



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

Simulación y Optimización Aplicada a Problemas Industriales

Idalia Flores de la Mota

AMCS-JUNIO 2013

Índice

- Introducción
- Objetivo
- Relación entre simulación y optimización
- Antecedentes
- Metodología
- Casos de aplicación
- Conclusiones

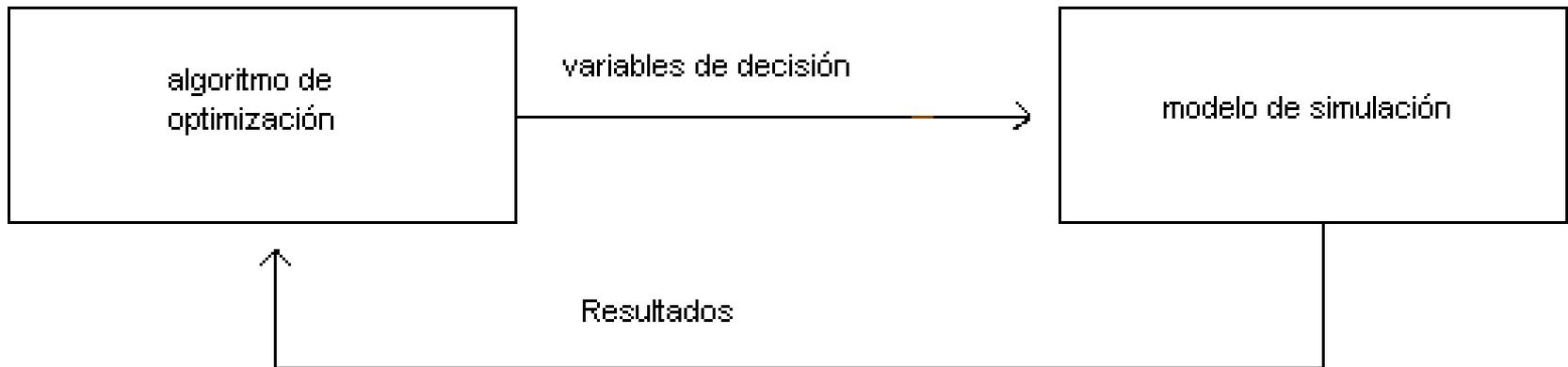
Introducción

- En la actualidad no existe en el mercado ninguna herramienta que integre de modo eficiente mecanismos de evaluación (entornos de simulación) con mecanismos de búsqueda (optimización) que permitan dar respuesta a las necesidades de las industrias para poder mejorar su competitividad en tiempo y costos en un mercado sometido a constantes cambios en tipo y ritmo de producción.

Objetivo

- Diseñar una metodología flexible que permita analizar, evaluar y optimizar procesos industriales y de servicios a través del uso combinado de técnicas de optimización y simulación

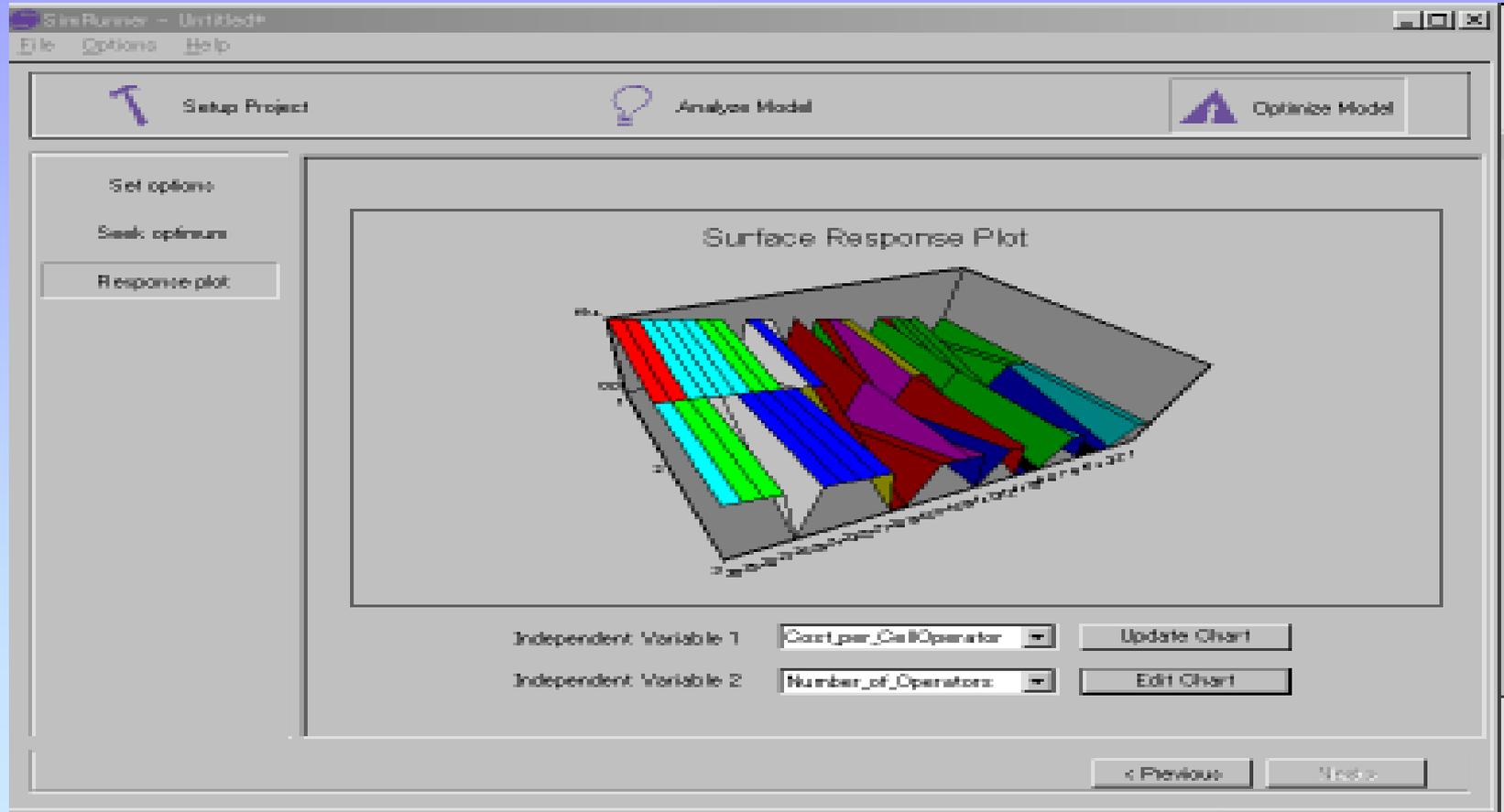
Relación entre optimización y simulación



Antecedentes

- Desde sus inicios los equipos de simulación han buscado optimizar los problemas que resuelven.
- 1995 Promodel incluye SimRunner con algoritmos evolutivos.
- 2004 Arena incluye Optquest con algoritmos de búsqueda Tabu Search, redes neuronales, búsqueda dispersa, y programación lineal y entera.
- 2010 Simio lanzado en sustitución de Arena usa Optquest.

Promodel SimRunner



Arena



Simio



AMCS-JUNIO 2013

Metodología Optimización Simulación

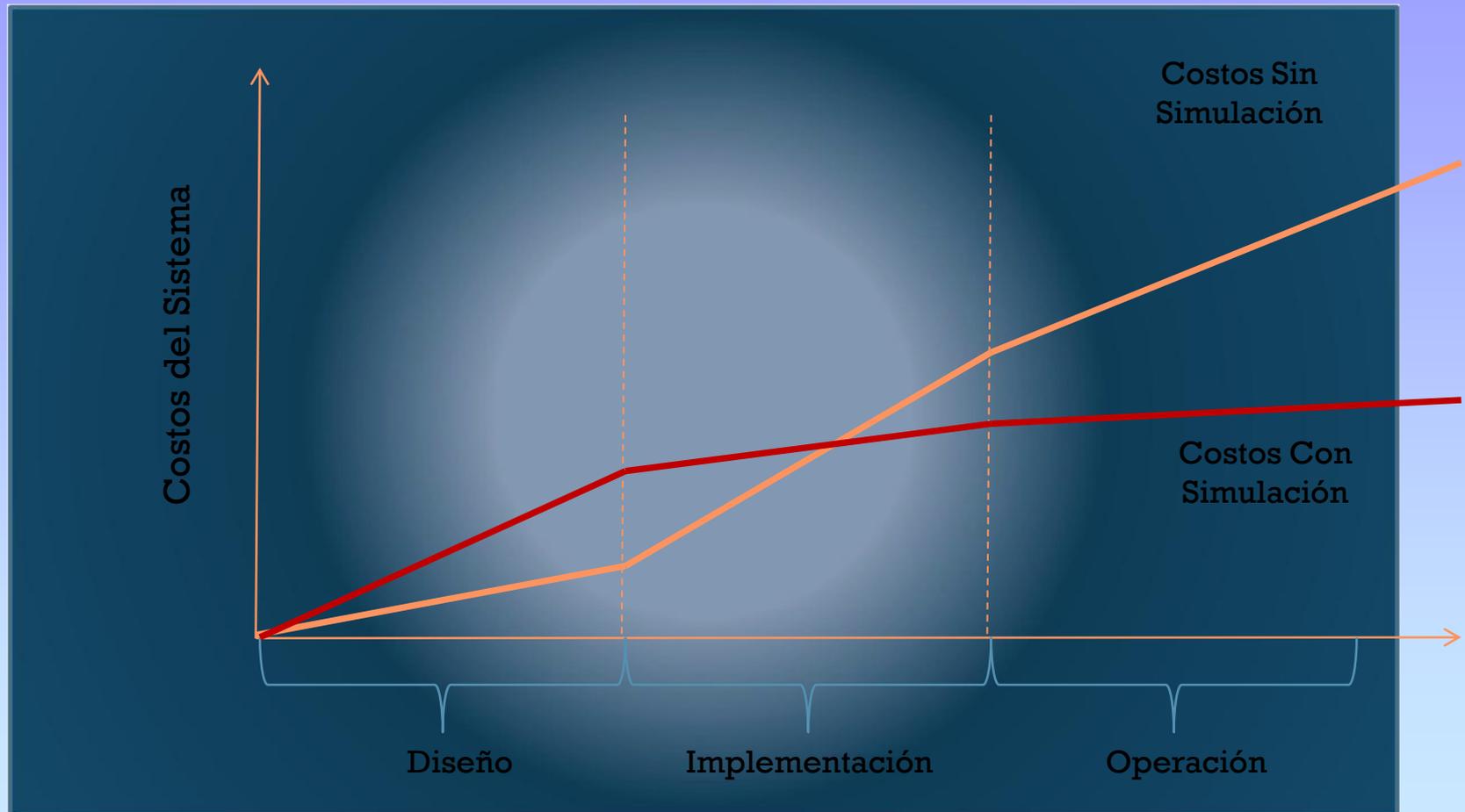
- Desventajas si se ven separadas
Simulación: subconjunto limitado de escenarios.
Optimización: no contempla fluctuaciones en el modelo.
- Ventajas al unirlos
Mejora en los aspectos de análisis y consecuente optimización cuando esto sea posible.

Optimización

Simulación



Simulación y Optimización



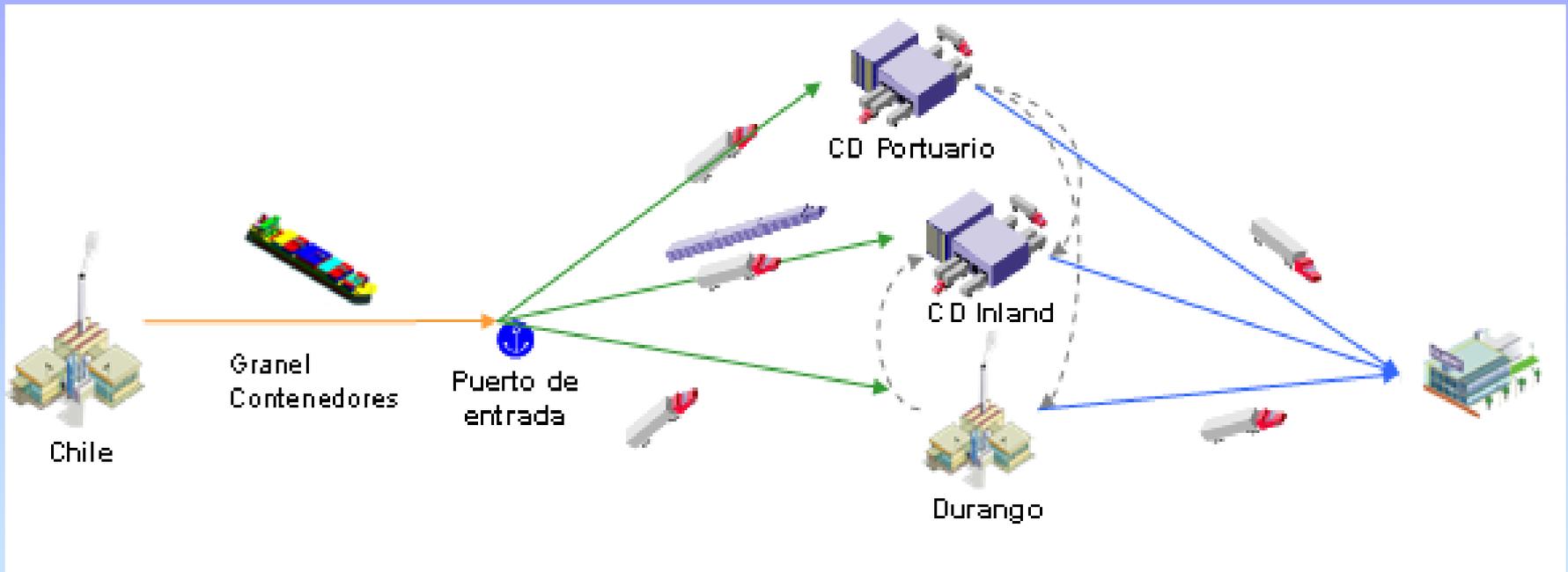
Algunos casos de aplicación

- Los siguientes casos son algunos de los que se desarrollaron en este proyecto y se presentan con el propósito de mostrar las distintas aplicaciones, estos casos fueron presentados en congresos internacionales y se escribió un artículo de cada uno de ellos.

Caso 1: Diseño de la red de suministro.

- Consideremos que se tienen un conjunto de plantas y de clientes dispersos dentro de una región geográfica. Cada cliente requiere de diferentes productos que son manufacturados en cada una de las plantas. Un conjunto de almacenes debe ser localizado dentro de la red de distribución.
- El costo de localizar un almacén incluye el costo de transporte por unidad del almacén al cliente pero también el costo de transporte de las fábricas a los centros de distribución. Además, se incurre en un costo fijo por operar o abrir el almacén.

Red de suministro



Objetivo

- El objetivo del proyecto consiste en encontrar la mejor configuración de red de distribución para una empresa que se dedica a la transportación de madera y placas de aglomerados considerando la mejor elección de modos de transporte y localización de puntos de entrada y centros de distribución. Dicha configuración se hace a través de un modelo de programación entera mixta.

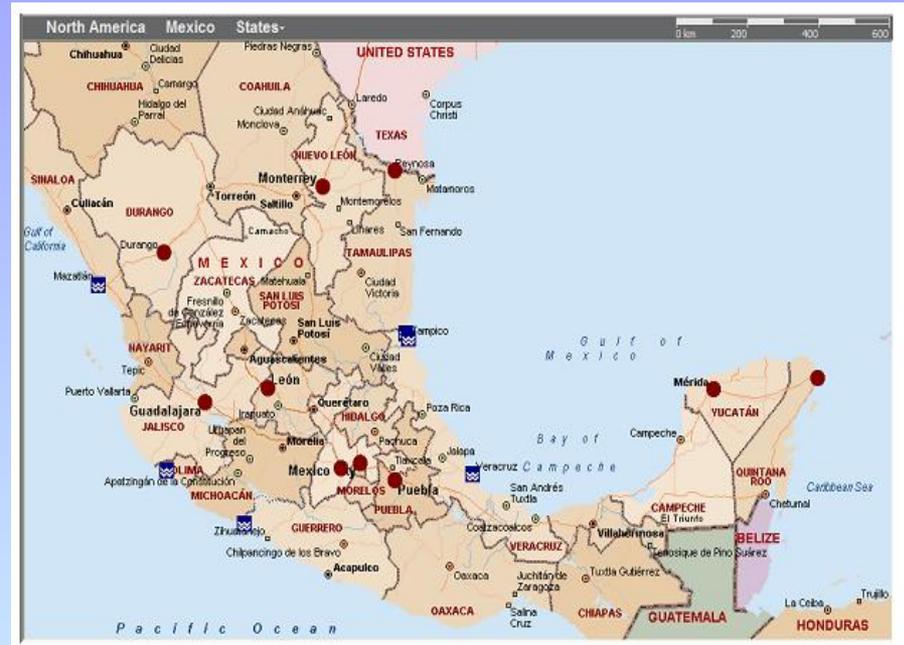
Puertos de entrada y centros de distribución

Los puertos de entrada

- Mazatlán
- Manzanillo
- Lázaro Cárdenas
- Tampico
- Altamira
- Veracruz

Centros de distribución

- Altamira
- Tampico
- Veracruz
- Manzanillo
- Lázaro Cárdenas
- Mazatlán
- Durango
- México DF
- Monterrey
- Guadalajara
- Mérida
- Cancún
- Puebla
- Toluca
- León
- Laredo



El modelo de optimización

- El modelo de optimización se resolvió con LINGO y se hizo uso de una interfaz con Microsoft Excel para mostrar el modelo de manera más sencilla y amigable. En general el modelo es como sigue:

- Min

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} + \sum_{j=1}^m f_j \cdot y_j$$

- Sujeto a

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall i \in N$$

$$\sum_{i=1}^n w_i \cdot x_{ij} \leq q_j \cdot y_j$$

Distribución de la demanda



AMCS-JUNIO 2013

Ejecución de la optimización-escenarios

Escenario 1 Libre consolidado

- Apertura y cierre de centros de distribución sin restricciones en los contratos con 3PL (logística de terceros).
- Flujos y modos de transportes definidos por el modelo de optimización
- Restricciones de conservación de flujo en los nodos.
- Restricciones de satisfacción de la demanda.
- La demanda se supone constante de acuerdo a los datos colectados en el año 2007.

Escenario 2

Escenario 2 No cerrar Tampico

- No debe cerrarse Tampico por los contratos que ya se tienen con 3PL (logística tercerizada)
- Restricción de al menos 77% en la entrada de transporte a granel en los puertos.
- Restricción de máximo el 23% de entrada para carga contenerizada en puertos.
- Flujos y modos de tierra definidos por el modelo.
- Restricciones de satisfacción de demanda.
- Consolidación de carga por transporte a granel en el centro de distribución localizado en el puerto (no hay entregas directas del puerto a los clientes)

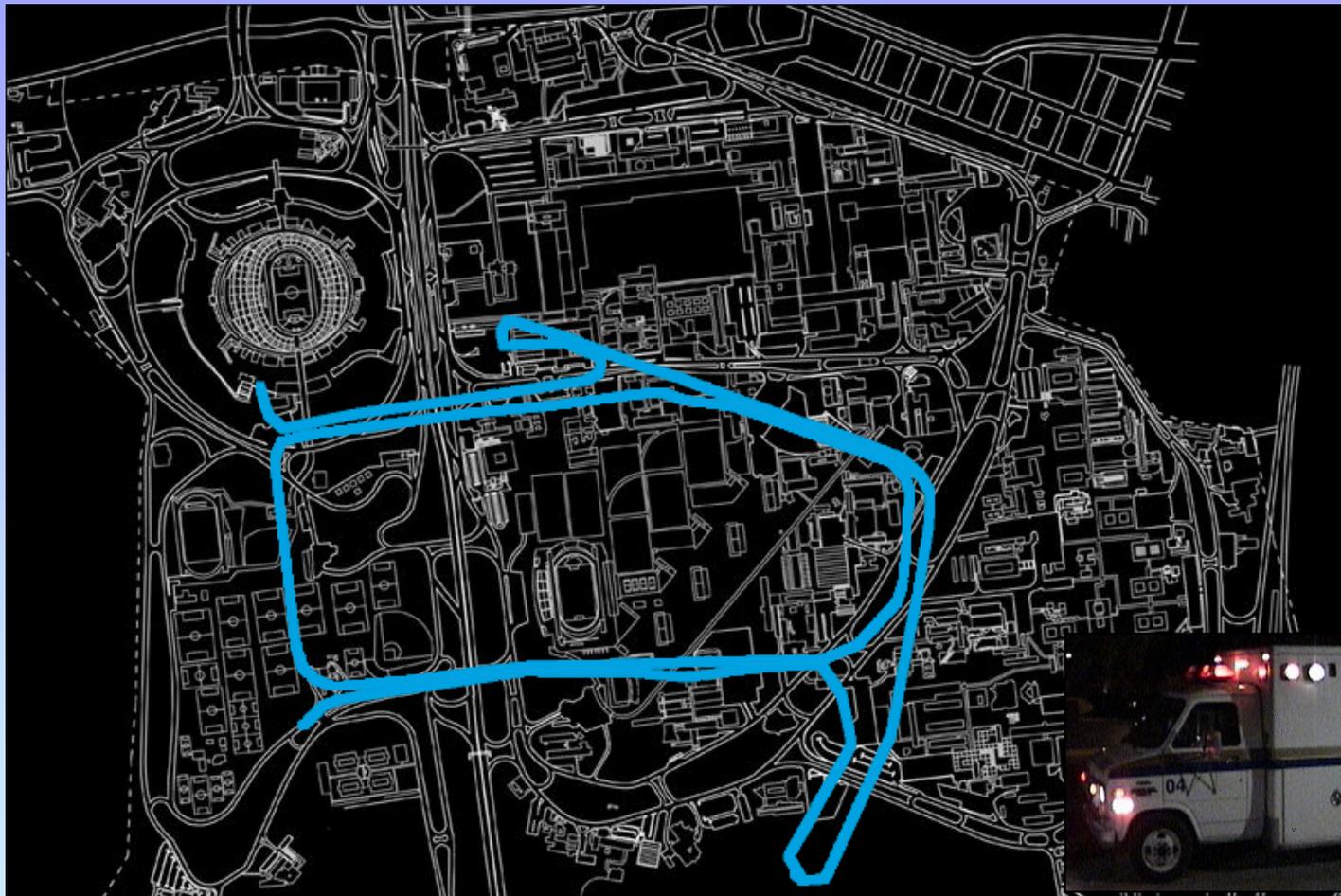
Solución óptima para madera y MDF



Simulación con demanda aleatoria

- Los resultados obtenidos con simulación de demanda aleatoria y costos fijos de almacenamiento cambiantes son: el 74% de las ocasiones, Guadalajara resultó ser la mejor opción como esquema logístico. Mientras que el 26% de las ocasiones, Toluca fue la mejor opción. Por lo tanto, existe un riesgo potencial del 26% de que si abrimos el CEDI en Guadalajara, no obtengamos resultados óptimos. Sin embargo de acuerdo a la logística de la empresa esta opción no estaba contemplada.

Caso 2 Servicio de Atención prehospitalaria



Caso 2 Servicio de Atención prehospitalaria

- La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) realiza anualmente tres eventos de aplicación de exámenes de admisión al ciclo de licenciatura, bachillerato y sistema abierto. La demanda promedio de aspirantes es de 114,462. Con el objetivo de garantizar una atención médica oportuna en caso de emergencia, la Dirección General de Servicios Médicos (DGSM) despliega en cada evento, con la ayuda del área de atención prehospitalaria (APH), un servicio especial. Este servicio cuenta con cinco ambulancias; cuatro de las cuales tienen asignada una zona específica, garantizando la cobertura de servicio para 26 módulos. La ambulancia restante supervisa a todos los módulos.

Objetivos

- General

La optimización en el ruteo del servicio de atención prehospitalaria de la UNAM en los exámenes de admisión.

- Específicos

- ⊕ La optimización en el ruteo de la ambulancia que se encarga de recorrer los 26 módulos de seguridad instalados en los colegios en los cuales los alumnos realizan su examen de ingreso.

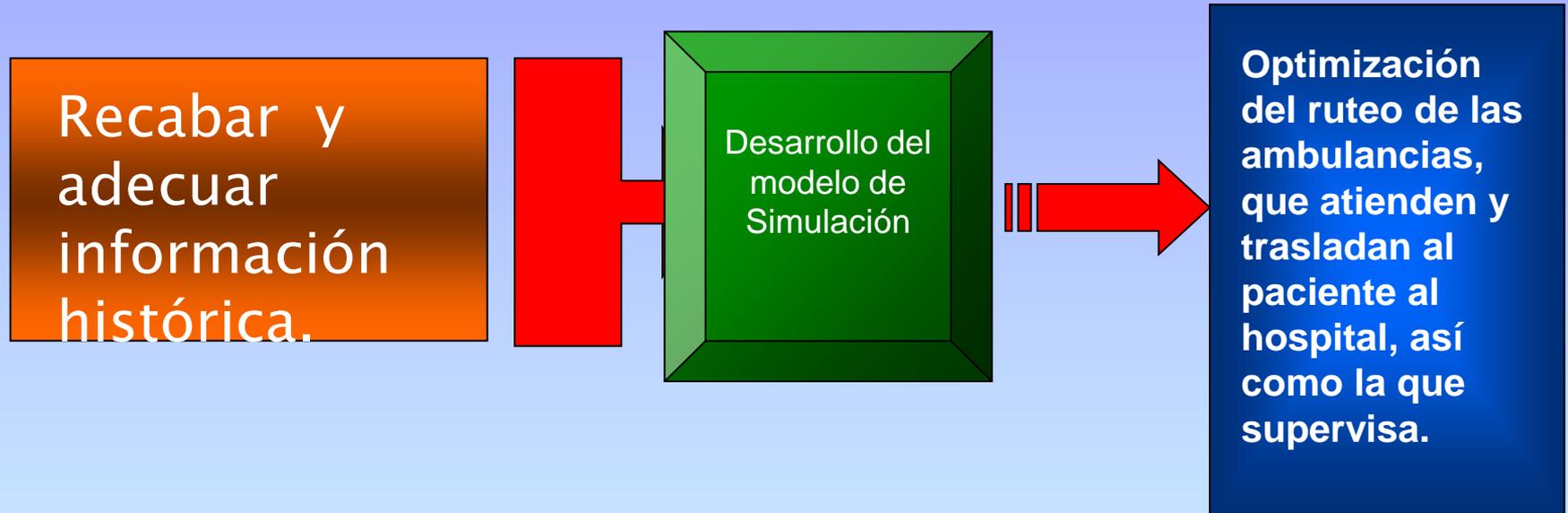
- ⊕ La optimización del ruteo de las cuatro ambulancias que se encargan de trasladar a los pacientes de las instituciones donde realizan su examen al hospital más cercano.

- ⊕ Utilizar la simulación para determinar casos del llamado de la ambulancia con mayor probabilidad de ocurrencia.

El Problema

Las personas encargadas de cada módulo de atención requieren del traslado de pacientes por las siguientes emergencias médicas: Desmayos-D, Crisis Nerviosas-CN, Crisis Asmáticas-CA, Hipoglucemia-H, Colitis por estrés-CE, Convulsiones-Co, Síndrome Isquémico coronario agudo- I, Metabólico: diabetes descompensada-DD, Atropellamiento-A, Estatus epiléptico –EE, Apendicitis-Ap. La mayoría de los pacientes que requieren el servicio son aspirantes o sus acompañantes.

Metodología

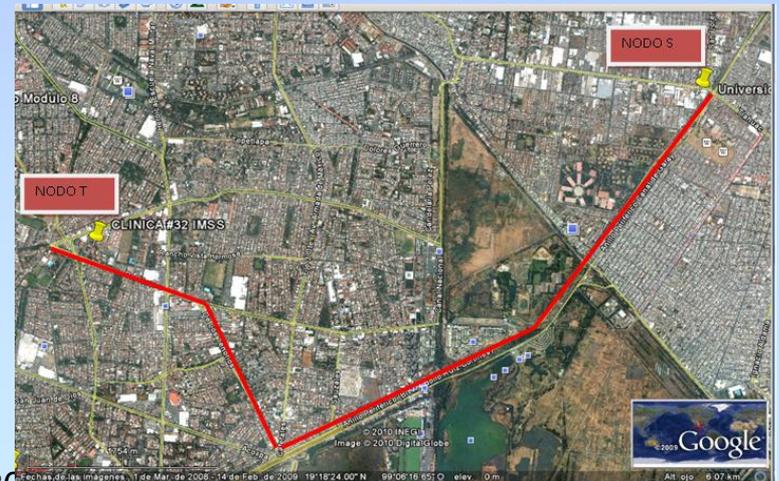
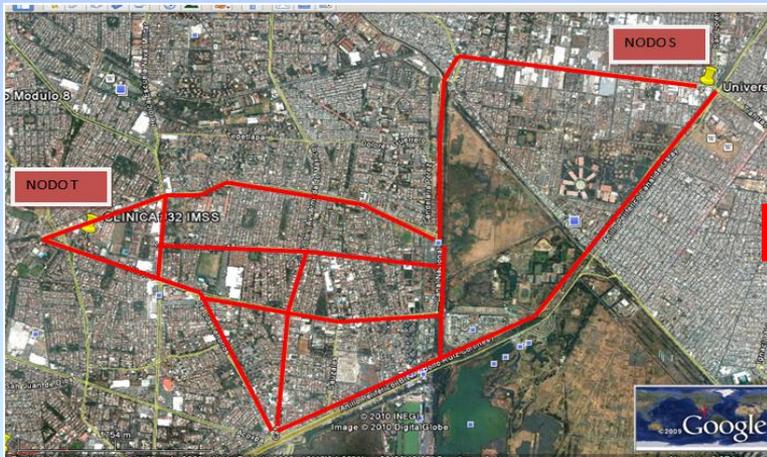


Definición de escenarios: Depende del periodo de examen, zona y módulo.

	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3	ESCENARIO 4	ESCENARIO 5
MÓDULO	4	21	26	16	16
No. Agente Causal	5	11	5	4	9
Agente Causal	CN	H	AP	CA	H
Sexo	F	M	M	F	F
Edad	19	20	20	19	19
Seguro	NO APLICA	NO APLICA	IMSS	NO APLICA	NO APLICA
Traslado	NO	NO	SI	NO	NO
Hospital	NO APLICA	NO APLICA	32 IMSS	NO APLICA	NO APLICA
Zona	I	III	IV	II	II

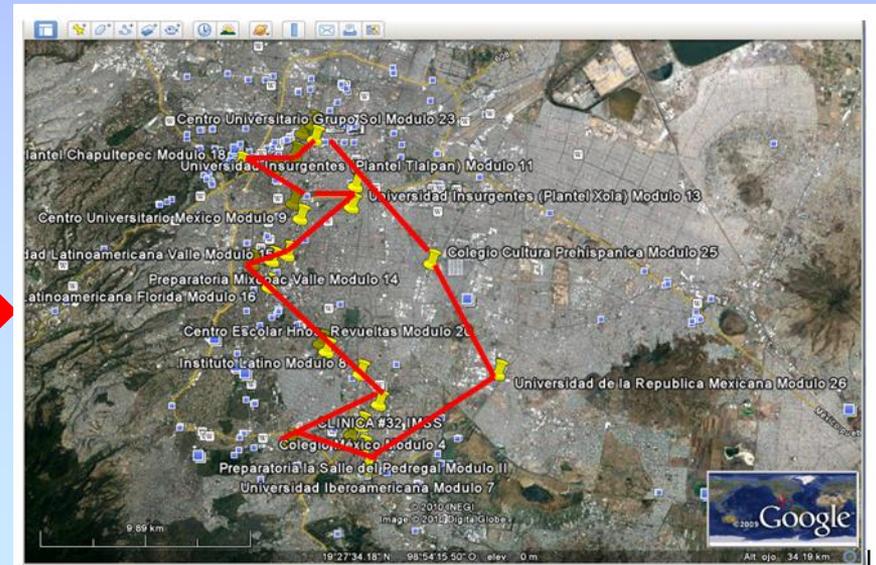
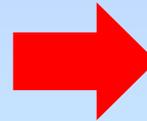
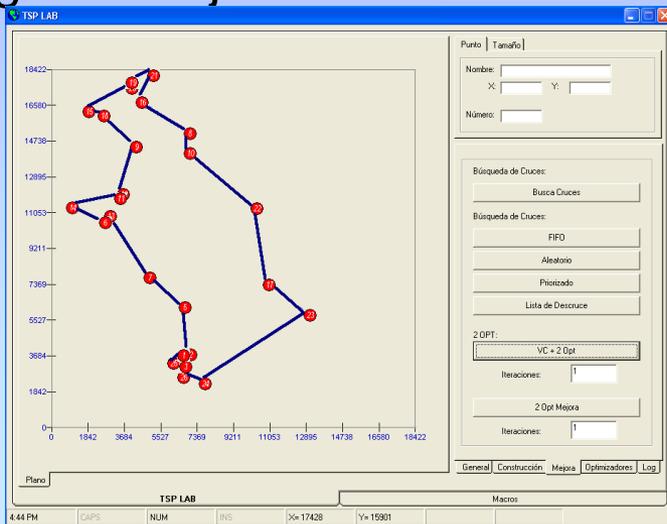
Fase 3 a. Optimización de rutas

En esta fase se resuelven dos problemas relacionados con el ruteo. Por un lado se optimizará la ruta de traslado del paciente al hospital, de acuerdo a los escenarios brindados en la parte de simulación. Esto se hace aplicando el algoritmo Dijkstra que ayuda a obtener la ruta más corta en función de las distancias. Cabe señalar que no se está considerando el tiempo en que la ambulancia llega al módulo de atención, únicamente el traslado del módulo hacia el hospital.



Fase 3 b. Optimización del TSP

Por otro lado se optimiza el recorrido de la ambulancia número cinco encargada de la supervisión de los 26 módulos de atención, el módulo inicial y final de este recorrido es el cuatro. Para la optimización de este recorrido se utilizaron algoritmos que resuelven el problema del agente viajero.



Uso de heurísticos

- Se usaron los algoritmos vecino más cercano y 2-opt para el problema del agente viajero, dichos algoritmos se programaron en Visual Basic 6.
- La ruta óptima es: 4-2-6-3-26-20-25-13-11-19-1-22-23-18-21-12-15-14-17-9-16-10-8-5-7-4.
- Esta ruta es de 51.7 kms, con la ambulancia 5 visitando los 26 módulos.

Resultados

En este proyecto se logró una simulación del proceso de atención prehospitalaria y se optimizaron las rutas de traslado de los pacientes a los hospitales. Con la determinación de la ruta mínima se logra una disminución del tiempo de respuesta promedio de 8 a 2.67 minutos, del módulo 26 a la Clínica #32, lo cual resulta vital para no comprometer más la salud del paciente.

Se observa que las Crisis nerviosas CN y Crisis por estrés CE son los agentes causales que requieren el servicio en mayor medida.

CONCLUSIONES

- Diferentes maneras de integrar las técnicas de simulación y optimización.
- Definir cuando se pueden hibridar y como.
- Trabajo futuro usando estas técnicas.
- Equipos de trabajo que participan en esta investigación.

Algunas publicaciones

- **Idalia Flores**, EMSS Simulation Optimization in Industry, Services and Logistics – Session 2, Facultad de Ingeniería de la UNAM-México.
- **Idalia Flores**, Chair Modelling, Simulation, Optimization, University of México, México.
The 22th European Modelin & Simulation Symposium EMSS 2010, October 13-15 2010, Fez, Morocco.
- **Esther Segura, Luis Altamirano, Idalia Flores** “Simulation and Optimization of The Pre-Hospital Care System of the National University of Mexico Using Travelling Salesman Problem Algorithms”. University of México, México.
- **Luis Altamirano, Idalia Flores** “Simulation Model For Evaluating Scenarios IN Painting Tasks Scheduling in the Automotive Industry” University of México, México.
- **Ann Wellens, Joel Esquivel** “Methodology for the Detection and Prevention of Failures in Industrial Production Equipment” University of México, México.

Congresos

The screenshot shows a Firefox browser window with the address bar displaying www.msc-les.org/conf/emss2013/index_file/OptLogProc.htm. The page title is "The 25th EMSS, 2013".

The 25th EMSS, 2013 [< I3M 2013](#)

EMSS 2013

The 25th European Modeling & Simulation Symposium
(Simulation in Industry)
25 - 27 September
Royal Olympic
Athens, Greece



Call For Papers

Simulation Optimization Approaches in industry, services and logistics processes
at the European Modeling & Simulation Symposium
(EMSS 2013)

Chairs: ^(a) Idalia Flores ^(b) Miguel Mújica Mota

Affiliation: ^(a) University of Mexico (Mexico)
^(b) Universitat Autònoma de Barcelona (Spain).

Contacts: ^(a) idalia@servidor.unam.mx ^(b) miquelantonio.mujica@uab.es

[Download the I3M 2013 CFP](#)

[Deadlines for submission](#)

[Author's Instruction for paper submission](#)

The browser's taskbar at the bottom shows the system clock as 01:55 p.m. on 09/06/2013, along with various application icons.

AMCS-JUNIO 2013

Trabajo en grupo

- Formo parte de un equipo interdisciplinario (Ingeniería Industrial e Investigación de Operaciones) en el cual participan el Dr. Juan Manuel Estrada, M. en I. Francis Soler , Dra. Esther Segura y la M.en I. Ann Wellens. Algunas de las actividades académicas relevantes que realiza el grupo son:
- Desarrollo de proyectos de investigación en el campo de la Ingeniería (PAPIT, PAPIIME)
- Elaboración de materiales sobre diversos temas (Contaminación, Probabilidad y Estadística, Programación Dinámica, Programación Lineal y No Lineal) dirigido a estudiantes de Licenciatura y Posgrado
- Escritura de Libros (Redes, Procesos Estocásticos) publicados por la Facultad de Ingeniería. UNAM.
- Organización de Coloquios y Exposiciones. En estos eventos, los alumnos de Licenciatura y de Posgrado presentan sus trabajos finales en los cuales los estudiantes muestran la aplicación de los conocimientos disciplinares adquiridos en los cursos en la resolución de problemas en el campo de la Ingeniería, así como proyectos de investigación o tesis en ciernes.
- Se estimula a los alumnos a que expongan sus avances de tesis o de investigación en congresos nacionales o internacionales

Exposiciones de carteles académicos



Aproximación de Markov a los diagramas de control EWMA

San Pablo Toruato
Universidad Tecnológica de México, Facultad de Ingeniería
Ciclo de Estudios de Ingeniería en Sistemas de Control
2013-2014

Introducción
El diagrama de control EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) es un método de control estadístico de procesos que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP). Este método se basa en el uso de una constante de suavizado que permite dar más peso a las mediciones recientes del proceso, lo que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP).

Los sistemas de Markov
Los sistemas de Markov son un tipo de sistema de control que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP). Este tipo de sistema se basa en el uso de una constante de suavizado que permite dar más peso a las mediciones recientes del proceso, lo que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP).

Conclusiones
El diagrama de control EWMA es un método de control estadístico de procesos que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP). Este método se basa en el uso de una constante de suavizado que permite dar más peso a las mediciones recientes del proceso, lo que permite detectar cambios en el proceso de manera más rápida que los métodos tradicionales de control estadístico de procesos (CEP).

MUCHAS GRACIAS!!