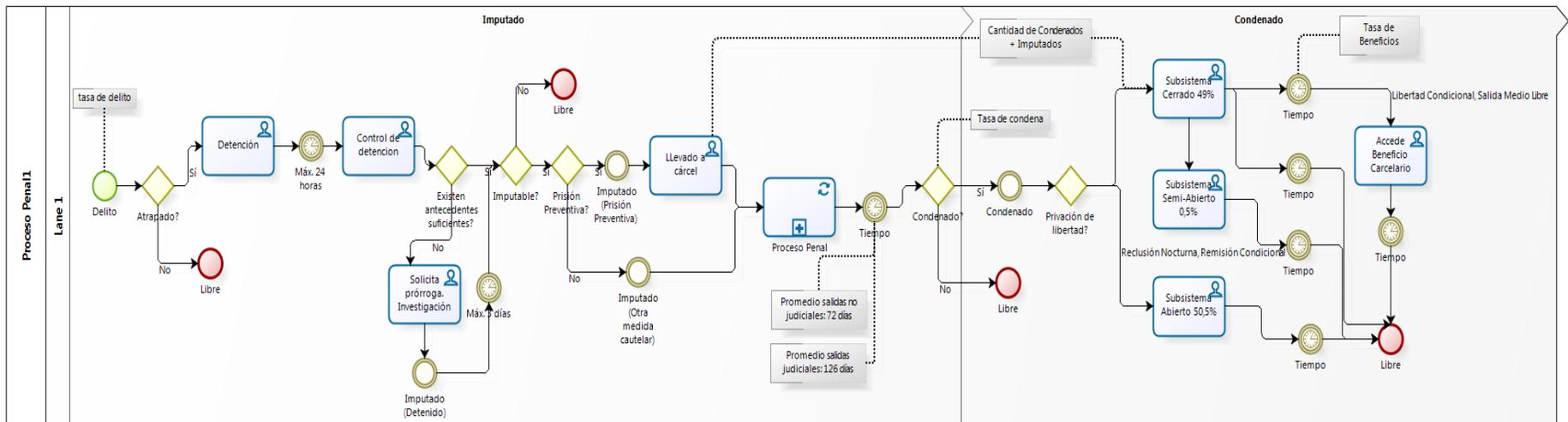
Fuente: Elaboración Propia.

# Outline

- Centro de Analisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS)
- Carabineros de Chile
  - Hotspots dinámicos
  - Modelos de localización para plan cuadrante
- Gendarmeria de Chile
  - Predicción de la población penal
  - Optimización de capacidad penal
- Planificación de patrullas mediante teoría de juegos

# Predicción de población penal

- Modelo de System dynamics
  - Estimar reincidencia (80% población)
  - Manejo de capacidad
  - Impacto políticas de rehabilitación



# Optimización capacidad penal

- Modelo de traslados de internos
  - Motivos judiciales
  - Motivos personales
  - Manejo de capacidad (sobrepoblación vs hacinamiento)
- Modelo de turnos para personal de Gendarmería
  - Altas ausencias
  - Bajo cumplimiento de franquías
  - Mejora en las condiciones laborales

Tesis: mejor manejo de capacidad lleva a menor reincidencia.

# Outline

- Centro de Analisis y Modelamiento en Seguridad (CEAMOS)
- Carabineros de Chile
  - Hotspots dinámicos
  - Modelos de localización para plan cuadrante
- Gendarmeria de Chile
  - Predicción de la población penal
  - Optimización de capacidad penal
- Planificación de patrullas mediante teoría de juegos

# Juego de Stackelberg en Seguridad



# Juego de Stackelberg en Seguridad



# Juego de Stackelberg en Seguridad

Minaretes



# Juego de Stackelberg en Seguridad

Miercoles



# Juego de Stackelberg

- Utilidades distintas
- *Stackelberg*: defensor define estrategia primero, adversario despues
- Estrategia mixta es optima para el lider



Adversario



Policia

	Terminal #1	Terminal #2
Terminal #1	5, -3	-1, 1
Terminal #2	-5, 5	2, -1

# Sistemas en uso: ARMOR & IRIS

- **ARMOR**: Aeropuerto LAX  
(*Agosto 2007*)



- **IRIS**: Air marshals en vuelos  
(*Octubre 2009*)



# Sistemas en Uso: ARMOR & IRIS

The screenshot shows the ARMOR - Checkpoint software interface. At the top, there are logos for LAX Los Angeles World Airports, CREATE HOMELAND SECURITY CENTER, and TEAMCORE USC. Below the logos, there are radio buttons for scheduling preferences: "Must Be Scheduled", "Must Not Be Scheduled", "At Least One Scheduled" (which is selected), and "Unrestrict". An "Apply" button is next to these options. A calendar for November 2007 is visible, with the date 11/13/2007 highlighted. Below the calendar, there are fields for "Days to Schedule" (set to 7), "Patrols to Schedule" (set to 0), and "Simultaneous Patrols" (set to 1). A "Randomness: Uncalculated" status is displayed. The main area is a grid showing checkpoints over a week. The grid has columns for days of the week and rows for time slots from 8:00-10:00 AM to 8:00-10:00 PM. Colored blocks (blue, green, yellow, red) represent scheduled checkpoints.

The screenshot shows the IRIS: Intelligent Randomization In Scheduling software interface. The title bar reads "IRIS: Intelligent Randomization In Scheduling". The menu bar includes "File", "Edit", "Tasks", and "Help". The toolbar contains icons for Home, Airports, Airlines, Aircrafts, Field Offices, Flights, Flight Pairs, Schedules, Settings, and Help. On the right side, there are two buttons: "New Project" and "Load Project". The main area features a large graphic of an eye with a police badge in the center, and the text "IRIS" and "Intelligent Randomization In Scheduling" below it. At the bottom right, there are logos for CREATE HOMELAND SECURITY CENTER and TEAMCORE USC.

# Federal Air Marshals Service

Vuelos (cada dia)

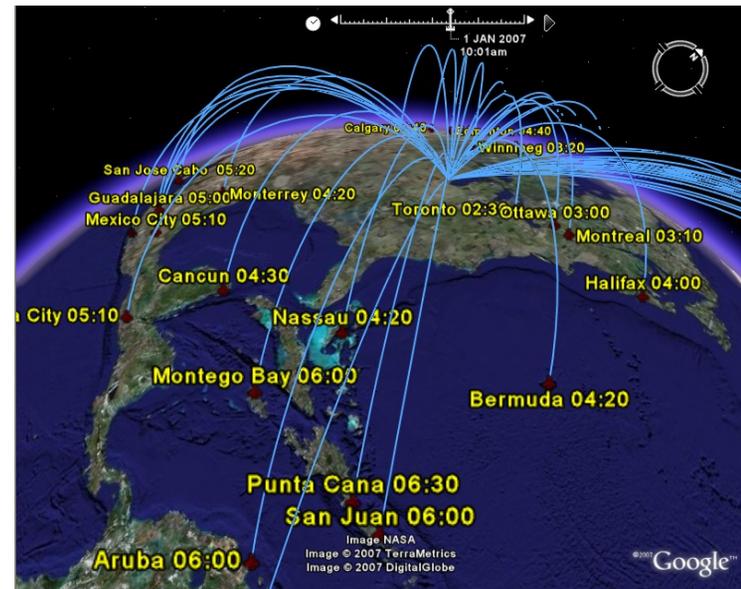
~27,000 vuelos domesticos

~2,000 vuelos internacionales

Estimados 3,000-4,000  
air marshals

**Desarrollo de algoritmos para  
resolver este juego de gran  
tamaño**

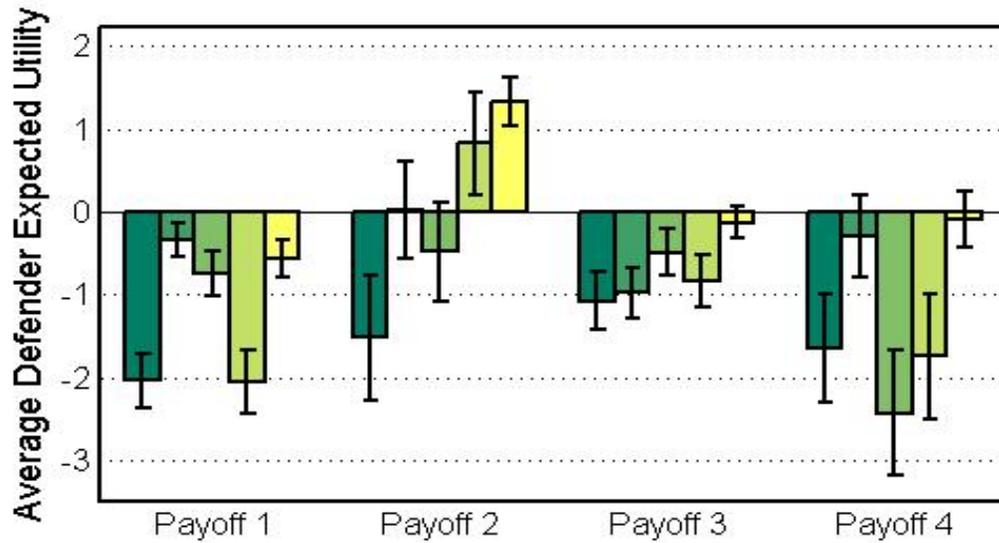
*International Flights from  
Chicago O'Hare*



# Juegos contra Humanos



# Resultados experimentales



PT = Prospect theory

QRE = Quantal Response Equilibrium

