



# 13<sup>th</sup> Mexican International Conference on Artificial Intelligence



## An Ant Colony System Metaheuristic for Solving a Bi-Objective Purchasing Scheduling Problem

M. Sc. José Francisco Delgado Orta.



# The Purchasing Scheduling Problem (PSP)



**Scenario: orders placed by an assistant or manager in a purchasing department.**

Supplier Product		HP	Dell	Office Depot	Office Max	...
1	Computer	\$1,000	\$2,000	\$0	\$0	...
2	Printer	\$500	\$700	\$0	\$0	...
3	Scanner	\$1,000	\$2,000	\$0	\$0	...
4	Desk	\$0	\$0	\$1,500	\$1,000	...
5	Chair	\$0	\$0	\$3,000	\$2,500	...
...	...	...	...	...	...	...
10000	...	...	...	...	...	...

Available funds: \$50,000

# Input instance of PSP

Problem  
description

Input sets

```
ArchDescrip 1 pedido: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
NOMBRE_PROBLEMA: ASIGNACION_DE_RECURSOS -DESCRIPCION-
INFO_PRODUCTOS
[IdPedido,IdProducto,NEncargado,NProducto,Descripcion,Proveedor,PrecioUnitario]
1Y4YJacinto PerezYEscritorioYEscritorio tipo officerYOffice DepotY44678Y789Y
1Y55YJacinto PerezYCinta de aislarYCinta de aislar de PVC color rojoYSterenYPT-13RoY14Y
1Y175YJacinto PerezYMemoria USBYMemoria flash cruzer 16 gb roja usb 2.0YSanDiskY6546RREV175Y
1Y111YJacinto PerezYTabletYTablet Icon Tab A, exelente rendimientoYAceryserie-AV8000Y
1Y132YJacinto PerezYCable HDMIYcable plano HDMI extra plano de lujo 2 mYMaster ComputerYCM-HDMI2DY179Y
1Y83YJacinto PerezYlibroYPC cuaderno software gratuitoYSantillanaY66659987-336Y210Y
1Y37YJacinto PerezYImpresoraYLaserJet Enterprise, alta velocidad, red ethernet, interfaz externaYHPY575F MFPY10999Y
1Y79YJacinto PerezYNo BreakYMicro SR trabaja con software Intelisoft de ISB, que permite programar el cierre de todas las apli
1Y136YJacinto PerezYProyectorYProyector mediano portatilYLGYHx350tY7113Y
1Y158YJacinto PerezYImpresora, scannerYMultifuncional laserjet negroYHPY1536DNFY6440Y
1Y22YJacinto PerezYMemoria RAMYMemoria RAM DDR3 2 GBSYAceryACER-234Y1500Y
1Y175YJacinto PerezYMemoria USBYMemoria flash cruzer 16 gb roja usb 2.0YSanDiskY6546RREV175Y
1Y74YJacinto PerezYImpresora y faxYImpresora y fax de lata velo
1Y179YJacinto PerezYMemoria USBYMemoria flash 16gb usb 2.0YSan
1Y12YJacinto PerezYTecladoYTeclado genericoYToshibaY3336545Y500Y
1Y161YJacinto PerezYDVD Ydvd rom slim sata negroYSamsungY66654Y
1Y34YJacinto PerezYComputadora de escritorioYInspiron, poco esp
1Y152YJacinto PerezYInhibidor de señalYEliminador de señal de c
1Y78YJacinto PerezYCompensador de voltajeYCompensador de volta;
```

```
ArchEntrada 1 pedido: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
NOMBRE_PROBLEMA: ASIGNACION_DE_RECURSOS
INFO_PRODUCTOS
[IdProducto,PrecioUnitarioProducto,IdProveedor,IdCicloPedido,Priorizacion,IdCategoria]
1 9575 1 2011 1 1
2 1000 4 2012 3 4
3 500 5 2045 2 4
4 789 6 2345 4 4
5 88996 3 1234 5 1
15 7000.45 14 2022 15 3
6 120000 2 2011 6 2
7 10000 1 2011 7 1
8 2500 7 2020 8 4
INFO PRESUPUESTO
[IdPresupuesto,IdCicloPedido,PresupuestoDisponible]
1 1234 25000
2 2003 50000
3 2004 40000
4 2005 65000
5 2006 30000
6 2007 80000
7 2008 75000
8 2009 55000
9 2010 48000
10 2011 40500
INFO_ENCARGADO
[IdEncargado,IdCicloPedido]
1 1234
PEDIDOS
[IdPedido]
[IdPresupuesto]
[IdEncargado]
[IdProducto,UnidadesDeProducto]
*
1
1
4 9
55 6
175 2
```

# Purchasing plans

Quantity to purchase

Quantity feasible to purchase according to the ant algorithm

Algoritmo de sistema de colonia de hormigas

Ejecutar algoritmo

Resultado

Número	Encargado	Producto	Descripción	Proveedor	Modelo	Precio	Unidad	Unidad	SubTotal	Presupuesto
1	Jacinto Perez	Escritorio	Escritorio tipo office	Office Depot	4467B	789	6	4	4734.0	
		Cinta de aislar	Cinta de aislar de PVC color rojo	Steren	PT-13RQ	14	8	4	56.0	
		Memoria USB	Memoria flash cruzer 16 gb roja usb 2.0	SanDisk	6546RRE	175	2	1	175.0	
		Tablet	Tablet Icon Tab A, excelente rendimiento	Acer	serie-A	8000	6	1	8000.0	
		Cable HDMI	cable plano HDMI extra plano de lujo 2 m	Master Computer	CM-HDMI2D	179	10	5	895.0	
		Libro	PC cuaderno software gratuito	Sanitilana	666599B7-336	210	3	0	0.0	
		Impresora	LaserJet Enterprise, alta velocidad, red eth...	HP	M1575MFP	10999	8	0	0.0	
		No Break	Micro SR trabaja con software Intelisoft d...	ISB	Micro SR	9899	7	0	0.0	
		Proyector	Proyector mediano portatil	LG	Hx350t	7113	9	0	0.0	
		Impresora, scanner	Multifuncional laserjet negro	HP	M1536DNF	6440	7	0	0.0	
		Memoria RAM	Memoria RAM DDR3 2 GB8	Acer	ACER-234	1500	5	0	0.0	
		Memoria USB	Memoria flash cruzer 16 gb roja usb 2.0	SanDisk	6546RRE	175	8	0	0.0	
		Impresora y fax	Impresora y fax de lata velocidad monocro...	Lexmark	X464DE	2500	5	0	0.0	
		Memoria USB	memoria flash 16gb usb 2.0	SanDisk	55526HYU	175	8	0	0.0	
		Teclado	Teclado generico	Toshiba	3336545	500	3	0	0.0	
		DVD	dvd rom slim sata negro	Samsung	66654224	1565	2	0	0.0	
		Computadora de escritorio	Inspiron, poco espacio con potente proce...	DELL	Inspiron 660s	5999	7	0	0.0	
		Inhibidor de señal	Eliminador de señal de celular portatil	Jammer	E0201	4406	10	0	0.0	
		Compensador de voltaje	Compensador de voltaje CVR tension 12...	ISB	CVR1000	899	8	0	0.0	
									13860.0	25000

Imprimir

Improvement area

Related Costs

# Related Poster



## An Ant Colony System Metaheuristic for Solving a Bi-Objective Purchasing Scheduling Problem

José Francisco Delgado Cruz<sup>1</sup>, José Antonio Coronel Hernández<sup>1</sup>, Laura Cruz Reyes<sup>2</sup>, Alejandro Palacios Sepúlveda<sup>3</sup>, Christian Ayala Escobedo<sup>4</sup>, Edith Montemayor Contreras<sup>1</sup>, Jorge Osorio Barajas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Mar  
<sup>2</sup>Universidad Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero  
<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur



### The Purchasing Scheduling Problem (PSP)

Scenario: orders placed by an assistant or manager in a purchasing department.

Product	Supplier	Unit	Cost	Office	Office	Office
1	Computer	\$1,000	\$1,000	\$0	\$0	—
2	Printer	\$500	\$700	\$0	\$0	—
3	Scanner	\$1,000	\$1,000	\$0	\$0	—
4	Desk	\$0	\$0	\$1,000	\$1,000	—
5	Chair	\$0	\$0	\$1,000	\$1,000	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—

Available funds: \$20,000

### PSP Formulation

**PSP sets:**  
 $P$  is the set of products to be supplied, to other words an inventory catalog with a product.  
 $S$  is the set of suppliers of the product catalogue, requested by a purchaser with an supplier.  
 $A$  is a set of available funds for a purchaser, with a number  $a_j$  for each order  $k$ , where each item negative fund as assigned to a purchase.

**PSP variables:**  
 $c_{ij}$  is the economic cost for each product  $i$  of the supplier  $j$ .  
 $a_{ij}$  is a decision integer variable with values  $\{1, 2, \dots\}$ , one if the product  $i$  is assigned to the supplier  $j$  in the order  $k$ , zero in otherwise.

Order representation  $G_k$ :

Products	Suppliers
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	1
50	1
51	1
52	1
53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	1
60	1
61	1
62	1
63	1
64	1
65	1
66	1
67	1
68	1
69	1
70	1
71	1
72	1
73	1
74	1
75	1
76	1
77	1
78	1
79	1
80	1
81	1
82	1
83	1
84	1
85	1
86	1
87	1
88	1
89	1
90	1
91	1
92	1
93	1
94	1
95	1
96	1
97	1
98	1
99	1
100	1

Objectives of PSP  
 Maximization of satisfied demands ( $f$ ): Profit

$$\max f = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij} \cdot c_{ij}}{c_{ij}}$$

Minimization of purchasing costs (g): Cost

$$\min g = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij} \cdot c_{ij}}{c_{ij}}$$

\*Pareto's front in Multi Objective Optimization (MOP): solution of a MOP is represented by a set of solutions that are mutually in conflict, due to the non dominance of objective values.

### Mathematical approach

$$\maximize x = f - g \quad \text{Profit Cost minimization}$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot c_{ij} \leq F, \quad F \in \{1, 2, \dots, 100\}$$

$$a_{ij} \in \{0, 1\}, \quad 1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq j \leq m, \quad m \in \{1, 2, \dots, 100\}$$

Assignment rules



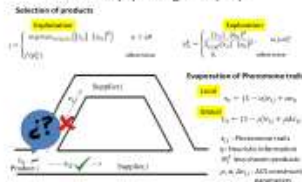
### Methodology of Solution



### Ant Colony Optimization



### The Ant Colony System Algorithm (ACS)



### Experiments

Input instances

Ant colony system with 100 ants.

Order	Product	Supplier	Cost	Profit
1	100	100	10000	10000
2	100	100	10000	10000
3	100	100	10000	10000
4	100	100	10000	10000
5	100	100	10000	10000
6	100	100	10000	10000
7	100	100	10000	10000
8	100	100	10000	10000
9	100	100	10000	10000
10	100	100	10000	10000
11	100	100	10000	10000
12	100	100	10000	10000
13	100	100	10000	10000
14	100	100	10000	10000

ACS Parameters

$\alpha = 0.1, \beta = 0.5, \rho = 0.5, \tau = 1.0$  generations, 10 ants per colony

### Results

Iteration	Objective	Profit	Cost	Value	Value
1000	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1001	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1002	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1003	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1004	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1005	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1006	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1007	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1008	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1009	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00
1010	10.00	0.0000	0.0000	0.0000	100.00

Final Pareto front

Final Pareto front

Final Pareto front

Final Pareto front

Final Pareto front

For your attention

**Thank you**



Contact: [francisco.delgado.orta@gmail.com](mailto:francisco.delgado.orta@gmail.com)