

Minimización del desperdicio en el problema del corte unidimensional con el algoritmo de Optimización del Búfalo Africano

- Alumno: M. TIC's. Leonardo Javier Montiel Arrieta
- Asesor: Dr. Irving Barragán Vite

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



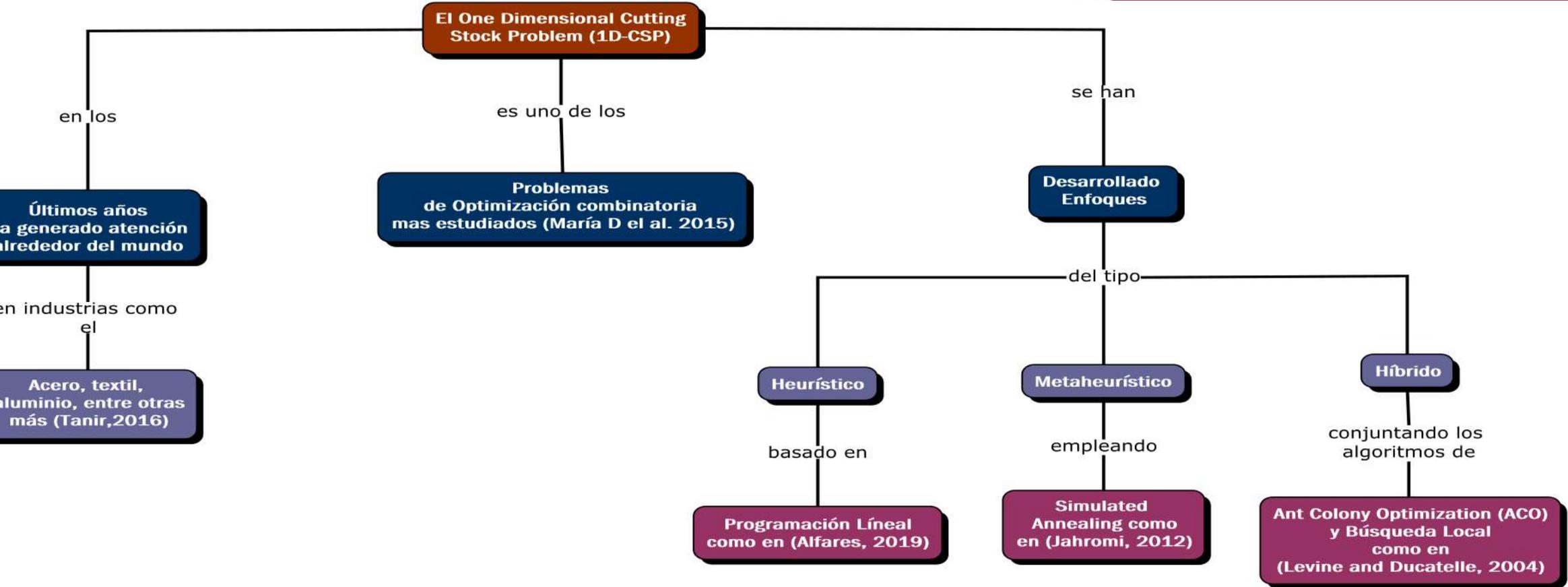
Contenido

- Planteamiento del Problema
- Justificación
- Objetivo Principal
- Estado del Arte 1D-CSP
- Estado del Arte – Enfoques Metaheurísticos
- African Buffalo Optimization (ABO)
- Función Objetivo
- Representación de la Solución
- Construcción del nuevo bgmax
- Diagrama de Flujo del ABO en el 1D-CSP
- Pruebas
- Conclusiones
- Referencias Bibliográficas

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Planteamiento del Problema



I
C
B
I

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible

Figura 1. Planteamiento del problema-A .

Planteamiento de Problema

I
C
B
I

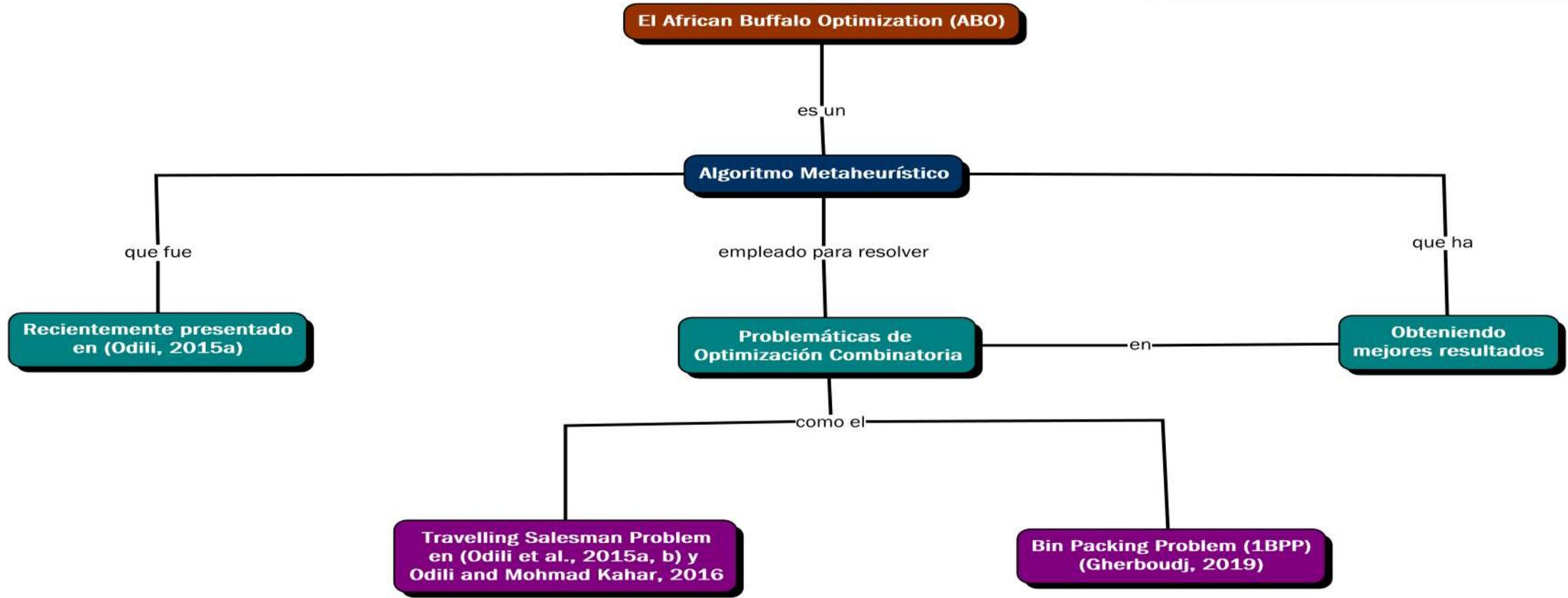


Figura 2. Planteamiento del problema-B.

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



Justificación

- Proponer un nuevo enfoque que minimice el desperdicio.
- Promover la reducción de residuos hacia el medio ambiente
- El ABO ya fue empleado en una problemática de Corte y Empaque, siendo más precisos en el 1BPP (One dimensionnal Bin Packing Problem).

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Objetivo Principal

- Realizar la implementación del ABO en el problema de corte de una dimensión y probar su eficiencia para minimizar el desperdicio total mediante el uso de diferentes instancias de prueba

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Estado del Arte 1D-CSP

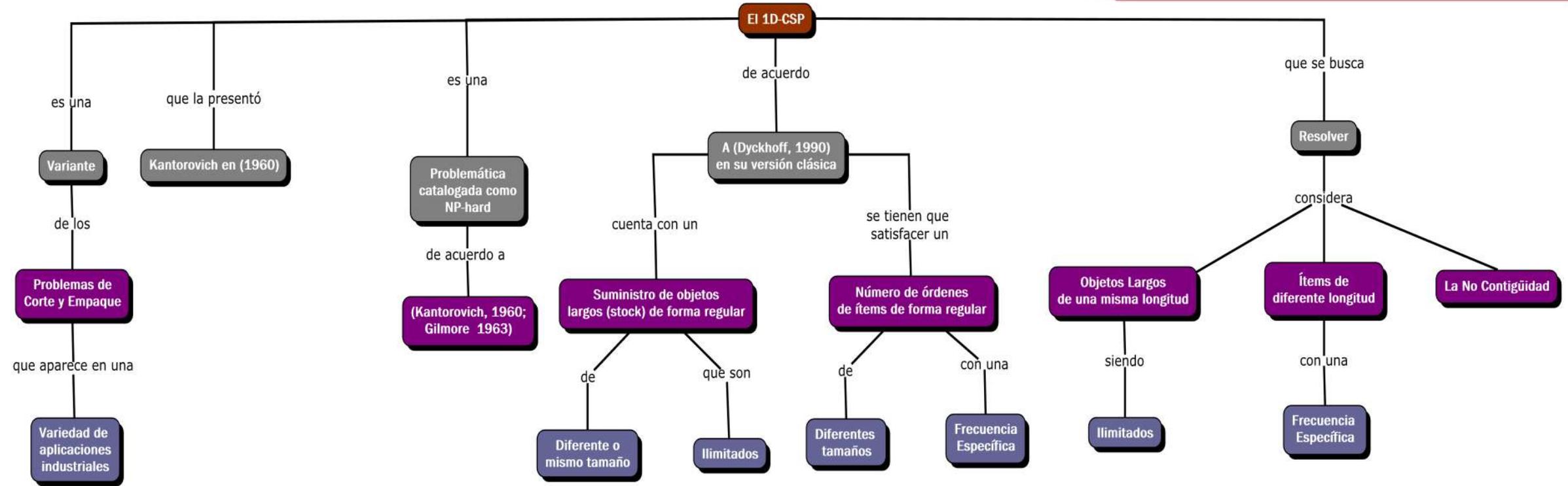


Figura 3. Estado del Arte 1D-CSP.

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



Estado del Arte – Enfoques Metaheurísticos

I
C
B
I

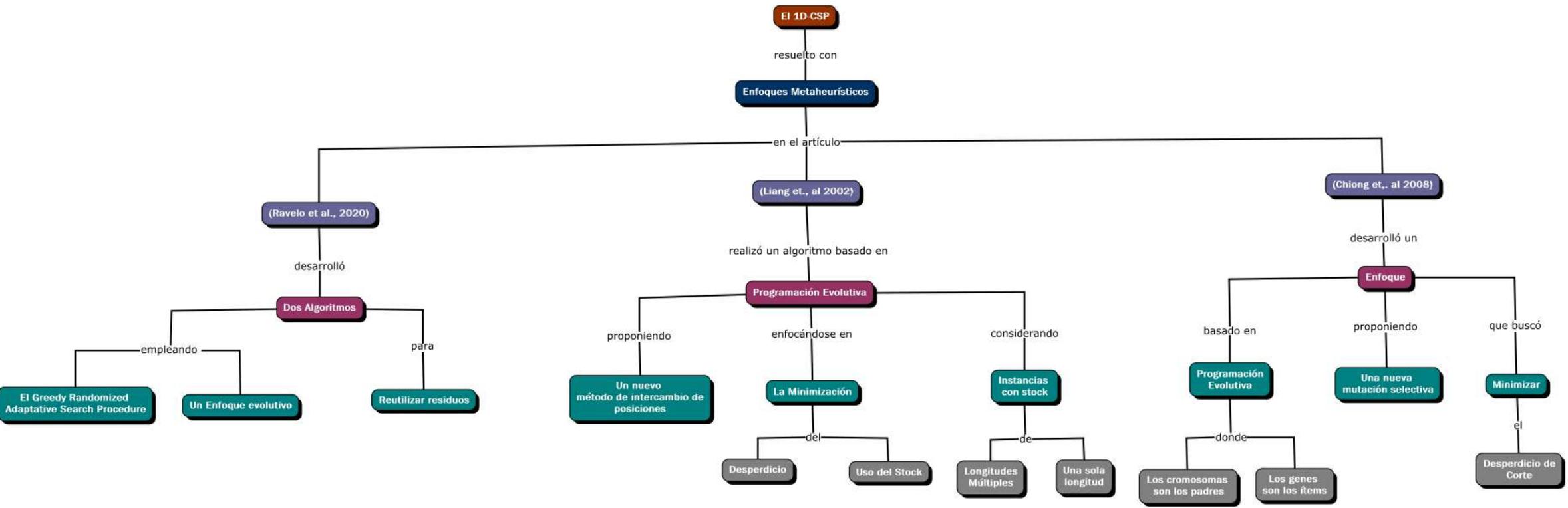


Figura 4. Estado del Arte del 1D-CSP con enfoques metaheurísticos.

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



African Buffalo Optimization (ABO)

1. Función Objetivo $f(x)$ $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$.
2. Inicialización: se colocan los búfalos aleatoriamente en los nodos en el espacio de la solución.
3. Actualiza el fitness de cada búfalo con la **Ecuación 1**.

$$m.k + 1 = m.k + lp1(bgmax - w.k) + lp2(bpmax.k - w.k)$$

Cálculo del fitness de cada búfalo. **Ecuación 1**.

Donde $w.k$ y $m.k$ representan los movimientos de exploración y explotación respectivamente del búfalo k^{th} ($k=1,2,\dots, N$); $lp1$ y $lp2$ son factores de aprendizaje, que pueden tener valores entre 0.1 a 0.6; $bgmax$ es el mejor fitness de la manada y el $bpmax.k$ es el mejor de cada búfalo.

4. Se actualiza la ubicación del búfalo k ($bpmax.k$ y $bgmax$) usando la **Ecuación 2**.

$$w.k + 1 = \frac{w.k + m.k}{\pm 0.5 (\lambda)}$$

Calcula la nueva posición del búfalo k . **Ecuación 2**.

5. Si el $bgmax$ se actualiza, entonces se procede ir al paso 6. Si no es así, se deriva al paso 2.
6. Si aún no se alcanza el criterio de parada, se procede a regresar al paso 3, en caso contrario se procede dirigirse al paso 7.
7. Se emite la mejor solución.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Función Objetivo

$$w = \sum_{j=1}^m l_j - lp_j$$

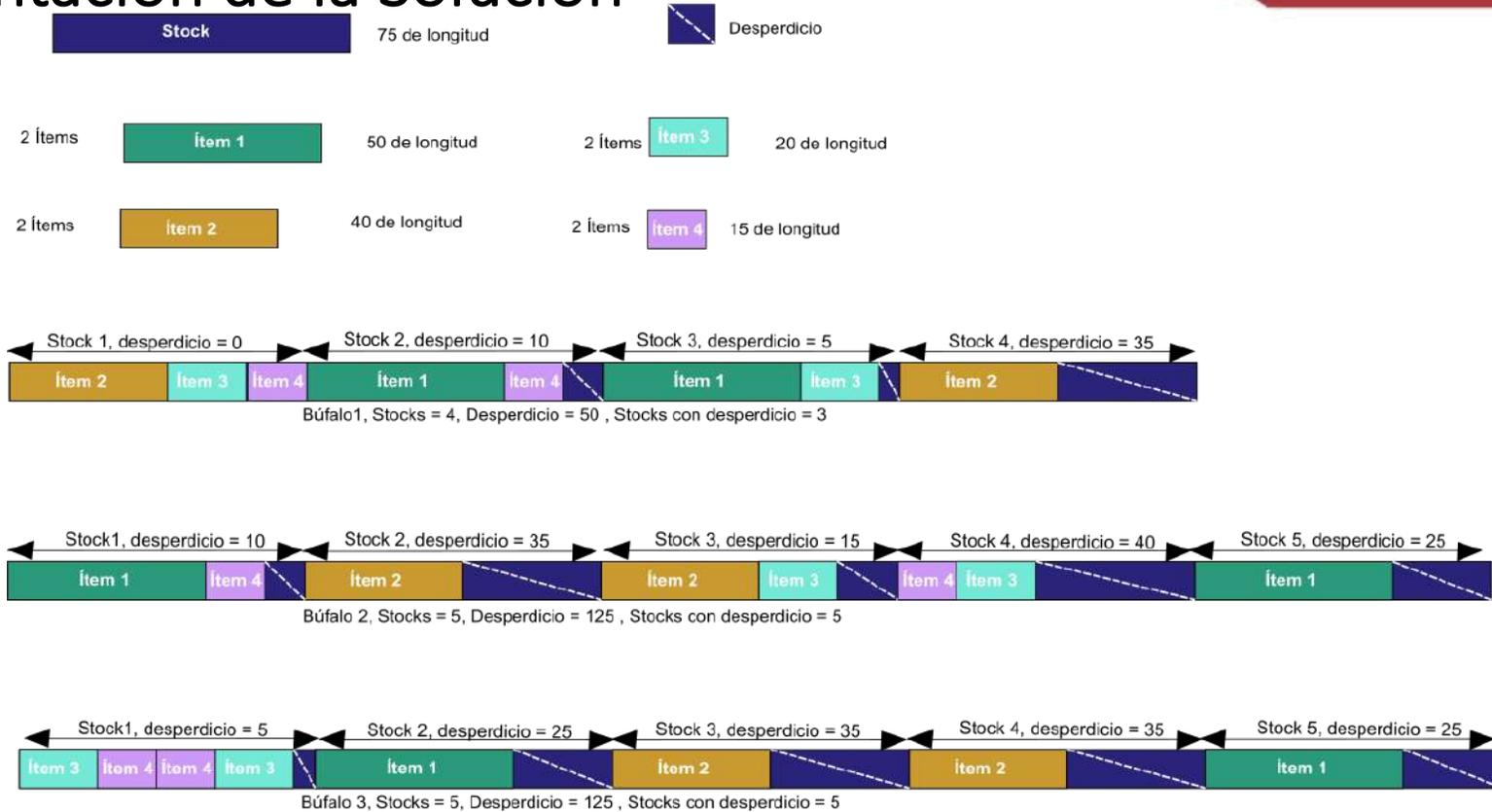
Ecuación 3.

- w = desperdicio total generado
- j = stock
- l = longitud del stock (objetos largos) disponible
- lp = longitud del patrón de corte
- m = total de objetos largos empleados

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Representación de la Solución



Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible

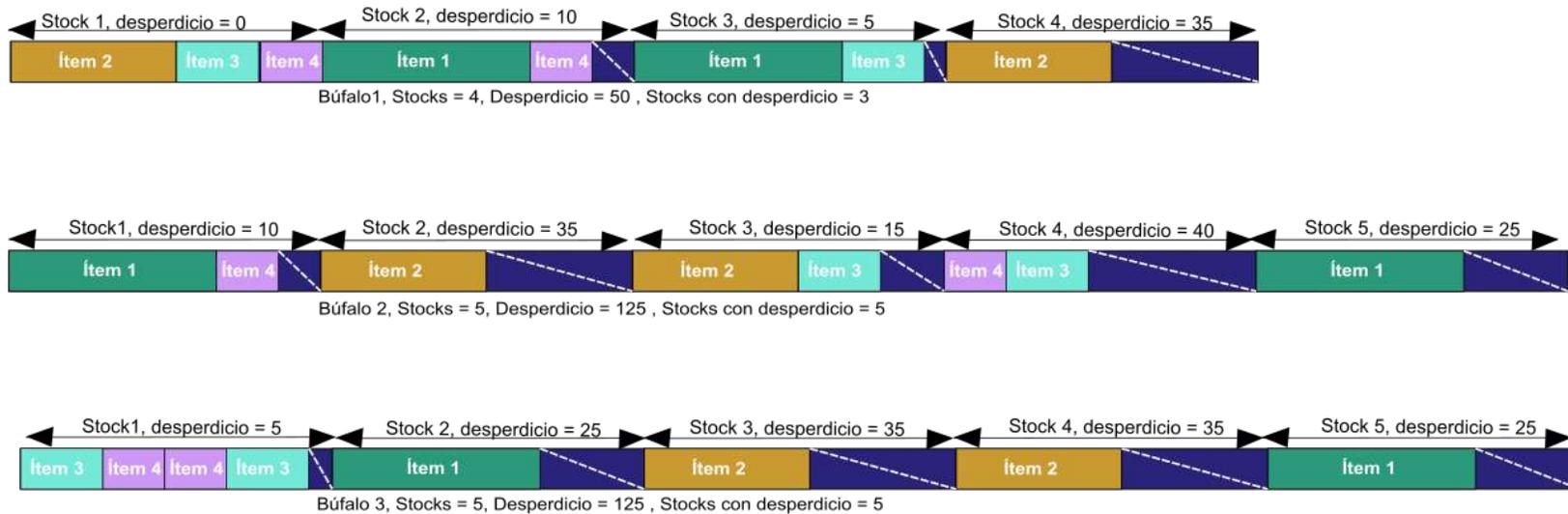
Figura 5. Representación de la solución.



Construcción del bgmax



Manada actual de búfalos



I
C
B
I

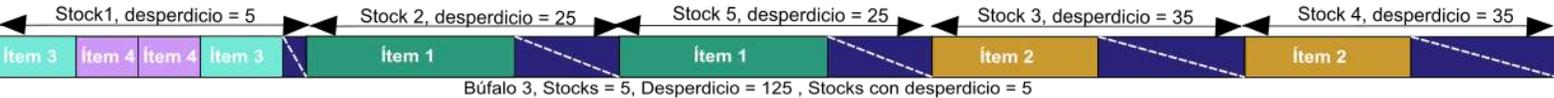
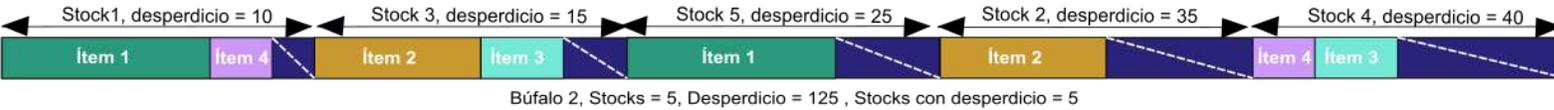
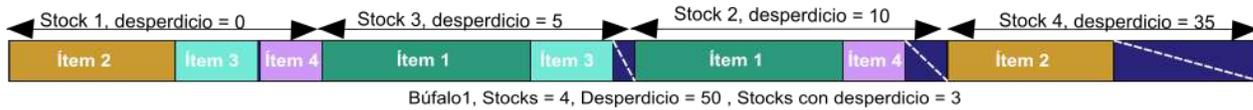
Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible

Figura 6. Construcción del Bgmax-A.

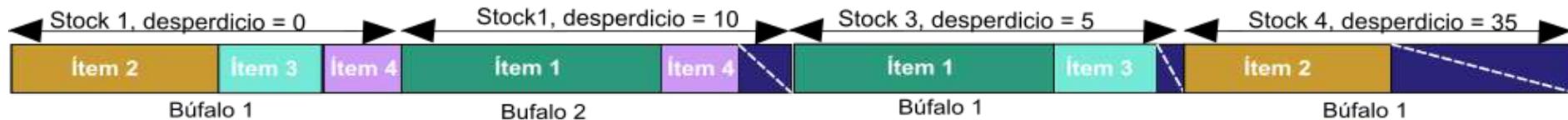


Construcción del bgmax Ordenamiento de los búfalos

I
C
B
I



Selección de los mejores patrones de corte



Bgmax construido, Stocks = 4, Desperdicio = 50 , Stocks con

Figura 7. Construcción del Bgmax-B.

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



Método de Comparación del Algoritmo basado en el ABO contra otros enfoques

Donde:

RPD = Relative percentage deviation

BOV = Best value obtained

BKV = Best-known value

$$RPD = \frac{BOV - BKV}{BOV} * 100$$

Ecuación 4. Calculo del RPD.

Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman a los valores obtenidos del RPD en cada instancia bajo los parámetros de desperdicio, objetos usados y con desperdicio

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*



Tabla 1. Comparación del desperdicio promedio obtenido contra otros enfoques.

Instancia	BKV *	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008	Hybrid Genetic Algorithm Jin Peng and Zhang Shu, 2010	Hybrid ACO Peng and Chu, 2010	Genetic Algorithm Parmar et al., 2015	Enfoque Heurístico Alfares and Alsawafy, 2019
1a	3	3*	3*	3*	3*	3*	3*	3*
2a	13	13*	13*	13*	13*	13*	14.5	13*
3a	0	0*	0*	0*	0*	0*	2.5	0*
4a	11	11*	11*	11*	11*	11*	11*	11*
5a	10850	11450	11966	11370	11966	11966	10850*	11450
6a	103	109.88	309.4	240.6	103*	103*	330.9	275
7a	84	84*	189.6	84*	264	264	327.6	84*
8a	212	320	788	308	212*	212*	547.95	332
9a	142	142*	730	250	334	334	673.8	382
10a	130	274	1037.2	190	490	490	662.5	130*
Total		6	4	5	6	6	3	6

De *el diseño y construcción de un futuro sostenible*



Tabla 2. RPD promedio y prueba de Friedman para el desperdicio promedio..

Algoritmo	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008	Hybrid Genetic Algorithm Jin Peng and Zhang Shu, 2010	Hybrid ACO Peng and Chu, 2010	Genetic Algorithm Parmar et al., 2015	Enfoque Heurístico Alfares and Alsawafy, 2019	Valor p
RPD promedio	9.78	37.28	16.77	20.84	20.84	47.41	16.67	0.0047
Posición	1	5	3	4	4	6	2	

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



Tabla 3. Comparación del stock usado promedio obtenido contra otros enfoques.

I
C
B
I

Instancia	BKV *	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008	Hybrid Genetic Algoritm Jin Peng and Zhang Shu, 2010	Hybrid ACO Peng and Chu, 2010	Pure ACO Levine & Ducatelle 2004	Hybrid ACO Levine & Ducatelle 2004	Enfoque Heurístico Alfares and Alsawafy, 2019
1a	9	9*	9*	9*	9*	9*	-	-	9*
2a	23	23*	23*	23*	23*	23*	-	-	23*
3a	15	15*	15*	15*	15*	15*	-	-	15*
4a	19	19*	19*	19*	19*	19*	-	-	19*
5a	53	53*	53.12	53*	53*	53*	-	-	53*
6a	79	79.08	81.4	80.6	79.1	79.1	79*	79*	81
7a	68	68*	68.88	68*	67.3	67.3	69	68*	68
8a	143	144.9	148.8	144.8	144.8	144.8	146	143*	145
9a	149	150	154.9	150.9	149.4	149.4	151	149*	152
10a	215	217.2	223.56	216.5	219.8	219.8	218.9	215*	216
Total		6	4	6	5	5	1	5	5

el diseño y construcción de un futuro
sostenible

Tabla 4. RPD promedio y prueba de Friedman para el stock usado promedio..

Algoritmo	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008	Hybrid Genetic Algorithm Jin Peng and Zhang Shu, 2010	Hybrid ACO Peng and Chu, 2010	Enfoque Heurístico Alfares and Alsawafy, 2019	Valor p
RPD promedio	0.41	1.7	0.62	0.38	0.38	0.73	0.0034
Posición	2	5	3	1	1	4	

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para el diseño y construcción de un futuro sostenible



Tabla 5. Comparación del stock usado con desperdicio promedio obtenido contra otros enfoques.

Instancia	BKV *	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008
1a	2	2.3	2*	2.8
2a	4	4.48	4*	4.7
3a	0	0*	0*	0*
4a	1.02	2.1	1.02*	3.2
5a	22.8	23.48	22.8*	27.1
6a	24.84	24.8*	29.96	26.5
7a	6.6	8.34	7.48	6.6*
8a	27.4	33.34	56.24	27.4*
9a	17.6	23.22	48.54	17.6*
10a	11.4	33.52	73.06	11.4*
Total		2	5	5

Tabla 6. RPD promedio para el stock usado con desperdicio promedio..

Algoritmo	ABO	Enfoque Evolutivo Liang, 2002	Enfoque Evolutivo Chiong, 2008
RPD promedio	20.69	22.82	13.37
Posición	2	3	1



Conclusiones

- El algoritmo basado en el ABO es capaz de obtener soluciones que generan un desperdicio menor o igual al mejor resultado en 6 de las 10 instancias. Obteniendo el primer lugar al compararse con contra los otros enfoques.
- El algoritmo basado en ABO emplea un stock menor o igual al mejor resultado en 6 de las 10 instancias, posicionándose en la segunda posición.
- El algoritmo basado en el ABO genera un stock con desperdicio cercano la mejor resultado en la mayoría de las instancias con respecto al mejor enfoque.
- Con base en los resultados obtenidos se observa que el ABO es capaz de obtener soluciones eficientes en la problemática del 1D-CSP, a pesar de que el ABO fue diseñado para emitir soluciones continuas.

*Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible*

- Alfares, H. K. (2019). A Least-Loss Algorithm for a Bi-Objective One-Dimensional Cutting-Stock Problem. *International Journal of Applied Industrial Engineering (IJAE)*, 6(2), 1--19.
- Chiong, R., Yang Yaw Chang, Pui Chang Chai, and Ai Leong Wong (2008). A selective mutation based evolutionary programming for solving cutting stock problem without contiguity. In 2008 IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE World Congress on Computational Intelligence), pages 1671–1677..
- Dyckhoff, H. (1990). A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, 44(2), 145--159.
- Gilmore, P. C. (1963). A linear programming approach to the cutting stock problem—Part II. (INFORMS, Ed.) *Operations research*, 11(6), 863–888.
- Gherboudj, A. (2019). African bualo optimization for one dimensional bin packing problem. *International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR)*, 10(4):38–52.
- Hinterding, R. a. (1993). Genetic algorithms for cutting stock problems: with and without contiguity. En *Progress in evolutionary computation* (págs. 166--186). Springer.
- Jahromi, M. H.-M. (2012). Solving an one-dimensional cutting stock problem by simulated annealing and tabu search. *Journal of Industrial Engineering International*, 1(8), 24.
- Jin Peng and Zhang Shu Chu (2010). A hybrid ant colony algorithm for the cutting stock problem. In 2010 International Conference on Future Information Technology and Management Engineering, volume 2, pages 32–35.
- Kantorovich, L. V. (1960). Mathematical methods of organizing and planning production. *Management science*, 6(4), 366--422.
- Levine, J. and Ducatelle, F. (2004). Ant colony optimization and local search for bin packing and cutting stock problems. *Journal of the Operational Research Society*, 55(7):705–716.
- Liang, K.-H., Yao, X., Newton, C., and Homan, D. (2002). A new evolutionary approach to cutting stock problems with and without contiguity. *Computers & Operations Research*, 29(12):1641–1659.
- María D et al., 2015] María D, G., Julio, M.-O., and Oscar, L.-C. (2015). Análisis computacional de los problemas del vendedor viajero y patrones de corte. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(1):59–70
- Odili, J. B., Kahar, M. N. M., and Anwar, S. (2015a). African bualo optimization: a swarm-intelligence technique. *Procedia Computer Science*, 76:443–448.
- Odili, J. B., Kahar, M. N. M., Anwar, S., and Azrag, M. A. K. (2015b). A comparative study of african bualo optimization and randomized insertion algorithm for asymmetric travelling salesman’s problem. In 2015 4th International Conference on Software Engineering and Computer Systems (ICSECS), pages 90–95. IEEE.
- Odili, J. B. and Mohamad Kahar, M. N. (2016). Solving the traveling salesman’s problem using the african bualo optimization. *Computational intelligence and neuroscience*, 2016.
- Peng, J. and Chu, Z. S. (2010). A hybrid multi-chromosome genetic algorithm for the cutting stock problem. In 2010 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, volume 1, pages 508–511.
- Ravelo, S. V., Meneses, C. N., and Santos, M. O. (2020). Meta-heuristics for the one-dimensional cutting stock problem with usable leftover. *Journal of Heuristics*, 26(4):585–618.
- Sheehan, E. a.-T. (2016). Improving material efficiency for ultra-efficient factories in closed-loop value networks. (Elsevier, Ed.) *Procedia CIRP*, 40, 455--462.
- Tanir, D. a. (2016). One-dimensional cutting stock problem with divisible items. *arXiv preprint arXiv:1606.01419*.

Desarrollo de la ingeniería y arquitectura para
el diseño y construcción de un futuro
sostenible

