



# **Algoritmo Genético aplicado a la Asignación de presupuesto en proyectos de servicios primordiales A.C.**

## **Genetic Algorithm applied to budget allocation in primary service projects A.C.**

Ana María Martín-Soto<sup>1</sup>, Javier Cruz-cruz<sup>1</sup>, Norberto Rocha-Cardenas<sup>1</sup>, Fabiola Sánchez-Galván<sup>1</sup>, Rogelio García-Rodríguez<sup>1</sup>, Horacio Bautista-Santos<sup>1-2</sup>

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.

---

Recibido: 13-11-2019

Aceptado: 10-12-2019

Autor correspondal: [beto1472011@hotmail.com](mailto:beto1472011@hotmail.com)

## Resumen

En el presente artículo se aborda la problemática de una Asociación Civil que desea aprovechar al máximo la inversión para los rubros principales; salud, infraestructura, desarrollo comunitario y festividades de tal forma que pueda maximizar la cantidad de personas atendidas en los servicios que presta la organización. Mediante la representación matemática ejecutada en el software de programación Matlab se hace la asignación óptima de los recursos que ofrece la Asociación para maximizar al número de personas atendidas para cada rubro sin exceder la cantidad de recursos otorgados.

**Palabras clave:** Algoritmos genéticos, Matlab, organizaciones no gubernamentales, asignación de presupuestos.

## Abstract

This article addresses the issue of a Civil Association that wishes to make the most of the investment for the main articles; health, infrastructure, community development and festivities so that you can maximize the number of people served in the services provided by the organization. Through the mathematical representation executed in the Matlab programming software, the optimal allocation of resources offered by the Association is carried out to maximize the number of people served for each article without exceeding the amount of resources granted.

**Keywords:** Genetic algorithms, Matlab, non-governmental organizations, budget allocation.

## Introducción

Las organizaciones no gubernamentales (ONG) son entidades de iniciativa social y fines humanitarios, dedicadas al servicio de comunidades con necesidades sociales, culturales, económicas. Mejorando el bienestar y la calidad de vida de la población que permitan satisfacer sus necesidades básicas y vivir dignamente (Grosso, 2013). Estos Organismos han crecido en prestigio y visibilidad, sobre todo a partir de la década de los noventa (García & Marcuello, 2007). En México su actividad se relaciona con derechos humanos, salud, alimentación, educación, medio ambiente, en materia ambiental, los trabajos académicos son escasos (Rodríguez, 2017).

Sólo la articulación de un proyecto social con actividades productivas puede producir un salto en la calidad de la vida social sobre la que actúan las organizaciones de combate a la pobreza (Cogliati, Kossoy, & Kremenutzky, 2002). Estas organizaciones realizan labores de apoyo para los grupos más vulnerables independientemente de su diversidad. En donde las comunidades se consideran vulnerables a falta de protección, en apoyo a las necesidades, salud, infraestructura, trabajo, vivienda. Estos aspectos sociales, biológicos y las condiciones estructurales del contexto determinan el grado de vulnerabilidad social (Salgado de Snyder, González, Bojorquez, & Infante, 2007). Sin embargo, los presupuestos otorgados a comunidades con pobreza deben ser gestionados adecuadamente, muchos de estos proyectos requieren más recurso que otros, en estos casos es necesario conocer la asignación adecuada para maximizar el fondo presupuestal e invertir en otros proyectos que beneficien a más población, teniendo como objetivo principal mejorar la selección de recursos para cada proyecto (Lopez, Ortega, & Sandoval, 2011). Demostrando que las asignaciones para presupuestos, son procesos que ayudan a la optimización de los recursos (Garcia, Pérez, Villavicencio, Piñero & Beovides, 2016).

La optimización de recursos es una de las mejores formas para realizar una actividad con la utilización del mínimo recurso asegurando una correcta aplicación al igual que mejorar su eficiencia. Siendo que las asignaciones de recursos están sujetos a restricciones de distinto tipo, esto ha mostrado una serie de problemas en organizaciones, la solución de este tipo de problemas trae consigo una serie de condiciones de eficiencia, tiempo y oportunidad que deben ser tomadas en cuenta (Cortez, Rosales, Naupari, & Vega, 2010).

Una de las herramientas para optimizar son los algoritmos genéticos (AG) para resolver problemas de clasificación, y optimización, utilizan operadores de cruzamiento aleatorio el cual se le debe en gran medida al investigador John Holland (Gestal, Rivero, Rabuñal, Dorado, & Pazos, 2010). Se clasifica como heurística de búsqueda global utilizada para encontrar soluciones verdaderas o aproximadas a problemas de optimización (Fita, 2014).

El algoritmo genético es un método de búsqueda que imita la teoría de la evolución biológica de Darwin para la resolución de problemas (Bello, Lugo, García, & Bello, 2016). Consiste en objetivos técnicos y compuesto híbrido para problemas aplicados en la medicina, ingeniería, sectores financieros. (Chilagani & Sarma, 2019).

La aplicación de herramientas y algoritmos computacionales apoyan la gestión de instituciones, proporcionando un mejor uso de los recursos, con los beneficios que esto representaría, considerando las restricciones de las variables involucradas. Aun cuando existen varios métodos de resolución la propuesta que se hace en este trabajo es utilizar algoritmos genéticos (Cortez et al., 2010). Los AG se consideran

como uno de los métodos adecuados para resolver problemas de optimización incluyendo la asignación de recursos (Devarasetty & Reddy, 2019).

Esta flexibilidad los hace atractivos para muchas aplicaciones en la práctica basando su estructura en la evolución, creando las posibles soluciones con cruce y mutación hasta que la población esté completa (Kramer, 2017). Sin embargo, se requiere una gran cantidad de esfuerzo computacional para resolver el problema de asignación cuando es de tipo NP-hard (Yeng, Yi, & Huang, 2007). En general, la asignación se puede plantear como un problema de optimización (Solano, Calvo, & Trejos, 2008). Por otra parte, cada centro debe conocer los recursos que posee para agilizar el proceso, (Trotti, Reis, Bueno, & Xodo, n.d.)

El presente trabajo contempla el desarrollo de una herramienta, mediante la aplicación de un algoritmo genético, permite realizar una asignación eficiente de recursos con el objetivo de maximizar el impacto en cuestión.

Una de las investigaciones relacionadas es de (Salazar, López, Tavizón, & Araiza-vázquez, 2019) cuyo objetivo fue evaluar el método metaheurístico de algoritmos genéticos para resolver problemas de asignación de recursos académicos en instituciones de educación superior.

En concordancia con lo mencionado, (Suarez, Guerrero, & Castrillon, 2013) presentaron un trabajo de investigación de programación optima de horarios en un centro de estudio de Colombia aplicando (AG) de clasificación NO-Dominada, NSGA-II como método de solución, encontrando una solución óptima, en la mayoría de las pruebas realizadas. Otro problema en particular se demuestra en una empresa, aplicando el problema de la mochila (knapSack) utilizando algoritmos genéticos para resolver las instancias obteniendo como resultado de los algoritmos genéticos una convergencia optima hacia un valor máximo de ganancia (Bonilla, Sánchez, & Caballero, 2017).

En un modelo de asignación óptima de presupuesto para el mejoramiento de calidad del servicio en sistemas de distribución, se implementaron dos algoritmos poblacionales: Algoritmo Genético y un Algoritmo Memético. Los óptimos obtenidos del problema muestran un set de posibles soluciones que representan un estimado de cuánto debe invertir en mantenimiento (Rojas *et al.*, 2016). Debido a la necesidad de resolver el problema, asignar y coordinar los recursos económicos por medio de algoritmos genéticos (AG) se aplicó en una institución de educación superior un modelo para el beneficio de los estudiantes, teniendo como objetivo maximizar el uso de los recursos académicos (Cortez *et al.*, 2010). Los recursos varían de acuerdo al tipo de sector. Por ejemplo, los recursos demandados en el sector de salud no son los mismos para festividades. Motivo por el cual, es de esperar que la institución establezca prioridades entre los recursos con mayor beneficio.

El presente artículo tiene como objetivo determinar en la simulación por medio de un algoritmo genético, la gestión de los recursos que posee, cómo se deben asignar los presupuestos económicos, de modo que se pueda maximizar la probabilidad de una selección correcta para cada proyecto al aplicar algoritmos genéticos (AG), para encontrar equilibrado cada tipo de proyecto atendiendo las necesidades de cada beneficiario, a partir del diseño previo del algoritmo, utilizando el modelo de la mochila (KnapSack).

El documento está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se formula los materiales y métodos. La sección 3 se muestra el modelo matemático, en la sección 4 la implementación del modelo, la sección 5 la interpretación de los resultados respectivamente los algoritmos que se ingresaron en Matlab, en sección 6 muestran los resultados, finalmente, este documento se concluye en la Sección 7.

Para el diseño del algoritmo genético, se analizó los algoritmos más usados de optimización de asignación de presupuestos, luego se diseñó el algoritmo genético basado en los factores de tipos de proyectos lo cual permitió tener una adecuada codificación de la cadena genética y los operadores genéticos.

## **Materiales y métodos**

Para poder planear los recursos que se mencionan en el caso de estudio se desarrolló un modelo de programación matemática, ingresando las debidas restricciones para cada rubro. Los recursos se deben de asignar adecuadamente tomando en consideración el tipo de apoyo por lo que se propone una herramienta de optimización con respecto al problema.

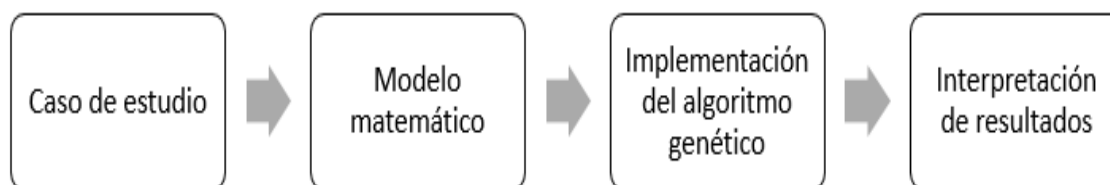


Figura 1. Metodología de la elaboración del caso de estudio SPRI  
Fuente: elaboración propia.

La asociación civil “Servicio Primordial Relevante a Indígenas” es una sociedad civil que nace como objetivo de apoyar a las familias de escasos recursos económicos que presta servicios en salud, infraestructura, desarrollo comunitario y festividades; teniendo una inversión de 3 millones de pesos para el rubro salud, 3 millones para infraestructura, en desarrollo comunitario 5 millones de pesos y para las festividades y foros de capacitación una inversión de 800,000 mil, destinados a diferentes Municipios de

la zona norte del estado de Veracruz, para el presente trabajo se presentan los servicios que presta la organización en el municipio de Tantoyuca, Veracruz.

Los recursos se deben asignar de acuerdo al presupuesto otorgado para cada servicio. Entre los servicios más solicitados por los grupos indígenas se encuentran los traslados de personas con enfermedades crónicas a los hospitales de Tuxpan, Tampico, México, Huejutla, Xalapa y Poza Rica, apoyos para medicamentos, control del embarazo, consultas médicas, unidades de sangre, tomografías, análisis clínicos, consultas dentales, extracciones, limpieza, empastes y placas dentales, estos servicios considerados para el rubro salud (tabla 1). Dentro del rubro infraestructura se ofrecen los servicios de vivienda, implemento agrícola y reconstrucción de capillas para las localidades (tabla 2), en desarrollo comunitario se ofrecen proyectos productivos como de traspato, ganadería, porcino, bovino, hortalizas y autoconsumo (tabla 3). Dentro del rubro festividades y foros de capacitación quien tiene como objetivo brindar capacitación en temas relacionados con la agricultura y ganadería haciendo una inversión de \$ 182000 pesos, que incluye comida, salón, equipo de sonido, anuncios publicitarios y la movilización de las personas de las localidades al municipio de Tantoyuca, Veracruz para una capacidad de 900 personas (tabla 4). Y por último las festividades que realizan las escuelas como el día de Reyes, día del niño, día de la madre, día del padre, xantolo (fiesta de todos los santos), fiestas navideñas y fiestas patronales con el objetivo de impulsar las tradiciones (tabla 4).

Cabe mencionar que estos apoyos se manejan de acuerdo a las solicitudes que las personas gestionen otorgándoles el 75 % de la cantidad solicitada.

La asociación desea maximizar el número de personas atendidas sin exceder la cantidad de inversión para cada rubro.

Tabla 1. Descripción de servicios de salud.

Servicios	Variables (ai)	Mínimo de personas beneficiadas	Máximo de personas beneficiadas	Presupuesto general (Pi). 11,800,000.00
				Presupuesto (Pi) por beneficiario.
Medicamentos	s1	250	400	500
Control del embarazo	s2	100	200	2000
Consultas medicas	s3	400	500	900
Enfermedades crónicas	s4	100	500	8000
Tomografías	s5	10	20	6000
Unidades de sangre	s6	10	20	2000
Análisis clínicos	s7	100	300	1000
Consultas dentales	s8	100	200	250
Extracciones dentales	s9	100	200	250

Limpieza dentales	s10	50	150	250
Empastes dentales	s11	100	250	250
Placas dentales	s12	50	200	3000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Proyectos de infraestructura

Servicios	Variab les (ai)	Mínimo de personas beneficiad as	Máximo de personas beneficiad as	Presupues to (Pi) por beneficiar io
Vivienda	i1	100	500	3000
Implemento agrícola	i2	100	500	3000
Reconstrucció n de capillas	i3	10	20	13600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Proyectos productivos

Servicios	Variables (ai)	Mínimo de personas beneficiadas	Máximo de personas beneficiadas	Presupuesto (Pi) por beneficiario
Traspatio	t1	50	300	4000
Ganadería	t2	20	50	10000
Porcino	t3	20	50	6000
Bovino	t4	20	50	65000
proyecto completo				
Hortalizas	t5	20	50	10000
Auto consumo	t6	50	150	8000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Festividades

Servicios	Variables (ai)	Mínimo proyecto	Máximo proyecto	Presupuesto (Pi) por proyecto.
Día de reyes	f1	1	2	5000
Día del niño	f2	1	2	5000
Día de la madre	f3	1	2	5000
Día del padre	f4	1	2	5000
Xantolo	f5	1	3	5000
Posadas	f6	1	2	5000
Fiestas	f7	1	4	5000
patronales				
Foro de capacitación	f8	1	5	182000

Fuente: Elaboración propia.

## Modelo matemático

Se desarrolló un modelo matemático de programación que permite encontrar una asignación correcta en cada uno de los rubros utilizando la heurística de la mochila (KnapSack).

$$\text{Maximizar } z = \sum_{j=1}^n A_j x_j \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq p, \quad (2)$$

$$X_j \in \{0, 1 \dots m\}, j = 1 \dots, n. \quad (3)$$

Donde:

$x_j$ : beneficio asignado x del proyecto j

$a_j$  = número de persona beneficiadas (a) por tipo de proyecto j

$p$  = presupuesto

$n$  = número de proyectos

La ecuación (1) hace referencia a maximizar los resultados del proyecto a partir de la integración de variables que pertenecen al proyecto actual identificado por el subíndice  $j$ .

La ecuación (2) indica que es necesario estimar el total de los artículos que serán asignados al presupuesto determinado por la variable  $p$ .

La ecuación (3) indica que las variables de decisión pertenecen al proyecto identificado por el valor  $j$ , es decir, forman parte del proyecto (valor 1) o no forman parte de dicho proyecto (valor 0).

## Implementación del modelo

La función objetivo (f.o) es maximizar el número de personas con el presupuesto asignado.



$$\begin{aligned} \text{Max} = & 500 * s1 + 2000 * s2 + 900 * s3 + 8000 * s4 + 6000 * s5 + 2000 * s6 + 1000 * s7 \\ & + 250 * s8 + 250 * s9 + 250 * s10 + 250 * s11 + 3000 * s12 + 3000 * i1 + 3000 * i2 + \\ & 13600 * i3 + 4000 * d1 + 10000 * d2 + 6000 * d3 + 65000 * d4 + 10000 * d5 + 8000 * d6 \\ & + 2000 * f1 + 2000 * f2 + 2000 * f3 + 2000 * f4 + 2000 * f5 + 2000 * f6 + 5000 * f7 + \\ & 182000 * f8 \end{aligned}$$

Una vez representado el modelo matemático, mediante programación Se implementó un algoritmo computacional para resolver el modelo matemático del problema planteado utilizando Matlab. Se busca encontrar las soluciones para dar valor a las diferentes variables de decisión.

### Interpretación de los resultados

Algoritmo Genético (AG).

El propósito del algoritmo genético es buscar el espacio de todas las posibles soluciones, con la intención de encontrar una que maximice la función objetivo. El algoritmo se detiene cuando la población converge hacia la solución óptima (Chipperfield & Fleming, n.d.).

Los pasos que comprende el Algoritmo son:

- Inicio - Población genética aleatoria de n cromosomas (soluciones adecuadas para el problema).
- Evaluar la puntuación de cada cromosoma x en la población generada.
- Permitir la reproducción de los cromosomas siendo los más aptos los que tengan más probabilidad de reproducirse.
- Mutar un gen del nuevo individuo generado.
- Organizar la nueva población.

Los pasos se repetirán hasta que arroje un resultado óptimo. Se puede fijar un número máximo de iteraciones antes de finalizar el algoritmo genético o detenerlo cuando no se produzcan más cambios en la población, (Suarez, Castrillon, & Guerrero, 2013), (Sivanandam & Deepa, n.d.)

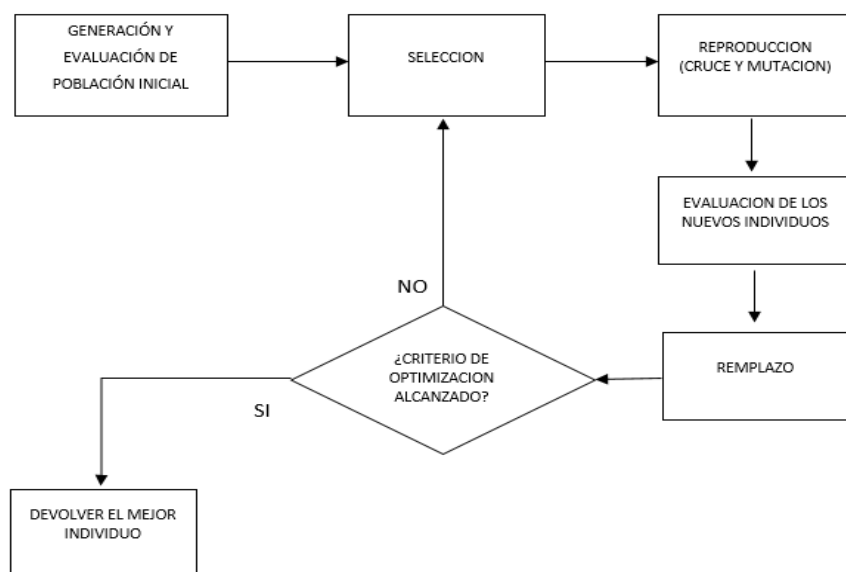


Diagrama 1. Funcionamiento general de los algoritmos genéticos.  
Fuente: Elaboración propia.

### Función de población

El código para la creación de la asignación de presupuesto está basado en el ejemplo de la mochila (gacreationknapsack) por medio de algoritmos genéticos resuelto en Matlab, muestra como ingresar el tamaño de la población y la función random que es el método de torneo el cual elige a los padres de forma aleatoria para que genere la población inicial, en ambos algoritmos se ingresan los mismos códigos. La estructura del algoritmo esta implementado para la función de población el cual es el mismo que se ocupara en los siguientes 4 rubros.

1. Sector de salud
2. Infraestructura
3. Proyectos productivos
4. Festividades

### Función Fitness

Un componente fundamental de los algoritmos genéticos es la función de evaluación o fitness la cual determina, en este caso, la eficiencia con la cual son asignados los recursos. La función de aptitud se calcula para cada cromosoma que fue inicializado, esta función de acondicionamiento físico mejora la calidad de la solución. La función objetivo del mecanismo de asignación de recursos es maximizar el número de personas.

```
function [ FitnessValue] = fitness(individuo)
globales objetos;
global capacidad;

beneficio_total=2940;
[m, num_obj] = size (objetos);
beneficio = 0;
asignación = 0;
fv = 0;

for i=1:(num_obj)
individuo(i) = round(individuo(i),0);
if individuo(i) >= objetos(3,i) && individuo(i) <=
objetos(4,i)
beneficio = beneficio + (individuo(i) * objetos(2,i));
asignación = asignación + (individuo(i) *
objetos(1,i));
else
function Population = gacreationknapsack
(GenomeLength, ~, options)
globales objetos;
global capacidad;
options. PopulationSize=5;
P = zeros (options. PopulationSize,
GenomeLength);
```

Cuadro 1. Función de población.  
Fuente: Elaboración propia.

```
for i=1: options. PopulationSize
peso = 0;
beneficio = 0;
A = randperm(GenomeLength);
cantidad = 0;

for j=1: Genome Length
cantidad = randi ([objetos (3, A(j)) objetos ( 4,A(j))]);
beneficio = beneficio + (objetos (1, A(j)) * cantidad);
peso = peso + (objetos (2, A(j)) * cantidad);

if peso > capacidad
beneficio = beneficio - (objetos (1, A(j)) * cantidad);

peso = peso - (objetos (2, A(j)) * cantidad);
break;
else
P(i,A(j))= cantidad;
end
end
end
Population = P;
```

Cuadro 2. Función de población.  
Fuente: Elaboración propia.

En el segundo Código de programación, ingresamos el valor de la aptitud (fitness value), en este algoritmo ingresamos la cantidad total de personas beneficiadas, para nuestro caso en particular fue una suma total de 4288 personas.

En salud el beneficio total fue de 2940 personas beneficiadas

En infraestructura el beneficio total fue de 900 personas beneficiadas.

En proyectos productivos el beneficio total fue de 430 personas beneficiadas.

En festividades el beneficio total fue de 18 proyectos beneficiando a 900 personas.

```
individuo(i)=objetos(3,i);
beneficio = beneficio + (individuo(i) * objetos(2,i));
asignación = asignación + (individuo(i) * objetos(1,i));
end
end
if asignación > capacidad
fv = +inf;
else
fv = beneficio_total - beneficio;
end
disp. ("fv: "+fv);
disp. ("asignación: "+asignación);
disp. ("beneficio: "+beneficio);
disp.(individuo)
FitnessValue = fv;
```

Cuadro 3. Función fitness  
Fuente: Elaboración propia.

## Función Main

El algoritmo principal (Main) ejecuta el código en donde ingresamos los datos desde un .txt este archivo contiene todos los datos que necesita el programa para resolver el algoritmo.

```
close all;
clear all;

globales objetos;
global capacidad;
global beneficio_total;

P = load('test01.txt');
nvars = P(1,1);
capacidad = P(1,2);
objetos = P(2:nvars+1,:).';

beneficio_total = 0;
for i=1:(nvars)
    beneficio_total = beneficio_total + (objetos(2,i)*
    objetos(4,i));
end
options = gaoptimset;
options = gaoptimset (options, 'PopulationSize',
100);
options = gaoptimset (options, 'Generations', 100);

options = gaoptimset (options, 'EliteCount', 2);
options = gaoptimset (options, 'CreationFcn',
@gacreationknapsack);
```

Cuadro 4. Función Main.  
Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes tablas arrojan una asignación óptima en los resultados computacionales después de ingresar el modelo matemático en el software Matlab, la asignación para los siguientes rubros de salud, infraestructura, festividades, y capacitación fue un total de \$ 11,790,250.00 beneficiando a un total de 3982 personas, demostrando la eficiencia del programa para ejecutar algoritmos genéticos.

Tabla 5. Asignación de presupuestos de salud.

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto por beneficiario
Medicamentos	400	\$ 500
Control de embarazo	198	\$ 2000
Enfermedad crónica	104	\$ 8000
Análisis clínicos	282	\$ 1000
Consultas dentales	200	\$ 250
Extracciones dentales	199	\$ 250
Limpiezas dentales	149	\$ 250
Empastes dentales	249	\$ 250
Placas dentales	190	\$ 3000
Total	2495	\$ 2,993,250

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Asignación de presupuestos de infraestructura.

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto para cada beneficiario
Vivienda	493	\$ 3000
Implemento agrícola	416	\$ 3000
Reconstrucción de capillas	20	\$ 13,600
Total	929	\$ 2,999,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Asignación de presupuestos de proyectos productivos

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto para cada beneficiario
Traspacios	300	\$ 4000
Ganadería	49	\$ 10000
Porcino	20	\$ 6000
Bovino		
proyecto completo	20	\$ 65000
Hortalizas	20	\$ 10000
Auto consumo	131	\$ 8000
Total	540	5,000,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Asignación de presupuestos de festividades

Proyecto	Número de proyectos	Presupuesto para cada beneficiario
Día reyes	2	\$ 5000
Día del niño	1	\$ 5000
Día de la madre	1	\$ 5000
Día del padre	2	\$ 5000
Xantolo	3	\$ 5000
Posadas	1	\$ 5000
Fiestas patronales	4	\$ 5000
Foro capacitación	4	\$ 182,000
Total	18	\$ 798,000

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

El aspecto económico es relevante y es un factor determinante para la toma de decisiones, Gracias al paralelismo implícito de los algoritmos genéticos no sólo es posible reducir el enorme número de soluciones que otros métodos obligan a evaluar, sino que también permite encontrar con éxito resultados óptimos o muy buenos en un período corto, tras muestrear directamente sólo regiones pequeñas del amplio espacio de búsqueda. Los resultados obtenidos al aplicar algoritmos genéticos a un problema de optimización real, como lo es la asignación de presupuesto en la institución (SPRI), lo que ha sido muy satisfactorio en los resultados obtenidos. El problema de asignación de presupuestos como en toda institución que controle el recurso económico está presente, el cual requiere de una buena toma de decisiones para cada tipo de apoyo.

Esta aplicación se desarrolló con la intención de lograr una eficiencia en el uso de recursos para presupuestos y dar soluciones optimas al problema planteado. Como hemos podido ver a lo largo del documento los algoritmos genéticos son actualmente una fuerte fuente de resolución de problemas complejos al realizar su ejecución en paralelo pudiendo así obtener diferentes soluciones al problema.

Cabe mencionar que en cada una de estas partes destacadas se encuentran involucradas ciertas características de la aplicación que permiten una interfaz amigable, que sirve de modelo en la aplicación de esta herramienta.

En ella es posible guardar y modificar datos de entradas, con el fin de mantener un registro, para que en futuras aplicaciones que se requiera tomarlo como modelo, sólo se realicen las modificaciones necesarias.

A través de la interacción y trabajo en conjunto con organizaciones civiles, en este caso se atiende a la demanda y asignación de recursos.

En estas situaciones la solidaridad y el rol de las organizaciones civiles es de suma importancia; y la gestión de estas organizaciones suele ser pobre desde el punto de vista de la “informática de gestión”. El aporte del presente trabajo se aboca a mejorar los procesos de gestión en las redes sociales, entendiéndose éstas como grupo de instituciones trabajando en red para el bien social; las cuales administrando de forma eficiente la asignación y distribución de recursos, lograrían atenuar el impacto de atención de necesidades a personas.

Mediante el enfoque de programación en este trabajo, se logró plantear y dar solución a la problemática de la asociación civil “Servicio Primordial Relevante a Indígenas”, para lograr maximizar los recursos a un mayor número de personas atendidas, para eso fue necesario proponer restricciones que ayudaran al modelo matemático propuesto a representar el orden de importancia de cada servicio ofrecido, se estimaron cifras máximas y mínimas de cantidad de personas para cada apoyo dado su prioridad o importancia en la población, los criterios se establecieron acorde a los registros estadísticos sobre la demanda de los diferentes servicios, con el establecimiento de estos parámetros se logró distribuir y maximizar los recursos de los diferentes rubros. Como resultado se logró aumentar el número de personas beneficiadas con los diferentes apoyos, logrando la maximización del número de personas atendidas cumpliéndose con el objetivo principal que era brindar los servicios de apoyo a un mayor número de personas.

Los resultados obtenidos muestran que si es posible maximizar el número de personas ya que de acuerdo a la información recabada en el año 2016 mostro un total de 2460 personas en total para todos los servicios que ofrece.

Mediante la programación se logró maximizar la cantidad de personas atendidas logrando una cantidad de 3982 personas atendidas aumentando en un 61.87%.

## Referencias bibliográficas

Bello, M., Lugo, L., García, M. M., & Bello, R. (2016). Un método para la generación de rankings en la selección de equipos de trabajo en ambiente competitivo basado en algoritmos genéticos A method for the generation of rankings in the teamwork selection in competitive environment based on genetic algorithms. *Ciencias Informáticas*, 10(2), 196–210. Retrieved from <http://rcci.uci.cu>

- Bonilla, G. E., Sánchez, D. P., & Caballero, S. O. M. (2017). *Algoritmo genético para el problema logístico de asignación de la mochila ( Knapsack Problem )*. 137, 157–168.
- Chilagani, N., & Sarma, S. S. V. N. (2019). *Evaluation Approach for Salvation of Complexities in Allocation of Budget Assets*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1951-8>
- Chipperfield, A. J., & Fleming, P. J. (n.d.). *The MATLAB Genetic Algorithm Toolbox*. 1–4. <https://doi.org/10.1049/ic:19950061>
- Cogliati, C., Kossoy, A., & Kremenchutzky, S. (2002). *Gestión de Organizaciones de la sociedad civil de combate a la pobreza . La estrategia de fortalecimiento institucional*.
- Cortez, A. V., Rosales, G. G., Naupari, R. Q., & Vega, H. H. Z. (2010). *Sistema de apoyo a la generación de horarios basado en algoritmos genéticos*. 7(1), 37–55.
- Devarasetty, P., & Reddy, S. (2019). Genetic algorithm for quality of service based resource allocation in cloud computing. *Evolutionary Intelligence*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00233-6>
- Fita, A. (2014). Three-Objective Programming with Continuous Variable Genetic Algorithm. *Scientific Research*, 5(December), 3297–3310. <https://doi.org/10.4236/am.2014.521307>
- Garcia, L., & Marcuello, C. (2007). *Eficiencia y captación de fondos en las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo*.
- Garcia, V. R., Pérez, P. I., Villavicencio, N., Piñero, P. Y., & Beovides, S. (2016). Experiencias usando algoritmos genéticos en la planificación de proyectos Experiences by using genetic algorithms in project scheduling. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 71–86. Retrieved from <http://rcci.uci.cu>
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J. R., Dorado, J., & Pazos, A. (2010). *Introducción a los Algoritmos Genéticos y la Programación Genética* (2010th ed.). Coruña: digitalia.
- Grosso, C. (2013). *La economía social desde tres perspectivas: tercer sector , organizaciones no gubernamentales y entidades sin ánimo de lucro*. 18(1), 143–158.
- Kramer, O. (2017). *Studies in Computational Intelligence 679 Genetic Algorithm Essentials*. Retrieved from [https://www.mendeley.com/research-papers/studies-computational-intelligence-679-genetic-algorithm-essentials/?utm\\_source=desktop&utm\\_medium=1.17.13&utm\\_campaign=open\\_catalog&userDocumentId=%7B7a663108-07c0-4ee8-bd54-f1a7009fb46e%7D](https://www.mendeley.com/research-papers/studies-computational-intelligence-679-genetic-algorithm-essentials/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.13&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B7a663108-07c0-4ee8-bd54-f1a7009fb46e%7D)
- Lopez, S. R., Ortega, I., & Sandoval, S. (2011). *Sociedad Civil y combate a la pobreza. Open Edition*. Retrieved from <http://journals.openedition.org/polis/2199>

- Rodríguez, L. (2017). *El desarrollo de las ONG de México y su coincidencia con los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas*. 59–84. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.91.8879>
- Rojas, L. F. R., Lopez, J. M. L., & Muñoz, N. G. (2016). Asignación Óptima de Presupuesto para Mejoramiento de la Calidad del Servicio en Sistemas de Distribución usando Algoritmo Genético No-Dominado II ( NSGA-II ) y un Algoritmo Memético Optimal Budget Assignment for Service Quality Improvement in Distributio. *Información Tecnológica*, 27(1), 115–126. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000100013>
- Salazar, A. F., López, J. F., Tavizón, A., & Araiza-vázquez, M. J. (2019). *Estudio de un Algoritmo Genético para la Administración Académica Study of a Genetic Algorithm for Academic Management*. 12(4), 63–72.
- Salgado de Snyder, N., González, T., Bojorquez, I., & Infante, C. (2007). Vulnerabilidad social, salud y migración México-Estados Unidos. *Salud Pública de México*, 49, 8–10.
- Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (n.d.). *Genetic Algorithms*. 15–37. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-73190-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-73190-0_2)
- Solano, Y. S., Calvo, M. M., & Trejos, L. P. (2008). Implementación de un algoritmo genético para la asignación de aulas en un centro de estudio (ING). *Uniciencia*, 22(1–2), 115–121. Retrieved from <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/3915>
- Suarez, V. F., Castrillon, O. D. G., & Guerrero, A. A. (2013). *Class Schedule Assignment Based on Students Learning Rhythms Using A Genetic Algorithm*. 9(17), 77–95. Retrieved from <http://www.eafit.edu.co/ingciencia>
- Suarez, V. F., Guerrero, A., & Castrillon, O. D. (2013). *Programación de Horarios Escolares basados en Ritmos Cognitivos usando un Algoritmo Genético de Clasificación Scheduling of School Hours based on Cognitive Rhythms using a Non-dominated Sorting Genetic Algorithm , NSGA-II*. 24(1), 103–114. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000100012>
- Trotti, M., Reis, M. Dos, Bueno, M., & Xodo, D. (n.d.). *Algoritmo Genético para la asignación eficiente de recursos en casos de Catástrofes Climáticas*.
- Yeng, P. H., Yi, J. K., & Huang, H. S. (2007). Genetic algorithm-based decision support for the restoration budget allocation of historical buildings. *Building and Environment*, 42, 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.09.009>