

XIII Chilean conference on Operations Research / XIII Congreso Chileno de Investigación Operativa, OPTIMA 2019

November 25 to 27 - Hotel Santa Cruz Plaza - Universidad de Santiago de Chile

Abstracts / Resúmenes

25) Distritación con Restricciones de Contigüidad y Asignación de Escaños para el Sistema Electoral Chileno

Rodrigo Rebolledo Vega, [Ana Ulloa Paz](#), Óscar Cornejo Zúñiga,
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile
rrebolledo@ucsc.cl, aulloap@magister.ucsc.cl, ocornejo@ucsc.cl

Carlos Obreque Niñez,
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad del BíoBío, Concepción, Chile
cobreque@ubiobio.cl

Abstract — Este trabajo presenta un Modelo de Programación Matemática, para crear los distritos y asignar los escaños de la Cámara de Diputados en Chile, que mejora la representatividad. Se incorporan de manera explícita restricciones que aseguran la contigüidad de las comunas que forman los distritos, además del respeto de los límites naturales y administrativos. Se obtienen mejoras sustanciales en varios indicadores para medir representatividad.

Keywords — Representatividad, Distritación Electoral, Asignación de Escaños.

97) El problema de la estimación de tasas de transición en el modelamiento dinámico del índice de masa corporal de la población en Chile

Cristóbal Cuadrado, Jocelyn Dunstan,
Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile, Santiago, Chile
ccuadrado@uchile.cl, jdunstan@uchile.cl

Luis Rojo-González, [Nelson Troncoso](#), Óscar C. Vásquez
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
luis.rojo@usach.cl, nelson.troncoso@usach.cl, oscar.vasquez@usach.cl

Abstract — En este trabajo se presenta el desarrollo de un modelo de programación no lineal (PNL) que permite estimar las tasas de transición utilizadas por un modelo dinámico poblacional de la obesidad en Chile. El sistema de ecuaciones de diferencias del modelo dinámico es representado en el modelo de PNL como un conjunto de restricciones, adicionando aquellas que verifican el balance de flujo y restringen las tasas de transición a estimar dentro de un rango de valores determinado. Su función objetivo minimiza el error cuadrático medio entre valor dado por las tasas de transición estimadas por el modelo de PNL y el valor de la distribución de la población chilena por índice de masa corporal, grupo etario y sexo para el año 2010, ponderado por la población del mismo año. La estimación de las tasas y su utilización para la proyección distribución de la población chilena por índice de masa corporal y grupo etario para este año, generan errores promedio de un 0.4775% para hombres y de un 0.9207% para mujeres.

Keywords — Programación No-lineal, Prevalencia de la Obesidad, Tasas de Transición

87) Un algoritmo genético para la programación de proyectos de investigación en bases antárticas.

[Mauricio Vega-Hidalgo](#), Lorena Pradenas
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Concepción Concepción, Chile
mauriciovega@udec.cl, lpradena@udec.cl

Juan A. Carrasco
Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Concepción, Concepción, Chile
j.carrasco@udec.cl

Víctor Parada
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
victor.parada@usach.cl

Abstract — La Antártica es fundamental en el proceso de control del clima de la Tierra. Por consiguiente, es importante la investigación realizada en este continente para entender los fenómenos que gobiernan el cambio climático. Además, dadas las características únicas del continente y los grandes descubrimientos realizados en esa zona, la Antártica es mundialmente considerada un gran laboratorio natural. Por lo tanto, la Antártica es una región que posee un alto interés científico y cada año, aumenta el número de científicos que realizan investigaciones en ese lugar. Sin embargo, debido al clima extremo predominante en la zona, los recursos para realizar investigación son muy limitados. Adicionalmente, los países firmantes del Tratado Antártico, deben procurar que los investigadores intervengan lo menos posible el ecosistema. Por lo tanto, es fundamental realizar una buena gestión de los escasos recursos disponibles, para la investigación con el fin de, maximizar el impacto científico y minimizar la huella humana.

Keywords — Selección programación y asignación de proyectos, Algoritmo Genético, Genotipo-Fenotipo, Ciencia Antártica

55) Incorporating economic efficiency into the joint use of LCA and DEA methodology: A chilean beekeepers case study

Leonardo Vásquez-Ibarra
Doctoral Program in Engineering Systems Faculty of Engineering, Universidad de Talca, Curicó, Chile
lvasquez09@alumnos.otalca.cl

Alfredo Iriarte Marcela C. González-Araya
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universidad de Talca, Curicó, Chile
airiarte@otalca.cl, mgonzalez@otalca.cl

Lidia Angulo-Meza
Production Engineering Department, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brazil
lidiaangulomeza@id.uff.br

Ricardo Rebolledo-Leiva
Technological Extension Center of Logistic Faculty of Engineering, Universidad de Talca, Curicó, Chile
ricardo.rebolledo@cetlog.cl

Abstract— This study evaluates the eco-efficiency of a set of 31 Chilean beekeepers through the four-step method of LCA+DEA methodology. Specifically, revenue efficiency is determined through an economic DEA model. The Global Warming Potential (GWP) environmental category, evaluated through the ILCD methodology, is considered as undesirable output. The main contribution of this study is to expand the use of the four-step method incorporating the concept of revenue efficiency. For inefficient beekeepers, the results show that the average potential increase in the sale price or amount of honey is 223% while the potential decrease in CO₂ emissions is 63%. These results show a potential to improve the management practices in order to be economically efficient.

Keywords— Beekeepers; honey production; eco-efficiency; revenue efficiency

77) Solving the RCMPSP using ACO and SMT-Solver based Local Search

Alejandro Fernández Gil, Mariam Gómez Sánchez, Carlos Castro
Departamento de Informática Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile
afferan@jp.inf.utfsm.cl, mggomez@jp.inf.utfsm.cl, carlos.Castro@inf.utfsm.cl

Abstract—The Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) is a classical well-known hard combinatorial scheduling problem in Operations Research. RCPSP has been widely tackled when implementing automated production systems and achieve an optimal assignment of activities to machines and reduction of total completion time. An extension of the RCPSP is a Resource-Constrained Multi-Project Scheduling Problem

(RCMPSP) with global and local resource constraints, based on multi-project, causing increased complexity in scheduling process. We are interested in solving RCMPSP through a hybrid approach that integrates Ant Colony Optimization and a Local Search procedure based on Hill-Climbing First Improvement supported by an SMT Solver as a movement satisfaction verifier. Our approach was tested with a selected set of instances belong to the MPSPLIB library. We compare our approach with others of the state-of-the-art approaches and find that our approach is competitive in several instances against others.

Keywords— Ant Colony Optimization, Combinatorial Optimization, Multi Project Scheduling Problem, Local Search, SMT Solve

93) El Rolling Tree como estrategia de resolución: un caso en la agroindustria

Elbio Avanzini, Alejandro Mac Cawley, Jorge Vera, Sergio Maturana
Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería, Santiago, Chile
elavanzini@ing.puc.cl, amac@ing.puc.cl, jvera@ing.puc.cl, smaturan@ing.puc.cl

Lluís Plà
Universitat de Lleida, Lleida, Spain
Impla@matematica.udl.cat

Abstract—Los modelos multietapas estocásticos permiten prescribir arboles de decisiones exhaustivos. Sin embargo, el costo computacional puede ser alto, incluso poco práctico. Nosotros proponemos una estrategia basada en un árbol de menor tamaño que permite replanificar en el tiempo. Lo denominamos Rolling Tree y en este trabajo presentamos su algoritmo, y un caso de aplicación, en donde le comparamos con el modelo multietapa estocástico considerando la performance en tiempo computacional, valor esperado de las soluciones y cambios en las decisiones para replanificaciones.

Keywords — multistage stochastic programming, rolling tree, rolling horizon, wine grape, agriculture application

85) Logística Humanitaria. Aplicación de un enfoque heurístico en el diseño de una cadena de abastecimiento de ayuda humanitaria

Héctor Hormazábal V., Lorena Pradenas .
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción, Concepción, Chile
hhormazabal@udec.cl, lpradenas@udec.cl

Abstract— Los desastres naturales y crisis humanitarias en general, plantean numerosos desafíos para los administradores públicos de cada país, los cuales tienen el objetivo de preservar el bienestar de los damnificados minimizando las pérdidas materiales y humanas mientras se tienen en consideración los recursos disponibles para la implementación de los planes de emergencia. Es por esto, que diseñar metodologías cuantitativas y sistemáticas que apoyen la toma de decisiones es de gran relevancia en la actualidad, sobre todo cuando los desastres naturales y situaciones de conflictos internacionales se vuelven una realidad cada vez más frecuente. En este estudio se propone un modelo de programación matemática entera y una heurística constructiva para resolver una variante del Problema de Ruteo de Vehículos altamente restringido que busca minimizar el costo logístico total de implementación de una cadena de abastecimiento de kits humanitarios. Los resultados obtenidos otorgan cotas superiores para la función objetivo con GAP's relativos bajos y tiempos de ejecución del orden de minutos.

Keywords— Crisis humanitaria, Modelo de programación matemática entera, Costo logístico, Heurística constructiva, Cadena de abastecimiento.

5) Balanceo de inventario para una red de bicicletas compartidas

Juan.F Venegas-Gutiérrez, Pedro Palominos
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
juan.venegas.g@usach.cl, pedro.palominos@usach.cl

Abstract—En el presente artículo se propone un Modelo de Programación Entera (MIP), que permite resolver el Problema de Rebalanceo de Inventario (BRP) para un sistema de bicicletas compartidas, dentro del contexto de smart mobility en una smartcity. Este problema ha tenido un creciente interés y desarrollo en la literatura en los últimos años, debido a que estos sistemas de transporte, permiten disminuir los tiempos de traslado, reducción de gases de tipo invernadero y aumentar la eficiencia de uso del espacio urbano. En Chile se han desplegado diversos sistemas de bicicletas compartidas, sin embargo, uno de los principales problemas que inciden en la operación diaria de estos sistemas corresponde a que los usuarios al tomar las bicicletas y al finalizar su uso, éstas deben regresarla a una estación. El flujo creado por la demanda de usuarios hace que

muchas estaciones queden vacías y otras a su vez llenas, el proceso por el cual se reacomodan las bicicletas se llama rebalanceo. Para el problema BRP se propone un modelo de programación entera que busca minimizar la distancia total de rebalanceo para un sistema de bicicletas compartidas. El modelo se aplica a un sub-conjunto de la red del sistema de bicicletas compartidas Bikesantiago compuesto por 20 estaciones con capacidad fija. Los resultados más relevantes, sugieren que a medida que se flexibiliza la capacidad de inventario en cada estación, la distancia total de rebalanceo disminuye.

Keywords—Bike-sharing, BRP, Inventory, MIP.

22) Resolución del problema integrado de delineación de zonas de manejo y rotación de cultivos mediante Branch-and-price

Gabriel E. Zamora, Víctor M. Albornoz

Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, Chile
gabriel.zamora.13@sansano.usm.cl, victor.albornoz@usm.cl

Abstract—Este trabajo considera una propuesta integrada de dos problemas que se han desarrollado en el marco de la agricultura de precisión y cuya resolución puede ser muy valiosa para la agricultura orgánica: el problema de la delineación de zonas de manejo rectangulares y el problema de rotación de cultivos. La resolución de este problema integrado involucra encontrar una partición de un terreno conformada por zonas de manejo homogéneas de forma rectangular y la asignación de cultivos para cada una de estas zonas en un horizonte de planificación. El tamaño del problema crece rápidamente al aumentar la cantidad de puntos muestrales empleados para la delineación del predio, para hacer frente a esta problemática se resuelve el problema usando el algoritmo branch-and-price como estrategia de descomposición. Este algoritmo considera un Subproblema que genera un subconjunto apropiado de zonas de manejo que permite encontrar la solución óptima del problema.

Keywords— Generación de columnas, Branch-and-price, Programación entera, Aplicaciones en agricultura

23) Same-Day Delivery Vehicle Routing Problem with Drone Resupply

Juan C. Piña-Pardo

School of Industrial Engineering, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile
juan.pina@pucv.cl

Daniel F. Silva, Alice E. Smith

Department of Industrial and Systems Engineering Auburn University, Auburn, USA
silva@auburn.edu, smithae@auburn.edu

Abstract—Interest in drones to reduce last-mile delivery costs has grown considerably in recent years. Their utility is becoming crucial for same-day delivery providers, who face the complex challenge of delivering all orders on the same day they are placed. In this presentation, we consider using drones to resupply dispatch vehicles while on route. Assuming that release dates are known at the beginning of the day, a Mixed-Integer Linear Program that minimizes distribution costs is proposed. We also show a heuristic to find satisfactory solutions in computationally reasonable times.

Keywords— same-day delivery; drones; vehicle routing problem; parcel delivery.

15) Fault Detection with Echo State Networks

Anthony D. Cho Lo, Rodrigo A. Carrasco, Gonzalo A. Ruz,

Faculty of Engineering and Sciences, Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago, Chile
Email: acholo@alumnos.uai.cl, rax@uai.cl, gonzalo.ruz@uai.cl,

José Luis Ortíz

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), San Pedro de Atacama, Chile
jortiz@alma.cl

Abstract—This work presents a fault detection scheme based on echo state networks applied to a specific type of slow occurring faults in the Intermediate Frequency Processors of the antennas of the ALMA observatory. The used signals to achieve fault detection had a low signal to noise ratio, which implied that a pre-processing stage was needed to reduce the noise and achieve better detection rates. This was done using filters that were tuned using genetic algorithms. A novel detection scheme was developed to do the fault detection using echo state networks. The neural network was used to predict the future value of the signals, given the current state of the system, which was later compared to the real measures to detect the possible presence of faults. Although

further efforts are needed to reduce the number of false positives, the current systems achieves detection before other methods used and can be an asset for new models of prescriptive maintenance.

Keywords— fault detection, echo state networks, predictive maintenance

109) Benders decomposition based branch & cut algorithms for general and security Stackelberg games

Ingrid Arriagada, Fernando Ordoñez

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile

iarriagada@ing.uchile.cl, fordon@dii.uchile.cl

Abstract—General Stackelberg games model a situation between two players with opposite objectives. In this situation, a leader player acts first, and the follower player acts in response to him. In security, leader has to decide which objectives to protect, and the follower, after observing, decides which objectives to attack. There exist several formulations for general and security Stackelberg games. Some authors identified two equivalent formulations: tight and slow formulation, and weak and fast formulation. In this work, we mix these formulations to take advantage of both, and develop an hybrid algorithm that combines Benders decomposition algorithm and branch and cut method. This algorithm should have reasonable gap and resolution time. We also work out a normalized algorithm based on minimally infeasible subsystems.

Keywords— stackelberg games, branch and cut, benders decomposition

84) Evaluando configuraciones de selección evolutiva para C4.5 aplicado a la detección de intrusos

Javier Maldonado, María Cristina Riff

Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

jamaldon@inf.utfsm.cl, maria-cristina.riff@inf.utfsm.cl

Abstract— La detección de distintos tipos de ataques es un problema relevante en ciberseguridad. Esos sistemas analizan flujos de datos de red, tratando de detectar, clasificar y alertar intentos de intrusión. En este trabajo mostramos la flexibilidad de configuración de un algoritmo evolutivo para selección de características, para construir un árbol de decisión aplicado a mejorar la clasificación ataques. Se evalúa la estrategia utilizando el dataset NSL-KDD y el algoritmo C4.5 como árbol de clasificación. Los resultados muestran que el algoritmo es capaz de alcanzar diferentes objetivos de clasificación, mediante el intercambio de las funciones propuestas, manteniendo el mismo diseño del algoritmo evolutivo.

Keywords— detección de intrusos, algoritmo evolutivo, árbol de clasificación, C4.5

27) A New Model for Support Vector Regression

Julio López

Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile

julio.lopez@udp.cl

Miguel Carrasco, Sebastián Maldonado

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de los Andes, Santiago, Chile

micarrasco@uandes.cl, smaldonado@uandes.cl

Abstract—A novel method called epsilon-nonparallel support vector regression ("NPSVR) is proposed. The reasoning behind the nonparallel support vector machine (NPSVM) method for binary classification is extended for predicting numerical outputs. Our proposal constructs two epsilon-insensitive tubes for providing a better alignment for each hyperplane with their respective training pattern, which are obtained by shifting the regression function up and down by two fixed parameters. Our proposal shares the methodological advantages of NPSVM: A kernelbased formulation can be derived directly by applying the duality theory; each twin problem has the same structure of the SVR method, allowing the use of efficient optimization algorithms for fast training; it provides a generalized formulation for twin SVR; and it leads to better performance compared with the original TSVM. This latter advantage is confirmed by our experiments on well-known benchmark datasets for the regression task.

Keywords— Support vector regression, Twin support vector regression, Nonparallel support vector machines, epsilon-nonparallel support vector regression

11) El problema de transporte de víctimas frente a desastres naturales repentinos a gran escala.

Andrés Bronfman, Samantha Reid, Diego Beneventti, Pamela Alvarez

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile

abronfman@unab.cl, s.reid@uandresbello.edu, diego.beneventti@unab.cl, palvarez@unab.cl

Abstract—Abordamos el problema de transporte de víctimas tras un desastre repentino con gran número de lesionados. Se presenta un modelo de programación lineal que entrega la planificación de recolección y traslado de víctimas minimizando el tiempo en que los pacientes llegan a un hospital. La metodología propuesta considera la gravedad y tiempo de espera de las víctimas, permitiendo disminuir el empeoramiento del nivel de gravedad de los lesionados.

Keywords — Transporte de víctimas, logística humanitaria, respuesta a emergencias.

40) Regularized Minimax Probability Machine

Sebastián Maldonado, Miguel Carrasco
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad de Los Andes, Santiago, Chile
smaldonado@uandes.cl, micarrasco@uandes.cl

Julio López
Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Diego Portales, Santaigo, Chile
julio.lopez@udp.cl

Abstract—In this work, we propose novel second-order cone programming formulations for binary classification, by extending the Minimax Probability Machine (MPM) approach. Inspired by Support Vector Machines, a regularization term is included in the MPM and Minimum Error Minimax Probability Machine (MEMPM) methods. This inclusion reduces the risk of obtaining ill-posed estimators, stabilizing the problem, and, therefore, improving the generalization performance. Our approaches are first derived as linear methods, and subsequently extended as kernel-based strategies for nonlinear classification. Experiments on well-known binary classification datasets demonstrate the virtues of the regularized formulations in terms of predictive performance.

Keywords — Minimax Probability Machine, Regularization, Second-order cone programming, Support Vector Machines.

38) Generación automatizada de modelos de optimización a partir de flujogramas de operaciones

Erick Miranda, Iván Derpich
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
erick.miranda@usach.cl, ivan.derpich@usach.cl

Abstract—En la actualidad las industrias que fabrican productos buscan la mejora continua de sus procesos con el objetivo de disminuir costos o aumentar utilidades. Para administrar las operaciones de manufactura el ingeniero de operaciones modela los procesos y construye un flujograma como herramienta conceptual y de comunicación. Cuando se quiere construir un modelo matemático del proceso de manufactura el flujograma suele ser una herramienta de referencia para el levantamiento del proceso, en este paper se propone usar estas herramientas gráficas para generar el modelo de forma automática, a través de transformar el flujograma en una red de nodos conectados, en que cada proceso es un nodo con atributos y cada conexión es un flujo. Los procesos pueden corresponder a un mezclador, un horno, un torno o una maquina envasadora y los atributos son múltiples por ejemplo la capacidad, el costo unitario, el costo de setup, la eficiencia, el gasto de combustible, etc. La idea es transformar la red en ecuaciones de continuidad que generan un sistema de ecuaciones y luego convertirlo en un modelo de optimización agregando una ecuación a optimizar, permitiendo generar un modelo de optimización de forma automática a partir de un flujograma de procesos de entidades discretas o continuos.

Keywords — modelación de procesos, optimización, generación de código, manufactura

28) Problema de localização de instalações capacitado e multiproduto

Calistênia Santana Mascarenhas, Akebo Yamakami
Departamento de Sistema e Energia, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, Brasil
cali.smascarenhas@gmail.com, akebo@dt.fee.unicamp.br

Ana Paula Milanez
Departamento de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Ponta Grossa, Brasil
apmilanez@gmail.com

Abstract—Este trabalho propõe o desenvolvimento de um modelo matemático para o problema de localização de instalações capacitado e multiproduto. O problema estudado consiste em localizar armazéns e transportar o fluxo dos nós de origem até o destino final considerando a consolidação para alcançar economia de escala. No

modelo desenvolvido, os produtos poderão seguir da origem para dois destinos intermediários antes de chegar ao seu destino final: armazéns ou para pontos intermodais, onde é realizada a consolidação.
Palavras Chaves Modelagem Matemática; Problema de Localização; Modelo Capacitado; Modelo Multiproducto; Economía de Escala.

Keywords — Modelagem Matemática, Problema de Localização Capacitado, Modelo Multiproducto

90) Configuración de plantas de tratamiento de aguas residuales

Constanza Corrales, Natalia Jorquera, Matías Kohle, Francisco Rivas
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
constanza.corrales@usach.cl; natalia.jorquera.b@usach.cl; matias.kohle@usach.cl;
francisco.rivas.r@usach.cl

Abstract— Con el paso de los años la población mundial ha aumentado, y así mismo, la escasez de los recursos hídricos. El consumo de agua ha superado con creces a los recursos disponibles en algunas regiones, es por ello por lo que se vuelve imprescindible la búsqueda de sistemas que puedan solucionar este problema. En base a esto, se propone la reutilización de aguas grises mediante la instalación de plantas de tratamiento de aguas servidas. Este trabajo busca encontrar la mejor configuración para estas instalaciones en la cuarta y quinta región de Chile, es decir, localización de las plantas, tipo de camino a construir, etc. Para ello, se modela el problema como una optimización con cuatro objetivos, incluyendo la minimización de costos, minimizar impacto medioambiental, maximizar extracción de fósforo del agua y maximizar la cantidad de trabajadores necesarios, estos con el fin de resguardar la sustentabilidad del proyecto. Para resolver este problema se resuelve el modelo multiobjetivo mediante la utilización del software Octave. Analizando los resultados se puede ver que los objetivos son opuestos entre sí. Generando frentes de soluciones donde se debe elegir entre cumplir de mejor forma un objetivo u otro. Mostrando así la dificultad de diseñar un proyecto de este tipo, sin llegar a una única combinación óptima. Finalmente, nuestro proyecto muestra cómo se pueden integrar en el diseño de una empresa los objetivos económicos, sociales y medioambientales, mediante los resultados reales obtenidos.
Keywords— optimización multiobjetivo, planta de tratamiento de aguas servidas, sustentabilidad

99) La Industria textil: moda pasajera y residuo eterno.

Javiera García-Leal, Matías Anabalón, Sanas Farzaneh, Andrea Gaete
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
javiera.garcia.l@usach.cl, matias.anabalon@usach.cl, sanas.farzaneh@usach.cl, andrea.gaete@usach.cl

Abstract— A nivel mundial la industria textil es la segunda más contaminante, ubicada sólo después de la industria del petróleo. Se estima que se consumen 70 millones de toneladas de ropa anualmente en el mundo de la que sólo un 20% es reciclada. Por ello, es necesario gestionar los residuos textiles y brindarle un enfoque más sustentable a dicha industria. El objetivo de este trabajo es diseñar y analizar la cadena de suministro para el reciclaje de residuos textiles en la ciudad de Santiago de Chile. A fin de maximizar las utilidades (f1) obtenidas por la producción de fibras recicladas, reducir la contaminación textil (f2) en vertederos municipales, rellenos sanitarios, etc. Otro punto de análisis es la minimización de agua a utilizar en la producción de las fibras textiles (f3). Pues la cantidad de recursos hídricos empleados en la producción de prendas de vestir es sumamente alta, de hecho, para producir un kilo de algodón orgánico se requieren 10.000 litros de agua. Finalmente se busca minimizar el CO2 emitido por el transporte de materia prima y producto final (f4). Para lograr lo expuesto anteriormente se utiliza un algoritmo evolutivo para resolver el modelo. Para el caso de f1 se instalan las tres plantas a fin de incrementar la producción de los textiles reciclados. En el caso de f2 también se instalan las tres plantas propuestas, las que son abastecidas por los cuatro proveedores y se cumple con la demanda de todos los clientes. Para f3 sólo se requieren dos plantas, las que se abastecen por dos proveedores y sólo se entrega a dos clientes y finalmente, para f4 sólo se instala una planta y se recurre a un proveedor de residuos textiles. Finalmente se hace uso del algoritmo de Pareto para comparar las funciones objetivo-propuestas para su desarrollo e investigación.

Keywords—Industria textil, residuos sólidos domiciliarios, frentes de Pareto.

114) El mecanismo de asignación si importa para reducir el riesgo de reubicación de empresas

Jean-Philippe Nicolai,
ECONOMIX, Université Paris Nanterre, Paris, Francia
nicolai.jeanphilippe@gmail.com

Jorge Zamorano
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile

jorge.zamorano.f@usach.cl

Abstract— Este trabajo presenta una discusión sobre los mecanismos de asignación de permisos gratuitos de contaminación en un contexto de regulación medioambiental. Se consideran dos mecanismos para reducir el riesgo de reubicación de empresas. El primero es el Grandfathering, y el segundo es la asignación proporcional a la producción llamada asignación Output-based. Los efectos redistributivos de la reubicación de empresas serán presentados y discutidos en un modelo espacial de competencia. La reubicación tiene efectos negativos sobre la competitividad, y específicamente en el bienestar de la sociedad. Por lo que justifica la implementación de políticas eficientes para prevenir dicho hecho. El primer mecanismo permite reducir completamente el riesgo de reubicación, ya que él consiste en una transferencia monetaria que incrementa los beneficios de las empresas reduciendo así los incentivos. Mientras que el segundo mecanismo permite cumplir con objetivos menos estrictos que los que presenta el mecanismo Grandfathering (eliminar los incentivos). Se estudian las ventajas estratégicas del mecanismo proporcional.

Keywords—Regulación ambiental; Permisos de contaminación; Grandfathering; Asignación Output-based.

100) Diseño de estrategia de distribución de última milla mediante de la comparación de métodos de agrupamiento

Diego A. Perez Montoya, Eduard A. Gañan C., J. Isaac Pemberthy R
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas ITM-Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín,
Colombia
diegoperez190971@correo.itm.edu.co, eduardganan@itm.edu.co, jorgepemberthy@itm.edu.co

Abstract— The location of optimal distribution points and the dynamic routing of the vehicles are key aspects in the last mile logistics management for the delivery of newspapers. Clustering methods have been a widely used strategy as a starting point for the application of heuristic or metaheuristic methods in the generation of optimal routes for the distribution of mass products. In this work a comparison is made of different categories of clustering methods in terms of compactness and separation of the clusters, which generate the minimum internal travel distances. The best strategy is obtained through the combination of the AGNES density-based method and the K-Medoids partition method, with an average distances to the centroid of 861 meters, which make them very suitable for the final transport of newspapers by motorcycles.

Keywords—clustering; last mile; press

78) Un Modelo Matemático para Determinar las Rutas Óptimas de Furgones Escolares en la Comuna de Chiquayante

Camilo Cornejo Orellana, Carlos Obreque Niñez
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad del Bío-Bío Concepción, Chile
camilo.cornejo.orellana@gmail.com, cobreque@ubiobio.cl

Oscar Cornejo Zúñiga
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad Católica de la Santísima Concepción Concepción, Chile
ocornejo@ucsc.cl

Felipe Baesler Abufarde
Facultad de Ingeniería Universidad del Desarrollo Concepción, Chile
fbaesler@udd.cl

Abstract— Uno de los problemas de ruteo de vehículos más complejo, y con menos investigación a nivel nacional, es el problema de ruteo de buses escolares. En particular, para el caso de estudiantes de enseñanza básica, es usual ver en todas las ciudades de nuestro país, furgones de color amarillo que trasladan niños desde sus hogares a las puertas de los colegios. En este trabajo se propone un modelo de programación lineal entera para resolver el problema de ruteo de vehículos abierto, con flota heterogénea, con múltiples establecimientos educacionales y con ventanas de tiempo, que minimiza el tiempo total del recorrido. El modelo se utiliza para encontrar la solución óptima de un conjunto de instancias obtenidas de la literatura y de instancias creadas con datos reales obtenidos de empresas de transporte escolar que operan en la comuna de Chiquayante, en la Octava Región. Se utiliza el software AMPL con Cplex y los resultados se muestran en el plano de la ciudad utilizando la API (Application Programming Interfaces) que ofrece Google Maps.

Keywords— Programación lineal entera, VRP abierto, Ventanas de tiempo, Múltiples depósitos, Transporte escolar

62) Diseño de redes intermodal: Ciclovías y elevadores.

Pablo Torrealba-González, Gabriel Gutiérrez-Jarpa

Escuela de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

pablo.torrealba.g@mail.pucv.cl, gabriel.gutierrez@pucv.cl

Abstract— En muchas ciudades costeras debido a la estructura geográfica de un anfiteatro natural, se generan diversos desafíos y problemáticas en el transporte urbano. Se propone el diseño de una red de transporte bi-modal: ciclovías y elevadores. Se presenta una metaheurística basado en un algoritmo genético adaptado a problemas bi-objetivos, permitiendo tener una aproximación de la frontera eficiente. Finalmente, se aplica la metodología desarrollada al caso de la ciudad de Valparaíso, Chile, mostrando su eficiencia.

Keywords—Diseño de Redes, Metaheurísticas, Optimización Aplicada.

86) Formulación y solución para el median tour problem generalizado con tiempo acumulado

Alex Barrales Araneda, Carlos Obreque Niñez

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

abarrale@alumnos.ubiobio.cl, cobreque@ubiobio.cl

Abstract—En este trabajo se define y se proponen dos formulaciones para el median tour problem generalizado con tiempo acumulado (GMTPL), el cual se enmarca en el campo del ruteo de vehículos con múltiples objetivos. El problema surge como una variante del median tour problem (MTP) presentado por Current. El MTP combina dos problemas clásicos de la optimización, la p-mediana y el vendedor viajero, generándose una variante que busca determinar un tour de p nodos (denominados paraderos), de modo que el resto de los vértices se asignen al paradero más cercano. El MTP es un problema multiobjetivo, puesto que se busca optimizar el costo del tour y los tiempos de asignación asociados. En el GMTPL se busca una distribución más equitativa en la asignación de los nodos que no pertenecen al tour. Además, los nodos se encuentran clasificados por clústers, los cuales deben recorrerse sólo una vez. En este problema se busca optimizar el costo del recorrido y los tiempos acumulados de permanencia en el tour. El GMTPL puede emplearse como alternativa para la logística del traslado de pasajeros, en donde se busca un equilibrio entre el costo del recorrido y la calidad del servicio. En este trabajo, se proponen dos formulaciones de programación lineal entera para el problema: una formulación de flujo basada en el Delivery Man Problem(DMP); y un modelo de flujo multicommodity.

Keywords— Programación lineal entera, Ruteo de vehículos, Median Tour Problem, Optimización Multi-objetivo

89) Price competition for bundles with consumers' willingness to pay and constrained multinomial logit

Juan Pérez

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de los Andes. Monseñor, Santiago, Chile.

jperez@uandes.cl

Héctor López-Ospina

Industrial Engineering Department, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

hhlopez@uninorte.edu.co

Abstract— We propose a model to support pricing decisions for bundles with an explicit representation of firms' and consumers' willingness to pay WP using constrained multinomial logit. It is well-known that competition and WP affect pricing, but to the best of our knowledge, the inclusion of these aspects to support price decisions for bundles have not been studied. In our proposal, the resulting optimal bundles' prices in competition are set at lower levels as WP is lower, the relation among prices and WP is monotone and non-linear. Our results also indicate that the lower the WP, the more difficult are for firms to take advantage of cost-efficiency. Besides, we quantify the effect on prices when there are differences among firms in the marginal costs of bundles' attributes. Keywords— price competition; willingness to pay; constrained multinomial logit; bundling; consumer choice models.

34) Un problema del seguidor de localización competitiva y fijación de precios, considerando viajes de comparación

Nicole Cuevas Acosta, Armin Lüer-Villagra

Departamento de Ciencias de la Ingeniería Universidad Andrés Bello Santiago, Chile

nicole.constanza.c@gmail.com, armin.luer@unab.cl

Abstract— Los problemas de localización competitiva de instalaciones buscan localizar estratégicamente nuevas instalaciones de servicios en una determinada área de mercado donde existe la competencia, con el objetivo de maximizar su beneficio. Este artículo analiza las soluciones de un problema del seguidor de localización competitiva de instalaciones incorporando fijación de precios y viajes de comparación en cuanto al comportamiento del consumidor. Se busca explorar el impacto de agregar ambos conceptos simultáneamente. Keywords—localización, localización competitiva, problema del seguidor, fijación de precios.

31) Un problema del seguidor de localización y fijación de precios, considerando viajes multipropósito

Mariana Guzmán Salas, Armin Lüer-Villagra
Departamento de Ciencias de la Ingeniería Universidad
marianajaviera@live.cl, armin.luer@unab.cl

Abstract— Dentro de una estructura de mercado es posible encontrar distintas partes activas que compiten por convertirse en el líder de la industria. Aquellas empresas que reaccionan ante las estrategias una empresa líder se convierten en seguidores, dando paso a un juego de roles. En Localización de Instalaciones, esto se conoce como un juego de von Stackelberg. La literatura actual ha abordado los viajes multipropósito y la fijación de precios de forma independiente. Se propone un modelo de localización que considera simultáneamente estos comportamientos. Se resuelven instancias de la literatura mediante el modelo implementado en software estándar de Programación Matemática, para cuantificar el efecto de su incorporación simultánea. Los experimentos computacionales muestran que tanto las localizaciones como las utilidades del seguidor cambian, respecto a la consideración aislada de los viajes multipropósito y la fijación de precios.

Es decir, el efecto combinado de ambos comportamientos es relevante para el tomador de decisiones.

Keywords— Localización de instalaciones, fijación de precios, viajes multipropósito.

110) Teoría del Prospecto en Juegos de Seguridad de Stackelberg

Fernanda Jiménez, Fernando Ordoñez
Departamento Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, Santiago, Chile
jimenez.fda@gmail.com, fordon@dii.uchile.cl

Abstract— Los agentes en modelos de teoría de juegos típicamente optimizan su utilidad esperada. Sin embargo para juegos que representan situaciones de seguridad y que resultan de alto riesgo, es razonable considerar que los agentes consideren criterios de optimización con aversión al riesgo. En este trabajo presentamos investigación en curso que busca desarrollar modelos que incorporen la teoría de prospecto en juegos de Stackelberg de Seguridad. Mostramos que estos modelos se pueden resolver eficientemente con aproximaciones que resultan problemas de optimización lineales enteros y evaluamos el impacto de considerar distintos puntos de referencia.

Keywords— Juegos de Seguridad de Stackelberg, Teoría del Prospecto, Aversión al Riesgo

60) Sinergias entre innovación y exportación: Comparación entre empresas vitivinícolas de Chile y Argentina.

Soledad Gili
Facultad de Ingeniería (FI) Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) San Juan, Argentina
soledadgili94@gmail.com

Manon Enjolras
Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs Université de Lorraine Nancy. France
manon.enjolras@univ-lorraine.fr

Camila Muñoz Fernández, Daniel Gálvez
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
camila.munoz.fe@usach.cl, daniel.galvez@usach.cl

Abstract— La innovación y la exportación han sido identificadas como dos de los principales motores del crecimiento económico. Existen teorías que sugieren que existe un enfoque causal entre innovación y exportación. ¿Es la innovación la que conduce a la exportación? o ¿es la exportación la que promueve la innovación?. Esta complejidad también se ve afectada por el contexto en el que evoluciona la empresa. El objetivo de este estudio es identificar y caracterizar las sinergias entre la capacidad de innovación y exportación de las PYME, integrando el entorno como factor de análisis. Se decide trabajar con empresas dedicadas al un sector vitivinícola, pero ubicadas en Chile y Argentina.

Keywords— innovación, exportación, vitivinícola, sinergias, contexto

48) Design of a system of urban indicators under the paradigm of smart city: The case of Santiago city

Francisco Ramirez, Pedro Palominos, Luis Quezada, Astrid Oddershede
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
francisco.ramirez@usach.cl, pedro.palominos@usach.cl, luis.quezada@usach.cl, ,
astrid.oddershede@usach.cl

Mauricio Camargo
Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs Université de Lorraine Nancy. France
mauricio.camargo@univ-lorraine.fr

Abstract— A Balanced Scorecard is proposed for the city from the design of two global urban indicators based on the Smart City paradigm. The first is an indicator of the technical efficiency of municipalities, and it is constructed under the Data Envelopment Analysis (DEA) method, considering the municipal budget of each commune and urban efficiency indicators as input data. The second, a global indicator based on the perception of the services by the citizens of the municipalities that are studied. The integration of both global indicators associated with the technical efficiency and the perception of the urban services lead, as a result, to a system that delivers the current characteristics of the management carried out by each municipality, indicating the strengths and weaknesses associated with the factors that constitute a Smart City. The application of the proposed approach is realized to the municipalities of the city of Santiago, Chile, and the results were satisfactory, allowing the different communes to be ranked in terms of their degree of technical efficiency and their perception.

Keywords—Municipality, Balanced Scorecard, Smart City, DEA, Cluster Analysis and Indicators.

52) Application of DEMATEL in selection of projects

Luis E. Quezada, Erick Miranda, Astrid Oddershede, Pedro Palominos,
Departamento de Ingeniería Industrial Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile
luis.quezada@usach.cl, erick.miranda@usach.cl, astrid.oddershede@usach.cl, pedro.palominos@usach.cl

Abstract—This paper presents the application of the multicriteria decision making method (MCDM) Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) to select the project to be implemented in a company, form the strategic point of view. The company produces beer in a variety of types and formats. A network composed of the strategic objectives of the company and the projects to be evaluated is built. Managers are asked to assign an intensity to the direct relationship between the nodes of the network. DEMATEL is used to establish the total (direct and indirect) relationship between the nodes. In this case, the projects were evaluated using as a criterion their impact on the financial objectives of the firm

Keywords— project selection, DEMATEL, strategic objectives.

79) Combinación óptima de información estructural (título-cuerpo) para la clasificación de opiniones realizadas en redes sociales

Carla Vairetti, Sebastián Maldonado
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de Los Andes, Santiago, Chile
cvairetti@uandes.cl, smaldonado@uandes.cl

Abstract—El análisis de sentimientos o la minería de opiniones es actualmente uno de los campos de investigación más estudiados. Su objetivo es determinar la actitud de las personas con respecto a algún tema. Por ejemplo, las empresas siempre quieren encontrar opiniones de los consumidores sobre sus productos (o servicios). En particular, el análisis de sentimientos es una nueva tarea desafiante relacionada con la minería de textos y el procesamiento de lenguaje natural (PNL). Aunque existe una vasta literatura sobre este tema, la mayoría de los estudios se centran en textos en inglés. Sin embargo, las páginas web, los blogs y las opiniones en Internet aumentan cada día en cualquier idioma y no solo en inglés. En particular, se ha llevado a cabo una investigación limitada aplicando el análisis de redes sociales en la investigación de la hospitalidad. Uno de los campos más importantes donde el análisis de sentimiento tiene un mayor impacto es en el campo industrial. Las compañías grandes y pequeñas, así como otras organizaciones como los gobiernos, desean saber lo que las personas dicen acerca de sus marcas y productos. El español está cada vez más presente, por lo que hemos llevado a cabo un estudio experimental con tres corpus en español: dos sitios web de viajes que brindan abundante información relacionada con los viajes detallando las experiencias de los viajeros con restaurantes y hoteles (TripAdvisor y COAH), y un corpus de reseñas de películas (MuchoCine). El objetivo principal de este trabajo es desarrollar una combinación óptima de cuerpo y título utilizando máquinas de soporte vectorial (SVM)

la cual incluye un parámetro de peso, que se optimiza mediante una estrategia de búsqueda de línea. Nuestra hipótesis es que una palabra que aparece en el título del comentario es más importante que una en el cuerpo, y la agregación que habitualmente se utiliza (cuerpo y título) conduce a la pérdida de información. El método propuesto se comparó con: tres técnicas alternativas para las dos representaciones (binaria y tf-idf), tres estrategias de n-grams (1 gram, 2 grams y 1-2 grams combinadas) y 14 enfoques de preprocesamiento. Para cada uno de los tres corpus y las seis combinaciones de representación (n-gram), se visualiza la mejor estrategia de preprocesamiento. Los experimentos realizados muestran que nuestra propuesta superó a los otros métodos en todos los experimentos, mostrando el AUC más grande para las seis combinaciones de representación (n-gram) y los tres cuerpos que representan un total de 180 experimentos.

Keywords— Online review, Sentiment Analysis, Support Vector Machines, Weighting Optimization

75) Propuesta de un sistema de inventario de repuestos en una empresa de equipos médicos

Juan Pedro Sepúlveda-Rojas

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile

Juanpedro.sepulveda@usach.cl

Leonardo Araos, Jorge Zamorano Ford

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile

Santiago, Chile

leo.araos@gmail.com, jorge.zamorano.f@usach.cl

Abstract — El objetivo de este trabajo es la proposición de un sistema de inventario de repuestos para una empresa de equipos médicos que busque disminuir el volumen de existencias, los quiebres de inventario y mejore los niveles de servicio. Se utilizará como metodología lo propuesto por [1], elaborando una combinación de la clasificación ABC y la clasificación propuesta por [2], considerando el volumen de la demanda, el costo de los repuestos y patrones de la demanda. A continuación, se realizará un método de pronóstico que se ajuste a las características de esta clasificación y posteriormente un sistema de gestión de inventario basado en revisión periódica. Los resultados esperados son el desarrollo de un sistema de inventarios que reduzca los quiebres de stock, disminuya la sobreacumulación de productos y disminuyan los costos de inventarios manteniendo un nivel de servicio de ciclo alto, con el objetivo de aumentar la confianza de los clientes del servicio técnico cumpliendo los plazos de entrega de sus equipos reparados.

Keywords — Gestión de inventarios; clasificación de artículos; pronósticos; repuestos.

9) Modelos Matemáticos en la Predicción del Índice de Choques a Postes

Juan Carlos Castro, Cecilia Montt, Alejandra Valencia

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

j.c.castro.arredondo@gmail.com, cecilia.montt@pucv.cl, alejandra.valencia@pucv.cl

Abstract — En este trabajo se analiza una de las problemáticas que posee la Distribuidora Eléctrica de la Región de Valparaíso, Chile, ésta corresponde a choques de vehículos a postes de distribución y alumbrado eléctrico, por lo que se propone un modelo para identificar la criticidad de las calles y que variables inciden en los choques a postes. Se analizan estudios relacionados con esta temática, para así abordar, la recolección de variables, desarrollar del modelo y analizar alternativas durante el desarrollo del estudio. Se ejecutó un modelo de predicción de choques a postes anual por calle, a través de Redes Neuronales Artificiales y el modelamiento de una función a través de regresiones no lineales. El resultado fue que las variables con mayor peso en la predicción son: su longitud de la calle (km), número de cruces, número de carriles, número de curvas y la inclinación máxima de la calle. Como resultado se obtiene un coeficiente de correlación de 0,64 para el modelo con Redes Neuronales Artificiales, con un 95,7% de aciertos y un 0,56 en el modelo no lineal, con un 83% de aciertos, estos resultados reafirman que las variables descriptivas sí influyen en los choques en dicho lugar.

Keywords — Redes neuronales artificiales, modelo de predicción, Modelo de regresión no lineal.

81) Traffic Accident Prediction With An Approach On The Methodological Procedure

Orietta Nicolis, Hardy Aguilar Valenzuela, Gustavo Gatica González,

Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile

orietta.nicolis@unab.cl, h.aguilavalenzuela@gmail.com, ggatica@unab.cl

Guillermo Cabrera

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Santiago, Chile

guillermo.cabrera@pucv.cl

Matías Molina Faundes

Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile
m.molinafaundes@gmail.com

Jairo Coronado

Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia
jaracohe@gmail.com

Abstract — The objective of this paper was show a methodological procedure to develop a system in order to predict traffic accidents. In this case, we showed how we worked with some machine learning models and two techniques related: supervised learning and unsupervised learning. This research was developed to improve the current way to manage the traffic accidents and contribute to reduce them. Currently, there are some unused data that was processed to create a new machine learning model. To this, we used data mining techniques and data simulated to generate new attributes. This new attributes wasn't considered in others researches related. Although that the olds models shows good results with standard attributes, the new ones demonstrated that with new attributes also we can gain a Good results as to predict.

Keywords — Machine learning; supervised learning; unsupervised learning; data mining; methodological; procedure

44) Uplift Modelling para la Predicción de Deserción Universitaria

Sebastián Maldonado

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de los Andes, Chile
smaldonado@uandes.cl

Jonathan Vásquez

Universidad de Valparaíso, Chile
jonathan.vasquez@uv.cl

Diego Olaya, Wouter Verbeke

Faculty of Economic and Social Sciences and Solvay Business School,
Vrije Universiteit Brussel, Bélgica
Diego.Olaya@vub.be, Wouter.Verbeke@vub.be

Jaime Miranda

Departamento de Control de Gestión y Sistemas de Información, Universidad de Chile
jmirandap@fen.uchile.cl

Abstract — El Modelamiento por Uplift o Uplift Modelling, también conocido como incremental modelling, true lift modelling o net modelling, es una técnica de Minería de Datos que modela directamente el impacto incremental de una acción, generalmente de marketing, sobre el comportamiento de un individuo. En otras palabras, es un modelo predictivo basado en el Lift, que busca predecir la respuesta incremental de un cliente frente a una determinada acción. Generalmente esta técnica se utiliza en empresas de servicios financieros, telecomunicaciones y retail para aumentar las ventas nuevas, las ventas cruzadas, disminuir la pérdida de clientes y realizar actividades de retención. En este estudio se discute la aplicación novedosa de Uplift Modelling para la retención de alumnos universitarios. Experimentos en base a datos de dos programas de pregrado demuestran las virtudes de este enfoque al elegir aquellos alumnos que son más propensos a ser retenidos mediante estrategias diseñadas para este fin.

Keywords — Uplift Modelling, Analytics, Clasificación, Deserción Universitaria, Fuga de Clientes

103) Cyclical Market Behavior And Stabilization Properties Of Forward Markets

Karla C. Álvarez-Uribe

Depto. Ingeniería de Producción, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM. Medellín, Colombia
karlaalvarez@itm.edu.co

Santiago Arango-Aramburo

Depto. Ciencias de la Computación y la decisión, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia
saarango@unal.edu.co

Juan Gabriel Villada- Oquendo
Depto. Ingeniería de Producción, Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM. Medellín, Colombia
juanvillada@itm.edu.co

Abstract — This study analyzes the effect of the introduction of forward markets to mitigate the cyclical behavior of the price of commodities markets in an extended Cobweb model. Theoretically we find that the introduction of forward markets decrease price variability and increase the production quantities in the market. Our simulations show decrease in the cyclical behavior and tendency to price stability when capacity and compensation for depreciation in making investment decisions are adjusted after the introduction of forward markets.

Keywords — Cobweb theorem, forward markets, cycles, stability, decision-making, simulation, laboratory experiments.

101) Operating room time prediction

Eduard A. Gañan, J. Isaac Pemberthy R.
Departamento de Calidad y Producción, Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia
eduardganan@itm.edu.co, jorgepemberthy@itm.edu.co

Juan C. Rivera
Departamento de Ciencias Matemáticas, Universidad EAFIT. Medellín, Colombia
jrivera6@eafit.edu.co

María C. Mendoza-Arango
Departamento de cirugía, Hospital San Vicente Fundación. Medellín, Colombia
mariaclara.mendoza@sanvicentefundacion.com

Abstract — Operating Room (OR) scheduling requires establishing surgery duration precisely, otherwise, inefficiency and delays could arise when the allotted time is different from the actual time the procedure requires. This prediction is a complex exercise due to its high variability and multiple influential variables. The objective of this work is to build a prediction model for Operating Room Time (ORT) at a hospital to be used in an intelligent scheduling system for better OR planning. The database used in this work contains characteristics of the surgical procedures, the patient and the medical team. We assessed a new strategy using Latent Class Analysis (LCA) and clustering methods in order to identify subgroups of procedures and surgeries with similar characteristics that are combined with assemble prediction methods to obtain the best ORT estimations. Three tree-based models are assessed, Classification and Regression Trees (CART), Conditional Random Forest (CFOREST) and Gradient Boosting Machine (GBM), under two scenarios: (i) a basic data set of predictors and (ii) a complete data set with all the combinations of code procedures. The results indicate that the inclusion of the LCA variable improves the accuracy of all the models; however, the other surgery clustering variable are adequate only in the reduced data set. The GBM generates the most accurate results under both scenarios, and the CFOREST produces the worst results with the complete data set. Operating room and anesthesia were found to be the most influential predictors, contrary to gender and number of previous admissions, which do not present an important influence.

Keywords — Operations Research, Operating room time, Health care, Latent Class Analysis, Clustering, Conditional Random Forest, Gradient Boosting Machine

72) A MIP model for a home health care routing and scheduling problem: the case Yungay public hospital

Kevin F. San Martín, Maichel M. Aguayo
Industrial Engineering Department, University of Concepción. Concepción, Chile
kevinsanmartin@udec.cl, maichelaguayo@udec.cl

Abstract — This paper proposes a mixed-integer linear programming formulation (MIP) to solve a home health care routing and scheduling problem arising in a public hospital in Yungay, Chile. The proposed formulation maximize the number of visit to patients subject several side constraints, time windows, skills requirements, working time limits, lunch breaks, synchronization, and care continuity. The model is tested on a real-life home health care program arising in a public hospital.

Keywords — Home health care, vehicle routing, nurse scheduling, operation research

18) Programación de Embarques con Atributos Variables en el Tiempo

Marcelo Villegas V.
MScLGO, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile

m.villegasvillaruel@uandresbello.edu

Andrés Bronfman C., Diego Beneventti G.

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile
abronfman@unab.cl, diego.beneventti@unab.cl

Abstract — Abordamos el problema de programación de embarques con atributos variables en el tiempo. Desarrollamos un modelo de optimización que identifica el momento del día en que se debe atender a cada cliente tal que se minimice el tiempo total de viaje de cada vehículo considerando restricciones de capacidad de la flota.

Keywords — Ruteo vehicular, atributos variables en el tiempo, programación de embarques

112) MeetSkeduler: un sistema de programación de entrevistas para la Feria Laboral de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile

Jaime Miranda

Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile, Santiago, Chile
jmirandap@fen.uchile.cl

Abstract — Dos veces al año, la Facultad de Economía de la Universidad de Chile realiza una Feria Laboral la cual busca reunir a los estudiantes con diferentes empresas del mercado chileno con el fin de conseguir practicas profesionales o nuevas oportunidades de reinsertarse en el mercado laboral. Desde el año 2015, que esta feria ha experimentado un aumento en la complejidad en la organización de esta actividad, dado el aumento sostenido del número de estudiantes que asisten a esta actividad. Si consideramos además que esta programación debe respetar una serie de condiciones operativas y requerimientos docentes, hace inoperantes los enfoques manuales basados en al prueba y error, que en la práctica generan una serie de conflictos horarios. Dichos conflictos generan un descontento general en los estudiantes, directivos y empresas que participan en esta actividad. En este escenario, se genero la necesidad de implementar un sistema que permita programar dichas entrevistas de la mejor manera posible.

Keywords — Decision Support Systems, University Timetabling, Integer Programming

98) Aplicación de un modelo de computación evolutiva para el problema del flexible job shop scheduling con máquinas en paralelo en la industria textil.

Juan Villada Oquendo, Karla Cristina Alvarez

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, ITM – Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia
juanvillada@itm.edu.co, karlaalvarez@itm.edu.co

Abstract — Mathematical models for job shop optimization process are theoretically raised and developed in various computational, mathematical and statistical techniques for decades. However, the companies that really use these theories are minimal, mainly because of the real dynamics in the plant exceed the methodological approaches. To improve this, we have been working together with one of the largest textile companies in Colombia and with artificial intelligence tools, big data and cloud infrastructure, we expected in a short time to have a real-time system to control the process. This paper presents the current planning model for this company that handles more than 155,000 monthly orders and customers in 7 Latin American countries.

Keywords — Flexible job shop Scheduling; Genetic Algorithms, textile production.

88) The knapsack problem with scheduled items

Matías Anabalón, Óscar C. Vásquez, Fabian Nuñez

Dept. Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile
Matias.anabalón@usach.cl, oscar.vasquez@usach.cl, fabian.diaz@usach.cl

Franco Quezada

LIP6. Universidad de Santiago de Chile, Sorbonne Université. París, Francia
franco.quezada@lip6.fr

Abstract — Motivados por algunas aplicaciones, este trabajo considera una nueva variante del problema de la mochila, donde la contribución de cada ítem en el beneficio total está determinado por su posición en la mochila, a través de una función específica, mientras que en la versión clásica del problema de la mochila (en inglés Knapsack Problem, KP), esta función podría considerarse una constante. Estudiamos dos funciones convexas

no monótonas, motivadas por variadas aplicaciones reales. Proponemos un modelo de programación lineal binaria (en inglés Binary Linear Programming, BLP) y un algoritmo de tiempo polinomial llamado Greedy. Donde se llevan a cabo experimentos computacionales, discutiendo aspectos prácticos y teóricos de la resolución del problema en contraste con problemas de KP presentes en la literatura.

Keywords — Problema de la mochila, Secuenciación, Optimización no lineal.

20) Optimización del desmontaje de productos considerando procesos paralelos de montaje

Camilo Tapia B., Miguel Alfaro M.

Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile
Camilo.tapia@usach.cl, miguel.alfaro@usach.cl

Patrick Charpentier-Nicolas Krommenacker

Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN), Université de Lorraine. Nancy, France
Patrick.charpentier@univ-lorraine.fr

Abstract — Durante la fase de utilización de un producto, el consumidor podría identificar problemas estructurales y/o técnicos, desencadenando en el fin de vida del producto. Sin embargo, ciertos componentes están aún en estado de funcionamiento y reutilizables. Estos pueden, por tanto, ser reintroducidos en diferentes fases de vida de otros productos, en función de su Potencial de Utilización Residual (PUR). Para ello, la planificación del proceso de desmontaje es fundamental.

En este artículo se propone un modelo de optimización MILP que define el nivel óptimo de desmontaje (parcial o completo), así como la secuencia de desmontaje óptima de un producto en fin de vida, con el objetivo de maximizar los ingresos generados por la reintroducción de componentes en buen estado en procesos paralelos de ensamblaje. El enfoque desarrollado es testeado en un ejemplo de la literatura.

Keywords — Desmontaje; optimización; economía circular.

69) Producción en base a la capacidad para una planta tipo procesadora de salmón, Aplicación a un Problema Real

Raúl Soto Concha, Ernesto Palacios Valenzuela

Departamento de Gobierno y Empresa, Universidad de Los Lagos. Puerto Montt, Chile
raul.soto@ulagos.cl, ernesto.palacios@ulagos.cl

Abstract — El presente trabajo muestra la aplicación de un modelo de planificación de la producción en una planta tipo procesadora de salmón. El modelo maximiza la producción de un mix de productos, considerando restricciones para la demanda, disponibilidad de materia prima y capacidad productiva disponible de la planta en estudio.

Para definir las restricciones se levantaron datos en planta; mediciones de tiempos de procesamiento y de capacidades disponibles e instaladas de recursos físicos y humanos en cada una de las etapas del proceso para los diferentes productos que entrega la planta.

La validación del modelo se realizó considerando datos históricos de producción de la planta en estudio, comparando valores obtenidos con el apoyo del modelo propuesto con valores reales de producción. Los resultados indican que el modelo representa la realidad bajo los parámetros dados por la empresa.

Keywords — Aplicación, Modelo, Mix de Productos, Validación

108) Optimización de una pizzería con función objetivo basada en simulación - caso de estudio

Yamil Essus, Rosa Medina

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción. Concepción, Chile
yessus@udec.cl, rosmedina@udec.cl

Manuel Iori

Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria, Università di Modena e Reggio Emilia. Reggio Emilia, Italia
manuel.iori@unimore.it

Abstract — Siendo la industria de los restaurantes un elemento clave en la economía de muchos países, la aplicación de estudios y modelos de optimización podrían ser llamativos tanto económicamente cómo desde un punto de vista académico dado los interesantes desafíos que presenta. En este estudio, mediante un modelo de simulación, se aborda el problema de organizar y evaluar el rendimiento de una pizzería, considerando los distintos parámetros que influyen en el flujo total de pizzas en una hora.

Keywords — Optimización, Simulación, Caso de Estudio

73) Manufacturing Systems Projects Assesment

A.Oddershede, J.Valenzuela, L.Quezada , P.Palominos

Department of Industrial Engineering, University of Santiago of Chile. Santiago, Chile

astrid.oddershede@usach.cl, luis.quezada@usach.cl, pedro.palominos@usach.cl, juan.valenzuela.i@usach.cl

Abstract — This paper presents a method to generate and evaluate manufacturing strategic projects in order to meet the market requirements. The method uses the House of Quality (HoQ) diagram from the Quality Function Deployment. An application in a manufacturing company is pursued allowing identifying the areas for improvement. As a result, managers indicate that the method was pertinent and encourage a discussion of the strategic manufacturing issues.

Keywords — Manufacturing projects; strategic assessment; house of quality

63) Movimiento de Contenedores en Puerto Seco Incluyendo Costo de Oportunidad

Sebastián Fernández Garrido

Magíster en Ing. Industrial, P. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile

sebastian.fernandez.g@mail.pucv.cl

Pablo Miranda González

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile

pablo.miranda@unab.cl

Gabriel Gutiérrez-Jarpa

Escuela de ingeniería Industrial, P. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile

gabriel.gutierrez@pucv.cl

Abstract — La empresas portuarias gestionan contenedores de diferentes clientes en la red logística. Uno de estos puntos de la red son los denominados puertos secos, que almacenan contenedores de un conjunto de clientes. Esto permite a los clientes una planificación de la extracción de contenedores cuando estos son requeridos. Sin embargo, esta estructura de negocio podría incurrir costos que no son visibles para la empresa encargada del almacenamiento. En esta investigación se propone analizar los costos totales como son: movimientos de contenedores, energía y costo de oportunidad. Se presenta un modelo de programación lineal entera y se resuelve un conjunto de instancias de prueba.

Keywords — Puerto seco, contenedores, costos de oportunidad, optimización

54) El Problema de Ruteo de Vehículos con tiempos de llegada obligatorios y latencia aplazada

Mauricio Soto Bustos

Escuela de Ingeniería Civil Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile

mauricio.soto1401@alumnos.ubiobio.cl

Pedro Palominos

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Chile

pedro.palominos@usach.cl

Gustavo Gatica

Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Chile

ggatica@unab.cl

Rodrigo Linfati

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Chile

rlinfati@ubiobio.cl

Abstract — En esta investigación se presenta una nueva variante del problema de ruteo de vehículos, donde se tiene una flota homogénea de vehículos y la cantidad de kilómetros antes de la próxima mantención. Se dispone de un conjunto de depósitos y clientes con la hora en que deben ser visitados. Se presenta un modelo de programación lineal entera mixta, y se generan instancias estructuradas para el problema. El modelo es implementado en AMPL y resuelto con CPLEX y Gurobi. Se analizó el comportamiento de solver para las instancias generadas en forma aleatorias, geométricas y clúster, analizando que factores influían en la dificultad para resolver este problema de forma exacta.

Keywords — Vehicle routing problem; mixed integer programming; time windows; latency.

56) Determinación de la Ruta Óptima con Ventanas de Tiempo Blandas para una Empresa de Servicios Domiciliarios

Carlos Bizama Fica

Dirección General de Asistencia Técnica, Universidad Técnica Federico Santa María. Concepción, Chile
carlos.bizamaf@usm.cl

Carlos Obreque Niñez

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío. Concepción, Chile
cobreque@ubiobio.cl

Oscar Cornejo Zúñiga

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de la Santísima Concepción. Concepción, Chile
ocornejo@ucsc.cl

Felipe Baesler Abufarde

Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo. Concepción, Chile
fbaesler@udd.cl

Abstract — Este trabajo considera el caso de una empresa ubicada en la ciudad de Concepción-Chile que presta servicios domiciliarios y que actualmente, para atender a un conjunto de clientes que se encuentran geográficamente dispersos en la ciudad, la empresa utiliza la modalidad de comprometer la visita en el horario que ellos lo soliciten. Esta manera de operar, que no considera la distancia entre los clientes, afecta significativamente la calidad del servicio, puesto que se producen retrasos y adelantos en el horario comprometido e inevitablemente se tienen que cancelar muchas de las visitas programadas. Este enfoque genera costos adicionales por la ampliación de la jornada laboral del operador, además de un aumento en los costos operacionales debido al exceso de kilómetros recorridos por el vehículo, afectando la satisfacción y fidelización de los clientes. Para mejorar la calidad de servicio y disminuir los costos, se proponen tres intervalos de tiempo, toda la mañana, toda la tarde y todo el día, para que el cliente elija su preferencia al momento de realizar la solicitud de atención. Una vez que se tienen registrados a los clientes en cada rango de tiempo, se determina la secuencia de atención óptima a dichos clientes y el horario de la visita de cada uno de ellos. Para tal efecto, se formula un modelo de programación lineal entera para resolver el TSP con ventanas de tiempo blandas. El modelo se utiliza para encontrar la solución óptima de un conjunto de instancias creadas con datos reales utilizando el software AMPL con Cplex. Los resultados corresponden a varias instancias de prueba que incluyen distribuciones de horarios, prioridades y localizaciones de clientes, y que se muestran en el plano de la ciudad utilizando la API (Application Programming Interfaces) que ofrece Google Maps.

Keywords — Programación lineal entera; TSP; Ventanas de tiempo blandas; Servicios domiciliarios.

105) Modelo de optimización para la consolidación de cargas despachadas por rampla desde un centro logístico a una minera

Lucía Daniela Correa Calfuquir; Andrea Espinoza Pérez

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile
lucia.correa@usach.cl, andrea.espinozap@usach.cl

Abstract — Para las actividades logísticas operativas, la minera en estudio cuenta con un operador logístico externo que se encarga de recibir el material de los proveedores y despacharlo a cada bodega específica en las instalaciones de la minera. En este contexto, se ha observado que existe una llegada tardía de la carga a faena. Así como otras situaciones que no se atienen al contrato establecido entre las empresas. De esta manera, el presente proyecto apunta a mejorar el valor actual de los indicadores de porcentaje de ocupación de rampla ateniéndose a las restricciones de visita de bodegas en las instalaciones de la minera. Para lo cual se desarrolla un modelo CVRP, el cual muestra que las actuales condiciones del contrato no permiten obtener una solución óptima.

Keywords — Consolidación de cargas, minería, logística

41) Fresh-Produce Logistics Strategy Design Project for teaching quantitative methods in logistics courses

Rosa G. González-Ramírez

Faculty of Engineering and Applied Sciences, Universidad de Los Andes, Santiago, Chile
rgonzalez@uandes.cl

J. Rene Villalobos
International Logistics and Productivity Improvement Lab, School of Computing, Informatics, and Decision Systems Engineering, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA
rene.villalobos@asu.edu

Paul Griffin
School of Industrial Engineering, Purdue University, Purdue, West Lafayette United States
griff200@purdue.edu

Abstract — In this paper, we present and discuss our experiences in developing and teaching a non-conventional course in logistics systems for senior-level and master's students whose aim is to teach the students how to approach open-ended, data ambiguous, problems usually find in real-life design problems. The course revolves around the development of a term-long, comprehensive project whose aim is to design the different aspects of a logistics system to maximize profits delivering fresh produce directly to final consumers with the least waste and carbon footprint in an innovative scheme. The students are faced with solving ambiguity and uncertainty issues resulting from using real demand, production and logistics data. An important component of the project is the "competing environment" created among the different teams by having to defend their designs against those of the other teams. Since the project is very comprehensive in nature and many concepts and methods are required to get acceptable solutions, the topics of the course are designed to be taught in a "just-in-time" basis, from demand analysis to dynamic routing strategies.

Keywords — Engineering education; Logistics Strategy Design Project; Real-world data collection.

47) Diseño de Redes con Múltiples Caminos Principales y Secundarios con Captura de Flujo

Pitehr Hurtado-Cayo

Estudiante de Magister en Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
pitehr.hurtado@mail.pucv.cl

Germán Paredes-Belmar

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile
german.paredes@unab.cl

Gabriel Gutiérrez-Jarpa

Escuela de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
gabriel.gutierrez@pucv.cl

Abstract — Se diseña una red compuesto por líneas principales, que conectan un origen y destino conocidos, y líneas secundarias que se conectan a algún camino principal. El objetivo es garantizar una captura mínima del flujo total entre pares origen-destino, dos puntos distintos de la red, minimizando el costo total. El flujo entre un par origen-destino es capturado, si ambos tienen un camino principal o secundario dentro de una distancia máxima. Se formula el problema utilizando un modelo de programación lineal entero mixto y se resuelve un conjunto de instancias test.

Keywords — Diseño de redes, Programación entera, Branch and Bound.

76) Un Procedimiento Eficiente para la Recolección de Residuos Sólidos en la Comuna de Talcahuano

Javier Echeverría Saldías

Departamento de Desarrollo Institucional, Instituto Profesional Virginio Gómez, Concepción, Chile
javierecheverriasaldias@gmail.com

Carlos Obreque Niñez

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile
cobreque@ubiobio.cl

Oscar Cornejo Zúñiga

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile
ocornejo@ucsc.cl

Felipe Baesler Abufarde

Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Concepción, Chile

fbaesler@udd.cl

Abstract — En este trabajo se propone un procedimiento eficiente para la recolección de residuos sólidos ubicados en distintos puntos de la comuna de Talcahuano, con el objetivo de disminuir el tiempo total de viaje del vehículo recolector. Actualmente, el Departamento de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Talcahuano, cuenta con un único vehículo para recolectar los residuos sólidos que son depositados por los usuarios en once puntos dispersos geográficamente en la ciudad, llamados Plazas Ecositios. En cada uno de estos lugares, hay tres contenedores para almacenar los residuos que son reciclables, identificados con un código de color, verde para el vidrio, azul para papel y cartón, y amarillo para el plástico.

Dado que estos residuos no se pueden mezclar, el vehículo, de capacidad limitada, tiene que realizar a lo menos tres viajes durante el día. Sin embargo, dependiendo de la cantidad de residuos que posea cada contenedor, es posible que se requieran muchos viajes. Luego, el problema a estudiar consiste en planificar de manera eficiente la secuencia de sitios a visitar, en cada uno de los viajes que tiene que realizar el vehículo recolector. Se propone un modelo de programación lineal entera, para resolver el problema de ruteo de vehículos con múltiples viajes. Se presenta el modelo matemático y se utilizan distintas instancias de la literatura para validar el modelo. Se usa el software de modelación algebraico AMPL, junto con el solver Cplex, para resolver todas las instancias. También, se resuelven instancias con datos reales, obtenidos de la recolección de los residuos sólidos por parte de la Ilustre Municipalidad de Talcahuano.

Keywords — Programación lineal entera; VRP; Múltiples viajes.

10) Modelo vulnerabilidad bi-nivel de red de instalaciones peligrosas y centros de respuesta tras eventos Natech

Cristofer Marchant S.

MScLGO, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile
c.marchantsagredo@uandresbello.edu

Andrés Bronfman C.

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile
abronfman@unab.cl

Abstract — Los desastres tecnológicos causados por desastres naturales han sido abordados en las últimas décadas siendo considerados un riesgo latente para la población y el medio ambiente. Presentamos un modelo bi-nivel que permite identificar la vulnerabilidad de una red de instalaciones peligrosas insertas en una zona urbana densamente poblada y la protección de estas instalaciones de forma de minimizar el riesgo para la población. En el primer nivel, se identifican las instalaciones peligrosas y centros de respuestas a emergencias tal que su disrupción genere el mayor riesgo para la población frente a eventos de liberación de materiales peligrosos causado por desastres naturales. En el segundo nivel, se fortifican dichas instalaciones de tal forma de reducir los impactos en el sistema tal que se minimice el máximo riesgo expuesto a la población. La metodología propuesta es aplicada en la Región Metropolitana de Santiago, Chile.

Keywords — Materiales peligrosos; Natech; modelos de interdicción.

32) Diseño de redes hub & spoke con r-conectividad

Antonio Quevedo Vergara, Armin Lürer-Villagra

Departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Andrés Bello Santiago, Chile
antonioquevedo1996@gmail.com, armin.luer@unab.cl

Abstract —La localización de hubs tiene como objetivo determinar las mejores ubicaciones para este tipo de instalaciones. La topología de la red resultante se denomina hub-and-spoke y permite conectar a múltiples pares origen-destino (OD). Esta investigación busca comprender la importancia de la redundancia de rutas para un problema de diseño de red maximizando confiabilidad y a su vez minimizando los costos totales. Se formula un modelo de localización de hubs, donde los pares OD quedan conectados si existen al menos r rutas disjuntas. Dicho modelo se resuelve de forma exacta mediante el software AMPL. Se espera que un aumento del valor r genere un incremento en los costos totales, a cambio de una mejora significativa en la confiabilidad de la red.

Keywords — hub location, connectivity constraints, network design

21) Enfoques bi-objetivo del Hub Location Problem. Modelos aplicados al transporte de carga de exportación

Alan Osorio

Programa de Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío. Concepción, Chile
aosorio@egresados.ubiobio.cl

Gustavo Gatica
Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Santiago, Chile
ggatica@unab.cl

Carlos Contreras-Bolton
Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile
carlos.contrerasb@usach.cl

Rodrigo Linfati
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío. Concepción, Chile
rlinfati@ubiobio.cl

Abstract — En este trabajo se proponen dos modelos bi-objetivo del HLP capacitado en un contexto de logística de carga. El propósito de estos modelos es soportar la toma de decisiones estratégicas respecto a la localización de nodos multi-modales de carga y asignación de flujo. Los modelos no sólo consideran un objetivo económico, sino que también tiempos de viaje y generación de empleos. Los modelos se han implementado en C++ y han sido resueltos con CPLEX 12.8.0. Estos se testearon computacionalmente con instancias estructuradas generadas de forma aleatoria. Para enfrentar los modelos bi-objetivos se utilizó el método de las restricciones. Los resultados computacionales indican que los modelos son altamente sensibles al número de hubs candidatos y en menor medida a la distribución de los puntos en el plano. Finalmente, se aproximó la frontera de Pareto para ambos modelos bi-objetivo, probando así que los objetivos de tiempo y generación de empleo son contrapuestos a los costos.

Keywords — Hub Location Problem; multi-objective optimization; freight logistics

59) Revisión de Modelos de Optimización que Incorporan la Reducción de Pérdidas y Desperdicios en la Cadena de Suministro Hortícola

Marcela C. González-Araya
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universidad de Talca Curicó, Chile
mgonzalez@utalca.cl

Wladimir E. Soto-Silva
Departamento de Computación e Informática, Facultad de Ciencias de la Ingeniería Universidad Católica del Maule
Talca, Chile
wsoto@ucm.cl

Virna Ortiz Araya
Departamento de Gestión Empresarial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad del Bío Bío Chillán, Chile
viortiz@ubiobio.cl

Alfredo Candia Véjar
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universidad de Talca Curicó, Chile
acandia@utalca.cl

Nilson Antonio Modesto Arraes, Luiz Henrique Antunes Rodrigues
School of Agricultural Engineering, University of Campinas, Campinas, Brazil
nilson@feagri.unicamp.br, lique@g.unicamp.br

Abstract — En esta investigación se realiza una revisión de literatura de modelos de optimización para apoyar decisiones en la cadena de suministro hortícola que incorporen explícitamente la reducción de pérdidas y/o desperdicios hortícolas. De esta manera, se busca identificar áreas críticas donde los modelos de optimización puedan contribuir a la reducción de ellos e identificar futuras áreas de investigación.

Keywords — IO en Agricultura; Revisión de Literatura; Cadena de Suministro Hortícola; Pérdida de Alimentos Hortícolas; Desperdicio de Alimentos Hortícolas.

50) Modelo matemático para seleção de fertilizante na produção de grãos

Matheus Vanzela
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – IFMS, Nova Andradina – MS, Brasil

matheus.vanzela@ifms.edu.br

Abstract — A partir deste estudo é proposto um modelo matemático inteiro misto para otimizar a compra de fertilizantes necessários na etapa de correção do solo para plantio de grãos. Foram consideradas restrições de compatibilidade entre as fontes e também foram simuladas diferentes demandas dos principais nutrientes na etapa de correção, Nitrogênio, Fósforo e Potássio (NP-K). A linguagem de programação utilizada foi Python 3.7 com modelagem das equações via PuLP e resolução pelo solver CBC(COIN-OR). Os resultados obtidos diferiram da prática usual, foram encontradas soluções com mais combinações entre as fontes disponíveis, enquanto que usualmente são utilizadas um único formulado ou uma combinação entre fontes simples. O modelo foi testado com 105 instâncias de dados, agrupadas em 5 categorias de custos com 21 diferentes combinações de N-P-K.

Keywords — modelo matemático; aplicação de fertilizante; gestão da produção agrícola.

57) A two-stage stochastic bilevel model for a two-echelon sustainable agrifood supply chain

Carolina Arias-Padilla

Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María. Av. España 1680, Valparaíso, Chile
carolina.arias@alumnos.usm.cl

Victor M. Albornoz

Departamento de Industrias, Universidad Técnica Federico Santa María. Av. Santa María 6400. Santiago, Chile
victor.albornoz@usm.cl

Abstract — A stochastic bilevel mixed-integer optimization problem is presented to model a two-echelon sustainable agrifood supply chain between an agricultural producer and a wholesaler. The problem includes a hierarchical structure of decision making, where the producer represents the upper level, who maximizes his profit associated to the delimitation of the field in management zones and the allocation of a crop rotation plan to each zone. On the other hand, at the lower level is the wholesaler that seeks to minimize the cost of penalization for lost sales in relation to the difference between demand and the units provided by the producer, which will depend on the yield of the crop associated with the different scenarios that will be determined by physical properties of the soil.

Keywords — Agricultural supply chain, Sustainable agriculture, Crop rotation planning, Management zones, Bilevel optimization, Two-stage stochastic programming, OR in Agriculture

65) Modelo Multi-Objetivo para Apoyar Decisiones de Planificación de Cosecha de Árboles Frutales

Javier Gómez-Lagos

Programa de Doctorado en Sistemas de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca. Curicó, Chile
javier.gomez@utalca.cl

Marcela C. González-Araya

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca. Curicó, Chile
mgonzalez@utalca.cl

Wladimir E. Soto-Silva

Departamento de Computación e Informática, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile
wsoto@ucm.cl

Abstract — Una etapa importante de la cadena de suministro frutícola (CSF) es la cosecha. Esta etapa es estacional y presenta una alta variabilidad en el rendimiento y la calidad de la fruta. Actualmente, las decisiones de planificación de la cosecha se toman principalmente en base a la experiencia de los agricultores o administradores de huertos, lo que conlleva a la descoordinación de la CSF y a la pérdida de fruta durante esta etapa. De acuerdo con esto, en esta investigación se propone un modelo multi-objetivo para planificar la cosecha de huertos frutícolas, el cual busca minimizar los costos de cosecha, el calendario de cosecha y la pérdida de fruta. Además, el modelo establece los periodos de cosecha para cada variedad de fruta y los recursos asociados (trabajadores, maquinaria, materias primas, entre otros). Una instancia ficticia y un caso real son usados para resolver el modelo mediante un método exacto.

Keywords — IO en Agricultura; Planificación de Cosecha Frutícola; Optimización Multi-Objetivo; Cadena de Suministro Frutícola.

7) Empresas productivas de la industria láctea colombiana: enfoque con análisis envolvente de datos

Bertha Viviana Ruales Guzmán

Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
bvrualesg@unal.edu.co

Gloria Isabel Rodríguez Lozano

Departamento de Administración de empresas y contaduría, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
girodriguezl@unal.edu.co

Oscar Fernando Castellanos Domínguez

Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
ofcastellanosd@unal.edu.co

Abstract — Esta investigación tuvo dos objetivos: medir la productividad de empresas de la industria láctea colombiana e identificar las unidades productivas que serán de utilidad para futuros estudios de caso. Para la medición de la productividad se consideraron variables financieras para una muestra de 19 unidades de toma de decisiones. La información se obtuvo a través de la base de datos de la Superintendencia de Sociedades, reportada para diciembre de 2017. Las empresas productivas fueron identificadas a través de la metodología análisis envolvente de datos. Las variables de entrada analizadas fueron el activo corriente, las propiedades planta y equipo, el pasivo no corriente y el patrimonio, mientras que, las variables de salida fueron los ingresos operacionales y la utilidad neta. Los hallazgos revelaron que 7 empresas son eficientes en la orientación a las entradas y a las salidas y en adición, las empresas eficientes referentes fueron identificadas para cada una de las empresas no eficientes. Este artículo es novedoso y pionero debido a que mide por primera vez la productividad de empresas de la industria láctea colombiana. Estos hallazgos aportan a la consolidación de la teoría y además, ofrecen insumos para las futuras investigaciones, lo que hace de este un trabajo útil para investigadores, profesionales, gerentes y para los responsables políticos.

Keywords — Productividad, eficiencia, industria láctea, análisis envolvente de datos.

80) Estimación de la Producción de Uva de Mesa Usando Indicadores de Zonificación a través de Técnicas de Minería de Datos

Marcela C. González-Araya

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca. Curicó, Chile
mgonzalez@utalca.cl

Javier Gómez-Lagos

Programa de Doctorado en Sistemas de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca. Curicó, Chile
javier.gomez@utalca.cl

Luis Costa, Rodrigo Ortega

Universidad Técnica Federico Santa María, Chile
luis.acosta@usm.cl, rodrigo.ortega@usm.cl

Abstract — La planificación de cosecha generalmente debe ser realizada con varios meses de anticipación y, por esta razón, se requiere tener una buena estimación de la fruta que podría ser cosechada. Esta estimación impacta en el número de camiones a ser contratados para el transporte de la fruta desde los huertos a las plantas de proceso y desde las plantas de proceso a los puertos, en la cantidad y tecnología de refrigeración de las cámaras de frío a arrendar para almacenar la fruta, en los recursos requeridos para realizar las actividades propias de las plantas de proceso, en los compromisos de entrega de fruta a los clientes finales, en el número de contenedores a reservar para exportar la fruta, entre otros. Por esta razón, es relevante contar con métodos que entreguen una estimación de la producción de fruta con el menor error y con la mayor antelación posible. En esta investigación se usa un método de tres pasos basado en técnicas de Minería de Datos para pronosticar la producción de uva de mesa. Para realizar este pronóstico, se utilizan datos del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), del índice de borde rojo de diferencia normalizada (NDRE) y la espectroscopia del infrarrojo cercano, obteniéndose predicciones más precisas de la producción de fruta.

Keywords — Técnicas de Minería de Datos, Pronóstico de la Producción de Fruta, Indicadores de Zonificación, Redes Neuronales, NDVI, NDRE

35) Estimación del consumo de Energía Eléctrica Residencial considerando factores meteorológicos.

Luis Caneo, Romina Torres, Orietta Nicolis

Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile
luiscaanovergara12@gmail.com, romina.torres@unab.cl, Orietta.nicolis@unab.cl

Rodrigo Salas
Escuela de Ingeniería C. Biomédica, Universidad de Valparaíso. Valparaíso, Chile
rodrigo.salas@uv.cl

Abstract — En el siguiente trabajo se propone la aplicación de un modelo de regresión lineal múltiple para estimar el consumo de energía en las residencias de Viña del Mar utilizando las variables meteorológicas. Para el estudio se obtuvo un conjunto de datos con el consumo de electricidad promedio mensual de 2387 clientes controlados entre enero 2017 a abril 2018. Esta información fue cruzada con variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa y la velocidad del viento, en igual periodo de tiempo. La calidad de ajuste del modelo fue evaluado con las medidas de desempeño del error y medidas de correlación.

Modelo de regresión lineal múltiple,
Keywords — Consumo energía eléctrica, Variables Meteorológicas.

51) Efecto de la fluctuación de la varianza en el desempeño de una cola no markoviana

Dafne Lagos Hurel, Rodrigo Mancilla Vargas, Paola Leal Mora, Jaime Castillo Pincheira
Departamento de Procesos Industriales. Universidad Católica de Temuco. Universidad Católica de Temuco, UCT. Temuco, Chile.
dlagos@uct.cl, rmancilla@uct.cl, pleal@uct.cl, jcastill@uct.cl

Abstract — Este estudio busca modelar mediante simulación de eventos discretos una cola no markoviana y mostrar el comportamiento de las medidas de desempeño cuando la varianza de la distribución de entrada se modifica. Como resultado de la investigación se encontró que al variar de forma lineal la desviación estándar, su efecto en las medidas de desempeño no es lineal; sino que se ajusta a una ecuación cuadrática. Para el caso del tiempo promedio en la cola, y la cantidad promedio de clientes en el sistema, estos aumentan su valor a medida que la desviación crece, mientras que la tasa de utilización decrece.

Keywords — Teoría de colas; Líneas de espera; Desempeño; Simulación de eventos discretos.

92) New solution strategy for Stochastic Fixed Charge Multicommodity Flow Problem based on Adaptive Partition Method

Cristian Ramirez-Pico, Eduardo Moreno
Engineering and Science Faculty, Universidad Adolfo Ibáñez. Peñalolén, Santiago, Chile
cristian.ramirez@edu.uai.cl, eduardo.moreno@uai.cl

Ivana Ljubic
IDS Departmenty, ESSEC Business School of Paris. 95021 Cergy-Pontoise Cedex, France
ljubic@essec.edu

Abstract — Based on Adaptive Partition Method (APM) proposed for solving linear Two Stage Stochastic Programs (TSSP), we develop an adaptation to tackle the network design problema known as Stochastic Fixed Charge Multicommodity Flow (SFCMFP), which is a classic problem characterized because it does contain both strategic (integer) and tactical decisions (continuous). The problem is formulated on an undirected graph where the decision maker aims to decide the composition of the network by considering if an edge should be built or not, while during the second stage, decisions are related to the routing of commodities through the subset of open edges.

Keywords — Two Stage Stochastic Programming, Fixed Charge Multicommodity Flow, Network Design, Adaptive Partition Method

16) Planificación energética bajo incertidumbre: importancia de los enfoques e hipótesis estocásticos en las soluciones robustas

Esnil Guevara, Frédéric Babonneau, Tito Homem-de-Mello,
Escuela de Negocios Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez, Peñalolén, Santiago, Chile
eguevara@alumnos.uai.cl, frederic.babonneau@uai.cl, tito.hmello@uai.cl

Stefano Moret
Twentieth Industrial Process and Energy Systems Engineering, EPFL, Lausanne, Switzerland
moret.stefano@gmail.com

Abstract — Este trabajo investiga cómo los enfoques estocásticos implementados en los problemas de planificación energética bajo incertidumbre y las hipótesis de distribuciones consideradas en los parámetros inciertos impactan las decisiones estratégicas de inversión. Basado en un modelo del sistema energético suizo, implementamos un enfoque de programación estocástica en dos etapas, asumiendo diferentes distribuciones para los parámetros inciertos más importantes según un análisis de sensibilidad previa. Luego, comparamos las distintas soluciones estocásticas calculadas con soluciones publicadas en la literatura que usan el enfoque de la optimización robusta. El impacto del enfoque y de la distribución es tal sobre la decisión de inversión que concluimos a la necesidad de usar las técnicas de optimización robusta en distribución en nuestro trabajo futuro.
Keywords — Optimización robusta, programación estocástica, problemas minimax

39) Enfoque de Programación Dinámica Estocástica para confeccionar el Fixture de un Campeonato de Fútbol: Caso Torneo Chileno de Primera División

Alejandro Cataldo, Tomás Reyes, Gustavo Angulo
Pontificia Universidad Católica de Chile
aecatald@uc.cl, threyes@gmail.com, gangulo@ing.puc.cl

Antoine Sauré
Universidad de Ottawa
antoine.sauré@telfer.uottawa.ca

Pablo Rey
Universidad Tecnológica Metropolitana
pablo.rey.cl@gmail.com

Guillermo Durán
Universidad de Buenos Aires
gduran@dm.uba.ar

Abstract — Para el común de los aficionados, un partido de fútbol resulta más atractivo cuando al menos uno de los equipos que disputa el partido aún se encuentra disputando algo hacia el final de la temporada (por ejemplo, aún puede resultar campeón o aún podría perder la categoría). Del mismo modo, existen estudios que indican que el atractivo de un torneo se produce por al menos dos factores: (1) que tan atractivos son los partidos y (2) que tanto varía la tabla de posiciones entre diferentes fechas. Ahora bien, entendiendo que un torneo más atractivo tendrá significativos beneficios para la organización que lo organiza –y de paso para los clubes que conforman esta organización–, este trabajo busca construir un enfoque que, considerando la tabla de posiciones y construyendo una estimación sobre la probabilidad que un partido resulte en local, empate o visita, permita confeccionar el fixture más atractivo desde una fecha determinada en adelante. Para evaluar el impacto del enfoque, tomamos el campeonato chileno del 2018 y construimos un fixture alternativo para este. Construimos diferentes escenarios, y simulamos los resultados para obtener algunas medidas de desempeño que nos permitan concluir sobre el beneficio de implementar un calendario dinámico.
Keywords — Calendario deportivo, Programación dinámica, Medición de atractivo de un fixture, Programación entera

113) Stochastic Bilevel Problems: Overcoming Degeneracy on the Lower Level Problem

Francisco Jara-Moroni
Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile
francisco.jara.m@usach.cl

Andreas Wachter
Department of Industrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Evanston, IL, USA
wachter@iems.northwestern.edu

Abstract — We present a numerical study for Stochastic Linear Bilevel problems, with a degenerate primal solution in the lower level problem. We solve a sampled version by means of a global/local search together with an alternating weights technique which steers towards better solutions, by overcoming degeneracy of the lower level problem. We are able to find the global solution of the true problem in small instances, while in larger ones the local solutions obtained overtake those found from globally solving smaller subsamples. Computation time is drastically reduced, as compared to the best performing subsampled global solution. We show that our

technique manages to find good approximations of global solutions, even if the subsample is not solved to global optimality.

Keywords — Stochastic Linear Bilevel problems.