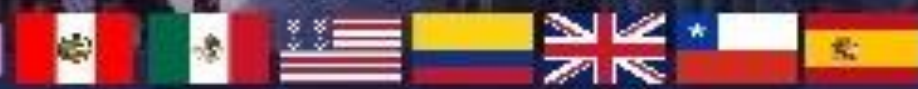


# La Investigación Operativa y Sistemas para Optimizar el Mundo Empresarial



## COPIOS 2019

VIII CONGRESO PERUANO DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y DE SISTEMAS

del 24 al 26 | Octubre 2019



**UNSA**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

 **UNSA**  
**Investiga**  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Evento Financiado por la UNSA  
Con contrato N° OE-002-2019-UNSA



**VIII CONGRESO PERUANO DE  
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES  
Y DE SISTEMAS**

**Arequipa – Perú**

**2019**

## INDICE

1.	Aplicación de heurística y metaheurística para un proyecto turístico en Arequipa .....	8
2.	Adquisición del conocimiento en seguridad. Caso: ZAWAAN.....	9
3.	Algoritmo de modelo logístico multicriterio para recojo de cosecha.....	10
4.	Algoritmo para la asignación de alumnos a tutores en Visual Basic.....	12
5.	Algunos aspectos de la optimización estocástica .....	14
6.	Aplicación de redes neuronales al pronóstico de estados de ánimo para la mejora continua del clima organizacional .....	15
7.	Aplicación de las cadenas de Markov para evaluar el comportamiento de los estudiantes de la Institución Educativa Honorio Delgado Espinoza .....	17
8.	Desarrollo y fabricación de una maquina hiladora con Arduino UNO, tecnología propia y bajo costo.....	19
9.	Diseño de modelamiento para la optimización de rutas de transporte y distribución usando Arduino con electroimanes.....	21
10.	Mobility strategies based on collaborative logistics for industrial clusters. Case study in Santander, Colombia.....	23
11.	Factores para predecir la deserción en ingeniería en las universidades privadas: un caso de estudio en Perú.....	25
12.	Modelo de implantación de un ERP basado en competencias organizacionales y su efecto en la operatividad plena en una empresa de hidrocarburos.....	26
13.	Modelo de programación binaria para optimizar la programación de autobuses en una ruta de transporte urbano de pasajeros.....	27
14.	Determinación de rutas seguras desde un campus universitario hacia áreas cercanas mediante optimización matemática .....	29
15.	Modelo de simulación para la optimización del tiempo de atención de cisterna de leche. Caso: GLORIA S.A. ....	30
16.	Desarrollo y fabricación de máquina de control numérico computarizado (CNC) de 2 y 3 ejes para tallado en madera con tecnología propia y bajos costos.....	32
17.	Estruturação da problemática do conflito entre fauna e operações aéreas utilizando uma multimetodologia.....	33
18.	Sistema experto para la determinación de causas de falla en instalaciones frigoríficas industriales que trabajan con Freón .....	35
19.	Simulación y modelado 3D para análisis del congestionamiento vehicular en el ovalo de vallecito de la ciudad de Arequipa.....	36
20.	Un modelo híbrido basado en arboles de decisión y redes neuronales para predecir la deserción estudiantil en la educación superior privada peruana.....	38
21.	Software para toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones.....	39

<b>22.</b>	Modelos de inventarios con reabastecimiento instantáneo y con inventario de seguridad.....	41
<b>23.</b>	Modelo de adquisición de conocimiento para un sistema experto de guía turístico .....	42
<b>24.</b>	Evaluación de la eficiencia operativa de las oficinas de un banco comercial peruano utilizando data envelopment analysis .....	43
<b>25.</b>	Estruturação da Problemática do Conflito entre Fauna e Operações Aéreas utilizando uma Multimetodologia .....	44
<b>26.</b>	Realidad Virtual y Aumentada con Blender, Python y Arduino .....	46
<b>27.</b>	Aplicación del problema del Agente Viajero Extendido a Redes .....	47
<b>28.</b>	Modelo de implantación de un Erp basado en competencias organizacionales y su efecto en la operatividad plena en una empresa de hidrocarburos .....	48
<b>29.</b>	Propuesta de mejora en el ruteo y asignación de recursos de seguridad ciudadana para el incremento de eficiencia y disminución de los índices de criminalidad en un distrito de lima metropolitana.....	49
<b>30.</b>	Mejora de los indicadores de costo en una metalmecánica mediante el uso de un modelo de optimización matemática en la producción .....	51
<b>31.</b>	Prototipo de control de botales en curtiembre .....	52
<b>32.</b>	Modelo Dinámico para la Gestión de Unidades Productivas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos .....	53
<b>33.</b>	Optimización de cuadrillas de trabajo para instalación de obras eléctricas usando programación por metas .....	54
<b>34.</b>	Optimización del proceso de atención de pacientes en un hospital público usando simulación de eventos discretos .....	55

# **PRESENTACIÓN**

## **Congreso Peruano de Investigación de Operaciones y de Sistemas**

Proyecto financiado por la UNSA, con contrato N° OE-002-2019-UNSA y en esta edición junto al Programa de Estudios de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa es el principal congreso peruano de investigación operativa, sistemas y áreas afines.

Este evento busca proveer un espacio de encuentro y discusión de investigadores, profesionales y educadores del Perú y del extranjero, y con ello promover el desarrollo de estas áreas, su aplicación en la industria, los servicios y el gobierno, y contribuir al desarrollo científico y/o tecnológico del país.

La relación programa de estudios y empresa también es uno de los objetivos importantes de este evento internacional y es así que se ha generado el convenio de capacitación en automatización industrial con la empresa Aurora Tech de Colombia y también se ha generado proyectos de investigación en Supply Chain Management que estará conformada por estudiantes de ingeniería industrial e investigadores nacionales e internacionales de gran prestigio.

# Comité Organizador

1. **Coordinador General:**  
Julio Abraham Ramos Quispe.
2. **Coordinador Adjunto:**  
Germán Echaíz Espinoza.
3. **Coordinador del Comité Editor:**  
José Manuel Cárdenas Medina.

## **Integrantes del Comité Editor:**

- Orestes Cachay Boza.
- David Santos Mauricio.
- Miguel Hermógenes Mejía Puente.

4. **Coordinador del Comité de Protocolo:**  
Alexander Javier Benavides Rojas.
5. **Comité Administrativo Financiero:**  
Elisa Aurora Castañeda Huamán.
6. **Coordinador del Comité de Difusión:**  
José Javier Zavala Fernández.

# **Aplicación de heurística y metaheurística para un proyecto turístico en Arequipa**

## **Heuristics and metaheuristics application for a tourism project in Arequipa**

**José Félix Hernández Vallejos**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Dirección. Urb. Los Gladiolos C-9 Yanahuara, Arequipa Perú

[jhernandezv@unsa.edu.pe](mailto:jhernandezv@unsa.edu.pe)

**Ismael Véliz Vilca**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Dirección. Urb. Las Marías E-25 Paucarpata, Arequipa Perú, Arequipa 053

[ivelizv@unsa.edu.pe](mailto:ivelizv@unsa.edu.pe)

### **Abstract**

Given the complexity of optimization methods to solve complete programming problems, it is necessary to look for simpler methods with the presentation of fewer alternatives to reach a satisfactory (near optimal) or optimal solution through heuristic and metaheuristic methods. The objective of this paper is to show heuristic and metaheuristic algorithms, such as the nearest neighbor, position exchange, insertion, saving method and taboo search. Software has been built to solve these heuristic and metaheuristic models for large models. The application of the work could serve to solve the network model where we have to optimize distances, costs, times, etc. networking.

**Keywords:** *Heuristics, Metaheuristics, Networks, Savings*

### **Resumen**

Dada la complejidad de los métodos de optimización para solucionar problemas de programación entera se hace necesario buscar métodos más sencillos con la presentación de menos alternativas para llegar a una solución satisfactoria (cercano a la óptima) u óptima a través de los métodos heurísticos y metaheurísticos. El objetivo del presente trabajo es mostrar los algoritmos heurísticos y metaheurísticos, como el vecino más cercano, intercambio de posición, inserción, método de ahorro y búsqueda tabú. Se ha construido un software para resolver estos modelos heurísticos y metaheurísticos para modelos de grandes dimensiones. La aplicación del trabajo podría servir para resolver modelo de redes donde tenga que optimizarse distancias, costos, tiempos, etc. en redes.

**Palabras Clave:** *Heurística, Metaheurística, Redes, Ahorros*



# Adquisición del conocimiento en seguridad. Caso: ZAWAAN

**Choque Dueñas, Melissa Alejandra**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios Bolivia  
115 Alto San Martín Mariano Melgar Arequipa –Perú, Arequipa 053  
[mchoqued@unsa.edu.pe](mailto:mchoqued@unsa.edu.pe)

**Merma Chilo, Yeimy Zu**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios Av.  
Chachani  
711 Francisco Bolognesi Cayma Arequipa –Perú, Arequipa 053  
[ymermac@unsa.edu.pe](mailto:ymermac@unsa.edu.pe)

**Morales Vera, Juan Renato**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios Luz y  
Alegría E-11 Paucarpata Arequipa –Perú, Arequipa 053  
[jmoralesve@unsa.edu.pe](mailto:jmoralesve@unsa.edu.pe)

**Quintanilla Córdova, Hugo Rafael**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios Ramiro  
Prialé D-1 Pampas de Polanco-Alto Selva Alegre Arequipa –Perú, Arequipa 053  
[hquintanilla@unsa.edu.pe](mailto:hquintanilla@unsa.edu.pe)

## Abstract

This project is set in the ZAWAAN company which is a MYPE and is located in the construction sector producing aggregates such as gravel and fine sand. The security area of the company is based on the intuition of the staff when there is absence of the experts or it is very expensive to hire the experts because they are microenterprises, so we have found it necessary to acquire knowledge for decision making in daily situations that put at risk the integral security of the personnel. The job is to represent the knowledge of the expert through interviews, questionnaires, field observation and through the formalization of knowledge to obtain an inference network that allows implementing the expert system using expert system tools giving a quick and efficient solution to any situations that may affect the integral health of all personnel.

**Keywords:** *Security, knowledge, proactive, inference network, MYPE.*

**Thematic Area:** Knowledge Management

## Resumen

El presente proyecto se fija en la empresa ZAWAAN la cual es una MYPE y se ubica en el sector de la construcción produciendo agregados como son el cascajo y la arena fina. El área de seguridad de la empresa se basa en la intuición del personal cuando hay ausencia de los expertos o resulta muy costoso contratar a los expertos debido a que son microempresas, por lo cual hemos visto necesario la adquisición de conocimiento para la toma de decisiones en situaciones diarias que ponen en riesgo la seguridad integral del personal. El trabajo consiste en representar el conocimiento del experto a través de entrevistas, cuestionarios, observación de campo y a través de la formalización del conocimiento obtener una red de inferencia que permita implementar el sistema experto usando herramientas de sistemas expertos dando una solución rápida y eficaz a las eventuales situaciones que puedan afectar la salud integral de todo el personal.

**Palabras Clave:** *Security, knowledge acquisition, inference network, MYPE.*

**Área Temática:** Gestión del conocimiento.

# Algoritmo de modelo logístico multicriterio para recojo de cosecha

**Santos S. Javez Valladares**

Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Av. Larco cuadra 17, Trujillo, Perú  
[sjavez@ucv.edu.pe](mailto:sjavez@ucv.edu.pe)

**Elmer Tello de la Cruz**

Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Av. Larco cuadra 17, Trujillo, Perú  
[etello@ucv.edu.pe](mailto:etello@ucv.edu.pe)

**Alex A. Benites Aliaga**

Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Av. Larco cuadra 17, Trujillo, Perú  
[abenites@ucv.edu.pe](mailto:abenites@ucv.edu.pe)

## Abstract

One of the problems that companies face daily is to collect raw material with which they must supply the production center, many receive confirmation of the tons they must collect at the different harvest points only minutes before starting the day of departure of collection vehicles, this action forces you to decide hastily, bringing consequences a bad allocation of vehicles, high costs, excess travel and time that deteriorates the quality of the product.

To solve this problem it was concluded that a model according to reality should be created, that is fast, effective and reliable, for this purpose a multicriteria algorithm was developed, which has allowed improving the decision making process in the daily collection process, the data that must be entered into the system are: capacity of the vehicles, the quantities to be collected at each point of the sectors that have been harvested and distances between them, and immediately reports to us: vehicle that must be assigned to each sector, number of kilometers traveled (considering the round trips that you must do to collect if your capacity is filled), the times you must pick up at each point, the time in which you expect to finish the collection in each sector, the total cost of the collection. This has reduced the time to prepare the pickup sequence by 85%, improved use of vehicles by 70%, better travel control by 75%, reduced costs by 55%.

**Keywords:** *Algorithm, pick up, travel, harvest, multicriteria*

## Resumen

Uno de los problemas que afrontan diariamente las empresas es la de recoger materia prima con la que debe abastecer al centro de producción, muchas reciben la confirmación de las toneladas que deben recoger en los diferentes puntos de cosecha solo minutos antes de iniciar la jornada de salida de vehículos de recojo, esta acción obliga a decidir apresuradamente, trayendo consecuencias una mala asignación de vehículos, costos elevados, exceso en viajes y tiempo que deteriora la calidad del producto.

Para resolver este problema se concluyó que se debería crear un modelo acorde a la realidad, que sea rápida, efectivo y confiable, para ello se elaboró un algoritmo multicriterio, que ha permitido mejorar la toma de decisiones en el proceso de recojo diario, los datos que deben ser ingresados al sistema son: capacidad de los vehículos, la cantidades a recoger en cada punto de los sectores que se han cosechado y distancias entre ellos, e inmediatamente nos reporta: vehículo que debe ser asignado a cada sector, cantidad de kilómetros recorridos ( considerando los ida y vuelta que debe hacer por recoger si se llena su capacidad), la veces que debe recoger en cada punto, el tiempo en que se espera terminar el recojo en cada sector, el costo total del recojo. Con ello se ha disminuido el tiempo para elaborar la secuencia de recojo en un 85%, se ha mejorado uso de los vehículos en un 70%, mejor control de los viajes en un 75%, disminución de costos en un 55%.

**Palabras clave:** *Algoritmo, recojo, viajes, cosecha, multicriterio.*

# Algoritmo para la asignación de alumnos a tutores en Visual Basic

**Wendy P. Chipana Garcia,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Miguel Grau Av. Argentina 313 - Paucarpata, Arequipa-Perú  
[wchipana@unsa.edu.pe](mailto:wchipana@unsa.edu.pe)

**Brundy S. Condori Ayaque,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Villa Magisterial Mz.B, Lt.7, Zn.1 - Cerro Colorado, Arequipa-Perú  
[bcondoria@unsa.edu.pe](mailto:bcondoria@unsa.edu.pe)

**Frecia E. Huaracallo Arivilca,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Pj. Misti Pj. Independencia Mz. 53 Lt.8 - Alto Selva Alegre, Arequipa-Perú  
[fhuaracallo@unsa.edu.pe](mailto:fhuaracallo@unsa.edu.pe)

**Marisol Ochoa Mamani,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Calle Jorge Polar Nro. 440 – Miraflores, Arequipa-Perú  
[mochoam@unsa.edu.pe](mailto:mochoam@unsa.edu.pe)

**Tatiana A. Quispe Larico**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Ciudad Blanca Cmte.26, Mz. A2 Lt.3 - Paucarpata, Arequipa-Perú  
[tquispel@unsa.edu.pe](mailto:tquispel@unsa.edu.pe)

## Abstract

The algorithm used for improving item mapping is based on a manual mapping using Microsoft Excel software and then being designed in code in the Visual Basic program. For the particular case, the assignment of students to tutors was made and vice versa.

The objective of this work is to show the implementation of allocation algorithms as a tool to assign elements of large databases in a shorter time, having as criteria the randomness and the subjects in which they are enrolled students.

An algorithm has been developed in Visual Basic 2017 that shows in the form of tables the solution of optimal assignment among students, courses and tutors; Previously the database is entered into an Excel sheet and then converted into a text file with the aim that it can be read and processed by the Visual Basic software. In turn, the optimal solution is displayed in console mode, then converted and saved in an Excel file for easy operation.

The developed algorithm could be applied in other fields, such as: assign on-call shifts in hospitals, class schedules, production order, etc.

**Keywords:** *Mapping, Visual Basic, Microsoft Excel, Optimization, Algorithm.*

## Resumen

El algoritmo usado para la mejora en la asignación de elementos seta basado en una asignación manual usando el software Microsoft Excel para luego ser diseñado en un código en el programa Visual Basic. Para el caso en particular, se realizó la asignación de alumnos a tutores y de forma viceversa.

El objetivo del presente trabajo es mostrar la implementación de algoritmos de asignación como una herramienta para asignar elementos de grandes bases de datos en un menor tiempo, teniendo como criterios la aleatoriedad y las asignaturas en la que se encuentren matriculados los alumnos.

Se ha desarrollado un algoritmo en Visual Basic 2017 que muestra en forma de tablas la solución de la asignación óptima entre los estudiantes, cursos y tutores; previamente la base de datos es ingresada en una hoja de Excel y luego convertida en un archivo de texto con el objetivo de que este pueda ser leído y procesado por el software Visual Basic. A su vez, la solución óptima es visualizada en modo consola, luego convertida y guardada en un archivo Excel para su fácil manejo.

El algoritmo desarrollado podría aplicarse en otros campos, tales como: asignar turnos de guardia en hospitales, horarios de clase, orden de producción, etc.

**Palabras clave:** *Asignación, Visual Basic, Microsoft Excel, Optimización, Algoritmo.*

# Algunos aspectos de la optimización estocástica

Guillermo Jiménez Lozano<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup> Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales, Facultad De Administracion,  
Departamento De Informatica Y Computacion, Carrera 27 No 64 – 60 Manizales, Caldas,  
Colombia

GTA GAIA (Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos)  
[gjimenezl@unal.edu.co](mailto:gjimenezl@unal.edu.co)

Xiomara A. Jiménez Muñoz<sup>2\*\*</sup>

<sup>2</sup> Universidad Escuela Colombiana De Carreras Industriales (Ecci) Departamento De Ciencias  
Basicas Bogota, Cundinamarca, Colombia

GTA SiAMo (Grupo de Simulación, Análisis y Modelación)  
[xajimenezm@gmail.com](mailto:xajimenezm@gmail.com)

## Abstract

People who work in Operations Research have developed various tools for application in practical problems of linear programming or nonlinear programming, but deterministic type. It is usual to present real problems of a probabilistic, in which the decision maker knows the environment, but no more details because it is not possible to associate the state variables a probability distribution.

Stochastic optimization problems primarily used the following models: Expected Value Model, Model of Minimum Variance, Minimum Risk Model level  $k$ , where the  $c_i$  model are normally distributed, Kataoka Model, Models with Random Constraints, Constraints Models Together Distributed Model with Linear Compensation, among others.

**Key words:** *Stochastic Optimization, Operations Research, Probability.*

## RESUMEN

Las personas que trabajan en Investigación de Operaciones han desarrollado diversas herramientas para su aplicación en problemas prácticos de Programación Lineal o de Programación No Lineal, pero de tipo determinístico. Es usual que se presenten problemas reales, de tipo probabilístico, en los cuales el tomador de decisiones conoce el entorno, pero no tiene más información, debido a lo cual no es posible asociar a las variables de estado una distribución de probabilidad.

Los problemas de Optimización Estocástica utilizan primordialmente los siguientes modelos: Modelo de Valor Esperado, Modelo de Mínima Varianza, Modelo de Mínimo Riesgo a nivel  $k$ , Modelo donde las  $c_i$  están normalmente distribuidas, Modelo de Kataoka, Modelos con Restricciones Aleatorias, Modelos con Restricciones Conjuntamente Distribuidas, Modelo con Compensación Lineal, entre otros.

**Palabras clave:** *Optimización Estocástica, Investigación de Operaciones, probabilístico.*

# Aplicación de redes neuronales al pronóstico de estados de ánimo para la mejora continua del clima organizacional

**Rozío Y. Alvarez Condori**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Arequipa, Perú  
[ralvarezco@unsa.edu.pe](mailto:ralvarezco@unsa.edu.pe)

**Jesús J. Flores Yance**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ingeniería Tacna, Perú  
[a\\_jflores@unjbg.edu.pe](mailto:a_jflores@unjbg.edu.pe)

## Abstract

The main objective of this paper is to contribute to the improvement of the organizational climate, which is a determining factor in the increase in the value of a company. Technology is constantly advancing and companies are challenged to adapt to this context. A large part of organizations begins to pay attention to psychosocial factors that may affect the worker, which influences their performance and therefore the productivity of the company. The presented model seeks to integrate neural network technology as a tool for diagnosis and continuous improvement, so that the agents of the organization can achieve corporate and personal objectives.

Start with obtaining data through facial recognition. The application grants the qualitative data of the person, using the openCV libraries, which will be transformed by the Orange Canvas tool.

Different configurations of neural networks are tested using predictive analysis tools, the first results of the application will be used for the training phase of the network. In the end, the behavior of the neural networks in matrices and graphs is shown, both in learning and in prediction. Neural networks show good behavior with low performance errors. These results are indicators that allow us to propose improvements generating action plans that help to reduce mood problems.

**Keywords:** *Neural networks, Organizational climate, Prediction, Mood.*

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal contribuir a la mejora del clima organizacional que es un factor determinante del aumento de valor de una empresa. La tecnología avanza constantemente y las empresas tienen el desafío de adaptarse a este contexto. Una gran parte de las organizaciones comienza a prestar atención en los factores psicosociales que puedan afectar al trabajador, lo cual influye en su rendimiento y por consiguiente en la productividad de la empresa. El modelo presentado busca integrar la tecnología de redes neuronales como una herramienta de diagnóstico y mejora continua, de manera que los agentes de la organización puedan lograr los objetivos corporativos y personales.

Comienza con la obtención de datos a través de reconocimiento facial. La aplicación otorga los datos cualitativos de la persona, utilizando las librerías openCV, los cuales serán transformados por la herramienta de Orange Canvas.

Se prueban diferentes configuraciones de redes neuronales utilizando herramientas de análisis predictivo, los primeros resultados de la aplicación serán usados para la fase de entrenamiento de la red. Al final se muestra el comportamiento de las redes neuronales en matrices y gráficos, tanto en aprendizaje como en predicción. Las redes neuronales muestran un buen comportamiento con bajos errores en su desempeño. Estos resultados son indicadores que permiten plantear mejoras generando planes de acción que ayuden a disminuir los problemas de estado de ánimo.

**Palabras clave:** *Redes neuronales, Clima organizacional, Predicción, Estado de ánimo.*



# **Aplicación de las cadenas de Markov para evaluar el comportamiento de los estudiantes de la Institución Educativa Honorio Delgado Espinoza**

**Diego Butrón Monterola;**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[ing.diegobutron@gmail.com](mailto:ing.diegobutron@gmail.com)

**José Chambi Gutiérrez;**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[josesalomong@gmail.com](mailto:josesalomong@gmail.com)

**Gerald Collanque Yucra;**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[gerald10renace@gmail.com](mailto:gerald10renace@gmail.com)

**Diana Guzmán Coaguila;**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[dianaluz17c@gmail.com](mailto:dianaluz17c@gmail.com)

**Cristhian Luque Laurente**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[cristhiandaniel123@gmail.com](mailto:cristhiandaniel123@gmail.com)

## **Abstract**

The objective of this work is to formulate a model of the Markov Chain to analyze the behavior of high school students of the Honorio Delgado Espinoza Educational Institution, located in the District of Cayma, Arequipa. For this analysis, three models will be used to analyze the student flow between academic years, the number of students approved and disapproved per course and the preference of students in the third year of secondary school for a particular workshop, thus defining the states in function of the years, abandonment, repetition, completion, approved, etc. Depending on the model to be used, the defined transition matrix will be used later, where an analysis of transient and absorbent chains is carried out depending on the model being applied. This information will allow locating the years and the most conflictive courses of the institution, with the intention of improving the quality of teacher - student teaching, effectively planning and in advance the distribution of students by class, avoiding inequalities between them. Likewise, software such as POM, Excel or WINQSB will be used to process and corroborate data.

**Keywords:** *Markov chain, student behavior, analysis, teaching quality, models.*

## Resumen

El presente trabajo, tiene por objetivo la formulación de un modelo de Cadena de Markov para analizar el comportamiento de los estudiantes de secundaria de la Institución Educativa Honorio Delgado Espinoza, ubicada en el Distrito de Cayma, Arequipa. Para dicho análisis se hará uso de tres modelos donde se analizará el flujo estudiantil entre años académicos, la cantidad de alumnos aprobados y desaprobados por curso y la preferencia

de los alumnos del tercer año de secundaria por un determinado taller, definiendo así los estados en función de los años, abandono, repetición, culminación, aprobados, etc. según sea el modelo a usar, posteriormente se hará uso de la matriz de transición definida, donde se procede a un análisis de cadenas transitorias y absorbentes según sea el modelo que se esté aplicando. Esta información permitirá localizar los años y los cursos más conflictivos de la institución, con la intención de mejorar la calidad de enseñanza de profesor – alumno, planificar eficazmente y con anticipación la repartición de alumnos por clase, evitando desigualdades entre estas. Asimismo, se hará uso de softwares como POM, Excel o WINQSB para procesar y corroborar datos.

**Palabras Clave:** *Cadena de Markov, comportamiento estudiantil, análisis, calidad de enseñanza, modelos.*

# Desarrollo y fabricación de una maquina hiladora con Arduino UNO, tecnología propia y bajo costo.

**Wendy P. Chipana Garcia,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Miguel Grau Av. Argentina 313 - Paucarpata, Arequipa-Perú  
[wchipana@unsa.edu.pe](mailto:wchipana@unsa.edu.pe)

**Brundy S. Condori Ayaque,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Villa Magisterial Mz.B, Lt.7, Zn.1 - Cerro Colorado, Arequipa-Perú  
[bcondoria@unsa.edu.pe](mailto:bcondoria@unsa.edu.pe)

**Frecia E. Huaracallo Arivilca,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Pj. Misti Pj. Independencia Mz. 53 Lt.8 - Alto Selva Alegre, Arequipa-Perú  
[fhuaracallo@unsa.edu.pe](mailto:fhuaracallo@unsa.edu.pe)

**Marisol Ochoa Mamani,**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Calle Jorge Polar Nro. 440 – Miraflores, Arequipa-Perú  
[mochoam@unsa.edu.pe](mailto:mochoam@unsa.edu.pe)

**Tatiana A. Quispe Larico**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Ciudad Blanca Cmte.26, Mz. A2 Lt.3 - Paucarpata, Arequipa-Perú  
[tquispel@unsa.edu.pe](mailto:tquispel@unsa.edu.pe)

## Abstract

At the initiative of a group of researchers from the Professional School of Industrial Engineering of the National University of San Augustin de Arequipa, they have developed the design and construction of a spinning machine, using freely accessible hardware such as the Arduino UNO and region materials, with the aim of reducing costs and time in the spinning process from the wool fleece of any sheep.

This machine will reduce processing costs and increase accuracy and effectiveness without underestimating the quality in the yarn production processes for a micro, small and medium-sized enterprise especially in high Andean regions. The aim is to develop a sustainable technology for communities that develop this type of activity.

The prototype is built with generic elements and materials, offered at any point of sale; the software used for electronic circuitry and part design are freely accessible for researchers and students. In this particular case, the Eagle and SketchUp program was used for the design.

Likewise, the prototype built will serve as a teaching and training material in technology in industrial automation courses in schools, universities and educational institutions.

**Keywords:** *Industrial Automation, Hiladora Machine, Arduino UNO, Motors.*

## Resumen

Por iniciativa de un grupo de investigadores de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, han desarrollado el diseño y construcción de una maquina hiladora, usando hardware de libre acceso como el Arduino UNO y materiales de la región, con el objetivo de reducir costos y tiempo en el proceso de hilado a partir del vellón de lana de cualquier ovino.

Dicha maquina permitirá reducir los costos del procesamiento y aumentar la precisión y efectividad sin menospreciar la calidad en los procesos de producción del hilo para una micro, pequeña y mediana empresa especialmente en regiones alto andinas. Lo que se pretende es desarrollar una tecnología sustentable para comunidades que desarrollan este tipo de actividad.

El prototipo es construido con elementos y materiales genéricos, ofrecidos en cualquier punto de venta; los softwares utilizados para el circuito electrónico y diseño en piezas son de acceso libre para investigadores y estudiantes. En este caso particular se usó el programa Eagle y SketchUp para el diseño.

Así mismo, el prototipo construido servirá como material de enseñanza y adiestramiento en tecnología en los cursos de automatización industrial en colegios, universidades y centros superiores de enseñanza.

**Palabras clave:** *Automatización Industrial, Maquina Hiladora, Arduino UNO, Motores.*

# **Diseño de modelamiento para la optimización de rutas de transporte y distribución usando Arduino con electroimanes**

**Pulcha Montenegro Vanessa;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[vpulcha@unsa.edu.pe](mailto:vpulcha@unsa.edu.pe)

**Cahui Torres Licely;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[licely\\_721@hotmail.com](mailto:licely_721@hotmail.com)

**Carreon Gutierrez Soledad;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[scarreon@unsa.edu.pe](mailto:scarreon@unsa.edu.pe)

**Guillen Paredes Lizandra;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[lizandraguillen@gmail.com](mailto:lizandraguillen@gmail.com)

**Mamani Cruz Elizabeth;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[emamani@unsa.edu.pe](mailto:emamani@unsa.edu.pe)

**Vivancos Checya Jose Alonzo;**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[jvivancos@unsa.edu.pe](mailto:jvivancos@unsa.edu.pe)

**Veliz Ismael**

de la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[ismaelveliz4@gmail.com](mailto:ismaelveliz4@gmail.com)

## **Abstract**

The objective of the present work is to show in virtual form with free software (Blender and Python) using algorithms, the process of optimization of transport and distribution routes and in turn physically show a prototype based on Arduino and electromagnets as the main component of it.

One of the functions that has evolved the most in recent years in organizations is that of distribution. However, this evolution has inexorably led to an increase in the complexity of transport and distribution operations which, together with factors such as the need to reduce production costs, the constant increase in transport prices or the increase in The levels of demands in customer-supplier relationships have placed logistics management as a key element in the companies' strategy.

In this scenario, the ability of companies to optimize their transport and distribution routes appears as a key element of logistics management; However, not all companies address this problem adequately and systematically.

The application of work will help any production company to optimize its transportation and distribution routes, also for a service company such as tourism, to choose routes that optimize not only money but also time and provide an optimal service to its customers.

**Keywords.** *Optimization, Arduino, design, modeling.*

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es mostrar en forma virtual con software libre (Blender y Python) usando algoritmos, el proceso de optimización de rutas de transporte y distribución y a su vez mostrar en forma física un prototipo basado en Arduino y electroimanes como componente principal del mismo.

Una de las funciones que más ha evolucionado en los últimos años en las organizaciones es la de la distribución. Sin embargo, esta evolución ha derivado inexorablemente en un incremento de la complejidad de las operaciones de transporte y distribución lo que, unido a factores tales como la necesidad de reducir los costes de producción, el constante incremento de los precios del transporte o el aumento de los niveles de exigencias en las relaciones cliente-proveedor, han situado a la gestión logística como un elemento clave dentro de la estrategia de las empresas.

En este escenario, la capacidad de las empresas para optimizar sus rutas de transporte y distribución aparece como un elemento clave de la gestión logística; sin embargo, no todas las empresas abordan este problema de manera adecuada y sistemática.

La aplicación del trabajo ayudara a toda empresa de producción para optimizar sus rutas de transporte y distribución, también para una empresa de servicios como es el turismo, para elegir las rutas que optimicen no solo dinero también tiempo y dar un servicio óptimo a sus clientes.

**Palabras clave.** *Optimización, Arduino, diseño, modelamiento.*

# **Mobility strategies based on collaborative logistics for industrial clusters. Case study in Santander, Colombia**

## **Estrategias de movilidad basadas en logística colaborativa para clústeres industriales. Caso de estudio en Santander, Colombia.**

**Rafael Arévalo-Ascanio MSc ©**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería  
[rarevaloa@unal.edu.co](mailto:rarevaloa@unal.edu.co)

**Catalina Moreno-Castro MSc ©**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería  
[catmorenoca@unal.edu.co](mailto:catmorenoca@unal.edu.co)

**David Hernández-Chinchilla MSc ©**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería  
[dhernandezch@unal.edu.co](mailto:dhernandezch@unal.edu.co)

**Wilson Adarme-Jaimes PhD**

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería  
[wadarmej@unal.edu.co](mailto:wadarmej@unal.edu.co)

### **Abstract**

The study of urban logistics has evolved in recent years in response to the dynamics of increasingly large, dense cities with new technological challenges, which require attention. In addition, supply chain management shows trends that change its own operation such as shared-economy logistics, collaborative logistics, and the use of Information and Communication Technologies (ICT) for smart cities. In this sense, this study addresses the problems of freight trip generation from a new approach in the generation of urban trips of industrial clusters zones. Through a questionnaire, information is collected about the dynamics of trip generation in an important industrial zone in the region of Santander, Colombia. Subsequently, a mixed integer programming analysis is carried out considering routes generation. The objective function optimizes the pollutant emissions resulting from the displacements, with different vehicle configurations and pick up routes. As a result, the use of shared capacities in home-work displacements reduces significantly emission levels, and at the same time allows approximations to parking lots and surrounding access roads decongestion. This study is innovative in Colombia, even in Latin America, to the extent that the problem is addressed with a pilot study, which is applied to an industrial trip generation zone in the context of emerging economies.

**Keywords:** *Freight trip generation, collaborative logistics, mobility strategies, urban logistics.*

## Resumen

El estudio de la logística urbana ha venido evolucionando en los últimos años como respuesta a las dinámicas de ciudades cada vez más grandes, densas y con nuevos retos tecnológicos que requieren atención. Adicionalmente, la gestión de las cadenas de suministro muestra tendencias que cambian su propia operación, tendencias como la logística de la economía compartida, logística colaborativa y el uso de TIC en general para ciudades inteligentes. En este sentido, este estudio aborda los problemas de generación de viajes – freight trip generation – desde un componente novedoso en la generación de viajes urbanos en centros de concentración industrial. Por medio de un cuestionario se recolecta información sobre las dinámicas de generación de viajes en una importante zona industrial en la región de Santander, Colombia. Posteriormente, se realiza un análisis con técnicas de programación entera mixta en la generación de ruteos y la propuesta de estrategias de mejora en los desplazamientos de los empleados. Con el uso de una función objetivo para optimizar las emisiones contaminantes resultado de los desplazamientos, con diferentes configuraciones de vehículos y rutas de recolección, se encuentra que el uso de las capacidades compartidas en los desplazamientos hogar- trabajo reduce significativamente los niveles de emisiones, al tiempo que permite hacer aproximaciones al descongestionamiento de parqueaderos y vías de acceso circundantes. Este estudio es novedoso en Colombia, incluso en América Latina, en la medida en que se aborda la problemática con un piloto aplicado en una zona de generación viajes industrial en el contexto de economías emergentes.

**Palabras clave:** *Generación de viajes de carga, logística colaborativa, estrategias de movilidad, logística urbana.*



# **Factores para predecir la deserción en ingeniería en las universidades privadas: un caso de estudio en Perú.**

## **Factors to preach the desertion in engineering in private universities: a case study in Peru.**

**Alfredo Daza Vergaray Facultad de Ingeniería**  
Universidad Privada César Vallejo Lima, Perú  
[adaza@ucv.edu.pe](mailto:adaza@ucv.edu.pe)

**David S. Mauricio Sánchez**  
Facultad de Postgrado de Sistema y Informática Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Lima, Perú  
[dmauricios@unmsm.edu.pe](mailto:dmauricios@unmsm.edu.pe)

### **Resumen:**

Este estudio de investigación, se proponen 8 nuevos factores que influyen en la predicción de la deserción Universitaria Superior en Ingeniería, para lo cual se fundamentó en investigaciones relacionados con factores de predicción, Trabajos relacionados con las Educación y el razonamiento lógico. El trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo con los nuevos factores propuestos en función de la dimensión académica de los estudiantes, para predecir la deserción. Adicionalmente como los factores propuestos están relacionados se usó Regresión logística, MultilayerPerceptron, J48, ADtree, Randomforest, Simplecart y SVM para contribuir a la predicción de la deserción en las Universidades del Perú. Se realizó el experimento con 1761 datos de estudiantes de ingeniería para el entrenamiento y 100 datos nuevos para el test. En donde se obtuvo la mayor precisión con la técnica Randomforest de 91% con los nuevos factores propuestos.

**Palabras claves:** *Factores, Deserción Universitaria, Predicción, aprendizaje automático.*

# **Modelo de implantación de un ERP basado en competencias organizacionales y su efecto en la operatividad plena en una empresa de hidrocarburos**

**Juan Fernando Ruelas Noa**

Maestro (C) en Ciencias Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de la Producción

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La adquisición e implantación de sistemas ERP por las empresas sigue siendo costosos, por razones propias de las complejidades de las TICs como producto y, por la escasez o la no presencia de gestiones rigurosas del manejo de factores críticos; a pesar de las consideraciones teóricas de previsión que los proveedores tienden a advertir a los usuarios compradores.

Sin embargo, la búsqueda de ventajas competitivas y el deseo de alcanzar talla de competidores globales, la adquisición e implantación de sistemas ERP se hace necesario y trascendente en las empresas en pleno desarrollo y crecimiento.

Los problemas importantes de innegable presencia en este contexto que se pueden entrever son:

- Empirismos aplicativos
- Empirismos normativos
- Carencias de Recursos Humanos competentes
- Errores en la ejecución de funciones
- Aplicaciones informáticas dispersas no integrados
- Reflujos de implementaciones ERP de baja cohesión y conocimiento

Resumiendo, estos problemas en uno, se tiene: DEFICIENCIAS Y INEFICACIAS FUNCIONALES EN LA IMPLANTACION DE ERP, que el presente trabajo pretende solucionar con la aplicación de un MODELO propuesto.

¿Cómo Implementar un modelo de ERP basado en competencias organizacionales (Factores críticos) que influya en el éxito de la operatividad plena del sistema en una empresa de hidrocarburos?

### **Objetivo General**

Diseñar y Aplicar un modelo de implantación de sistemas ERP basado en competencias organizacionales y seguimiento en pro de una operatividad plena, buscando solucionar las anomalías de instalación y funcionamiento en una empresa internacional de hidrocarburos.

### **Objetivos Específicos**

- Seleccionar y resumir la teoría vigente relacionada con los modelos de implantación exitosa de ERP y operatividad plena.
- Describir analíticamente la situación actual de la gestión de la información en la empresa de hidrocarburos.
- Proponer un modelo de implementación de ERP y establecer la parte metodológica del modelo planteado, en la empresa de hidrocarburos
- Generar un plan de implementación del modelo de implementación exitosa del ERP, en una empresa de hidrocarburos.
- Evaluar el Modelo de implementación propuesto.
- Validar la propuesta del modelo en una empresa de hidrocarburos.
- Evaluar el modelo propuesto en la investigación realizada.

# **Modelo de programación binaria para optimizar la programación de autobuses en una ruta de transporte urbano de pasajeros**

**Efraín R. Murillo Quispe**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios. Av. Independencia S/N. Arequipa-Perú  
[efrainmurillo@gmail.com](mailto:efrainmurillo@gmail.com)

## **Abstrac**

Today in day the companies of passengers' Urban Transport in the Peru, suffer diverse problems, inside which has special importance those of vehicular congestion, we can mention this way the problem of the daily, weekly and monthly programming of the buses assigned to a route of passengers' of a city urban transport, originating lazy capacity of the vehicular units, vehicular congestion and operation costs and elevated maintenance.

In this work we look for to optimize the daily, weekly and monthly programming of the buses assigned to a route of passengers of a city urban transport, that which will allow to minimize the lazy capacity of this vehicular units, to minimize the excess of buses in hours of little demand of the service of transport and to reduce the operation costs and maintenance of the company. For we implement it a model of mathematical programming that uses the concepts of lineal programming, binary programming and programming of goals, using specialized software for the solution due to the high number of variables of the mathematical pattern.

The opposing results have demonstrated the efficiency of the solutions in applications to real cases of different routes of transport, demonstrating this way the great utility of the mathematical modelamiento in the taking of decisions in companies of the urban transport of passengers, always looking for the client's satisfaction.

**Keywords:** *Programming of buses, Optimization, binary Programming, Programming of goals.*

## Resumen

Hoy en día las empresas de Transporte Urbano de pasajeros en el Perú, sufren diversos problemas, dentro de los cuales tiene especial importancia los de congestión vehicular, así podemos mencionar el problema de la programación diaria, semanal y mensual de los autobuses asignados a una ruta de transporte urbano de pasajeros de una ciudad, originando capacidad ociosa de las unidades vehiculares, congestión vehicular y costos de operación y mantenimiento elevados.

En este trabajo buscamos optimizar la programación diaria, semanal y mensual de los autobuses asignados a una ruta de transporte urbano de pasajeros de una ciudad, lo cual permitirá minimizar la capacidad ociosa de dichas unidades vehiculares, minimizar el exceso de autobuses en horas de poca demanda del servicio de transporte y reducir los costos de operación y mantenimiento de la empresa. Para ello implementamos un modelo de programación matemática que utiliza los conceptos de programación lineal, programación binaria y programación de metas, utilizando software especializado para la solución debido al elevado número de variables del modelo matemático.

Los resultados encontrados han demostrado la eficiencia de las soluciones en aplicaciones a casos reales de diferentes rutas de transporte, demostrando así la gran utilidad del modelamiento matemático en la toma de decisiones en empresas del transporte urbano de pasajeros, buscando siempre la satisfacción del cliente.

**Palabras clave:** Programación de autobuses, Optimización, Programación binaria, Programación de metas.

**Área Temática:** *Gestión de Operaciones, Logística y Transporte.*

# Determinación de rutas seguras desde un campus universitario hacia áreas cercanas mediante optimización matemática

**Lady Denisse Infante Acosta**  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
[lady.infantea@pucp.edu.pe](mailto:lady.infantea@pucp.edu.pe)

**Estela Teresa Vanessa Pujaico Soto**  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
[epujaico@pucp.pe](mailto:epujaico@pucp.pe)

**Alejandra Patricia Almeyda Vicuña**  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
[a.almeyda@pucp.pe](mailto:a.almeyda@pucp.pe)

**Jonatán Edward Rojas Polo**  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
[jrojasp@pucp.pe](mailto:jrojasp@pucp.pe)

## Resumen

La presente investigación se origina a partir de la necesidad de reducir los riesgos de ser víctimas de robo a los que los miembros de la comunidad universitaria de la Pontificia Universidad Católica del Perú que se han visto expuestos. Esta investigación será realizada con la finalidad de sugerir las rutas más seguras hacia el destino deseado, para lo cual se considerará como punto de partida la universidad en mención y estará enfocado en las personas que transiten en un radio no mayor a 1.5 km fuera del perímetro del campus. Se aplicará un método que permita determinar la ruta más corta, que en este caso será la ruta con un menor nivel de inseguridad según la escala a utilizar. Para la elaboración de esta, se buscó y analizo información estadística sobre los casos de robo en las zonas en el rango indicado. Para emplear el algoritmo de la ruta más corta fue necesario tener un punto de partida y otro de llegada. El primero de estos ya ha sido establecido; sin embargo, el punto final se cambiará según el destino al que se desee llegar, para lo cual se considerarán como nodos los lugares más concurridos por los miembros de esta universidad. Este algoritmo será ejecutado con el lenguaje de programación de Lingo, ya que permite modificar con facilidad el punto de llegada requerido.

**Palabras claves:** *Ruta universitaria más corta; Reducción de riesgos; Rutas seguras.*

# **Modelo de simulación para la optimización del tiempo de atención de cisterna de leche. Caso: GLORIA S.A.**

**Yesenia A. Ramos**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Av. General Garzón 972 Jesús María Lima –Perú  
[yaramos1010@gmail.com](mailto:yaramos1010@gmail.com)

**Elisa A. Castañeda;**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Arequipa 01; Dolores 150 José Luis Bustamante Arequipa –Perú  
[elisac@unsa.edu.pe](mailto:elisac@unsa.edu.pe)

**Julio A. Ramos**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
Arequipa 053; Nicaragua I-12 Paucarpata Arequipa –Perú, Arequipa 053  
[jramosq@unsa.edu.pe](mailto:jramosq@unsa.edu.pe)

## **Abstract**

In recent years, process simulation has become an adequate and timely support tool for the operation of industrial processes and it allows us to summarize the processes by replacing real situations with artificially created ones, which allows us to identify the factors, variables and process conditions that may influence the resolution of situations or improvements in production processes. The project arises by detecting an opportunity to improve the use of resources in the logistics operation of raw and concentrated milk supply in the industrial complex of Huachipa of the company GLORIA S.A. Currently there are high average service times for tanks, generation of waiting lines at certain times of the day, agglomeration in the maneuvering yard that hinders the normal development of plant operations and even some consequences on the quality of the milk collected. Given the characteristics of the problem, the Simulation of Discrete Events turns out to be an extremely useful tool to analyze it. In order to provide a solution to the situation described previously, this project covered from the identification of operations, study of flows and variables of input and output, system symptoms, data collection, collection and analysis of exogenous variables or input, the system modeling in the Arena 12.0 software, which allowed the identification of bottlenecks and work overloads in the entire milk collection process. Finally, the comparison of the current situation and the alternatives to the current model are presented considering the key indicators of time and costs. Focusing the project with the use of this tool offers the possibility of analyzing alternatives and making decisions about these alternatives with solid bases.

**Keywords:** *Simulation, optimization, process.*

## Resumen

En los últimos años, la simulación de procesos ha llegado a ser una herramienta adecuada y oportuna de apoyo para el funcionamiento de los procesos industriales y es que nos permite resumir los procesos sustituyendo las situaciones reales por otras creadas artificialmente, lo que permite identificar los factores, variables y condiciones de proceso que puedan influir para la resolución de situaciones o mejoras en los procesos productivos. El proyecto surge al detectar una oportunidad de mejora del uso de los recursos en la operación logística de abastecimiento de leche cruda y concentrada en el complejo industrial de Huachipa de la empresa GLORIA S.A. Actualmente se presentan altos tiempos promedio de atención de cisternas, generación de colas de espera en determinadas horas del día, aglomeración en el patio de maniobras que dificulta el normal desarrollo de las operaciones en planta e incluso algunas consecuencias en la calidad de la leche acopiada. Dadas las características del problema, la Simulación de Eventos Discretos resulta ser una herramienta sumamente útil para analizarlo. Con el fin de dar solución a la situación expuesta previamente, en el presente proyecto se abarcó desde la identificación de las operaciones, estudio de flujos y variables de entrada y salida, síntomas del sistema, toma de datos, recopilación y análisis de las variables exógenas o de entrada, el modelado del sistema en el software Arena 12.0, lo que permitió identificar los cuellos de botella y sobrecargas de trabajo en el proceso completo de acopio de leche. Finalmente se presenta el comparativo de la situación actual y las alternativas al modelo actual considerando los indicadores clave de tiempos y costos. Enfocar el proyecto con el uso de esta herramienta brinda la posibilidad de analizar alternativas y tomar decisiones sobre estas alternativas con bases sólidas.

**Palabras Clave:** *Simulación, Optimización, Proceso.*

**Área Temática:** Procesos estocásticos y simulación

# **Desarrollo y fabricación de máquina de control numérico computarizado (CNC) de 2 y 3 ejes para tallado en madera con tecnología propia y bajos costos**

## **Development and manufacture of computerized numerical control (CNC) machine 2, 3 and 4 axes with own technology and low costs**

**Cinthia Lizbeth Cruces Huaranca**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa  
[ccrucesh@unsa.edu.pe](mailto:ccrucesh@unsa.edu.pe)

**Josue Robert Esquia Mendoza**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa  
[jesquiam@unsa.edu.pe](mailto:jesquiam@unsa.edu.pe)

**Cleison Armando Manrique Aguirre**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa  
[cmanriquea@unsa.edu.pe](mailto:cmanriquea@unsa.edu.pe)

### **Abstract**

On the initiative, a group of researchers from the professional school of industrial engineering and civil engineering of the National University of San Agustín de Arequipa, have developed the design and construction of a 2 and 3 axis computerized numerical control (CNC) machine for carving in wood. Using free software and hardware such as the Arduino, and materials from the region that allows drilling, plotting, winding, turning, cutting, printing in 3d. Accompanied by its respective 3D Scanner for the reproduction of the pieces in 3d.

These machines modify the processing costs, increase the precision, and the repetitiveness without undermining the quality in the production processes of the micro, small and medium enterprises: Also the built prototype will serve as teaching material and training in technology in the courses of industrial automation in colleges, universities and higher education centers. What is intended is to develop sustainable bone technology a StartUp.

**Keywords.** *Numerical Control by computer, Industrial Automation.*

### **Resumen**

Por iniciativa un grupo de investigadores de la escuela profesional de ingeniería industrial e ingeniería civil de la Universidad nacional de san Agustín de Arequipa, han desarrollado el diseño y construcción de una máquina de control numérico computarizado (CNC) de 2 y 3 ejes para tallado en madera. Usando software y hardware libre como el Arduino, y materiales de la región que permite hacer taladrado, trazado, bobinado, torneado, cortado, imprimido en 3d. Acompañado de su respectivo Scanner 3D para la reproducción de las piezas en 3d.

Dichas Maquinas permitirán reducir los costos de procesamiento, y aumentar la precisión, y repetitividad sin menoscabar la calidad en los procesos de producción de la micro, pequeña y mediana empresa: También el prototipo construido servirá en como material de enseñanza y adiestramiento en tecnología en los cursos de automatización industrial en colegios, universidades y centros superiores de enseñanza. Lo que se pretende es desarrollar tecnología sustentable ósea un StartUp.

**Palabras clave.** *Control Numérico por computador, Automatización Industrial.*



# **Estruturação da problemática do conflito entre fauna e operações aéreas utilizando uma multimetodologia**

## **Structuring the problem of wildlife conflict and air operations using a multimethodology**

### **Resumo**

As Forças Armadas do Brasil possuem aspectos específicos que as diferenciam dos demais Órgãos do Estado, tanto na sua estrutura como no seu emprego. Características como a necessidade de atuar em todo o território nacional, a qualquer tempo e a qualquer momento, evidenciam essas especificidades e acarretam situações que trazem alta complexidade nos possíveis cenários de atuação ao longo de toda a extensão fronteiriça caracterizando-o como um problema complexo.

Os Métodos de Estruturação de Problemas conhecidos na literatura como PSM – Problem Structuring Methods e pertencentes à Pesquisa Operacional Soft são apropriados para problemas complexos caracterizados por possuir múltiplos objetivos, incertezas e perspectivas diferentes dos stakeholders.

Este trabalho teve como objetivo estruturar o problema dos conflitos existentes entre as operações aéreas das Forças Armadas e a fauna no ambiente da Área de Segurança Aeroportuária em um contexto de um aeródromo genérico, visando minimizar perdas de vidas humanas e perdas materiais decorrentes desses conflitos e consequentemente a manutenção da capacidade operativa da Força.

Para isso, foi utilizada a combinação de dois métodos PSM, o *Soft System Methodology* (SSM) para a estruturação do problema e definição de possíveis ações e o *Strategic Choice Approach* (SCA) para seleção dessas ações e avaliação das incertezas associadas. No contexto do conflito entre Fauna e as Operações Aéreas Militares foi sugerida a ação de eliminar os abrigos utilizando fogos de artifício, seguida da captura e translocação da fauna.

**Keywords:** *Problem Structuring Methods, Soft Systems Methodology, Pesquisa Operacional, Risco de Fauna.*

## Abstract

The Armed Forces of Brazil have specific aspects that differentiate them from the other State Organs, both in their structure and in their employment. Characteristics such as the need to operate throughout the national territory, at any time and at any moment, highlight these specificities and lead to situations that bring high complexity in the possible scenarios of action along the entire border extension characterizing it as a complex problem.

The Problem Structuring Methods known in the literature as PSM and belonging to Soft Operational Research are appropriate for complex problems characterized by having multiple objectives, uncertainties and different perspectives from those of stakeholders.

The objective of this work was to structure the problem of conflicts between the Armed Forces Air Operations and the wildlife in the Airport Security Area environment in a generic airfield context, with a view to minimizing human life and material losses, resulting from these conflicts and consequently maintenance of the operational capacity of the Air Force.

For this purpose, two PSM methods were combined: The Soft System Methodology (SSM) for structuring the problem and defining possible actions, and the Strategic Choice Approach (SCA) for selecting these actions and assessing the associated uncertainties. In the context of the conflict between wildlife and military air operations, it was suggested the action of eliminating shelters using fireworks, followed by the capture and translocation of wildlife.

**Keywords:** *Problem Structuring Methods, Soft Systems Methodology, Operational Research, Wildlife Risk.*

# **Sistema experto para la determinación de causas de falla en instalaciones frigoríficas industriales que trabajan con Freón**

**Hernán M. Marquina**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios

Paucarpata Arequipa –Perú, Arequipa 053

[migmar164@gmail.com](mailto:migmar164@gmail.com)

## **Abstract**

As of the present moment, the factories that utilize machinery and refrigerating technology that surpasses the 20 years of antique, which is why his productive systems suffer faults periodically exist. You exist besides, technical staff's scarcity specialized in the refrigerating space, what you impede to a large extent, making the maintenance and reparations, of more efficient way. Besides, you do not exist in our means, many computerized intelligent knowledge-based systems, that they allow determining the causes of faults in the majority of the refrigerating installations of the medians and small-size enterprises; That they be in the operating technical staff to the reach. The objective of work, within the topic of systems of application of knowledge, you are to develop by means of fast prototype's methodology, held in the pro-positional logic and rules of inference, a proposal of intelligent knowledge-based system, for the determination of causes of fault in refrigerating installations industrials that work with Freon, with an ample range of faults; In order to make easy and to reinforce the operating and hierarchic staff training of the area of production.

**Keywords:** *Intelligent knowledge-based system. Fast prototype's methodology. Causes of fault in refrigerating installations.*

## **Resumen**

En la actualidad, existen fábricas que utilizan maquinaria y tecnología frigorífica que sobrepasa los 20 años de antigüedad, por lo que sus sistemas productivos sufren fallas periódicamente. Existe, además, carencia de personal técnico especializado en el ámbito frigorífico, lo que impide en gran medida, efectuar el mantenimiento y las reparaciones, de manera más eficiente. Además, no existe en nuestro medio, muchos sistemas expertos computarizados, que permitan determinar las causas de fallas en la mayoría de las instalaciones frigoríficas de las medianas y pequeñas empresas; que estén al alcance del personal técnico operativo. El objetivo del trabajo, dentro del tópico de sistemas de aplicación del conocimiento, es desarrollar mediante la metodología de prototipado rápido, sustentado en la lógica proposicional y reglas de inferencia, una propuesta de sistema experto, para la determinación de causas de falla en instalaciones frigoríficas industriales que trabajan con freón, con un amplio rango de fallas; para facilitar y reforzar la capacitación del personal operativo y jerárquico del área de producción.

**Palabras clave:** *Sistema experto basado en conocimiento. Representación del conocimiento. Metodología de prototipado rápido. Causas de falla en instalaciones frigoríficas.*

# **Simulación y modelado 3D para análisis del congestionamiento vehicular en el ovalo de vallecito de la ciudad de Arequipa.**

**José Javier Zavala Fernandez**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios

Dirección: Av. Goyeneche 2411 Miraflores, Arequipa Perú.

[jzavala@unsa.edu.pe](mailto:jzavala@unsa.edu.pe)

**Edwin Eduardo Estremadoyro Escobar**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios

Dirección: Av. Independencia s/n Cercado, Arequipa Perú.

[eestremadoyro@unsa.edu.pe](mailto:eestremadoyro@unsa.edu.pe)

## **Abstract**

This paper presents the importance of the Simulation for the Visual Analysis of transport congestion in a road oval, identifying critical points; in order to optimize flow times, which will allow, based on the design and modeling, to propose schemes that allow optimizing this transport process, in that context. In this sense, a 3D simulation model was developed, which allows representing the transport behavior in which there are several inputs and several outputs, for which, the input variables of the model and the different variables were determined in the first instance functional relationships of the I/O process of vehicles around the oval. The Rockwell Software Arena Software was used, for the development and design of the 3D model, which allowed to visually show the movements and residence times generated by vehicular traffic.

In the development of the present study, some assumptions were made in the operation of the system (eg, mechanical failures of a vehicle, etc.), which in a real way could mean difficulty in the interpretation of road processes, however with the identification of the main input variables, it has been possible to establish, the improvement of the vehicular flow and thus substantially improve the operability of the transport processes, and with this through a time analysis, to demonstrate the improvement of this process of transport around an oval

**Keywords:** *Simulation, Optimization; Process improvement; 3d modeling, Road Transport Simulation*

## Resumen

En el presente trabajo se presenta la importancia de la Simulación para el Análisis visual de la congestión del transporte en un ovalo vial, identificando puntos críticos; para así, poder optimizar los tiempos de flujo, lo que permitirá en base al diseño y modelización proponer esquemas que permitan optimizar este proceso de transporte, en ese contexto. En este sentido se desarrolló un modelo de simulación en 3D, que permite representar el comportamiento del transporte en la cual hay la existencia de varias entradas y varias salidas, para lo cual, se determinó en primera instancia las variables de entrada del modelo y las diferentes relaciones funcionales del proceso de E/S de los vehículos alrededor del ovalo. Se usó el Software Arena de Rockwell Software, para el desarrollo y diseño del modelo en 3D, el cual permitió mostrar visualmente los movimientos y los tiempos de permanencia generados por el tráfico vehicular.

En el desarrollo del presente estudio se realizó algunos supuestos en el funcionamiento del sistema( por ej. .fallas mecánicas de un vehículo, etc.), el cual de manera real podría significar dificultad en la interpretación de los procesos viales, sin embargo con la identificación de las principales variables de entrada, se ha podido establecer, la mejora del flujo vehicular y así mejorar en forma sustancial la operatividad de los procesos de transporte, y con ello mediante un análisis de tiempos, , evidenciar la mejora de este proceso de transporte alrededor de un ovalo.

**Palabras clave:** *Simulación, Optimización; Mejora de Procesos; Modelado 3D, Simulación de Transporte Vial*

# **Un modelo híbrido basado en arboles de decisión y redes neuronales para predecir la deserción estudiantil en la educación superior privada peruana**

**A hybrid model based on decision trees and neuronal networks to preach the student desertion in the peruvian private superior education.**

**Alfredo Daza Vergaray**

Facultad de Ingeniería  
Universidad Privada César Vallejo Lima, Perú  
[adaza@ucv.edu.pe](mailto:adaza@ucv.edu.pe)

**David S. Mauricio Sánchez**

Facultad de Postgrado de Sistema y Informática  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú  
[dmauricios@unmsm.edu.pe](mailto:dmauricios@unmsm.edu.pe)

## **Resumen**

El presente trabajo propone un modelo híbrido basado en árboles de decisión y redes neuronales para predecir con alta precisión la deserción de los estudiantes, que es un problema complejo en la Educación Superior Peruana, en donde además se mejora la precisión obtenida por las técnicas de minería de datos: Redes Neuronales, Árboles de Decisión, Máquina de soporte de Vectores. Para el desarrollo del estudio se usó la metodología KDD, con la herramienta open source Rapid Miner Studio 6.4, para la selección de las 27 variables se utilizó 8 algoritmos de selección de variables, para el experimento se utilizaron 1761 datos de los estudiantes de la Universidad Privada César Vallejo Lima Este de Ingeniería de Sistemas para el entrenamiento y para el test se hicieron pruebas con 100 nuevos estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo Lima Norte, en donde se obtuvo una precisión con J48 de 87%, redes neuronales de 91%, SVM de 92%, AdTree de 85%, Randomforest de 96%, Simplecart de 89%, Jrip de 93% y por último se usó el modelo híbrido propuesto con una precisión de 98%, obteniendo mejores resultados que las técnicas antes mencionadas de manera independiente después de haber realizado las comparaciones con relación a la precisión.

**PALABRAS CLAVES:** *Algoritmos de Máquina de Aprendizaje, Deserción Universitaria, Predicción, Modelo híbrido*

# Software para toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones

## Software for investment decision making in the portfolio of shares

### **Juan Carlos Lizárraga Valdivia**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Dirección. Urb. Los consQUITADORES A1-2 Jose Luis Bustamente y Rivero Arequipa Perú  
[jlizarragav@unsa.edu.pe](mailto:jlizarragav@unsa.edu.pe)

### **Raquel Carrera Cano**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Dirección. Urb. Los consQUITADORES A1-2 Jose Luis Bustamente y Rivero Arequipa Perú  
[rcarrera1@unsa.edu.pe](mailto:rcarrera1@unsa.edu.pe)

### **José Zavala Fernández**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Dirección. Urb. Las Marías E-25 Paucarpata, Arequipa Perú  
[jzavala@unsa.edu.pe](mailto:jzavala@unsa.edu.pe)

### **Edwin Estremadoyro Escobar**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Dirección. Calle Moquegua 208 Dpto 201 Miraflores, Arequipa Perú  
[estremadoyro@unsa.edu.pe](mailto:estremadoyro@unsa.edu.pe)

### **Ismael Veliz Vilca**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de  
Producción y Servicios  
Dirección. Las Marías E-25 Paucarpata, Arequipa Perú  
[ivelizv@unsa.edu.pe](mailto:ivelizv@unsa.edu.pe)

## **Resumen**

El presente trabajo permite la aplicación de la teoría de portafolio utilizando un software que permita la selección óptima para el inversionista a través de la maximización del rendimiento o la minimización del riesgo. Según la teoría del portafolio la inversión bursátil debe realizarse en dos o más acciones; entendiendo por portafolio o cartera a la combinación de activos financieros. Para poder determinar la ganancia del portafolio debe considerarse en primer lugar el efecto de la diversificación es decir, integrar al portafolio la mayor cantidad de activos financieros; en segundo lugar, se debe considerar que las inversiones en cada activo financiero sean de carácter contracíclico, es decir que sus rendimientos tengan correlación negativa perfecta con relación a los rendimientos para cada par de activos financieros, puesto que esto permitiría maximizar la ganancia del portafolio, que consiste en maximizar el rendimiento asumiendo cierto nivel de riesgo o minimizar el riesgo, asumiendo cierto nivel de rendimiento. Para ello se elaboró un software que resuelve la decisión de inversión basada en la matriz de varianzas y covarianzas. El presente trabajo servirá para la toma de decisiones de inversión bursátil de manera óptima.

**Palabras clave.** *Portafolio, riesgo, rendimiento*

## **Abstract**

This work allows the application of the portfolio theory using software that allows the optimal selection for the investor through the maximization of the yield or the risk minimization. According to portfolio theory, stock market investment must be made in two or more actions; Understanding portfolio or portfolio to the combination of financial assets. In order to determine the portfolio's gain, the effect of diversification must first be considered, that is, to integrate the largest amount of financial assets into the portfolio; secondly, the investments in each financial asset should be considered to be countercyclical, that is to say that their returns have a perfect negative correlation in relation to the returns for each pair of financial assets, since this would maximize the portfolio's profit, which consists of maximizing performance assuming a certain level of risk or minimizing risk, assuming a certain level of performance. To this end, software was developed that solves the investment decision based on the matrix of variances and covariances. The present work would serve to make stock market investment decisions in an optimal way.

**Keywords.** *Portfolio, risk, performance*



# Modelos de inventarios con reabastecimiento instantáneo y con inventario de seguridad

**Luis A. Durand Romero.**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de ciencias Matemáticas, Lima, Perú.

[luis.durand.romero@gmail.com](mailto:luis.durand.romero@gmail.com)

## Abstract

Security stock is a term used in logistics to describe the extra level of stock that is kept in stock to deal with eventual stock breakage. Security stock is used to reduce uncertainties that occur in supply and demand. This research work analyzes the values that the level of safety inventory  $k$  can take, which is the constant that determines the correction factor of the safety inventory. In addition, the reorder time and the amount of reorder stock that are indicators for ordering a lot of size  $Q^*$  are determined. Finally, the inventory model with general safety inventory is presented with the respective cost sensitivity analysis.

**Keywords:** *Safety inventory, EOQ model with safety inventory, sensitivity analysis of inventory costs, sensitivity analysis with safety inventory.*

## Resumen

Stock de seguridad es un término utilizado en logística para describir el nivel extra de stock que se mantiene en almacén para hacer frente a eventuales roturas de stock. El stock de seguridad se utiliza para reducir las incertidumbres que se producen en la oferta y la demanda. Este trabajo de investigación hace un análisis de los valores que puede tomar el nivel de inventario de seguridad  $k$ , que es la constante que determine el factor de corrección del inventario de seguridad. Además, se determina el tiempo de reorden y la cantidad de stock de reorden que son indicadores para hacer un pedido de un lote de tamaño  $Q^*$ . Finalmente se presenta el modelo de inventario con inventario de seguridad general con el análisis de sensibilidad de costos respectivo.

**PALABRAS CLAVE:** *Inventario de seguridad, Modelo EOQ con Inventario de seguridad, análisis de sensibilidad de costos de inventario, análisis de sensibilidad con inventario de seguridad.*

## **Modelo de adquisición de conocimiento para un sistema experto de guía turístico**

**Ccarita Lupaca, Frank Ludwing**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

**Chávez Castillo, Dony Guillermo**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

**Delgado Uria, Andersson Aron**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

**Guerra Flores, Kevin Diego**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

**Julio Ramos Q.**

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

### **Resumen**

La contribución de este trabajo es presentar como una serie de pasos para capturar la experiencia de un guía turístico para utilizar las técnicas de Investigación de Operaciones, que pueden contribuir a preparar un viaje más placentero a un turista que visita la región Arequipa. Las técnicas involucradas son los modelos del problema del agente viajero, el problema de ruta más corta. De lo anterior el objetivo de esta investigación es crear un sistema experto que permita tener la decisión más óptima en costo y tiempo, a partir del orden de preferencia obtenido a través de un modelo, que para un visitante tienen un conjunto de parajes turísticos, le indique cuál o cuáles visitar y cuáles son los corredores turísticos a seguir, para que le proporcionen mayor satisfacción, de acuerdo con las restricciones por él establecidas.

# **Evaluación de la eficiencia operativa de las oficinas de un banco comercial peruano utilizando data envelopment analysis**

## **Operational efficiency evaluation of a peruvian bank branches using data envelopment analysis**

**Luis Clemente Moquillaza**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNMSM, Facultad de Ciencias Matemáticas.

e-mail: [lclementem@gmail.com](mailto:lclementem@gmail.com)

### **Resumen:**

El análisis envolvente de datos (Data Envelopment Analysis) es un método no paramétrico práctico para calcular la eficiencia de las unidades de una organización. El presente trabajo emplea este método en un programa de optimización creado con el software Lingo y Microsoft Excel aplicado sobre las oficinas de uno de los principales bancos del sistema financiero peruano. Se plantea el uso de dos escenarios (financiero/gestión y de venta) para el cálculo de la eficiencia global y técnica de cada oficina y se propone un sistema de ranking en base a la eficiencia media, análisis de ventana de tiempo y recurrencia como referencia en las soluciones para brindar a la gerencia una herramienta útil de gestión de la red de oficinas.

**Palabras clave:** *Análisis envolvente de datos; red de oficinas; eficiencia*

### **Abstract:**

Data envelopment analysis is a non-parametric practical method to compute efficiency on decision making units. The present work applies DEA on then branch network of one of the most important peruvian banks with a Lingo optimization model and a Microsoft Excel spreadsheet. The problem is solved under two approaches (financial/management and selling) in order to compute both global and technical efficiency of each individual branch. Additionally, a ranking system (based on average efficiency, time-windows analysis and benchmark-solution recurrence) is proposed as a management tool for the direction teams.

**Keywords:** *Data envelopment analysis; bank branches; efficiency*

# **Estruturação da Problemática do Conflito entre Fauna e Operações Aéreas utilizando uma Multimetodologia**

## **Structuring the Problem of Wildlife Conflict and Air Operations using a Multimethodology**

**Domenico Merrichelli II**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
São Jose dos Campos, SP, Brasil, CEP 12228-900 domenico@ita.br

**Geraldo M. L. Filho**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
São Jose dos Campos, SP, Brasil, CEP 12228-900 geraldolfi@icloud.com

**Leandro F. Assumpção**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
São Jose dos Campos, SP, Brasil, CEP 12228-900 smpemail@icloud.com

**Mischel Carmen N. Belderrain**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
São Jose dos Campos, SP, Brasil, CEP 12228-900 carmen@ita.br

### **Resumo**

As Forças Armadas do Brasil possuem aspectos específicos que as diferenciam dos demais Órgãos do Estado, tanto na sua estrutura como no seu emprego. Características como a necessidade de atuar em todo o território nacional, a qualquer tempo e a qualquer momento, evidenciam essas especificidades e acarretam situações que trazem alta complexidade nos possíveis cenários de atuação ao longo de toda a extensão fronteiriça caracterizando-o como um problema complexo. Os Métodos de Estruturação de Problemas conhecidos na literatura como PSM – *Problem Structuring Methods* e pertencentes à Pesquisa Operacional *Soft* são apropriados para problemas complexos caracterizados por possuir múltiplos objetivos, incertezas e perspectivas diferentes dos *stakeholders*. Este trabalho teve como objetivo estruturar o problema dos conflitos existentes entre as operações aéreas das Forças Armadas e a fauna no ambiente da Área de Segurança Aeroportuária em um contexto de um aeródromo genérico, visando minimizar perdas de vidas humanas e perdas materiais decorrentes desses conflitos e conseqüentemente a manutenção da capacidade operativa da Força. Para isso, foi utilizada a combinação de dois métodos PSM, o *Soft System Methodology* (SSM) para a estruturação do problema e definição de possíveis ações e o *Strategic Choice Approach* (SCA) para seleção dessas ações e avaliação das incertezas associadas. No contexto do conflito entre Fauna e as Operações Aéreas Militares foi sugerida a ação de eliminar os abrigos utilizando fogos de artifício, seguida da captura e translocação da fauna.

**Keywords:** *Problem Structuring Methods, Soft Systems Methodology, Pesquisa Operacional, Risco de Fauna.*

## Abstract

The Armed Forces of Brazil have specific aspects that differentiate them from the other State Organs, both in their structure and in their employment. Characteristics such as the need to operate throughout the national territory, at any time and at any moment, highlight these specificities and lead to situations that bring high complexity in the possible scenarios of action along the entire border extension characterizing it as a complex problem. The Problem Structuring Methods known in the literature as PSM and belonging to Soft Operational Research are appropriate for complex problems characterized by having multiple objectives, uncertainties and different perspectives from those of *stakeholders*. The objective of this work was to structure the problem of conflicts between the Armed Forces Air Operations and the wildlife in the Airport Security Area environment in a generic airfield context, with a view to minimizing human life and material losses, resulting from these conflicts and consequently maintenance of the operational capacity of the Air Force. For this purpose, two PSM methods were combined: The Soft System Methodology (SSM) for structuring the problem and defining possible actions, and the Strategic Choice Approach (SCA) for selecting these actions and assessing the associated uncertainties. In the context of the conflict between wildlife and military air operations, it was suggested the action of eliminating shelters using fireworks, followed by the capture and translocation of wildlife.

**Keywords:** *Problem Structuring Methods, Soft Systems Methodology, Operational Research, Wildlife Risk.*

# Realidad Virtual y Aumentada con Blender, Python y Arduino

**Giovanna I. Chuctaya Ocoruro**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[gchuctayao@una.edu.pe](mailto:gchuctayao@una.edu.pe)

**Lina L. Quispe Vilca**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[linaquispe796@gmail.com](mailto:linaquispe796@gmail.com)

**Sonia S. Mamani Lopez**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[smamanilopez2016@gmail.com](mailto:smamanilopez2016@gmail.com)

**Ismael Véliz Vilca**

(Asesor)

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[ismaelveliz4@gmail.com](mailto:ismaelveliz4@gmail.com)

## Abstract

In recent years, the use of virtual and augmented reality has increased in the field of video games, military, health, education, tourism, navigation, business and construction, which is why an interest has been seen to present a related work that supports our training and the development of new skills. The objective of the present work is to show that with free software and hardware such as Blender, Python and Arduino, and using 3D modeling algorithms, such as scaling, translation, rotation of 3d figures, it is possible to simulate and develop prototypes of virtual and augmented reality for interactive teaching and learning. The application of the work could be used to perform simulators and / or virtual laboratories for universities and / or schools, the design, promotion and sale of products and real estate, the design of buildings, houses, factories, vehicles, etc. also for activities such as virtual tourism, virtual tours, simulations and training supported by sensors that make you feel warm, touch, hearing, etc.

**Keywords:** *Augmented and Virtual Reality, Blender, Python, Arduino.*

## Resumen

En los últimos años el uso de la realidad virtual y aumentada se ha incrementado en el campo de los videojuegos, el militar, la salud, la educación, el turismo, la navegación, los negocios y la construcción, por tal se ha visto un interés para presentar un trabajo relacionado que apoye nuestra formación y el desarrollo de nuevas competencias. El objetivo del presente trabajo es mostrar que con software y hardware libre como es el Blender, Python y Arduino, y usando algoritmos de modelamiento en 3d, como son escalado, traslación, rotación de las figuras en 3d, se puede simular y desarrollar prototipos de realidad virtual y aumentada para la enseñanza y el aprendizaje interactivo. La aplicación del trabajo podría servir para realizar simuladores y/o laboratorios virtuales para universidades y/o escuelas, el diseño, promoción y venta de productos e inmuebles, el diseño de edificios, casas, fabricas, vehículos, etc. también para realizar actividades como turismo virtual, recorridos virtuales, realizar simulaciones y capacitaciones apoyado de sensores que te hacen sentir calor, tacto, oído, etc.

**Palabras clave:** *Realidad Aumentada y Virtual, Blender, Python, Arduino.*

# Aplicación del problema del Agente Viajero Extendido a Redes

**Hernán M .Marquina**

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios

Paucarpata Arequipa –Perú, Arequipa 053

[migmar164@gmail.com](mailto:migmar164@gmail.com)

## Resumen

El presente trabajo aborda el clásico problema del agente viajero, con una variante extendida a Redes, utilizando el método de la fuerza bruta y el método del ahorro, para obtener una solución óptima, en el recorrido por varios puntos de una red, y en algunos casos, solo se puede entrar y salir por el mismo punto y en otros casos no se puede pasar por un punto.

Se ha desarrollado un aplicativo, utilizando un lenguaje de programación de propósito general, para resolver el modelo del problema antes mencionado, y trazando la ruta óptima del problema mediante un graficador de redes en 2D.

La aplicación del trabajo podría darse por ejemplo, en el caso de los agentes vendedores de artefactos menores, que tienen que desplazarse por vía terrestre entre los diferentes pueblos, para poder cumplir con su objetivo de ventas, mediante un modelo optimizado de redes con distancias, costos y tiempos. El presente trabajo, también se puede aplicar en procesos de producción, indicando la secuencia de operaciones más óptima.

**Palabras Clave:** *Problema del agente viajero. Programación lineal entera. Diagrama de redes*

## Abstract

The present work discusses the classical problem of the traveling salesman with a variant extended to Redes ,, utilizing the method of brute force and the method of the saving to get an optimal solution from a net, in the journey for several points,, and in some cases, only one can enter and to leave all by himself point and in another cases you can not move for one point.

You have developed one application, utilizing a programming language of general purpose, to solve the model of the above- mentioned problem, and drawing the optimal route of the intervening problem a plotter of nets in 2D.

The application of work would be able to take place for example, in the event of the sales agents of minor appliances, that have to move around overland between the different towns, in order to be able to fulfill his objective of sales, by means of a model optimized of nets with distances, costs and times. The present I work, also it can be applicable in processes of production, indicating the sequence of more optimal operations.

**Key words:** *The traveling salesman's problem. Complete linear programming. Diagram of nets*

# **Modelo de implantación de un Erp basado en competencias organizacionales y su efecto en la operatividad plena en una empresa de hidrocarburos**

**Juan Fernando Ruelas Noa**

Maestro (C) en Ciencias Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de la Producción

## **Planteamiento del problema**

La adquisición e implantación de sistemas ERP por las empresas sigue siendo costosos, por razones propias de las complejidades de las TICs como producto y, por la escasez o la no presencia de gestiones rigurosas del manejo de factores críticos; a pesar de las consideraciones teóricas de previsión que los proveedores tienden a advertir a los usuarios compradores.

Sin embargo la búsqueda de ventajas competitivas y el deseo de alcanzar talla de competidores globales, la adquisición e implantación de sistemas ERP se hace necesario y trascendente en las empresas en pleno desarrollo y crecimiento.

Los problemas importantes de innegable presencia en este contexto que se pueden entrever son:

- Empirismos aplicativos Empirismos normativos
- Carencias de Recursos Humanos competentes Errores en la ejecución de funciones
- Aplicaciones informáticas dispersas no integrados
- Reflujos de implementaciones ERP de baja cohesión y conocimiento

Resumiendo estos problemas en uno, se tiene: DEFICIENCIAS Y INEFICACIAS FUNCIONALES EN LA IMPLANTACION DE ERP, que el presente trabajo pretende solucionar con la aplicación de un MODELO propuesto.

¿Cómo Implementar un modelo de ERP basado en competencias organizacionales (Factores críticos) que influya en el éxito de la operatividad plena del sistema en una empresa de hidrocarburos

## **Objetivo General**

Diseñar y Aplicar un modelo de implantación de sistemas ERP basado en competencias organizacionales y seguimiento en pro de una operatividad plena, buscando solucionar las anomalías de instalación y funcionamiento en una empresa internacional de hidrocarburos.

## **Objetivos Específicos**

- Seleccionar y resumir la teoría vigente relacionada con los modelos de implantación exitosa de ERP y operatividad plena.
- Describir analíticamente la situación actual de la gestión de la información en la empresa de hidrocarburos.
- Proponer un modelo de implementación de ERP y establecer la parte metodológica del modelo planteado, en la empresa de hidrocarburos
- Generar un plan de implementación del modelo de implementación exitosa del ERP, en una empresa de hidrocarburos.
- Evaluar el Modelo de implementación propuesto.
- Validar la propuesta del modelo en una empresa de hidrocarburos. Evaluar el modelo propuesto en la investigación realizada.



# **Propuesta de mejora en el ruteo y asignación de recursos de seguridad ciudadana para el incremento de eficiencia y disminución de los índices de criminalidad en un distrito de lima metropolitana**

**Bradith A. Zevallos Murillo**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú  
[bradith.zevallos@pucp.pe](mailto:bradith.zevallos@pucp.pe)

**Luis R. Polanco Garcia**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú  
[luis.polanco@pucp.pe](mailto:luis.polanco@pucp.pe)

**Alessandro O. Huaman Molina**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú  
[alessandro.huaman@pucp.pe](mailto:alessandro.huaman@pucp.pe)

**Jonatan E. Rojas Polo**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Ciencias e Ingeniería, Lima, Perú  
[jrojas@pucp.pe](mailto:jrojas@pucp.pe)

## **Abstract**

Citizen security, as well as other factors like as education, politics and health, directly influence people's quality of life, so that in the event of any disturbance of their stress patterns in the population. That is why crime has become one of the biggest social problems today, not only because of the biggest social problems today, not only because of the high criminal rates with growing patterns worldwide; but because the sense of insecurity perceived mainly by the population.

The main objective of this investigation is to optimize the police resources through the correct allocation and routing of patrols in the analyzed district. The investigation seeks to achieve greater territorial coverage of the police units, reducing criminal levels and increasing the perception of security in the population.

To achieve the proposed objectives, a system for the assignment and routing of police patrols will be developed, using operational research tools. Initially, linear programming will be used to find the best used to find the best allocation of patrol resources based on time and space variables. For this, restrictions will be formulated that consider population density and crime frequency. Finally, with the assignment already validated, patrol routes will be defined that minimize the routes and increase the frequency of visits in areas with a higher crime rate (critical points), using the algorithm known as VRP ( Vehicle Routing Problem), both for passing personnel or those who use a vehicle.

**Keywords:** *Patrolling, Security, Citizen, VRP, TSP, Crime, Routing, Assignment.*

## Resumen

La seguridad ciudadana al igual que otros factores como la educación, política y salud, influyen directamente en la calidad de vida de las personas, de forma que ante alguna perturbación de ella generan cuadros de estrés en la población. Es por ello, que la criminalidad se ha venido convirtiendo en uno de los mayores problemas sociales en la actualidad, no solo por las altas tasas delictivas con patrones crecientes a nivel mundial; sino por la sensación de inseguridad percibida por la población.

El principal objetivo de esta investigación es optimizar la eficiencia de los recursos policiales a través de la correcta asignación y ruteo de patrullas en el distrito analizado. Con ello, se busca alcanzar una mayor cobertura territorial de las unidades policiales, disminuyendo los niveles delictivos y aumentando la percepción de seguridad en la población.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se desarrollará un sistema de asignación y ruteo de patrullas policiales, empleando herramientas de investigación operativa. Inicialmente, se recurrirá a la programación lineal con el fin de encontrar la mejor asignación de recursos de patrullaje en base a variables de tiempo y espacio. Para ello, se formularán restricciones que consideren la densidad poblacional y frecuencia de crimen. Finalmente, con la asignación ya validada, se definirán rutas de patrullaje que minimicen los recorridos y aumenten la frecuencia de visitas en zonas con mayor índice delincencial (puntos críticos), haciendo uso del algoritmo conocidos como CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem), tanto para el personal de paso o que emplee algún vehículo.

**Palabras clave:** *Patrullaje, seguridad, ciudadana, VRP, TSP, criminalidad, ruteo, asignación.*

# Mejora de los indicadores de costo en una metalmecánica mediante el uso de un modelo de optimización matemática en la producción

**Andia Inca, Rubi Xiomara**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
[rubi.andia@pucp.edu.pe](mailto:rubi.andia@pucp.edu.pe)

**Celestino Loarte, Erik Nilton**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
[ecelestino@pucp.edu.pe](mailto:ecelestino@pucp.edu.pe)

**Merino Gordillo, Raul Elias**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
[raul.merino@pucp.pe](mailto:raul.merino@pucp.pe)

**Vergara Revatta, Oscar Roque**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
[oscar.vergara@pucp.edu.pe](mailto:oscar.vergara@pucp.edu.pe)

**Jonatán Edward Rojas Polo**

Pontificia Universidad Católica del Perú  
[jrojas@pucp.edu.pe](mailto:jrojas@pucp.edu.pe)

## Resumen

Esta investigación nace de la problemática de una empresa peruana metalmecánica líder en su rubro; ubicada en la provincia constitucional del Callao, dedicada a la fabricación de pernería y demás artículos de sujeción para la industria minera, constructora y ferretera; con 48 años en el mercado abasteciendo los diversos proyectos mineros y de gran infraestructura a nivel nacional e internacional. La problemática observada en el último año ha sido la baja rentabilidad de muchos de sus productos, reflejada en las bajas utilidades para la empresa; así que, se está analizando cuales son los verdaderos problemas. Para analizar la problemática, se realizará estudio de tiempos, análisis de costos de fabricación, así como un estudio de capacidad de planta con respecto a la demanda. Por último, se aplicó un modelo de optimización matemático que permite establecer las cantidades mínimas a producir para generar una mayor rentabilidad e incrementar así la utilidad en un 5 a 10% con respecto a la situación actual, US\$ 307,606.2.

**Palabras claves:** *Metal mecánica; Modelo de optimización para la reducción de costos; Modelo matemático en una metalmecánica.*

# Prototipo de control de botaes en curtiembre

**Gianella M. Espiritu Gómez**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[gespiritu@unsa.edu.pe](mailto:gespiritu@unsa.edu.pe)

**Percy Huisa Cordova**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[percy\\_23\\_95@hotmail.com](mailto:percy_23_95@hotmail.com)

**Angi Y. Pari Charaja**

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[yerali2512@gmail.com](mailto:yerali2512@gmail.com)

**Ismael Véliz Vilca**

(Asesor)

De la Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios  
[ismaelveliz4@gmail.com](mailto:ismaelveliz4@gmail.com)

## Abstrac

There are currently many tanneries in the industrial park of Rio Seco, in which the machines used are not automated. For example, the booties are controlled manually, the operators control with traditional methods the rotation and time of the engine, to carry out the procedures of mixing, neutralizing, among others. The objective of this work is to show that with free software and hardware such as the Arduino, low-cost program, can be used to control machines that work with this type of engines, this is the case of a tannery's booties for in this way improve productivity in these companies. This work can be implemented in real companies such as tanneries, laundries or similar. The work it will allow to control the rotation, speed, engine time as HMI via bluetooth connection. It can also be used for teaching courses such as automation, simulation, programming.

**Keywords:** *Arduino, engines, booties.*

## Resumen

Actualmente existen muchas curtiembres en el parque industrial de Rio Seco, en las cuales las maquinas utilizadas no están automatizadas. Por ejemplo, los botaes son controlados manualmente, los operarios controlan con métodos tradicionales el giro y tiempo del motor, para realizar los procedimientos de mezclado, neutralizado, entre otros. El objetivo del presente trabajo es mostrar que con software y hardware libre como es el arduino, programa de bajo costo, puede ser usado para controlar máquinas que funcionan con este tipo de motores este es el caso de botaes de una curtiembre para de esta manera mejorar la productividad en estas empresas. El presente trabajo puede ser implantado en empresas reales como es el caso de curtiembre, lavanderías o similares. El trabajo permitirá controlar el giro, la velocidad y el tiempo de motor como HMI mediante conexión bluetooth. También puede servir para enseñanza en cursos como automatización, simulación, programación.

**Palabras clave:** *Arduino, motores, botaes.*

# Modelo Dinámico para la Gestión de Unidades Productivas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**Giovana M. Valverde Ayala**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática  
Av. Venezuela s/n, Lima, Perú, 01  
[gvalverdea@unmsm.edu.pe](mailto:gvalverdea@unmsm.edu.pe)

## Resumen

Un nuevo concepto de organización se viene forjando para obtener ventajas competitivas, basada en la capacidad de aprender con mayor rapidez que los competidores, esto debido a que, al crecer la interconexión en el mundo, la complejidad y el dinamismo en los negocios, el trabajo se vincula cada vez más con el aprendizaje. Las organizaciones que cobrarán relevancia en el futuro serán las que descubran como aprovechar el entusiasmo y la capacidad de aprendizaje de la gente en todos los niveles de la organización. Para construir esta nueva organización llamada “Organización Inteligentes” es necesario tener en cuenta nuevas componentes, (Pensamiento Sistémico, Dominio Personal, Modelos Mentales, Construcción de una visión compartida, Aprendizaje en equipo), cada una es decisiva para la construcción de las demás, tal como ocurre en cualquier conjunto. El pensamiento sistémico es la quinta disciplina, es la disciplina que integra las demás disciplinas, fusionándolas en un cuerpo coherente de teoría y práctica. Los sistemas sociales empresariales son esencialmente *dinámicos*, y para el tratamiento de los sistemas dinámicos aparece una nueva metodología denominada Dinámica de Sistemas. La propuesta desarrollada en el presente trabajo es un Modelo Dinámico para la Gestión de la UNMSM, integrando el modelo Balanced Scorecard (BSC), el Pensamiento Sistémico y la metodología de Dinámica de Sistemas para analizar los efectos a mediano y largo plazo de los cambios en el sistema empresarial.

**Palabras Claves:** *Modelo Dinamico, Balanced Scorecard, Enfoque Sistémico, Dinámica de Sistemas*

# Optimización de cuadrillas de trabajo para instalación de obras eléctricas usando programación por metas

**Wilmer J. Atoche Díaz**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú,  
[watoche@pucp.edu.pe](mailto:watoche@pucp.edu.pe)

**Víctor D. Farro Díaz**

, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú  
[vdfarro@pucp.edu.pe](mailto:vdfarro@pucp.edu.pe)

**Yamileth A. Román Torres**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú  
[yamileth.roman@pucp.edu.pe](mailto:yamileth.roman@pucp.edu.pe)

## Abstract

This article shows the determination of the optimal work team for the execution of low or medium voltage electrical works. The main objectives were evaluated, being: the effective duration of the work the main goal, and the cost of the staff the second goal. The model is based on the optimization of the execution time of the electrical works carried out in the different districts of Lima and at the same time the cost of the composition of the work team is optimized. Using an optimization model of linear programming by goals, which has both objectives (multiple- objectives) mentioned, it is concluded that for low-voltage works is considered a team consisting of 2 operators and 3 assistants, and for medium voltage works consider a team consisting of 3 workers and 4 assistants.

**Keywords:** *Electrical works, work team, multiple objectives.*

## Resumen

El presente artículo muestra la determinación de la cuadrilla óptima de trabajo para la ejecución de obras eléctricas de baja o media tensión. Se evaluaron los objetivos principales, siendo: la duración efectiva de la obra la principal meta, y el costo del personal la segunda meta. El modelo se basa en la optimización del tiempo de ejecución de obras eléctricas efectuadas en los diferentes distritos de Lima y al mismo tiempo se optimiza el costo de la composición de la cuadrilla. Usando un modelo de optimización de programación lineal por metas, que tiene los dos objetivos (multiobjetivos) mencionados, se concluye que para las obras de baja tensión se considera una cuadrilla conformada por 2 operarios y 3 ayudantes, y para las obras de media tensión se considera una cuadrilla conformada por 3 operarios y 4 ayudantes.

**Palabras claves:** *Obras eléctricas, equipos de trabajo, programación por metas.*

# Optimización del proceso de atención de pacientes en un hospital público usando simulación de eventos discretos

**Alexis A. Aliaga Rojas**

, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú  
[a.aliagar@pucp.pe](mailto:a.aliagar@pucp.pe)

**Sergio O. Lopez Paucar**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú  
[sergio.lopez@pucp.pe](mailto:sergio.lopez@pucp.pe)

**Wilmer J. Atoche Díaz**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima-Perú,  
[watoche@pucp.edu.pe](mailto:watoche@pucp.edu.pe)

## Abstract

This article describes the use of an optimization model for hospital resources; doctors and beds, in a public hospital that serves the southern area of Lima. The model is based on the analysis of patient care processes in two critical areas; the area of emergencies and the area of clinical offices, places where hospitalization admission procedures begin. The methodology begins by analyzing the historical data of the care by type of patient and type of care, the simulation model of discrete events of the processes of patient care is built in the Arena 14.7 software, the optimal amount of The necessary resources in different areas such as emergencies, clinical offices and hospitalization, finally, the outputs of the current care process and the simulated proposed process are analyzed comparatively. The most significant conclusion is the reduction in patient waiting time and the improvement of hospital management indicators.

**Keywords:** *Optimization, hospital resources, public hospital.*

## Resumen

El presente artículo describe la utilización de un modelo de optimización de los recursos hospitalarios; médicos y camas, en un hospital público que atiende el área sur de Lima. El modelo se basa en el análisis de los procesos de atención de pacientes en dos áreas críticas; el área de emergencias y el área de consultorios clínicos, lugares donde se inician los procedimientos de ingreso a la hospitalización. La metodología se inicia analizando los datos históricos de las atenciones por tipo de paciente y tipo de atención, se construye el modelo de simulación de eventos discretos de los procesos de atención de pacientes en el software Arena 14.7, se procede a calcular la cantidad óptima de recursos necesarios en diferentes áreas como emergencias, consultorios clínicos y hospitalización, finalmente se analiza comparativamente las salidas del proceso de atención actual y el proceso propuesto simulado. La conclusión más significativa es la reducción del tiempo de espera del paciente y la mejora de los indicadores de gestión del hospital.

**Palabras clave:** *Optimización, recursos de hospital, hospital público.*



UNSA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN