

# COLLABORATOR REORGANIZATION MODEL BASED ON GENERIC GENETIC ALGORITHM

Mg. Huarote Zegarra Raúl Eduardo<sup>1</sup>, Ing. Vega Lujan Yensi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur - UNTELS, Lima-Perú, rhuarotez@gmail.com/rhuarote@untels.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad-Perú, yensi.vega@gmail.com

*Abstract— This article describes a model using genetic algorithm to reorganize the employee in a suitable job position of a company based on their profile (or representation of their resume). In each chromosome the collaborator profile weighting was considered and contrasted with the valuation of the position profile proposed by the representative or head of human resources of the company. Considering that the proposed model is not going to withdraw personnel, nor enter new personnel for the company, just reorganize it. To verify the functionality of the model, the profiles of the 250 collaborators were exchanged with the same 20 profiles proposed by the human resources representative obtaining 0% exchange, when the evaluation was made with their real profiles an exchange was obtained in 14 collaborators, implying 5.6% of collaborators that their profile adapts to another job, delaying for the process 6.2 seconds. This proposed model has a quadratic temporal complexity of  $5n^2 + 17n + 7$ .*

**Keywords—** Genetic algorithm, reorganize, human resources, profile.

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.73>  
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

# MODELO DE REORGANIZACIÓN DE COLABORADORES BASADO EN ALGORITMO GENÉTICO GENERACIONAL

Mg. Huarote Zegarra Raúl Eduardo<sup>1</sup>, Ing. Vega Lujan Yensi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur - UNTELS, Lima-Perú, rhuarotez@gmail.com/rhuarote@untels.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad-Perú, yensi.vega@gmail.com

*Abstract— This article describes a model based on genetic algorithm, to reorganize the collaborator in a suitable job position based on their profile (or the representation of their CV). Being the important key partner for the development of a company and its productivity goes hand in hand with your satisfaction. Taking into account that the presented model does not intend to withdraw personnel or enter new personnel for the company, simply to reorganize it based on your profile. In the genetic algorithm for each chromosome, the weighting of the collaborator profile was considered and compared with the valuation of the position profile proposed by the company representative or the head of human resources. For the evolutionary process, an initial population of 601 collaborators was required, selection by tournament, crossover by exchange, mutation by exchange with selection of 2 points and adaptation according to the weight of each collaborator. To verify the functionality of the model, the profiles of the 250 collaborators were made with the same 20 profiles proposed by the human resources representative, obtaining 0% exchange, when the evaluation was carried out with their real profiles, a exchange of 14 collaborators, which implies that 5.6% of the collaborators their profile adapts to another job within the same company. This proposed model has a quadratic time complexity of  $5n^2 + 17n + 7$ .*

**Keywords--** Genetic algorithm, reorganize, human resources, profile.

## I. INTRODUCCIÓN

Según [1] la reorganización en una empresa “es una condición básica para su supervivencia en un ambiente cambiante”, así también en [2] menciona que la administración de recursos humanos “es, sin duda, una clave importante para el desarrollo de una fuerza de trabajo altamente productiva y satisfecha”. Para el tamaño de una empresa [3] señala que una mediana empresa tiene un máximo de 250 trabajadores y una empresa grande más de 250 trabajadores. Para el representante de recursos humanos, si el tamaño de una empresa es mediana o mayor, se pone en aprietos al saber que va a realizar una reorganización de colaboradores, creándole problemas como gastos no planeados, incertidumbre entre los colaboradores pensando que posiblemente serán removidos de sus puestos, dotarle de conocimiento al colaborador en función del nuevo puesto asignado, tiempo para adaptarse al nuevo puesto, ubicar al colaborador calificado en el puesto idóneo según su perfil, etc. Esta investigación se centra en crear un modelo para dar solución a estos problemas, que es ubicar al colaborador calificado en el puesto idóneo según su perfil, reducir el tiempo para asignar al personal en el puesto idóneo, necesitar un

colaborador extra para dar los resultados, certeza en el puesto idóneo de cada colaborador, etc.

Investigaciones referenciales encontramos en [4] donde usa algoritmo genético de criterios múltiples para la generación de horarios de rotación de trabajo, con el objetivo de diversificar las tareas realizadas durante la hora de trabajo, considerando como insumo para el cromosoma las capacidades permanentes y temporales de cada trabajador. En la investigación de [5] propone un diseño de horario de rotación laboral, considerando los criterios ergonómicos de competencia, así también [6] en su investigación presenta un híbrido de algoritmo genético con el método de búsqueda Tabú para problemas de programación flexible, donde combina estos métodos para evaluar el conjunto de tareas y que éstos conjuntos son los genes del cromosoma. En esta investigación se va a presentar un modelo basado en algoritmo genético con cierta modificación en la estructura original de [7], específicamente en la selección se cromosoma para una nueva generación.

Al dar una mirada desde el nacimiento del algoritmo genético, considerando al biólogo [8] donde publicó una serie de investigaciones acerca de sistemas biológicos en una computadora digital, que no es más que la representación de [9] donde “sobrevive el más apto”. Simulados por [10] y que posteriormente fue utilizada por [11] acuñando el nombre de “Algoritmos Genéticos”, posteriormente [12] toma ésta idea como “métodos adaptativos, generalmente usados en problemas de búsqueda y optimización de parámetros, basados en la reproducción sexual y en el principio de supervivencia del más apto”. Para [13] y [14] el algoritmo genético pertenece a la clase de métodos de optimización de búsqueda estocástica.

Por tanto, algoritmo genético es un modelo computacional de búsqueda de la posible mejor solución, basándose en la adaptación del modelo evolutivo.

## II. REORGANIZACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Según [15] el recurso humano y la competitividad “son el factor decisivo en crear una ventaja competitiva a largo plazo para su empresa” y “son un activo valioso para la empresa”, también [16] menciona que “casi todas las empresas tienen que reorganizarse en algún momento a fin de hacer frente a los nuevos desafíos”.

Para [17] “existe un vínculo entre el recurso humano y el éxito en la productividad”, también menciona que “la felicidad es primero”, se deduce que dicha felicidad va a resaltar si es que

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.73>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

el personal está en el puesto que se siente a gusto ya que su perfil encaja perfectamente a las competencias y actitudes requeridas. También para [15] diseña un método basado en algoritmo genético para la rotación de puesto laboral para prevenir trastornos musculares, tomando como base de información para el proceso evolutivo los movimientos repetitivos en función de su tipo de labor. Haciendo un análisis de las opiniones de los autores relevantes en el tema de la reorganización de recursos humanos [16], [17], [18], resaltan un problema necesario por resolver que es el criterio para la reorganización de personal al puesto idóneo, con el objetivo del crecimiento empresarial. Una propuesta en esta investigación es usar el algoritmo genético para la reorganización de personal. Cabe resaltar que si el especialista en recursos humanos desea ver otros detalles de los perfiles como motivación, creatividad, etc. Puede colocarlo como otro perfil y bajo su criterio puede ponderarlo en la hoja de vida de cada colaborador para ser evaluado por el presente modelo.

### III. FUNCIONES DEL ALGORITMO GENÉTICO PARA REORGANIZAR PERSONAL

Según [19] la computación evolutiva en el mundo real ha demostrado tener éxito, y para demostrar esta técnica en la solución de búsqueda del personal en el puesto idóneo es necesario conocer las funciones propias del algoritmo genético, para ello hay que conocer los datos que se van a procesar. El esquema para el proceso de reorganización de personal está graficada en la Fig. 1.

Cabe precisar que la valuación del perfil por cada colaborador, así como perfil por cada puesto se ha obtenido en un rango de 0 a 100%, pero de manera interna se ha escalado, para cumplir con las restricciones (1) y (2).

Cuadro de perfiles por colaborador, es el valor de cada uno de los perfiles según la hoja de vida del colaborador y que es indistinto del puesto que ocupa actualmente. En la Tabla I los  $n$  colaboradores se valúa en un rango de [0.0 - 1.0] de acuerdo a cada uno de los  $m$  perfiles y que la suma de los perfiles de cada colaborador necesariamente tiene que ser 1.0 (que es el 100%) representando la ecuación (1), donde  $Perf_{ji} \leq 1.0$ ,  $m$  es la cantidad de perfiles de cada colaborador en la posición  $i$  del total  $n$ .

TABLA I  
VALUACIÓN DE PERFILES (PERF) POR CADA COLABORADOR (COL.).

|                   | Col <sub>1</sub> | Col <sub>2</sub> | ... | Col <sub>n</sub> |
|-------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| Perf <sub>1</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
| Perf <sub>2</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
| ...               | ...              | ...              | ... | ...              |
| Perf <sub>m</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
|                   | <b>1.0</b>       | <b>1.0</b>       | ... | <b>1.0</b>       |

Para realizar el proceso es necesario considerar la siguiente restricción:

$$\sum_{j=1}^m Perf_{ji} = 1.0 \quad (1)$$

Cuadro de perfiles por puesto: El representante de recursos humanos tiene la tarea de valorar cada uno de los perfiles según puestos. En la Tabla II de los  $k$  puestos se valúa en un rango de [0.0 - 1.0] de acuerdo a cada uno de los  $m$  perfiles y que la suma de los perfiles de cada puesto necesariamente tiene que ser 1.0 (que es el 100%) en referencia a la ecuación (2), donde  $Perf_{jk} \leq 1.0$ ,  $m$  es la cantidad de perfiles de cada  $k$ -ésimo puesto del total  $p$ .

TABLA II  
VALUACIÓN DE PERFILES (PERF) POR CADA PUESTO (PTO)

|                   | Pto <sub>1</sub> | Pto <sub>2</sub> | ... | Pto <sub>p</sub> |
|-------------------|------------------|------------------|-----|------------------|
| Perf <sub>1</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
| Perf <sub>2</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
| ...               | ...              | ...              | ... | ...              |
| Perf <sub>m</sub> | [valor real]     | [valor real]     | ... | [valor real]     |
|                   | <b>1.0</b>       | <b>1.0</b>       | ... | <b>1.0</b>       |

Para realizar el proceso es necesario considerar la siguiente restricción:

$$\sum_{j=1}^m Perf_{jk} = 1.0 \quad (2)$$

En la Fig. 1, muestra el modelo de trabajo del algoritmo genético, como están estructurados los datos para poder iniciar con las funciones propias del algoritmo genético, considerando que  $Perf_1, Perf_2, \dots, Perf_m$  tanto para los perfiles de la hoja de vida del colaborador, como del propuesto por el representante de recursos humanos por cada puesto son valores reales en el rango de [0.0 a 1.0].

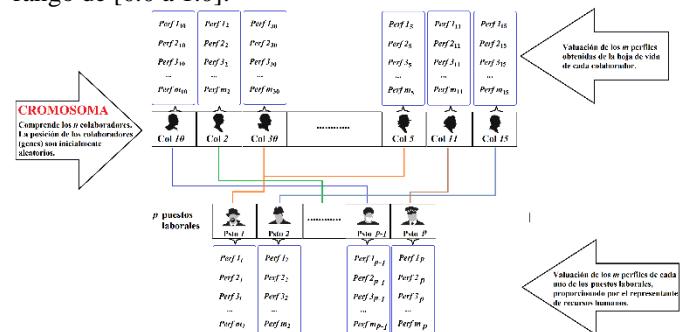


Fig. 1 Representación de la estructura de datos para procesar el algoritmo genético.

#### A. Funciones del algoritmo genético

I) *Cromosoma*: Cada cromosoma representa una posible solución, sus genes son datos del mismo tipo y que son los puestos laborales de cada colaborador. Para este problema en

particular el cromosoma debe tener las siguientes características representadas en la Fig. 2, cabe resaltar que la posición de cada colaborador (con su respectivo puesto) es de manera aleatoria y que durante el proceso de ejecución del algoritmo genético se van a ir moviendo de posición a los colaboradores (para la evaluación), más no los puestos.

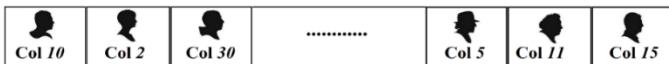


Fig. 2 Representación del cromosoma con los i-ésimo colaboradores ( $Col_i$ ) en cada gen.

2) *Población inicial*: Está constituido por un conjunto de cromosomas, cada gen del cromosoma representa un colaborador y las posiciones de cada colaborador es generado de manera aleatoria, la población inicial tiene n cromosomas, teniendo en cuenta que en cada cromosoma deben estar todos los colaboradores tal como se evidencia en la Fig. 3, esto para evitar inconsistencia en la reorganización de colaboradores.

| Cromosoma 1 |  |  |  | ..... |  |  |  |
|-------------|--|--|--|-------|--|--|--|
| Cromosoma 2 |  |  |  | ..... |  |  |  |
| Cromosoma 3 |  |  |  | ..... |  |  |  |
| Cromosoma 4 |  |  |  | ..... |  |  |  |

Fig. 3 Representación de la población inicial con 'TamPoblacion' cromosomas<sub>c</sub> (posibles soluciones).

3) *Selección de padres*: El método de selección de los padres es por torneo de 4 individuos, los 2 cromosomas escogidos al azar (candidatos) se le considera padre 1 al que tiene mayor valor de adaptación, lo mismo para el segundo padre, así se muestra en la Fig. 4 y la representación está en la ecuación (3). Considerando que no es un método elitista, ya que ser así perdería el proceso de selección natural y evitaría buscar otras posibilidades de solución (cuando se van a cruzar uno de mejor fitness frente a otro de un poco menos).

| CANDIDATO 1 |  |  |  | ..... |  |  |  |
|-------------|--|--|--|-------|--|--|--|
| CANDIDATO 2 |  |  |  | ..... |  |  |  |

Fig. 4 Representación de selección de padres.

$$Padre1 = \begin{cases} Cr1, & adaptacion(Cr1) \geq adaptacion(Cr2) \\ Cr2, & adaptacion(Cr1) < adaptacion(Cr2) \end{cases} \quad (3)$$

Donde:

*Cr1, Cr2: Son los cromosomas o posible solución y son los que tienen mejor fitness.*

4) *Cruce*: La reproducción asexual de 2 cromosomas produce una descendencia (Hijo1, Hijo2) de la misma

característica de los padres y que estará presto para insertarse en la siguiente generación. Necesariamente se va a realizar el cruce por el método combinatorio o intercambio, ya que por naturaleza del problema los datos tienen que estar completos y no duplicados tal como se visualiza en la Fig. 5. El punto cruce es un valor aleatorio en el rango de [1 – (tamañoCromosoma-1)].

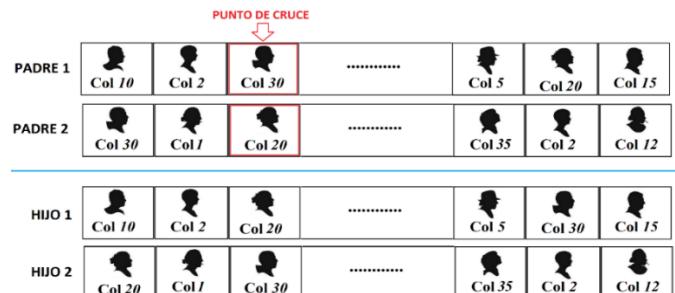


Fig. 5 Representación del cruce de un punto por intercambio, generando 2 hijos.

5) *Mutación*: Es la modificación en los genes del cromosoma, produce diversidad en la población. Generalmente se aplica después de hacer uso del operador cruce. La mutación es por intercambio y se selecciona 2 puntos. En la Fig. 6 muestra el cromosoma hijo realizando la mutación por intercambio de los genes, las 02 posiciones de intercambio son seleccionados de manera aleatoria, ejemplo la posición 2 con la posición  $k-1$  “punto mutación 1” y “punto de mutación 2” respectivamente. Este proceso de mutación se efectúa si es que la probabilidad de mutación del individuo obtenida al azar es menor que la probabilidad de mutación de todo el proceso (Pm). Cabe resaltar que el cambio es del colaborador, mas no del puesto que está en esas posiciones.

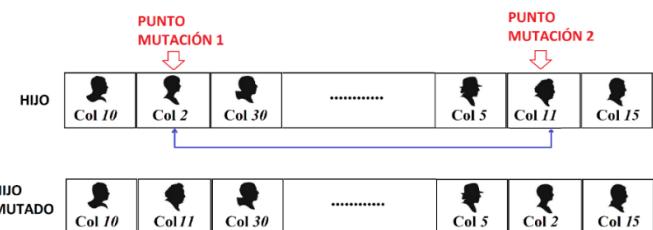


Fig. 6 Representación de la Mutación por intercambio.

6) *Aptitud o desempeño*: Permite evaluar que tanto se adapta el cromosoma hasta encontrar la mejor solución. Donde se realiza la multiplicación de los perfiles de cada candidato con su homólogo perfil del puesto laboral, expresado en la ecuación (4), a su vez estos valores son normalizados expresado en la ecuación (5). Cabe resaltar que mientras más cercano el valor de cada perfil  $Perf_{cj}$  con  $Perf_{kj}$ , implica mayor valor de adaptación o el óptimo deseado.

$$ValorAdaptacion_c = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^m Perf_{ij} * Perf_{kj} \quad (4)$$

$$= \frac{ValorAdaptacion_c}{\sum_{t=1}^{TamPoblacion} ValorAdaptacion_t} \quad (5)$$

Donde:

- $j$  es el  $j$ -ésimo perfil de un total de  $m$ .
  - $i$  es el  $i$ -ésimo colaborador dentro de un gen del cromosoma, de  $n$  genes o TamañoCromosoma
  - $k$  es el  $k$ -ésimo puesto laboral del  $i$ -ésimo colaborador, de  $p$  puestos labloraless.
  - $c$  es el  $c$ -ésimo cromosoma dentro de la población (TamPoblacion).
  - $t$  es el  $t$ -ésimo cromosoma dentro de la población (TamPoblacion).

7) *Converge*: Necesariamente se tiene que evaluar los resultados de la nuevaPoblacion para poder culminar el proceso evolutivo de esa generación y ver el fitness del mejor individuo. Teniendo en cuenta que cada generación tiene un individuo mejor adaptado que la generación anterior, va a llegar un momento que su valor de adaptación de las últimas generaciones son similares. Por tanto, según la evaluación del resultado del cromosoma de la última generación va a terminar el proceso evolutivo.

8) *Condición de parada:* El proceso evolutivo tiene que detenerse para ver el cromosoma que más se ha adaptado en todas las generaciones, para ello se considera dos métodos, primero el método de la varianza usando la ecuación (6) obtenida de [20], donde  $S^2$  es la varianza,  $q$  es la cantidad de datos a evaluar y  $x_i$  es el valor  $i$ -ésimo del total de  $q$  datos, para definir el tamaño  $q$  según [21] y [22] sugieren calcular el tamaño de la muestra en un 2%. EL segundo método está en definir la cantidad de generaciones que se va a considerar en el proceso evolutivo, tomando el valor fitness del mejor individuo de cada generación.

$$S^2 = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q (x_i - \bar{x})^2 \quad (6)$$

*B. Estrategia del algoritmo genético para reorganizar personal.*

Para reorganizar a los colaboradores en el puesto idóneo según el perfil de cada colaborador y el perfil idóneo propuesto por el representante de recursos humanos, se propone el siguiente algoritmo, que no es más que una adaptación de modelo presentado por [23]. En la Fig. 7 se identifica la complejidad computacional de cada una de las líneas de código de la estructura del algoritmo en pseudo-código, y la suma de todo el proceso genera una complejidad cuadrática  $O(n) = 5n^2 + 17n + 7$ .

Fig. 7. Estructura del algoritmo genético para reorganizar a los colaboradores y su complejidad temporal

La estrategia de la estructura del algoritmo genético es agregar adrede a la nueva población de cada generación los primeros 2 cromosomas de la generación anterior que tengan un mejor fitness seleccionado según su valor de adaptación, implicando una estrategia elitista en los 02 primeros cromosomas de la generación anterior. Las pruebas realizadas llevan a dar un mejor resultado y se grafica en la Fig. 11.

#### IV. DATOS PARA EL PROCESO EVOLUTIVO

Para las pruebas de funcionalidad del modelo de algoritmo genético de la Fig. 7. es necesario obtener datos para ejecutar el proceso evolutivo. En la Fig. 8 muestra los 26 puestos laborales que va a evaluar la prevalencia de cada colaborador. En la Fig. 9 los 20 perfiles que van a ser contrastados con cada colaborador y en la Fig. 10 muestra los puestos laborales actuales de los 250 colaboradores presentados de manera representativa de una empresa. Cabe resaltar que los nombres de los colaboradores están etiquetados con Colaborador  $i$  y el DNI (Documento Nacional de Identidad) está entrecortado por respeto a la identidad y el puesto:

**Reporte de Puestos Laborales**

| Pto   | Nombre:                        | Observacion:                   |
|-------|--------------------------------|--------------------------------|
| Pto1  | Director general               | Director general               |
| Pto2  | GERENTE ADMINISTRATIVO         | GERENTE ADMINISTRATIVO         |
| Pto3  | CONTADOR                       | CONTADOR                       |
| Pto4  | REPRESENTANTE RECURSOS HUMANOS | REPRESENTANTE RECURSOS HUMANOS |
| Pto5  | JEFE DE ATENCION AL CLIENTE    | JEFE DE ATENCION AL CLIENTE    |
| Pto6  | JEFE DE PRODUCCION             | JEFE DE PRODUCCION             |
| Pto7  | Director de planta             | Director de planta             |
| Pto8  | Director del área jurídica     | Director del área jurídica     |
| Pto9  | Director del área comercial    | Director del área comercial    |
| Pto10 | Director del área de proyectos | Director del área de proyectos |
| Pto11 | Agente comercial               | Agente comercial               |
| Pto12 | JEFE DEL AREA DE TI            | JEFE DEL AREA DE TI            |
| Pto13 | Jefe de almacén y reparto      | Jefe de almacén y reparto      |
| Pto14 | Jefe de logística              | Jefe de logística              |
| Pto15 | Decoradores                    | Decoradores                    |
| Pto16 | Auxiliar administrativo        | Auxiliar administrativo        |
| Pto17 | Auxiliar técnico de obra       | Auxiliar técnico de obra       |
| Pto18 | SECRETARIO                     | SECRETARIO                     |
| Pto19 | Conductor de camión            | Conductor de camión            |
| Pto20 | Conductor de maquinaria        | Conductor de maquinaria        |
| Pto21 | Jardiner                       | Jardiner                       |
| Pto22 | Limiad                         | Limiad                         |
| Pto23 | Montador de andamios           | Montador de andamios           |
| Pto24 | Soldadores y oxicortadores     | Soldadores y oxicortadores     |
| Pto25 | RECICLADOR                     | RECICLADOR                     |
| Pto26 | Vigilante de seguridad         | Vigilante de seguridad         |

Fig. 8 Lista de los 26 puestos laborales.

**Lista de Colaboradores**

| EMPRESA1      |         |                                |
|---------------|---------|--------------------------------|
| Coaborador    | DNI     | Puesto Actual                  |
| Coaborador 1  | 292216_ | Director genera                |
| Coaborador 2  | 823471_ | GERENTE ADMINISTRATIVO         |
| Coaborador 3  | 864642_ | CONTADOR                       |
| Coaborador 4  | 631955_ | REPRESENTANTE RECURSOS HUMANOS |
| Coaborador 5  | 476070_ | JEFE DE ATENCION AL CLIENTE    |
| Coaborador 6  | 791570_ | JEFE DE PRODUCCION             |
| Coaborador 7  | 524246_ | Director de planta             |
| Coaborador 8  | 106543_ | Director de área jurídica      |
| Coaborador 9  | 117618_ | Director de área comercial     |
| Coaborador 10 | 906753_ | Director de área de proyectos  |
| Coaborador 11 | 573679_ | Agente comercial               |
| Coaborador 12 | 361536_ | Agente comercial               |
| Coaborador 13 | 452667_ | Agente comercial               |
| Coaborador 14 | 865927_ | JEFE DEL AREA DE TI            |
| Coaborador 15 | 274346_ | Jefe de almacén y reparto      |
| Coaborador 16 | 116646_ | Jefe de logstca                |
| Coaborador 17 | 213941_ | Decoradores                    |
| Coaborador 18 | 802431_ | Auxiliar administrativo        |

Fig. 10 Lista de los 250 colaboradores con sus respectivos puestos laborales.

**Lista de Perfiles**

| Perf   | Nombre:                                |
|--------|--|
| Perf1  | FUERZA FISICA                          |
| Perf2  | TIENE BREVETE                          |
| Perf3  | TRABAJO EN ALTURAS                     |
| Perf4  | APARIENCIA PERSONAL                    |
| Perf5  | CARPINTERIA                            |
| Perf6  | CONOCIMIENTO EN MECANICA               |
| Perf7  | ADAPTABILIDAD AL CAMBIO                |
| Perf8  | ORDENADO                               |
| Perf9  | ACTITUDES SOCIOLABORALES               |
| Perf10 | CREENCIAS                              |
| Perf11 | BAJO PRESION                           |
| Perf12 | COMUNICACION ORAL                      |
| Perf13 | LIDERAZGO                              |
| Perf14 | LOGRAR METAS Y OBJETIVOS DE LA EMPRESA |
| Perf15 | RESPONSABLE                            |
| Perf16 | EXPERIENCIA EN EL AREA                 |
| Perf17 | EXPERIENCIA EN IDIOMAS                 |
| Perf18 | EXPERIENCIA EN INVESTIGACION           |
| Perf19 | CONOCIMIENTO EN OFIMATICA              |
| Perf20 | GRADOS ACADEMICOS                      |

Fig. 9 Lista de los 20 perfiles

En la Tabla III muestra los valores de los 20 perfiles por cada uno de los 250 colaboradores, que representa la hoja de vida. Considerando que en esta parte no es necesario conocer el puesto laboral en que se encuentra cada colaborador. La restricción es que la suma de los perfiles tiene que ser 1.0, establecida en la ecuación (1).

**TABLA III**  
LISTA DE 250 COLABORADORES ( $Col_i$ ) CON SU VALUACIÓN RESPECTO A SUS 20 PERFILES ( $Perf_k$ )

| Col240 | Col241 | Col242 | Col243 | Col244 | Col245 | Col246 | Col247 | Col248 | Col249 | Col250 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,144  | 0,144  | 0,144  | 0,134  | 0,134  | 0,134  | 0,139  | 0,139  | 0,139  | 0,139  | 0,139  |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,069  | 0,069  | 0,069  |
| 0,072  | 0,072  | 0,072  | 0,067  | 0,067  | 0,067  | 0,067  | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,069  | 0,069  | 0,069  |
| 0,072  | 0,072  | 0,072  | 0,067  | 0,067  | 0,067  | 0,067  | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,067  | 0,067  | 0,067  |
| 0,037  | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,04   | 0,039  | 0,049  | 0,049  |
| 0,042  | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,05   | 0,04   | 0,05   | 0,05   | 0,044  | 0,056  | 0,056  |
| 0,048  | 0,04   | 0,05   | 0,05   | 0,02   | 0,05   | 0,05   | 0,05   | 0,058  | 0,058  | 0,058  |
| 0,053  | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,05   | 0,04   | 0,05   | 0,05   | 0,054  | 0,054  | 0,054  |
| 0,058  | 0,06   | 0,06   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,05   | 0,05   | 0,058  | 0,058  | 0,058  |
| 0,063  | 0,06   | 0,06   | 0,07   | 0,07   | 0,04   | 0,07   | 0,07   | 0,067  | 0,081  | 0,081  |
| 0,069  | 0,07   | 0,07   | 0,07   | 0,07   | 0,08   | 0,07   | 0,07   | 0,072  | 0,014  | 0,014  |
| 0,074  | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,078  | 0,101  | 0,101  |
| 0,079  | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,09   | 0,08   | 0,09   | 0,09   | 0,083  | 0,108  | 0,108  |
| 0,085  | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,089  | 0,115  | 0,115  |
| 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,09   | 0,08   | 0,08   | 0,078  | 0      | 0      |
| 0,095  | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0      | 0      |
| 0,101  | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,1    | 0,09   | 0,09   | 0,09   |
| 0,106  | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,11   | 0,12   | 0,11   | 0,11   | 0,111  | 1      | 1      |
| 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0,999  | 1,001  | 1,001  |

En la Tabla IV muestra los valores de los 20 perfiles ideales propuesto por el representante del área de recursos humanos para cada uno de los puestos laborales. El requisito considerado es que la suma de cada uno de los perfiles de los 26 puestos laborales tiene que ser 1.0, restricción establecida en la ecuación (2). Estos valores son obtenidos en función de su hoja de vida de cada colaborador por cada uno de sus perfiles de la Fig. 9.

TABLA IV

LISTA DE 26 PUESTOS (PTO) CON SU VALUACIÓN IDEAL RESPECTO A SUS 20 PERFILES (PERF)

|        | Pto1  | Pto2  | Pto3  | Pto4  | Pto5  | Pto6  | Pto7  | Pto8  | Pto9  | Pto10 | Pto11 | Pto12 | Pto13 | Pto14 | Pto15 | Pto16 | Pto17 | Pto18 | Pto19 | Pto20 | Pto21 | Pto22 | Pto23 | Pto24 | Pto25 | Pto26 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Perf1  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf2  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf3  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf4  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf5  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf6  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Perf7  | 0.037 | 0.041 | 0.044 | 0.038 | 0.039 | 0.023 | 0.022 | 0.033 | 0.04  | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.038 | 0.037 | 0.041 | 0.041 | 0.038 | 0.038 | 0.039 | 0.038 | 0.037 | 0.038 | 0.037 | 0.038 | 0.039 | 0.039 |
| Perf8  | 0.042 | 0.044 | 0.044 | 0.044 | 0.045 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.045 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.043 | 0.044 | 0.044 | 0.045 |
| Perf9  | 0.048 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 |
| Perf10 | 0.055 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 | 0.061 |
| Perf11 | 0.058 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 | 0.064 |
| Perf12 | 0.063 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.068 |
| Perf13 | 0.069 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 | 0.077 |
| Perf14 | 0.074 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 |
| Perf15 | 0.079 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 | 0.088 |
| Perf16 | 0.085 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 |
| Perf17 | 0.097 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 |
| Perf18 | 0.106 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 |
| Perf19 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 |
| Perf20 | 0.116 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 | 0.111 |

## V. RESULTADOS

Del modelo propuesto para encontrar los puestos laborales idóneos de los 250 colaboradores, según sus 20 perfiles con 26 puestos laborales, se ha considerado para el algoritmo genético a los parámetros como probabilidad de cruce de 0.75, probabilidad de mutación de 0.005, dimensión de Elite para insertar a la generación siguiente es 2 y tamaño de la población inicial de 601 cromosomas, dando como resultado:

- La reasignación de puestos laborales fué a 14 colaboradores de 250, tal como se muestra en la Tabla V, lo que representa el 5.6% de cambios del total de colaboradores.
- Según la Fig. 11. encuentra la posible mejor solución con un fitness idóneo de 19,767685 después de 14596 generaciones.
- Tiene una complejidad computacional cuadrática de  $5n^2+17n+7$  extraída de la Fig. 7.

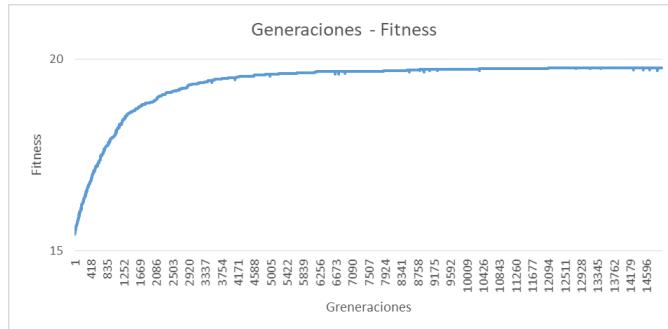


Fig. 11 Evolución para encontrar la mejor solución del algoritmo genético

TABLA V

RELACIÓN DE LOS 14 COLABORADORES NECESARIOS PARA REALIZAR EL INTERCAMBIO DE PUESTOS LABORALES

| Nro | Colaborador | Puesto Actual | Puesto Reasignado |
|-----|-------------|---------------|-------------------|
| 1   | Col41       | Pto20         | Pto19             |
| 2   | Col43       | Pto20         | Pto19             |
| 3   | Col74       | Pto17         | Pto18             |
| 4   | Col30       | Pto18         | Pto17             |
| 5   | Col7        | Pto7          | Pto10             |
| 6   | Col157      | Pto24         | Pto25             |
| 7   | Col224      | Pto19         | Pto20             |
| 8   | Col158      | Pto25         | Pto24             |

|    |        |       |       |
|----|--------|-------|-------|
| 9  | Col56  | Pto25 | Pto24 |
| 10 | Col159 | Pto25 | Pto24 |
| 11 | Col226 | Pto19 | Pto20 |
| 12 | Col10  | Pto10 | Pto7  |
| 13 | Col207 | Pto24 | Pto25 |
| 14 | Col54  | Pto24 | Pto25 |

## VI. DISCUSIÓN

Según [4] muestra que ha reorganizado el 69% de los colaboradores por el criterio de ergonomía física de cada uno, tomando como parámetros de entradas para el proceso evolutivo las posiciones comunes de cada uno de ellos, frente al modelo propuesto que da como resultado la reorganización del 5.6% de colaboradores, donde el parámetro de entrada es el criterio de su hoja de vida.

De la misma manera según [15] menciona que ha reorganizado el 100% de los trabajadores considerando como parámetros de entrada para el proceso evolutivo la cantidad de acciones repetitivas.

El modelo propuesto tiene una complejidad computacional cuadrática, implicando una mejor opción ante la programación dinámica que tiene una complejidad cúbica.

## VII. RECOMENDACIÓN

Considerar esta propuesta como un modelo de reorganización de colaboradores para empresas mediana o grande según el tamaño de la cantidad de colaboradores. Así también este modelo pretende resolver el problema de reorganización de colaboradores, en un tiempo mínimo aceptable de 6.2 segundos, en un computador de características mínimas como Core I3 para la ejecución del algoritmo y también el resultado está sujeto de manera estricta a la valuación de la hoja de vida de cada colaborador.

Tomar este modelo como referencia para mejorar el proceso de reorganización y en un futuro próximo, tomándolo como herramienta necesaria para reorganizar colaboradores.

A partir de este modelo se pueden realizar pruebas funcionales en organizaciones grandes, ya que según los intercambios de puestos laborales de la tabla V representa un 5.6% del total.

Se recomienda implementar el aplicativo en un lenguaje de bajo nivel para disminuir los tiempos ya que las pruebas del modelo propuesto se han realizado en el lenguaje de programación Java con el IDE Netbeans 8.0.2 y demoró en realizar el proceso 6.2 segundos.

## VIII. REFERENCIAS

- I. Chiavenato, "Administracion de Recursos Humanos, El capital Humano de las organizaciones". McGraw-Hill, México D. F. 2007, pp 419.
- M. R. Wayne. "Administración de recursos humanos". Prentice Hall. México D. F. 2010, pp 8.
- G. S. Paredes, "Gestión de un pequeño comercio", Editex, Comercio y marketing. 2015, pp 12.
- S. S. Sana, H. O. Mateus, F. B. Arrieta, and A. C. Jaime, "Application of genetic algorithm to job scheduling under ergonomic constraints in

manufacturing industry”, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, 2013.

- [5] S. Asensio-Cuesta, J. A. Diego-Mas, L. Canós-Darós, C. Andrés-Romano. “A genetic algorithm for the design of job rotation schedules considering ergonomic and competence criteria”, Springer, Vol 60, 2012.
- [6] X. Li, and L. Gao, “An effective hybrid genetic algorithm and tabu search for flexible job shop scheduling problem”, Int. J. Production Economics, Elsevier, 2015.
- [7] I. Abuiziah, N. hakarneh, A Review of Genetic Algorithm Optimization: Operations and Applications to Water Pipeline Systems”, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mathematical, Computational, Physical, Electrical and Computer Engineering Vol:7, No:12, 2013.
- [8] A. Fraser, “Simulation of genetic systems by automatic digital computers Introduction”, Aust. J. Biol Sci. Vol. 10, 1957. pp 484-491,
- [9] D. Charles. “El origen de las especies”, London College of Cambridge, 1859.
- [10] H. J. Bremermann, “Optimization through evolution and recombination”, In Self-organization system, M. C. Yovitts et al. Spartan Books, Washinton, D. C. 1962. pp 93-106.
- [11] J. Holland, “Adaptation in Natural and Artificial Systems”, Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- [12] D. Goldberg, “Genetics Algorithms in search, optimization and machine learning”, MA: Addison-Wesley Professional, 1989.
- [13] A. Jasbir, “Introduction to Optimum Design”, Elsevier Inc. Third Edition, 2012, USA, Chapter 16, pp 643.
- [14] J. S. Carlton, “Marine Propeller and Propulsion”, Butterworth-Heinemann. FourthEdition, 2019, USA, pp 469-497.
- [15] S. A. Cuesta, J. A. Diego, L. V. Cremades, and M. C. Gonzalez, “method to design job rotation schedules to prevent work-related musculoskeletal disorders in repetitive work”, Taylor & Francis, 2012, pp 7467-7478.
- [16] Organización Internacional del Trabajo, “Mejore su negocio, el recurso humano y la productividad”, IMESUN, 2016, pp 5.
- [17] R. L. Daft. “Teoría y diseño organizacional”. Vanderbilt University. México D. F. 2011. pp 89.
- [18] A. Shawn. “The happiness advantage: How a positive brain fuels success in work and life”. Random House USA. 2018.
- [19] C. A. Coello, “Introducción a la computación evolutiva”, CINVESTAV-IPN, Departamento de computación. Mexico D. F. 07300, 2018. pp 243,
- [20] L. Cartusia, “Bioestadística – Método y aplicaciones”, Malaga: U. D. Bioestadistica. Facultad de Medicina. 1998.
- [21] M. N. Namakforoosh, “Metodología de la Investigación”, Ed. Limusa S.A, Grupo Noriega Ed., México, 1995.
- [22] F. N. Kerlinger, and H. B. Lee, “Investigación del Comportamiento”, Cuarta Edición, McGraw Hill, México, 2002.
- [23] A. Eibe, and J. Smith, “Introduction to evolutionary computing” Unitated state: Springer. Cap 3, “Genetic algorithms”, 2010.