



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

TEMA:

**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO PARA
EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PERSONAL DEL GRUPO
CORPORATIVO MEP**

AUTOR:

MARCO ANTONIO JÁTIVA BALDEÓN

TUTOR:

ING. PABLO MARCEL RECALDE VARELA. MSc.

QUITO, ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El documento de tesis con título: “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO PARA EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PERSONAL DEL GRUPO CORPORATIVO MEP”, ha sido desarrollado por el señor Marco Antonio Játiva Baldeón con C.C. No. 1717586893 persona que posee los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de la información de esta tesis sin previa autorización.

Marco Antonio Játiva Baldeón

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO PARA EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PERSONAL DEL GRUPO CORPORATIVO MEP**”, presentado por Marco Antonio Játiva Baldeón, estudiante de la Carrera Ingeniería en Sistemas Informáticos, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., Septiembre de 2019

TUTOR

Ing. Pablo Recalde MSc.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco este trabajo principalmente a Dios por brindarme la fuerza para lograr el objetivo, a mi familia por el apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi formación académica y a la Universidad Tecnológica Israel por darme la oportunidad de culminar mis estudios y formarme como ente de bien para apoyar a la sociedad ecuatoriana y del mundo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre por su infinito amor y comprensión en cada etapa de mi vida, a mi hermano por el amor y apoyo desinteresado en pro del cumplimiento de mis anhelos y de manera muy especial a mi padre que aunque ya no se encuentre presente físicamente sé que desde el cielo me brinda la tenacidad necesaria para cumplir una de las promesas que le hice en vida.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN DE ESTUDIO.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVOS	5
GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS	6
1 CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
1.1 ESTADO DEL ARTE	7
1.2 PROCESO DE SELECCIÓN NATURAL.....	9
1.3 ESTUDIO DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS.....	10
1.3.1 Algoritmos Genéticos y Matemáticos.....	10
1.3.2 Algoritmos Genéticos y métodos enumerativos	11
1.3.3 Algoritmo genético simple.....	12
1.3.3.1 Codificación	12
1.3.3.2 Pseudocódigo del algoritmo genético simple.....	15
1.3.3.3 Ejemplo sencillo de aplicación matemática	17
1.3.4 Algoritmo genético extendido	19
1.3.4.1 Tamaño de la población.....	19
1.3.4.2 Población inicial	20
1.3.4.3 Función objetivo.....	20
1.3.4.4 Selección.....	21

1.3.5	Aplicaciones de algoritmos genéticos.....	31
1.3.6	Aplicación de algoritmo genético al proceso de selección de personal.....	32
1.3.6.1	Codificación del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal	37
1.3.6.2	Función de adecuación del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal.....	38
1.3.6.3	Modelo de selección usado por el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal	38
1.3.6.4	Cruce usado por el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal.....	38
1.3.6.5	Mutación escogida para el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal.....	39
1.3.6.6	Condición de parada el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal.....	40
1.3.6.7	Pseudocódigo del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal.....	40
1.3.6.8	Análisis de resultados de la ejecución del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal	41
1.4	HERRAMIENTAS TÉCNICAS.....	44
1.5	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	49
2	CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO	52
2.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
2.1.1	Metodología seleccionada.....	54
2.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	55
2.2.1	Técnicas de recopilación de información	56
3	CAPÍTULO 3. PROPUESTA	62
3.1	DIAGRAMA DE PROCESOS.....	62
3.2	FACTIBILIDAD TÉCNICA	65

3.3	FACTIBILIDAD OPERACIONAL	65
3.4	FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA.....	65
3.5	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	66
3.5.1	Ámbito del software.....	66
3.5.2	Funciones del producto	67
3.5.3	Características de los usuarios del sistema	69
3.5.4	Restricciones de desarrollo	69
3.5.5	Requisitos.....	70
4	CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN	73
4.1	DISEÑO.....	73
4.2	ESQUEMA DE LA BASE DE DATOS.....	76
4.3	DIAGRAMA DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA	77
4.4	DISEÑO DE INTERFACES	78
4.5	ESTÁNDARES DE PROGRAMACIÓN UTILIZADOS	78
4.6	PRUEBAS	79
4.6.1	Pruebas de funcionalidad (Aceptación de usuario).....	79
4.7	IMPLEMENTACIÓN	82
4.7.1	Plan de implementación.....	82
4.7.2	Requerimientos de implementación.....	82
4.7.3	Manual de usuario.....	83
	CONCLUSIONES	84
	RECOMENDACIONES.....	85
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
	ANEXOS	1

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Organigrama Grupo Corporativo MEP.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 1.2 Operador cruce basado en un punto.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 1.3 Operador de mutación.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 1.4 Adaptación media y mejor adaptación en un algoritmo genético simple.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 1.5 Función Objetivo.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 1.6 Función de selección por ruleta.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 1.7 Cruce en un punto.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 1.8 Cruce en dos puntos.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 1.9 Cruce cíclico.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 1.10 Operador de mutación por inversión.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 1.11 Operador de mutación por intercambio repetido.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 1.12 Operador de mutación uniforme.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 1.13 Proceso de Selección de Personal.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 1.14 Operador de Cruce escogido.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 1.15 Configuración del Algoritmo Genético Prueba 1.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 1.16 Evolución del Algoritmo Genético Prueba 1.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 1.17 Configuración del Algoritmo Genético Prueba 2.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 1.18 Evolución del Algoritmo Genético Prueba 2.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 1.19 Visión General de SCRUM.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 1.20 Modelo MVC.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 2.1 Resultado encuesta, pregunta 1.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 2.2 Resultado encuesta, pregunta 2.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 2.3 Resultado encuesta, pregunta 3.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 2.4 Resultado encuesta, pregunta 4.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 2.5 Resultado encuesta, pregunta 5.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 2.6 Resultado encuesta, pregunta 6.....</i>	<i>61</i>

<i>Figura 3.1</i> Diagrama de proceso de selección del grupo MEP	64
<i>Figura 1.2.</i> Diagrama de proceso automatizado aplicando Algoritmo Genético	65
<i>Figura 4.1</i> Modelo de Base de datos del aplicativo web MAGTH.....	77
<i>Figura 4.2</i> Diagrama de la arquitectura del aplicativo web MAGTH.....	78
<i>Figura 4.3</i> Diseño de interfaz general del aplicativo web MAGTH.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 <i>Población inicial de la función $f(x) = x^2$</i>	18
Tabla 1.2 <i>Población después de efectuar cruce y mutación.</i>	19
Tabla 1.3 <i>Ejemplo selección mediante ruleta.</i>	22
Tabla 1.4 <i>Comparativo de Software existente en el mercado</i>	50
Tabla 2.1 <i>Etapas en el desarrollo de la investigación</i>	54
Tabla 3.1 <i>Costo estudio e implementación de Algoritmo Genético</i>	66
Tabla 3.2 <i>Historias de Usuario Gestión de Usuarios</i>	68
Tabla 3.3 <i>Historias de Usuario Gestión de Puestos Ofertados</i>	68
Tabla 3.4 <i>Historias de Usuario Gestión de Candidatos</i>	69
Tabla 3.5 <i>Historias de Usuario Implementación de Algoritmo Fundamental</i>	69
Tabla 3.6 <i>Perfiles de Usuario</i>	70
Tabla 4.1 <i>Sprint Backlog (Sprint 1)</i>	74
Tabla 4.2 <i>Sprint Backlog (Sprint 2)</i>	75
Tabla 4.3 <i>Sprint Backlog (Sprint 3)</i>	75
Tabla 4.4 <i>Sprint Backlog (Sprint 4)</i>	76
Tabla 4.5 <i>Estándar de programación</i>	79
Tabla 4.6 <i>Pruebas Funcionales</i>	80

RESUMEN

El proceso de selección de personal para cualquier Empresa que desarrolle actividad económica en el mercado es bastante complejo y subjetivo a la hora de encontrar a los candidatos que mejor se apeguen al perfil ofertado y sobretodo que mejores cualidades y capacidades demuestren después de someterse a las evaluaciones planteadas para el cargo. En general se precisa métodos más coherentes y alineados a la información que de cada persona se posee ya que muchas veces los datos obtenidos en una entrevista no reflejan el verdadero potencial del aspirante y por ende no son lo suficientemente concisos para tomar una decisión acertada que aporte al equipo de trabajo ya conformado o a conformarse. El uso de algoritmos genéticos para la interpretación, análisis y selección de personal partiendo de etiquetas lingüísticas que agrupen capacidades específicas permite reconocer y solucionar de manera óptima el problema tal cual se muestra en la vida real. Este estudio pretende proponer una solución apropiada al inconveniente evidenciado en el proceso de selección de personal más idóneo para cada perfil del Grupo Corporativo MEP.

Palabras clave: Algoritmos genéticos; Proceso de selección de personal; etiquetas lingüísticas; Métodos; Interpretación; Análisis; Complejo; Subjetivo

ABSTRACT

The personnel selection process for any Company that develops economic activity in the market is quite complex and subjective when it comes to finding the candidates that best adhere to the profile offered and above all that better qualities and capabilities demonstrate after undergoing the evaluations raised for the position. In general, more coherent and aligned methods are required for the information that each person possesses since many times the data obtained in an interview do not reflect the true potential of the applicant and therefore are not concise enough to make a wise decision that provides to the work team already formed or to conform. The use of genetic algorithms for the interpretation, analysis and selection of personnel based on linguistic labels that group specific capacities allows to recognize and solve in an optimal way the problem as it is shown in real life. This study intends to propose an appropriate solution to the inconvenience evidenced in the most suitable personnel selection process for each profile of the MEP Corporate Group.

Keywords: Genetic algorithms; Personnel selection process; linguistics tags; Methods; Interpretation; Analysis; Complex; Subjective

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN DE ESTUDIO

La contratación de nuevo personal o la asignación del ya contratado a tareas específicas representan una decisión sustancial, debido a que el crecimiento de la empresa depende de ello mucho más de lo que se puede evidenciar. Esto se aplica en todo sector productivo, pero toma mayor importancia en aquellos donde la dificultad en que se desenvuelve su labor precisa contar con recursos humanos que provean de ductilidad y elasticidad suficientes. Una correcta selección del personal desembocará en mayor índice de crecimiento y desarrollo de la organización.

El objetivo del presente trabajo consiste en elaborar un modelo de selección de personal que permita bajar en gran proporción los riesgos derivados de la ejecución de tareas por personal inadecuado como elevar la utilidad de la organización con la ubicación óptima de los trabajadores. Los algoritmos genéticos se utilizan para resolver problemas de búsqueda adaptativa y optimización en diversos, tales como el diseño de materiales o equipamiento industrial, montaje de redes, análisis lingüístico, problemas machine learning, ingeniería de software, optimización de producción y distribución, descripción de sistemas biológicos, etc.

Los algoritmos genéticos se basan en la conocida teoría de la evolución de Darwin (Gould, S. J., & Leal, A. G. ,2004), la cual establece que el conjunto de una población se

combina de forma aleatoria tal y como ocurre en la evolución de las especies, para que posteriormente la naturaleza, o en este caso según un criterio establecido, realice una selección de los individuos decidiendo así cuáles sobreviven o se consideran más fuertes respecto al resto y cuáles se descartan.

La matemática traduce el concepto biológico de fenotipo al conjunto de soluciones de un problema, mientras que la información que determinan a cada individuo se conoce como cromosoma. Si esta información se reescribe en forma binaria y de cadena, entonces se encuentra con el genotipo y a cada uno de los componentes de dicha cadena se le conoce como gen. La combinación de los cromosomas iteración tras iteración da como resultado lo que se determina como generaciones. Una combinación de cromosomas crea una nueva generación o descendencia.

Fue John Holland, un investigador de la Universidad de Michigan a finales de 1960, quien se dio cuenta en primer lugar del potencial de estos cálculos y de las oportunidades que ofrecían a diferentes campos de investigación, por lo que desarrolló una metodología para poder implantarlo en un programa que conseguía que los computadores fueran capaces de aprender generación tras generación. (Holland, J.H.,1960)

Varias definiciones de lo que se considera un algoritmo genético se han publicado sin embargo se puede considerar que es un método de búsqueda dirigida basado en probabilidad, o un método de búsqueda de soluciones óptimas mediante la simulación de la evolución natural o, un método adaptativo que se usa para resolver problemas de búsqueda y optimización o, bien la que se considera más exacta y que propone John Koza: *“Un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de*

acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas de entre las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suelen ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta al modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud.” (Koza, J. R., 1992)

Los algoritmos genéticos se clasifican dentro de las técnicas de búsqueda aleatoria, guiada y adaptativa definidos como algoritmos basados en la evolución genética. Dicha rama se encuentra al mismo nivel que el análisis de redes neuronales. Además se los considera una parte importante de la Inteligencia Artificial, al mismo nivel que la Programación Genética, la Programación Evolutiva, o las Estrategias Evolutivas. Las ciencias antes nombradas se basan en el proceso de evolución de cada individuo, sus cromosomas y la supervivencia de los que mejor se adaptan o los que más se reproducen o combinan.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El MEP es un grupo corporativo que se encarga de la administración y supervisión de la estructura societaria, legal y de gobierno de las empresas Mirasol(Cuenca), E. Maulme (Guayaquil) y Proauto (Quito), mismas que se encargan de comercializar autos de todo tipo y repuestos de la marca CHEVROLET.

El MEP se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en el sector de Carapungo y está compuesto de 10 empleados repartidos en los diferentes departamentos de acuerdo al organigrama estructural de la institución.

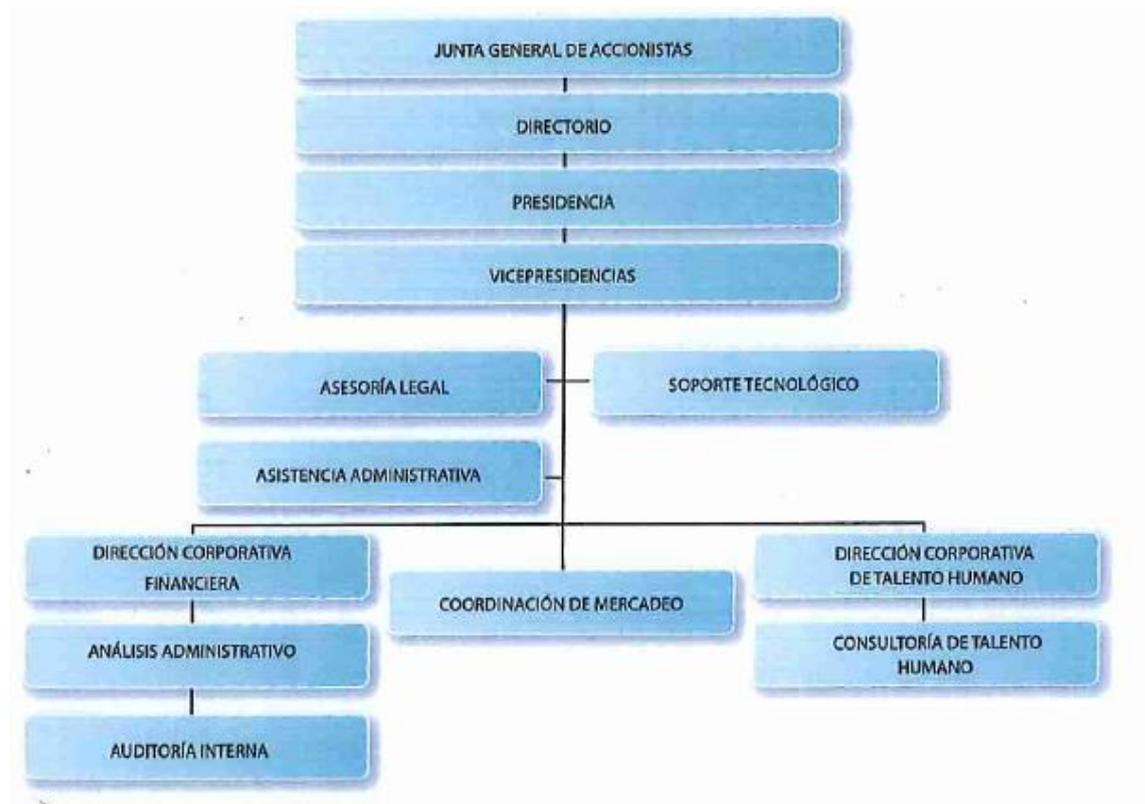


Figura 1.1 Organigrama Grupo Corporativo MEP. Fuente: Grupo MEP

El problema del grupo MEP radica en que el proceso de selección de personal que se realiza considera muchas veces candidatos que al poco tiempo de iniciar su trabajo no cumplen con las expectativas de sus superiores ni con las capacidades que el puesto requiere debido a que la elección se realiza de manera demasiado subjetiva usando como herramienta entrevistas y como agente discriminador el criterio de la persona que necesita el recurso, esto hace que muchas de las veces las personas elegidas para ocupar las vacantes no sean las más alineadas al perfil.

JUSTIFICACIÓN

En vista de que el proceso de selección de personal adquiere cada día mayor injerencia en el rendimiento grupal de las diferentes organizaciones, este requiere el uso

herramientas tecnológicas que asocien con mayor exactitud las habilidades encontradas en las personas o candidatos con las capacidades solicitadas por el cargo.

La toma de decisión en este tipo de procesos puede ser compleja, teniendo en cuenta que la cantidad de aplicaciones a un cargo ofertado puede llegar a ser bastante alta, los resultados provenientes de entrevistas y pruebas hacen que esta decisión requiera de mucho tiempo, recursos, de personal capacitado y aun así pueden darse errores debido a la cantidad de información resultante que necesita ser comparada,, tabulada y evaluada.

Con el uso de un algoritmo genético para el proceso de selección de personal del Grupo Corporativo ME, se logrará agilizar el proceso y sobre todo elegir los candidatos más aptos de acuerdo a un análisis cuantitativo mucho más real de sus habilidades y apegado a la necesidad de la empresa.

OBJETIVOS

Los objetivos que se desean alcanzar al poner en marcha la presente investigación son:

GENERAL

Estudiar un algoritmo genético para aplicarlo al proceso de selección de personal del grupo corporativo MEP con la finalidad de elegir la terna más idónea para el cargo ofertado de acuerdo al perfil de los candidatos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar la funcionalidad de algoritmos genéticos como herramienta de optimización.

- Aplicar algoritmos genéticos en el proceso de selección de personal.
- Desarrollar un aplicativo de interface web que permita el uso del algoritmo genético para apoyar del proceso de selección.

DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS

El capítulo 1 hace referencia al estado del arte es decir trabajos de investigación que existen actualmente sobre algoritmos genéticos aplicados a procesos de selección de personal u a otros procesos a fin de mostrar su utilidad.

El capítulo 2 describe el tipo de investigación realizada y la forma en la cual se recolectaron los datos para justificar la problemática.

El capítulo 3 narra la propuesta que dará solución al problema, así como todos los actores y artefactos utilizados para documentar cada etapa.

El capítulo 4 describe la implementación de la propuesta que dará solución al problema planteado desde la etapa de desarrollo hasta la etapa de entrega del aplicativo en el Grupo MEP.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Se describe el estado del arte, los conceptos y teorías utilizadas para la resolución del problema.

1.1 ESTADO DEL ARTE

Como detalla Chiavenato I, *“Debido a que existen diferencias individuales, físicas y psicológicas que hacen que las personas se comporten de manera diferente, y que logren mayor o menor éxito en el desempeño de sus funciones, se vuelve imprescindible el proceso de selección.”* (Chiavenato I, 2000)

El proceso de selección de personal en toda empresa debería iniciarse una vez que se tienen completamente definidos los cargos vacantes, las habilidades que se necesitan para ocupar el cargo y las evaluaciones que permitan medir si los postulantes poseen o no las capacidades para ocupar el cargo. Una vez que se cuenta con lo antes mencionado pues se inicia a conformar un posible grupo idóneo para ocupar el puesto a través de la recolección de información de cada persona.

Como bien lo explica García, *“Se pudo determinar que para los procesos de reclutamiento y selección no se han diseñado instrumentos que permitan realizarlos de manera eficiente y así proveer de los mejores talentos a la institución.”* (García 2013)

Existe la enorme necesidad de diseñar una herramienta tecnológica que sirva como instrumento para realizar de manera más eficiente el proceso de selección de personal de las empresas sin importar el giro del negocio al que se dediquen.

Ponce, B. en su tesis titulada “La gestión del talento humano y su incidencia en el desempeño laboral en el Ministerio de Justicia, Derechos humanos y Cultos planta central- Quito”, Universidad Tecnológica Equinoccial, facultad de Postgrado, Ecuador, Quito afirma, “*La evaluación del desempeño dió los siguientes resultados: Excelente un 51,09%, muy bueno 38,24%, satisfactorio 8,43%, regular e insuficiente (1,07%)*” (Ponce, B. 2014)

Se puede concluir que más de la mitad de las personas escogidas para ocupar puestos utilizando métodos tradicionales no cumplen eficientemente con las tareas que se les fueron asignadas; esto permite comprender de mejor manera las falencias existentes en los procesos de selección actual a nivel nacional y la necesidad de una herramienta que optimice y asigne de mejor manera a los candidatos de acuerdo a las habilidades requeridas para el cargo.

Como señala Goldberg, “*Algoritmo Genético es un método utilizado para resolver problemas de optimización, tanto con restricciones o sin restricciones y se sustenta en el concepto de la selección natural, cuyo proceso se basa en la evolución biológica.*” (Goldberg, 1989)

Se decide usar algoritmos genéticos para la solución de inconvenientes reales que enfrentan las empresas al momento de seleccionar la persona más capacitada y alineada a un puesto vacante debido a que se trata de un problema de lógica difusa muy subjetivo en muchos de los casos.

Según Holland, “*En el método de optimización AG se modifica repetidamente una población de posibles soluciones individuales. En cada paso, el algoritmo genético selecciona individuos al azar de la población actual y los denomina “padres”, los cuales son utilizados para producir los “hijos” de la próxima generación. Después de varias generaciones, la población “evoluciona” mediante una serie de mecanismos (cruzamiento, mutación etc.) hacia una solución óptima.*” (Holland, 1992)

Los algoritmos genéticos son altamente utilizados para resolver problemas de optimización en donde los algoritmos estándar no aportan soluciones válidas o

simplemente no pueden ser aplicados. El uso de algoritmos genéticos incluye problemas en donde la lógica es extremadamente difusa y su función objetivo es no lineal.

El primer paso para comprender el funcionamiento de los algoritmos genéticos es entender el proceso de selección natural, razón por la cual se lo explica a continuación.

1.2 PROCESO DE SELECCIÓN NATURAL

En la naturaleza, los individuos de una población compiten entre sí por el dominio del grupo para poder imperar en la búsqueda de recursos tales como alimentos, refugio y compañía. Aquellos sujetos que tienen más éxito en sobrevivir y en atraer compañeros tienen mayor probabilidad de generar un gran número de descendientes. Por el contrario, individuos poco exitosos producirán un menor número de descendientes. Esto significa que los genes de los individuos mejor adaptados se propagarán en sucesivas generaciones hacia un número de individuos creciente. La combinación de buenas características provenientes de diferentes ancestros, puede a veces producir descendientes muy fuertes o súper-individuos, cuya adaptación es mucho mayor que la de cualquiera de sus ancestros. De esta manera, las especies evolucionan logrando características cada vez mejor adaptadas al entorno en el que viven. (Ginnobili, S., 2010).

Los Algoritmos Genéticos poseen una similitud directa con la conducta natural, es decir trabajan con una población de individuos; cada uno de los cuales representa una solución viable a un problema planteado. A cada individuo se le asigna un valor, número o puntuación relacionado con dicho resultado. Cuanto mayor sea la adecuación de un individuo al problema, mayor sería la probabilidad de que el mismo sea seleccionado para reproducirse, cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma. Este cruce producirá nuevos individuos descendientes de los anteriores los cuales comparten algunas de las características de sus padres. Cuanto menor sea la adaptación de un individuo, menor sería la probabilidad de que dicho individuo sea seleccionado para la reproducción, y por tanto de que su material genético se propague en sucesivas generaciones (Larrañaga, Inza, Moujahid. , 2000).

1.3 ESTUDIO DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS

La computación evolutiva es una de las ramas de la Inteligencia Artificial y consiste en el desarrollo de algoritmos basados en los mecanismos genéticos de selección natural de los sistemas biológicos. Dentro de ella el paradigma de los Algoritmos Genéticos es una de las técnicas más populares. (Pajares, Santos, 2006).

“Se define a un algoritmo genético como un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas de entre las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta al modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud.” (Koza, J. R., 1992).

Un algoritmo genético es un método adaptativo plasmado en una función matemática o en un software usado para resolver problemas de búsqueda y optimización. Está basado en el proceso genético de selección de los organismos vivientes. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes, postulados por Darwin. Por reproducción de este proceso, los Algoritmos Genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en gran medida de una adecuada codificación de las mismas.

1.3.1 Algoritmos Genéticos y Matemáticos

Varios problemas de optimización pueden ser solucionados aplicando un algoritmo tradicional que se traduce a una secuencia ordenada y lógica de pasos para alcanzar un objetivo. Por ejemplo: Si tenemos la función "Es el doble de", ésta puede ser escrita como:

$$f(x) = x^2$$

Esto también es válido para funciones booleanas (retornan un valor Verdadero o Falso). Por ejemplo, la función "Es mayor que", puede ser escrita como:

$$f(x, y) = \exists x, \exists y / x > y$$

Para resolver un problema que requiera como solución saber solamente cual número es mayor entre dos números, resulta más eficaz utilizar el algoritmo matemático tradicional directamente. Sin embargo, los algoritmos matemáticos no son aplicables a problemas que posean algunas de estas características:

- La función representativa del problema no es continua. En este caso el mismo no es calculable. Los algoritmos genéticos pueden trabajar con todo tipo de funciones ya que encontrarán un mínimo aceptable si no es posible encontrar el óptimo.
- La función representativa es dinámica: La relación entre las variables cambia dependiendo de los valores que tomen las mismas.

Las reglas del tipo X es igual a Y si el valor de X es pequeño o X es 1.5 de Y si el valor de X es grande; no pueden ser convertidas en un algoritmo algebraico ya que existen valores que se desconocen. A diferencia de un algoritmo tradicional, un algoritmo genético puede ser diseñado para trabajar bajo estas condiciones de incertidumbre.

1.3.2 Algoritmos Genéticos y métodos enumerativos

Los métodos enumerativos son aplicaciones matemáticas que se limitan a un sistema de búsqueda eficiente del caso concreto en particular. Por ejemplo, los libros con tablas de logaritmos tradicionales constan de una larga serie de cálculos para todos los valores usuales. La solución consiste simplemente en buscar en la lista el número decimal y retornar el logaritmo dado.

La memorización de las tablas de multiplicar que se enseña a los niños es otro clásico ejemplo. Ante la pregunta ¿Cuánto es seis por ocho? Se espera que los niños respondan instantáneamente "48" sin tener que estar realizando mentalmente la operación.

Este método es viable siempre que el número de valores sea manejable y controlable. De otra manera el simple cálculo de los mismos se vuelve imposible. Ejemplo: Generar una tabla que contenga todas las movidas de todos los partidos posibles de un juego de ajedrez resultaría imposible de hacer en la práctica.

La memorización de una serie de datos no es otra cosa que la construcción en la memoria del equivalente a una base de datos en donde se busca la pregunta y se encuentra automáticamente la respuesta.

Los algoritmos genéticos usan heurística para la resolución de problemas, lo cual limita drásticamente el número de datos a utilizar.

1.3.3 Algoritmo genético simple

El algoritmo genético simple (canónico) necesita una codificación o representación adecuada al problema. Además, se requiere una función de ajuste o adaptación al problema, la cual asigna un número real a cada posible solución codificada. Durante la ejecución del algoritmo, los padres deben ser seleccionados para la reproducción, a continuación, dichos padres seleccionados se cruzarán generando dos hijos, sobre cada uno de los cuales actuará un operador de mutación. El resultado de la combinación de las anteriores funciones será un conjunto de individuos (posibles soluciones al problema), los cuales en la evolución del algoritmo genético formarán parte de la siguiente población.

1.3.3.1 Codificación

Se supone que los individuos (posibles soluciones del problema), pueden representarse como un conjunto de parámetros, los cuales agrupados forman una ristra de valores (cromosoma). Si bien el alfabeto utilizado para representar los individuos no debe necesariamente estar constituido por el $(0, 1)$, buena parte de la teoría en la que se fundamentan los algoritmos genéticos utiliza dicho alfabeto. En términos biológicos, el conjunto de parámetros representando un cromosoma particular se denomina fenotipo. El fenotipo contiene la información requerida para construir un organismo, el cual se refiere como genotipo. Los mismos términos se utilizan en el campo de los algoritmos genéticos. La adaptación al problema de un individuo depende de la evaluación del genotipo. Esta

última puede inferirse a partir del fenotipo, es decir puede ser calculada a partir del cromosoma, usando la función de evaluación. La función de adaptación debe ser diseñada para cada problema de manera específica. Dado un cromosoma particular, la función de adaptación le asigna un número real, que se supone refleja el nivel de adaptación al problema del individuo representado por el cromosoma.

Durante la fase reproductiva se seleccionan los individuos de la población para cruzarse y producir descendientes, que constituirán, una vez mutados, la siguiente generación de individuos. La selección de padres se efectúa al azar usando un procedimiento que favorezca a los individuos mejor adaptados, ya que a cada individuo se le asigna una probabilidad de ser seleccionado que es proporcional a su función de adaptación. Este procedimiento se dice que está basado en la ruleta sesgada. Según dicho esquema, los individuos bien adaptados se escogerán probablemente varias veces por generación, mientras que, los pobremente adaptados al problema, no se escogerán más que de vez en cuando.

Una vez seleccionados dos padres, sus cromosomas se combinan, utilizando habitualmente los operadores de cruce y mutación. Las formas básicas de dichos operadores se describen a continuación.

El operador de cruce, toma dos padres seleccionados y corta sus ristas de cromosomas en una posición escogida al azar, para producir dos subristras iniciales y dos subristras finales. Después se intercambian las subristras finales, produciéndose dos nuevos cromosomas completos (ver la Figura 1.2). Ambos descendientes heredan genes de cada uno de los padres. Este operador se conoce como operador de cruce basado en un punto.

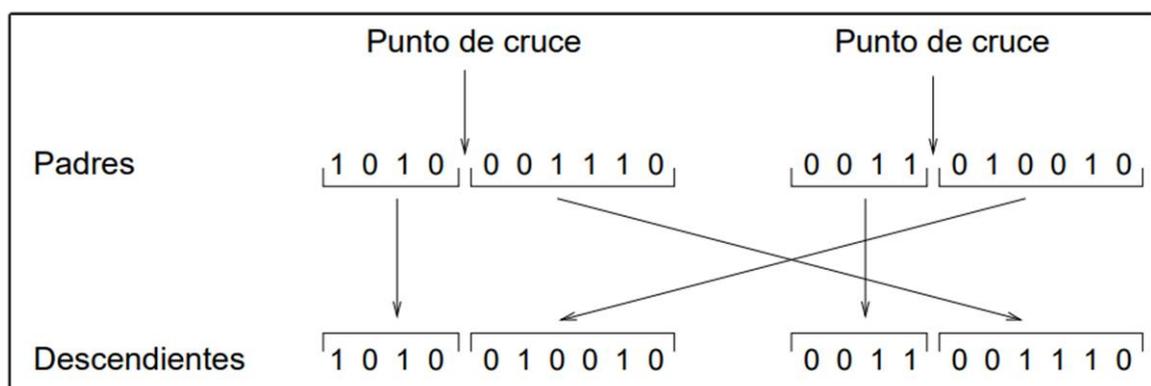


Figura 1.2 Operador cruce basado en un punto. Fuente: Elaboración propia

Habitualmente el operador de cruce no se aplica a todos los pares de individuos que han sido seleccionados para emparejarse, sino que se aplica de manera aleatoria, normalmente con una probabilidad comprendida entre 0.5 y 1.0. En el caso en que el operador de cruce no se aplique, la descendencia se obtiene simplemente duplicando los padres.

El operador de mutación se aplica a cada hijo de manera individual, y consiste en la alteración aleatoria de cada gen componente del cromosoma. La Figura 1.3 muestra la mutación del quinto gen del cromosoma.

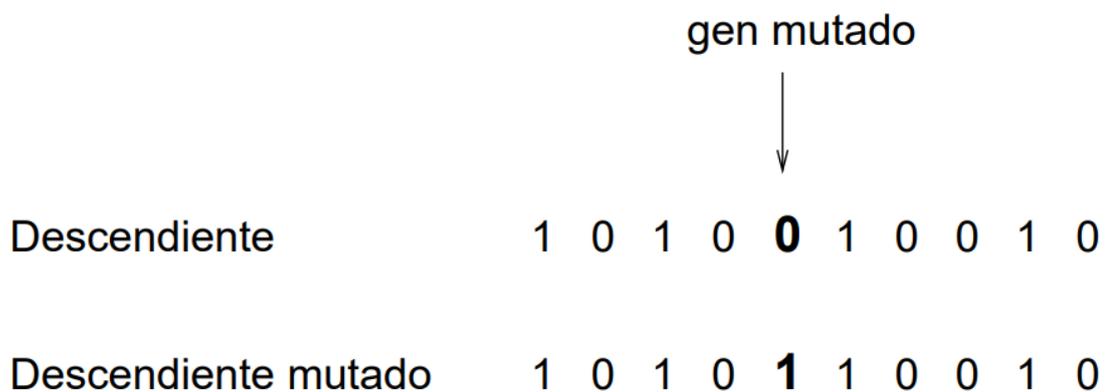


Figura 1.3 Operador de mutación. Fuente: Elaboración propia

En un inicio puede pensarse que el operador de cruce es más importante que el operador de mutación, ya que proporciona una exploración rápida del espacio de búsqueda, éste último asegura que ningún punto del espacio de búsqueda tenga probabilidad cero de ser examinado, y es de capital importancia para asegurar la convergencia de los algoritmos genéticos.

Si el algoritmo genético ha sido correctamente implementado, la población evolucionará a lo largo de las generaciones sucesivas de tal manera que la adaptación media extendida a todos los individuos de la población, así como la adaptación del mejor individuo se irán incrementando hacia el óptimo global. El concepto de convergencia está relacionado con la progresión hacia la uniformidad. Se puede decir que un gen ha convergido cuando al menos el 95 % de los individuos de la población comparten el

mismo valor para dicho gen. Se dice que la población converge cuando todos los genes han convergido. Se puede generalizar dicha definición al caso en que al menos un pequeño grupo de los individuos de la población hayan convergido.

La Figura 1.4 muestra como varía la adaptación media y la mejor adaptación en un algoritmo genético Simple típico.

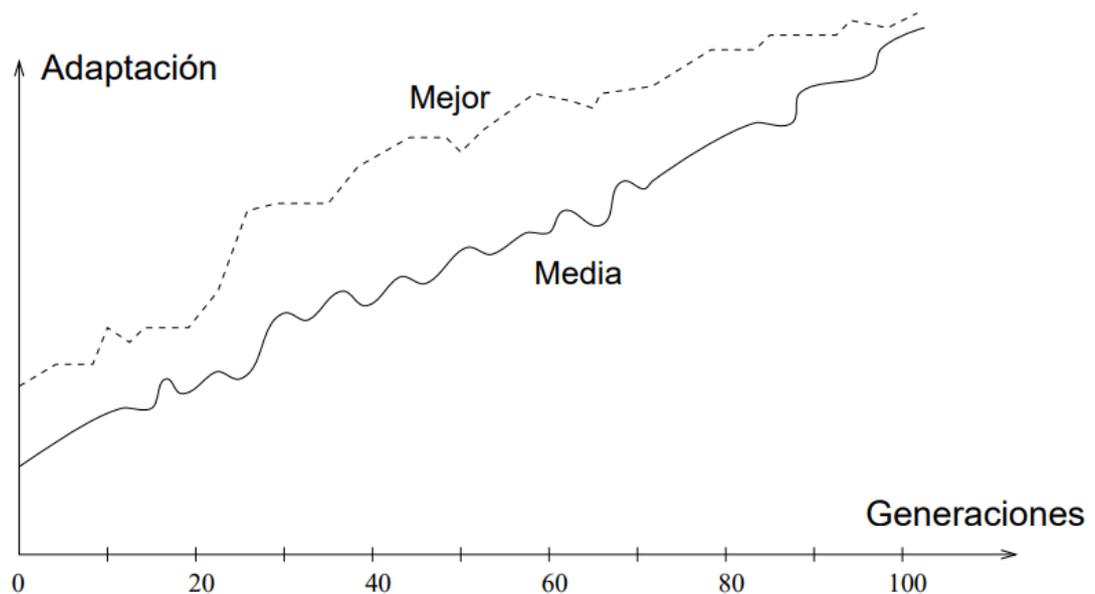


Figura 1.4 Adaptación media y mejor adaptación en un algoritmo genético simple. Fuente: Elaboración propia

A medida que el número de generaciones aumenta, es más probable que la adaptación media se aproxime a la del mejor individuo.

1.3.3.2 Pseudocódigo del algoritmo genético simple

El pseudocódigo mediante el cual funciona un algoritmo genético simple es el siguiente:

BEGIN /* Algoritmo Genético Simple */

Generar una población inicial y la función de evaluación de cada individuo

WHILE NOT Terminado DO

BEGIN /* Producir nueva generación */

FOR Tamaño población/2 **DO**

BEGIN /*Ciclo Reproductivo */

Seleccionar dos individuos de la anterior generación, para el cruce (probabilidad de selección proporcional a la función de evaluación del individuo).

Cruzar con cierta probabilidad los dos individuos obteniendo dos descendientes.

Mutar los dos descendientes con cierta probabilidad.

Aplicar la función de evaluación de los dos descendientes mutados.

Insertar los dos descendientes mutados en la nueva generación

END

IF la población ha convergido **THEN**

Terminado:= TRUE

END

END

1.3.3.3 Ejemplo sencillo de aplicación matemática

Se propone aplicar la función $f(x) = x^2$ sobre los enteros $(1, 2, \dots, 32)$ para realizar una prueba sencilla de un algoritmo genético, esto se lo realiza con fines didácticos ya que es obvio que usar algoritmos matemáticos tradicionales solucionaría el problema de manera óptima. Si se revisa el pseudocódigo del algoritmo anteriormente descrito, se nota que el primer paso a efectuar consiste en determinar el tamaño de la población inicial, para a continuación obtener dicha población al azar y computar la función de evaluación de cada uno de sus individuos.

Suponiendo que el alfabeto utilizado para codificar los individuos esté constituido por $(0, 1)$, se necesita ristra de longitud 5 para representar los 32 puntos del espacio de búsqueda.

En la Tabla 1.1, se ha representado los 4 individuos que constituyen la población inicial junto con su función de adaptación al problema, así como la probabilidad de que cada uno de dichos individuos sea seleccionado. Según el modelo de ruleta para emparejarse.

Al consultar el pseudocódigo expresado anteriormente, se observa que el siguiente paso consiste en la selección de 2 parejas de individuos. Para ello es suficiente, con obtener 4 números reales provenientes de una distribución de probabilidad uniforme en el intervalo $(0, 1)$, y compararlos con la última columna de la Tabla 1.1. Así por ejemplo, se supone que dichos 4 números hayan sido: 0.58; 0.84; 0.11 y 0.43. Esto significa que los individuos seleccionados para el cruce han sido: el individuo 2 junto con el individuo 4, así como el individuo 1 junto con el individuo 2.

Para seguir con el algoritmo genético simple, se necesita determinar la probabilidad de cruce, p . Se fija en $p = 0.8$. Se representa al igual que antes de, 2 en este caso, números provenientes de la distribución uniforme, se determina si los emparejamientos anteriores se llevan a cabo. Se admite, por ejemplo, que los dos números extraídos sean menores que 0.8, decidiendo por tanto efectuar el cruce entre las dos parejas. Para ello se escoge un número al azar entre 1 y 1.1 (siendo 1 la longitud de la ristra utilizada para representar

el individuo). Nótese que la restricción impuesta al escoger el número entre 1 y 1.1, y no 1, se realiza con la finalidad de que los descendientes no coincidan con los padres.

Se supone, tal y como se indica en la Tabla 1.2, que los puntos de cruce resulten ser 2 y 3. De esta manera se obtiene los 4 descendientes descritos en la tercera columna de la Tabla 1.2. A continuación siguiendo el pseudocódigo del algoritmo mostrado anteriormente, se muta con una probabilidad, p , cercana a cero, cada uno de los bits de las cuatro ristas de individuos. En este caso se supone que el único bit mutado corresponde al primer gen del tercer individuo. En las dos últimas columnas se pueden consultar los valores de los individuos, así como las funciones de adaptación correspondientes. Como se puede observar, tanto el mejor individuo como la función de adaptación media han mejorado sustancialmente al comparar con los resultados de la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Población inicial de la función $f(x) = x^2$

Población inicial fenotipos	X valor genotipo	f(x) valor función de adaptación	$\frac{f(x)}{\sum f(x)}$ (Probabilidad de selección)	Probabilidad de selección acumulada
01101	13	169	0.14	0.14
11000	24	576	0.49	0.63
01000	8	64	0.06	0.69
10011	19	361	0.31	1.00

Suma: 1170 Media: 293 Mejor Individuo: 576

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2.2 Población después de efectuar cruce y mutación.

Emparejamiento de individuos seleccionados	Punto de cruce	Descendientes	Descendientes mutados	X valor genotipo	f(x) valor función de adaptación
11000	2	11011	11011	27	729
10011	2	10000	10000	16	256
01101	3	01100	11100	28	784
11000	3	11001	11101	29	841

Suma: 2610 Media: 652.5 Mejor Individuo: 841

Nota: Elaboración propia.

1.3.4 Algoritmo genético extendido

Resulta de aumentar los procesos de selección, función objeto, cruce y mutación al algoritmo genético simple con la finalidad de que se pueda ampliar su campo de aplicación.

1.3.4.1 Tamaño de la población

El tamaño idóneo de la población siempre es una cuestión algo compleja de decidir. Parece intuitivo que las poblaciones pequeñas corren el riesgo de no cubrir adecuadamente el espacio de búsqueda, mientras que el trabajar con poblaciones de gran tamaño puede acarrear problemas relacionados con el excesivo costo computacional.

Goldberg efectuó un estudio teórico, obteniendo como conclusión que el tamaño óptimo de la población para ristas de longitud I , con codificación binaria, crece exponencialmente con el tamaño de la ristra.

Este resultado traería como consecuencia que la aplicabilidad de los algoritmos genéticos en problemas reales sería muy limitada, ya que resultarían no competitivos con otros métodos de optimización combinatoria. Alander, basándose en evidencia empírica

sugiere que un tamaño de población comprendida entre 1 y 21 es suficiente para atacar con éxito los problemas por el considerado.

1.3.4.2 Población inicial

La población inicial se elige generando ristas al azar, pudiendo contener cada gen uno de los posibles valores del alfabeto con probabilidad uniforme.

1.3.4.3 Función objetivo

Al igual que el realizar una codificación adecuada, el definir la función objetivo es un aspecto crucial en el comportamiento de los algoritmos genéticos.

La función objetivo toma un cromosoma (individuo) como entrada y retorna un número o una lista de números que miden el éxito del cromosoma sobre el problema a resolver (Cerrolaza, Annicchiarico, 1996).

Esta función proporciona una medida de éxito o fracaso, que refleja el nivel de adaptación al problema del individuo representado por el cromosoma. Una característica que debe tener esta función es que debe ser capaz de "castigar" a las malas soluciones, y de "seleccionar" a las buenas, de forma que sean estas últimas las que se propaguen con mayor rapidez (Coello C., 1995).

La regla general para construir una buena función objetivo es que esta debe reflejar el valor del individuo de una manera real, pero en muchos problemas de optimización problema habitual en las ejecuciones de los algoritmos genéticos surge debido a la velocidad con la que el algoritmo converge. En algunos casos la convergencia es muy rápida, lo que suele denominarse convergencia prematura, en la cual el algoritmo converge hacia óptimos locales, mientras que en otros casos el problema es justo el contrario, es decir se produce una convergencia lenta del algoritmo. Una posible solución a estos problemas sería efectuar transformaciones en la función objetivo.

El problema de la convergencia prematura, surge a menudo cuando la selección de individuos se realiza de manera proporcional a su función objetivo. En tal caso, pueden

existir individuos con una adaptación al problema muy superior al resto, que a medida que avanza el algoritmo dominan a la población. Por medio de una transformación de la función objetivo, en este caso una comprensión del rango de variación de la función objetivo, se pretende que dichos “súper-individuos” no lleguen a dominar la población.

El problema de la lenta convergencia del algoritmo, se resolvería de manera análoga, pero en este caso, efectuando una expansión del rango de la función objetivo. La idea de especies de organismos, ha sido imitada en el diseño de los algoritmos genéticos en un método propuesto por (Goldberg; Richardson. 1987), (Larrañaga, Inza, Moujahid, 2000), utilizando una modificación de la función objetivo de cada individuo, de tal manera que individuos que estén muy cercanos entre sí devalúen su función objetivo, con objeto de que la población gane en diversidad. De esta manera aquellos individuos que están cercanos entre sí verán devaluada la probabilidad de ser seleccionados como padres, aumentándose la probabilidad de los individuos que se encuentran más aislados.

$d(I_t^j, I_t^i)$ distancia de Hamming entre los individuos I_t^j e I_t^i ,
 $K \in \mathbb{R}^+$ a un parámetro

$$h(d(I_t^j, I_t^i)) = \begin{cases} K - d(I_t^j, I_t^i) & \text{si } d(I_t^j, I_t^i) < K, \\ 0 & \text{si } d(I_t^j, I_t^i) \geq K. \end{cases}$$

Para cada individuo I_t^j , definimos $\sigma_j^t = \sum_{i \neq j} h(d(I_t^j, I_t^i))$, valor que utilizaremos para devaluar la función objetivo del individuo en cuestión. $g^*(I_t^j) = g(I_t^j) / \sigma_j^t$

Figura 1.5 Función Objetivo. Fuente: Blog Eddy Alfaro 2018

1.3.4.4 Selección

En este proceso se debe elegir a ciertos individuos de una población de una generación dada, para que éstos creen nuevos individuos, o bien para ser traspasados

automáticamente a la próxima generación. La forma en que se seleccionen estos individuos es determinante en el desempeño del algoritmo genético.

Existen muchas técnicas de selección en algoritmos genéticos, pero las más conocidas son:

- Selección por ruleta
- Selección mediante torneo
- Selección de estado uniforme
- Elitismo

1.3.4.4.1 Selección por ruleta

Este método consiste en crear una ruleta en la que cada cromosoma tiene asignada una fracción proporcional a su aptitud.

Se genera un número al azar entre 0 y 1, y el individuo cuya fracción comprende el número generado es seleccionado para la reproducción; el procedimiento se repite hasta que se obtiene el número deseado de individuos.

Ej. Se supone que se tiene una población de 5 cromosomas cuyas aptitudes están dadas por los valores mostrados en la tabla 1.3.

Tabla 3.3 Ejemplo selección mediante ruleta.

Cromosomas	Cadena	Aptitud	% Total
1	11010110	254	24.5
3	10100111	47	4.5
3	00110110	457	44.1
4	01110010	194	18.7
5	11110010	85	8.3

Nota: Elaboración propia.

El operador de selección por ruleta puede requerir la aplicación de una función de escala sobre la función de adaptación, ya que los segmentos son dimensionados en función del valor absoluto de aptitud de cada individuo. Matemáticamente la proporción de la ruleta que es ocupada por un individuo se define con la ecuación. Donde P_i es la proporción ocupada por el individuo i , f_i es la aptitud del individuo i y N es el tamaño de la población.

$$P_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^N f_j}$$

Figura 1.6 Función de selección por ruleta. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2008

1.3.4.4.2 Selección por torneo

La aplicación de este método es simple; se inicia barajando la población y después se hace competir a los cromosomas que la integran en grupos de tamaño predefinido (normalmente compiten en parejas) en un torneo del que resultarán ganadores, aquellos que tengan valores de aptitud más altos. Si se efectúa un torneo binario (competencia por parejas), entonces la población se debe mezclar 2 veces. Nótese que esta técnica garantiza la obtención de múltiples copias del mejor individuo entre los progenitores de la siguiente generación (si se efectúa un torneo binario, el mejor individuo será seleccionado 2 veces).

El operador de selección por torneo permite controlar en forma efectiva la presión selectiva del algoritmo genético, siendo a la vez de fácil implementación. En este esquema, se toman T individuos al azar de la población (donde T es el tamaño del torneo, habitualmente 2 ó 3 individuos), de los cuales se selecciona para la fase de reproducción, con probabilidad p (generalmente entre 0,7 y 0,8), aquel que tenga el mayor valor de la función de adaptación.

Los parámetros T y p permiten regular la presión selectiva. Cuanto más grandes son los valores de T y p , mayor es la presión selectiva. En el caso extremo de que p sea igual a 1 y T igual al tamaño de la población, el algoritmo genético solamente seleccionará al mejor individuo de la población. En el otro extremo, si T es igual a 1, se logra la presión selectiva más baja (los cromosomas se seleccionan al azar).

Si se mantienen estos parámetros constantes, se logra una presión selectiva que es independiente de los valores absolutos de aptitud de la población, y sin requerir la aplicación de funciones de escala sobre la función de adaptación.

1.3.4.4.3 Selección de estado uniforme

En este modelo de selección los padres se eligen aleatoriamente entre la generación actual. Todos los individuos de la población, independiente de su aptitud, tienen igual probabilidad de ser elegidos. Esta técnica no garantiza que la población tienda a mejores soluciones puesto que no discrimina los individuos con los genes malos.

1.3.4.4.4 Elitismo

Las operaciones de cruce y mutación pueden afectar que un buen cromosoma se mantenga a través de las generaciones. El elitismo se encarga de que este efecto no ocurra. Su aplicación es sencilla: se basa en copiar el mejor individuo de la población anterior en la siguiente. (Cerroloza, y William Annicchiarico, 1996).

Este método fuerza a que el mejor individuo de la población en un determinado tiempo, sea seleccionado para pasar intacto a la siguiente generación o a las distintas generaciones hasta que surja otro individuo mejor que él, que lo reemplace. El elitismo es un método que primero copia el mejor individuo (o varios) a la próxima generación. El elitismo puede aumentar rápidamente el desempeño de un algoritmo genético, ya que evita perder la mejor solución encontrada. Sin embargo, es posible que este método conduzca rápidamente a un óptimo local.

1.3.4.5 Cruce

El cruce se basa en generar dos nuevos hijos a partir de dos cadenas de cromosomas padre. Este cruzamiento de dos cromosomas se asemeja a la reproducción sexual de las especies, ya que se realiza el intercambio de información contenida en los genes. Los operadores de cruce más típicos generan dos hijos a partir de dos padres. A continuación, se listan los más utilizados.

- Cruce en un punto.
- Cruce en dos puntos.
- Cruce cíclico

1.3.4.5.1 Cruce en un punto

Este operador de cruce, escoge dos padres y corta sus cadenas de cromosomas y una posición escogida al azar, para producir dos subcadenas iniciales y dos subcadenas finales. Después se intercambian las subcadenas finales, produciéndose dos nuevos cromosomas completos (Figura 1.7). Ambos descendientes heredan genes de cada uno de los padres. Existe la posibilidad de que el punto de cruce se encuentre en el extremo de la cadena en cuyo caso no se realizara el cruzamiento. Habitualmente el operador de cruce no se aplica a todos los pares de individuos que han sido seleccionados para emparejarse, sino que se aplica de manera aleatoria, normalmente con una probabilidad comprendida entre 0.5 y 1.0.

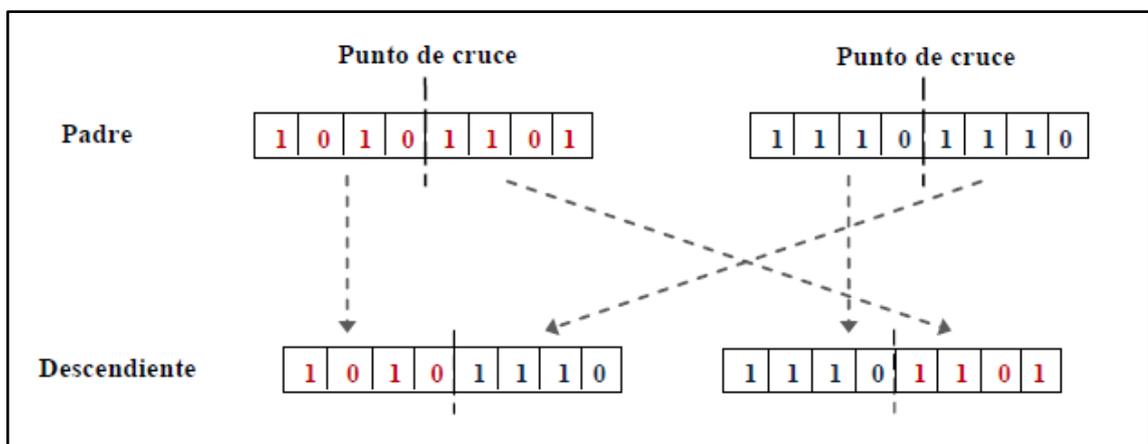


Figura 1.7 Cruce en un punto. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2008

1.3.4.5.2 Cruce en dos puntos

La ventaja de tener más de un punto de cruce radica en que el espacio de búsqueda puede ser explorado más fácilmente, siendo una desventaja el hecho de aumentar la probabilidad de ruptura de buenos esquemas (Larrañaga, Inza, Moujahid, 2000).

El cruce basado en dos puntos, se considera una mejora al Algoritmo Genético, pero se debe tener cuidado, ya que añadir más puntos de cruce no beneficia el comportamiento del algoritmo.

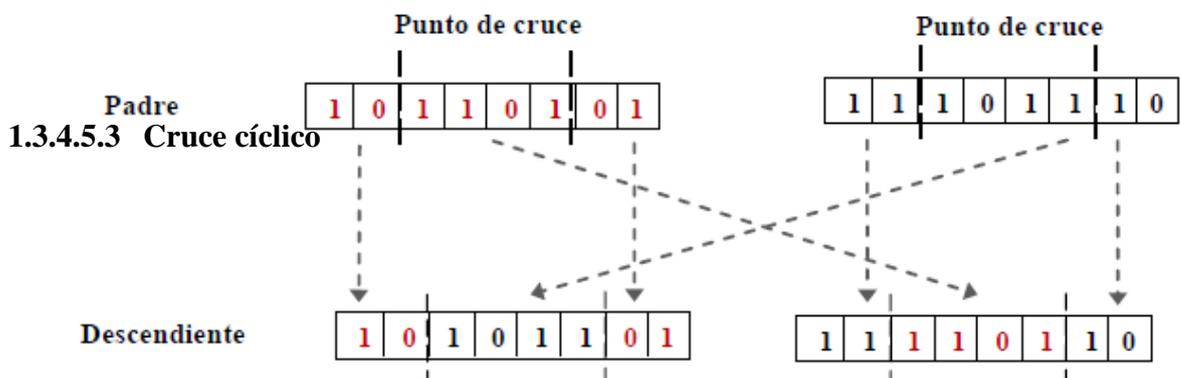


Figura 1.8 Cruce en dos puntos. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2008

Este operador de cruce está basado en siempre generar soluciones válidas para el problema, dado que no se repiten los elementos. El funcionamiento está basado en ciclos. Inicialmente se escoge heredar de uno de los progenitores una posición del vector de genes, se comprueban todas las restricciones, de manera que se mantenga la condición de no repetición de elementos, y se rellenan los genes necesarios en el descendiente para cumplir esas restricciones. Una vez hecho esto, se inicia un nuevo ciclo donde se elige de nuevo arbitrariamente rellenar un gen de alguno de los progenitores y se repita hasta rellenar todos los genes (Ver figura 1.9).

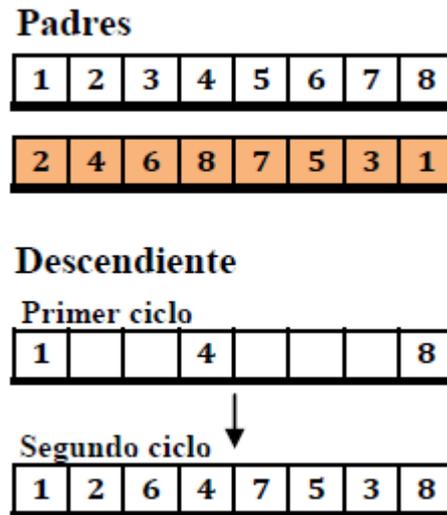


Figura 1.9 Cruce cíclico. Fuente: Zaforas Manuel 2017

1.3.4.6 Mutación

El operador de mutación consiste en cambiar aleatoriamente elementos (genes), de los cromosomas en base a alguna probabilidad de mutación.

Aunque el operador de mutación es considerado un operador secundario, este asegura que ningún punto del espacio de búsqueda tenga probabilidad cero de ser examinado, y es de vital importancia para asegurar la convergencia del Algoritmo Genético. En la práctica, se suelen recomendar porcentajes de mutación de entre 0.001 y 0.01 para la representación binaria. Sin embargo, algunos investigadores, han sugerido usar porcentajes altos de mutación al inicio de la búsqueda, y luego decrementarlos exponencialmente, esto favorece al desarrollo del AG. Otros autores recomiendan que la Probabilidad de mutación $Pm = 1/L$; donde L es la longitud de la cadena cromosómica, sea un límite inferior para el porcentaje de mutación.

Los operadores de mutación más conocidos son:

- Mutación por inversión.
- Mutación por intercambio repetido.

- Mutación uniforme

1.3.4.6.1 Mutación por inversión

Es conocido como Simple Inversion Mutation (SIM). Está pensado para codificaciones binarias de genes, la tarea que realiza este operador es la de invertir un bit del genoma de un individuo como se puede ver en la figura 1.10.

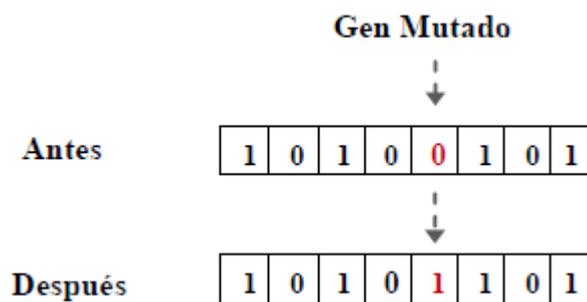


Figura 1.10 Operador de mutación por inversión. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2018

1.3.4.6.2 Mutación por intercambio repetido

Conocido como Repeated Exchange Mutation (REM), este método fue definido por Banzhaf en 1990 (Zaforas Manuel, 2008). El método consiste en escoger de forma aleatoria dos genes del cromosoma e intercambiarlos, provocando así una mutación en el genoma del individuo. Se repite esta acción con cada gen de la tira. La ventaja de este método radica en que los individuos mutados seguirán siendo soluciones al problema. Un ejemplo de un único intercambio se muestra en la figura 1.11.

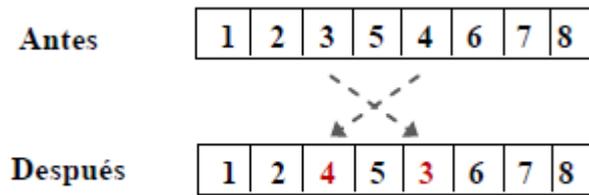


Figura 1.11 Operador de mutación por intercambio repetido. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2018

1.3.4.6.3 Mutación uniforme

Conocido como Uniform Mutation (UM). Se suele utilizar en codificaciones numéricas reales de genomas. Su funcionamiento consiste en seleccionar ciertas posiciones del vector de forma aleatoria y sustituir su valor por otro, teniendo en cuenta siempre el dominio del problema. (Ver figura 1.12).

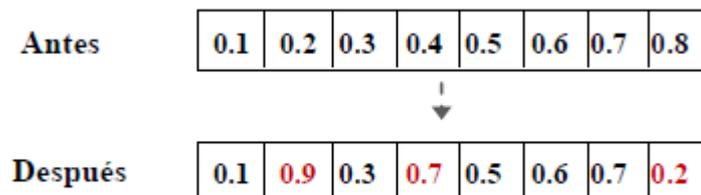


Figura 1.12 Operador de mutación uniforme. Fuente: Larrañaga, Inza, Moujahid 2018

1.3.4.7 Inserción de nuevos individuos

Los métodos de inserción pueden diferir según la cantidad de cromosomas generados sea menor, igual o mayor que la cantidad de elementos existentes en la población, aunque el fin que se persigue es el mismo, dotar de nuevos individuos a la población.

Estos métodos pueden actuar de las siguientes formas:

a. **Se generan tantos cromosomas como elementos en la población.** El esquema más simple, denominado “reinserción pura”, consiste en generar mediante la reproducción tantos hijos como elementos existen en la población, y reemplazar todos los cromosomas de la generación anterior por los nuevos (Goldberg, 1989). Cada cromosoma vive exactamente una generación. Un inconveniente que presenta este método es que suele reemplazar buenas soluciones por soluciones de menor calidad.

b. **Se generan más cromosomas que elementos en la población.** Este esquema es similar al de reinserción pura. Se eligen los mejores cromosomas y se eliminan los cromosomas sobrantes. Luego, se reemplaza la población completa por la nueva generación.

c. **Se generan menos cromosomas que elementos en la población.** Este esquema exige seleccionar entre los cromosomas de la población aquellos que se eliminarán. A continuación, se describen los métodos más utilizados para hacerlo.

- Inserción uniforme. Los cromosomas a ser reemplazados se eligen al azar entre los miembros de la población. Se corre el riesgo de eliminar buenas soluciones, ya que no se tiene en cuenta la aptitud de los cromosomas.
- Inserción elitista. Se eligen los cromosomas menos aptos para ser reemplazados. Este método asegura que los mejores cromosomas pasarán siempre a la siguiente generación, pero puede restringir la amplitud de la búsqueda que realiza el algoritmo genético.
- Inserción por torneo invertido. Se utiliza en combinación con el método de selección por torneo. Funciona exactamente igual que el método de selección por torneo, pero seleccionando con probabilidad p al peor cromosoma del torneo para ser reemplazado, y tiene las mismas propiedades que éste, permitiendo regular la presión selectiva sin el uso de funciones de escala.

1.3.4.8 Condición de parada

Se debe detener el algoritmo genético cuando haya llegado a la solución óptima. Sin embargo, conocer la solución de antemano casi nunca es posible, por lo que normalmente se usan 2 criterios principales de parada:

- Correr el algoritmo genético durante un número máximo de generaciones.
- Detenerlo cuando la población se haya estabilizado (cuando todos o la mayoría de los individuos tengan la misma aptitud).

1.3.5 Aplicaciones de algoritmos genéticos

Los Algoritmos genéticos están siendo aplicados obteniendo buenos resultados en procesos como (Blog Eddy Alfaro 2018):

- Diseño automatizado, incluyendo investigación en diseño de materiales y diseño multiobjetivo de componentes automovilísticos.
 - Diseño automatizado de sistemas de comercio en el sector financiero.
 - Construcción de árboles filogenéticos.
 - Diseño de sistemas de distribución de aguas.
 - Diseño de topologías de circuitos impresos.
 - Diseño de topologías de redes computacionales.
 - Optimización de carga de contenedores.
 - Aprendizaje de comportamiento de robots.
 - Aprendizaje de reglas de Lógica difusa.
 - Infraestructura de redes de comunicaciones móviles.
 - En Teoría de juegos, resolución de equilibrios.
 - Aplicación de Algoritmos Genéticos al Dilema del Prisionero Iterado
 - Análisis de expresión de genes, predicción de estructura de RNA.
 - Selección óptima de modelos matemáticos para la descripción de sistemas biológicos.
 - Aplicaciones en planificación de procesos industriales.
 - Optimización de producción y distribución de energía eléctrica.

- Construcción de horarios en grandes universidades, evitando conflictos de clases.
- Diseño de redes geodésicas (Problemas de diseño).

1.3.6 Aplicación de algoritmo genético al proceso de selección de personal

La gestión de recursos humanos tiene como una de sus principales tareas proporcionar el personal requerido por una organización, también se encarga de desarrollar las habilidades y aptitudes del individuo, que sean satisfactorias para la organización.

“El reclutamiento es la primera fase para ocupar un cargo en una organización. Durante esta etapa se hace uso de un conjunto de técnicas y procedimientos orientados a atraer candidatos potencialmente calificados y capaces de ocupar cargos dentro de la organización”. (Chiavenato I, 2000)

Después de determinar las necesidades de personal en la empresa y los requerimientos de los cargos vacantes, es el momento preciso para poner en marcha la estrategia de reclutamiento con el fin de obtener un grupo de candidatos potencialmente idóneos. Este proceso debe ser capaz de interesar a una suficiente cantidad de personas para nutrir de una manera adecuada el proceso de selección.

“Una vez que se dispone de un grupo idóneo de solicitantes obtenido mediante el reclutamiento, se da inicio al proceso de selección”. (Moya S, 2006)

El proceso de selección es una labor de equiparación, elección y decisión. Durante la selección se debe escoger aquellos candidatos reclutados que tengan mayor probabilidad de adaptarse al cargo ofrecido y realizarlo correctamente.

Debido a que existen diferencias físicas y psicológicas las cuales hacen que las personas se comporten de manera distinta y que alcancen mayor o menor éxito en el desarrollo de sus actividades es imprescindible contar con un proceso de selección.

Todo proceso de selección se basa en los datos y la información que se posea relacionado del puesto que va a ser ocupado, por esto es necesario que la evaluación de los cargos sea realizada por expertos. Los criterios de selección se fundamentan en las exigencias de las especificaciones técnicas y humanas del cargo, cuyo fin es dar mayor objetividad y precisión a la selección del personal para ese cargo como lo muestra la

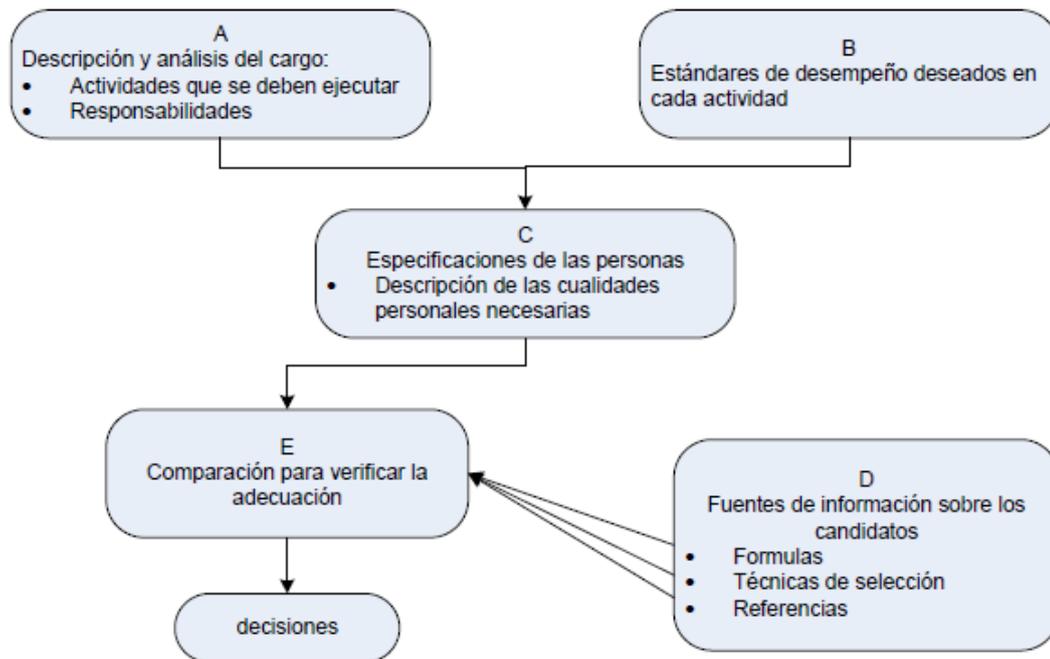


Figura 1.13 Proceso de Selección de Personal. Fuente: Chiavenato Idalberto, *Administración de Recursos Humanos*, Quinta Edición, pág. 240

Una vez que se tienen listas las especificaciones del cargo se pueden establecer las técnicas de selección más adecuadas para seleccionar a los candidatos. Entre las técnicas más utilizadas en el proceso de selección se tienen:

La Entrevista de selección. - Aunque esta no tiene bases científicas es la técnica de selección más utilizada por pequeñas, medianas y grandes empresas. Es una técnica de selección subjetiva e imprecisa, la entrevista personal es uno de los factores que más influye en la decisión final respecto de la aceptación o rechazo de un candidato al empleo. Al finalizar la entrevista, el entrevistador debe iniciar de inmediato la tarea de evaluación del candidato. Determinar si es aceptado o rechazado, y cuál es su posición con respecto a los demás candidatos.

Pruebas de conocimiento o de capacidad. - Estas pruebas miden el grado de conocimientos profesionales o técnicos exigidos para el cargo (contabilidad, informática, ventas, etc.) o el grado de habilidad para ejecutar ciertas tareas como por ejemplo (conducción, operador de maquinarias, etc.). Estas pruebas pueden ser orales, escritas, o prácticas.

Pruebas psicométricas. - Es un conjunto de pruebas que se aplican a las personas para apreciar su desarrollo mental, sus aptitudes, habilidades, conocimientos, etc.

Se diferencian de las pruebas de conocimientos en que las primeras miden la capacidad de trabajo de una persona, mientras que las pruebas psicométricas hacen énfasis en las aptitudes individuales. En conclusión, las pruebas de conocimientos ofrecen un diagnóstico real de las habilidades de la persona, mientras que las pruebas de aptitud proporcionan un pronóstico de su potencial de desarrollo.

Pruebas de personalidad. - Sirven para analizar los diversos rasgos de la personalidad, sean determinados por el carácter o por el temperamento. Un rasgo de personalidad es una característica marcada que distingue a una persona de las demás.

Técnicas de simulación. - Son técnicas de dinámica de grupo. Algunas empresas utilizan técnicas de simulación como complementos del diagnóstico junto con otras pruebas, el aspirante dramatiza un acontecimiento relacionado con el cargo a desempeñar a fin de tener una expectativa de su comportamiento. Estas técnicas de simulación deben ser dirigidas por profesionales.

La información presentada son los métodos que pueden realizarse en una selección de personal, este proceso es común cuando una empresa consultora de búsqueda de personal está involucrada, o en organizaciones grandes y medianas, pero se cumple en menor magnitud en pequeñas organizaciones, especialmente en aquellas que no tiene un departamento de Recursos Humanos.

En la Selección de Personal, se tiene n recursos (candidatos), esperando ser designados a m cargos. A medida que “ n ” aumenta la combinación se vuelve difícil de manejar y la posibilidad de una selección adecuada se vuelve menos probable. De esta

manera, como revisar un espacio de combinaciones grande es dificultoso, conviene conducir la búsqueda de la solución que permita resolver el problema de forma eficiente.

Para poder adaptar el Algoritmo Genético a la Selección de Personal se ha diseñado el siguiente esquema.

El Algoritmo Genético estará orientado a la selección de Personal en el modelo de Asignación de recursos, ya que se tendrán varios candidatos para ocupar uno o más cargos disponibles, de esta manera se seleccionará a la terna de candidatos más óptima, asignada al grupo de cargos disponibles.

Para poder adaptar el algoritmo genético a un proceso de selección de personal en general, se ha diseñado el siguiente esquema:

El algoritmo genético estará orientado a la selección de personal en el momento asignación de recursos, ya que se tendrán varios candidatos para ocupar uno o más cargos disponibles, de esta manera se seleccionarán a los candidatos más óptimos, asignados al grupo de cargos disponibles.

El primer paso es recolectar la información de los cargos, de los candidatos y de las habilidades necesarias para ocupar el cargo. Estos datos alimentarán el modelo de algoritmos genéticos propuesto, que a través de iteraciones (generaciones), se encargan de realizar la selección de los más óptimos.

La adaptabilidad de un candidato a un cargo estará dada por los requerimientos que este cumpla para con el cargo.

El tamaño del cromosoma en el algoritmo genético será dinámico para cada variación del problema, entonces el número de genes que tendrá el cromosoma dependerá del número de cargos disponibles.

$$(1) \text{ Tamaño del cromosoma} = \text{Tamaño de Cargos}$$

Primero se establecerá el número de cargos disponibles:

$$(2) A = (P_1, P_2, P_3, P_4, \dots, P_n); \quad \text{dónde } P \text{ es el cargo.}$$

Y el número de competencias asignadas a los cargos:

$$(3) B = (R_1, R_2, R_3, R_4, \dots, R_j); \quad \text{dónde } R \text{ es la competencia.}$$

Para cada cargo se tendrían asociados sus competencias:

$$(4) Y = \left\{ \begin{array}{cccc} R_1P_1, & R_1P_2, & R_1P_3, \dots & R_1P_n \\ R_2P_1, & R_2P_2, & R_2P_3, \dots & R_2P_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_mP_1, & R_mP_2, & R_mP_3, \dots & R_mP_n \end{array} \right\}$$

Así mismo se tiene el número de candidato que aplican a los cargos disponibles:

$$(5) J = (C_1, C_2, C_3, C_4, \dots, C_n);$$

Para cada candidato se tienen asociados los requerimientos que en ellos se deben evaluar:

$$(6) K = \left\{ \begin{array}{cccc} R_1C_1, & R_1C_2, & R_1C_3, \dots & R_1C_n \\ R_2C_1, & R_2C_2, & R_2C_3, \dots & R_2C_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_mC_1, & R_mC_2, & R_mC_3, \dots & R_mC_n \end{array} \right\}$$

Así para el problema se tiene una matriz de información donde se almacenan los pesos correspondientes y las valoraciones de todos los requerimientos de los cargos a evaluar, y otra matriz para todas las características que dispone un candidato.

Adicional a esto, se deben calcular las diferencias que cada candidato tiene respecto al cargo, basados en las características y aptitudes de estos, para esto se hizo uso del método de la Distancia de Hamming, el cual se ilustra con el siguiente ejemplo:

Suponiendo que se tiene un cargo con cuatro requerimientos específicos:

$P1 = \{\text{Req1}, \text{Req2}, \text{Req3}, \text{Req4}\}$; cuyos pesos requeridos serian

(6) $P1 = \{0.65, 0.80, 0.90, 0.50\}$ respectivamente

Y el resultado de la evaluación de un candidato para cada requerimiento especificado:

(7) $C1 = \{0.71, 0.80, 0.60, 0.75\}$

Se tiene:

$$(8) \quad d(P1, C1) = \frac{1}{4} \{ |0.65 - 0.71| + |0.80 - 0.80| + |0.90 - 0.60| + |0.50 - 0.75| \}$$

$$d(P1, C1) = \frac{1}{4} (0.61)$$

$$d(P1, C1) = 0.1525$$

De esta manera se obtiene la distancia a la que se encuentra el Candidato del ideal con respecto a un cargo.

1.3.6.1 Codificación del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

La codificación del Algoritmo Genético va a depender del problema al que se esté aplicando. En nuestro caso se aleja de las codificaciones binarias tradicionales, debido a la restricción de que los segmentos binarios generarían codificaciones no válidas. Para este problema se va a utilizar la codificación entera - real, es decir que los genes del individuo van a estar representados por números enteros o reales.

Una solución está representada por un individuo o cromosoma. El cromosoma tendrá tantos genes como cargos se estén evaluando (el tamaño del cromosoma dependerá del número de cargos, donde cada posición del cromosoma corresponde a un cargo).

Una solución estará compuesta por los candidatos que aspiran a un cargo. Donde cada gen representa a un candidato, y su posición en el cromosoma se relacionaría directamente con el cargo disponible que dicha posición representa.

1.3.6.2 Función de adecuación del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

La función de adecuación de cada solución estará dada por la distancia que esta se encuentra del origen. Es decir, mientras una solución se acerque más a cero, más posibilidades tendrá de ser seleccionada como mejor. Para encontrar la adecuación de cada solución se ha procedido a utilizar el método de Distancia de Hamming. Se evalúan los requerimientos del cargo con las características del candidato, y este sería el valor de adecuación de un candidato para el cargo (Basado en características y requerimientos), como lo que se evalúan son varios cargos, así se tiene que la función de adecuación de una solución es la suma de las adecuaciones de cada candidato con los cargos respectivamente. La solución que tienda a cero será considerada la más óptima, ya que esto significa que existe menos diferencia entre los candidatos y los cargos que se están evaluando.

1.3.6.3 Modelo de selección usado por el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

La selección estará basada en el ranking, es decir las mejores soluciones serán seleccionadas para la etapa de cruce. Adicional aplicando un método Elitista, de esta manera se asegura que la mejor solución no desaparezca, copiándola directamente a la siguiente generación.

1.3.6.4 Cruce usado por el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

Para el cruce se ha optado por el modelo simple (cruce en un punto) con una variación del cruce cíclico. Esto es porque al depender del número de cargos para el

tamaño del cromosoma, se ocasiona que varios candidatos al momento de cruce queden fuera del cromosoma, por lo que resulta dificultoso implementar los métodos tradicionales de cruce para Algoritmos Genético. O bien se daba el caso que un cruce simple podía unir a dos porciones de cadena con genes repetidos lo que generaría una solución inválida.

El proceso de cruce es el siguiente: Se seleccionan dos cromosomas-padres, y se elige un punto de cruce al azar, con lo cual se divide al cromosoma en dos, se intercambian las ristas y se intercambian los genes del primer cromosoma (padre) con los del segundo cromosoma (madre). Como el cromosoma hijo tiene que ser una solución válida del conjunto de soluciones, no puede haber genes repetidos dentro de la misma cadena (cromosoma). Para esto se determinó que en caso de que el cromosoma de un padre repite un gen en el cromosoma hijo, este tomaría el gen del otro padre en la misma posición.

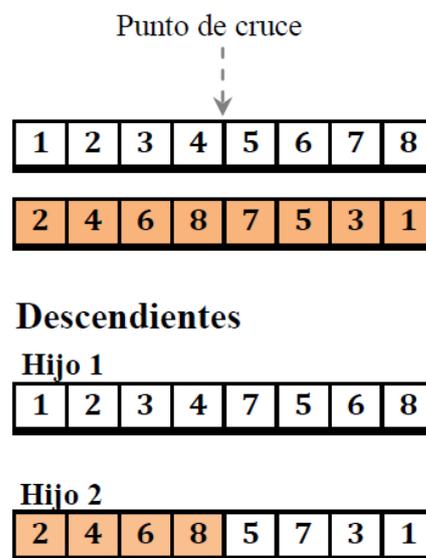


Figura 1.14 Operador de Cruce escogido. Fuente: Elaboración propia.

1.3.6.5 Mutación escogida para el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

Se utiliza el método de Mutación por Intercambio Repetido, se escoge de forma aleatoria dos genes del cromosoma y se intercambian sus posiciones, de esta forma se asegura que los individuos siguen siendo soluciones al problema.

Cuando se trate de un problema de selección en el que el número de candidatos supera al número de cargos, se utilizará una Mutación Uniforme de inserción de individuos no contenidos en la cadena.

1.3.6.6 Condición de parada el algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

La condición de parada de un Algoritmo Genético puede estar dada por el número de generaciones, o con haber encontrado la solución óptima.

La condición óptima en este caso sería cuando una solución llegue a cero o su aproximado, pero como se parte del hecho que no existen candidatos 100% perfectos esto quizás no se podría dar. Entonces se ha optado que la condición de parada de este Algoritmo Genético estará dada por el número de iteraciones (generaciones). Estas no deben ser muy bajas ya que el algoritmo genético puede quedarse a medias e indicar un resultado que no es el correcto.

Se genera una población inicial con valores aleatorios acordes a las puntuaciones establecidas por el departamento de talento humano. A cada individuo de la población inicial se lo compara con el modelo ideal a fin de seleccionar los individuos más idóneos para con ellos arrancar el proceso de cruce y mutación con el objetivo de obtener generación tras generación los mejores candidatos para cada puesto.

A fin de cuentas, se obtiene una población final de candidatos ordenados por nivel de idoneidad y por cargo, de la cual se seleccionan los tres primeros individuos de cada puesto como resultado del algoritmo.

1.3.6.7 Pseudocódigo del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

```
BEGIN /* Algoritmo Genético Aplicado al Proceso de Selección de Personal del Grupo MEP */
```

Generar una población inicial y la función de evaluación de cada individuo

Evaluar la función de adaptación de cada individuo.

WHILE NOT Terminado DO

BEGIN /*Ciclo Reproductivo */

Seleccionar los padres de la población.

Producir descendientes a partir de los padres seleccionados mediante cruce.

Mutar los descendientes.

Insertar los descendientes mutados en la población.

IF Cumple condición de parada **THEN**

Terminado:= TRUE

END

END

END

1.3.6.8 Análisis de resultados de la ejecución del algoritmo genético aplicado proceso de selección de personal

Para el análisis se han ingresado 4 cargos a ser evaluados, A estos cargos se les ha asignado los requerimientos que van a ser evaluados. Mediante técnicas de Selección de Personal se evalúan las capacidades o características de cada uno de los candidatos, para observar cuál de ellos se ajusta más al perfil de cada uno de los cargos, manteniendo siempre en cuenta que el candidato óptimo es aquel que más se acerca o posee los niveles de requerimientos que los cargos necesitan, es decir el candidato no debe estar subestimado ni tampoco debería estar sobreestimado con respecto al cargo.

Ejecución del Algoritmo genético utilizando un método de selección uniforme. Para la prueba de ejecución se muestra en el siguiente cuadro la configuración de los parámetros del Algoritmo Genético.

Población	40
Selección	Uniforme
Prob. de Cruce	0.70
Prob. de Mutación	0.1
Generaciones	40

Figura 1.15 Configuración del Algoritmo Genético Prueba 1. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando un método de selección Uniforme la ejecución del algoritmo genético tiene el siguiente comportamiento.

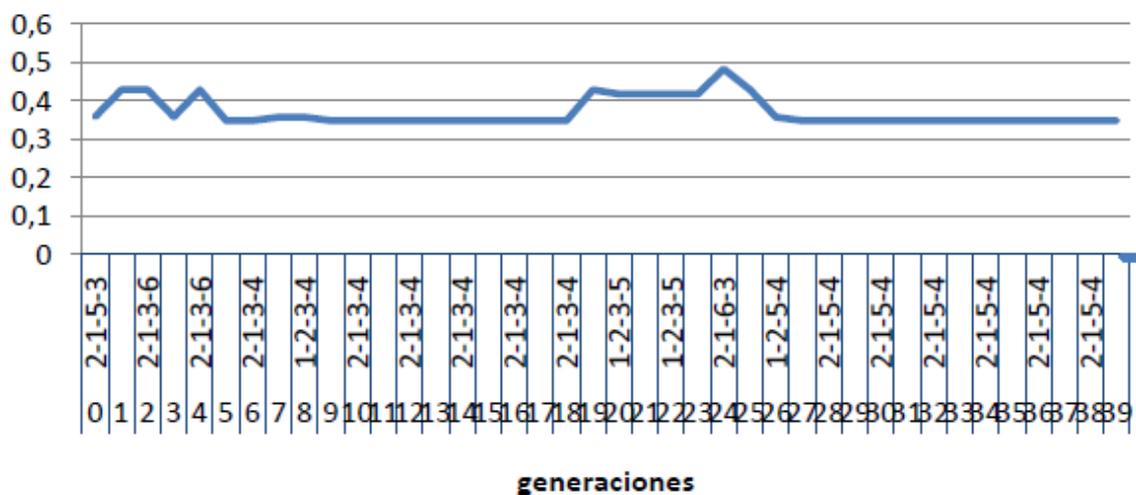


Figura 1.16 Evolución del Algoritmo Genético Prueba 1. Fuente: Elaboración propia.

En esta prueba se observa como luego de haber encontrado un individuo óptimo, luego fue reemplazado por un individuo menos óptimo. Esto puede llegar a suceder por las siguientes razones:

- El individuo óptimo fue cruzado con otro perdiendo en este punto sus mejores genes.
- Sufrió una mutación que no favoreció su genoma.
- Al utilizar un método de selección Uniforme, este no discrimina las buenas soluciones de las malas, pudiendo descartar las buenas soluciones durante la ejecución.

Para contrarrestar el escenario anterior se utiliza el método Elitista, que conserva los mejores cromosomas intactos, hasta que no a parezca uno mejor para reemplazarlo.

Población	40
Selección	Elitista
Prob. de Cruce	0.70
Prob. de Mutación	0.1
Generaciones	40

Figura 1.17 Configuración del Algoritmo Genético Prueba 2. Fuente: Elaboración propia.

Utilizando un método de selección Elitista, la ejecución del algoritmo genético tiene el siguiente comportamiento.

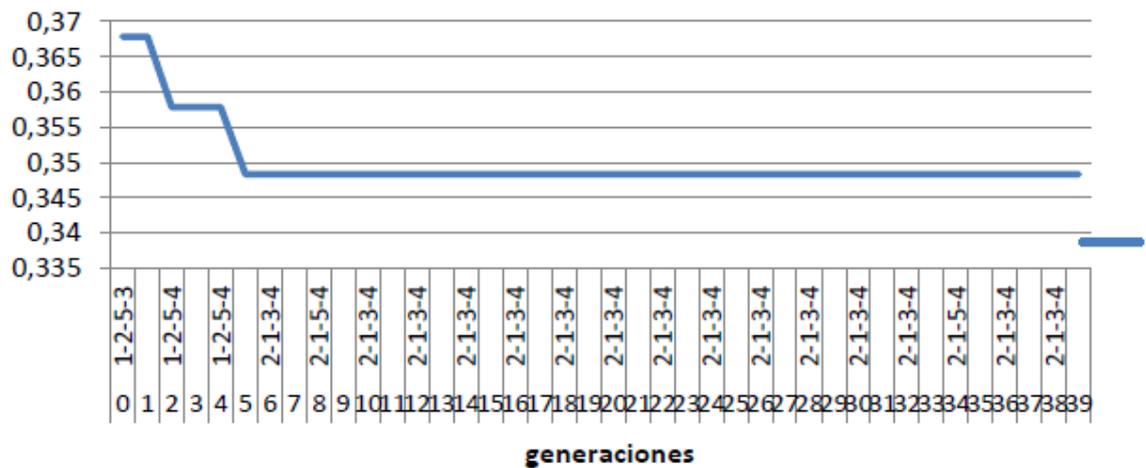


Figura 1.18 Evolución del Algoritmo Genético Prueba 2. Fuente: Elaboración propia.

En esta ocasión se puede observar como el algoritmo genético converge en la primera generación. En este caso se usó un método elitista, en el cual el valor del mejor cromosoma se mantiene hasta que aparezca otro mejor. Una elevada población inicial también ayuda a encontrar una buena solución rápidamente.

1.4 HERRAMIENTAS TÉCNICAS

Scrum

Es un marco de referencia que permite abordar o desarrollar proyectos en entornos cambiantes y dinámicos de forma flexible empleando buenas prácticas para el trabajo en equipo y así obtener el mejor resultado posible. Ayuda a maximizar el retorno de la inversión (ROI) ya que primero se construye la funcionalidad que da mayor valor al cliente. Scrum también es iterativa, rápida, eficaz y de progreso continuo soportado por la transparencia, adaptación e inspección que son sus pilares. Para trabajar con Scrum se debe conformar un Equipo de Trabajo conformado por el Product Owner, Scrum Master y el Development Team que para ser óptimo no debe estar integrado por menos de 3 y más de 9 personas. El equipo será auto organizado eligiendo la forma de llevar a cabo sus labores, y multifuncional ya que deberá tener todas las competencias necesarias para llevar el trabajo a feliz término. El Equipo Scrum no tendrá interferencia de personas

externas ya sea para el desarrollo del proyecto o su dirección. El Equipo Scrum entregará el producto “Terminado” de forma incremental e iterativa, asegurando que se tendrá un artefacto útil y funcional. La Metodología Scrum tiene una serie de eventos definidos en bloques de tiempo con su duración máxima. Estos eventos contribuyen a cualquier aspecto relacionado al proyecto pueda ser inspeccionado y adaptado; si alguno de estos eventos no se realizara la transparencia que es uno de los pilares no sería la mejor y posiblemente no se tenga la posibilidad de inspeccionar y adaptar.

Los Eventos son:

- **Sprint:** es el contenedor de todos los eventos y tiene un tiempo máximo de 4 semanas.
- **Planificación del Sprint:** donde se decide que es lo que se va a trabajar y lo que se espera entregar.
- **Daily:** es una reunión de máximo 15 minutos que se realiza todos los días para monitorear el avance de la iteración (Sprint).
- **Refinamiento:** es el evento donde se revisa y se refina lo que se va a planear para el próximo sprint.
- **Revisión del Sprint:** se realiza la verificación el producto “Terminado” (incremento) entregado por el Development Team y se adapta la lista de lo que se desea hacer.
- **Retrospectiva:** es el evento donde el equipo revisa todo lo relacionado con el sprint que acaba de terminar, detectar los fallos y proponer las mejoras para el siguiente sprint. En Scrum se presentan una serie de artefactos que ayudan a cumplir los pilares de Scrum.

Los artefactos son:

- **Producto Backlog:** Es el listado ordenado y priorizado de todos los requerimientos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- **Sprint Backlog:** Es el listado de las tareas que se van a trabajar en la iteración o Sprint.
- **Incremento:** Es una parte del producto “Terminado” con la calidad requerida para ser entregado al Cliente. **Figura 1.2 Visión General de SCRUM**
- **Historia de Usuario:** Es la especificación de una funcionalidad que se va integrar al producto y que le aporta valor al cliente. Todas las Historias de Usuario deben ser limitadas y debe ser fácil para memorizar. (Schwaber, K., & Beedle, M., 2002)

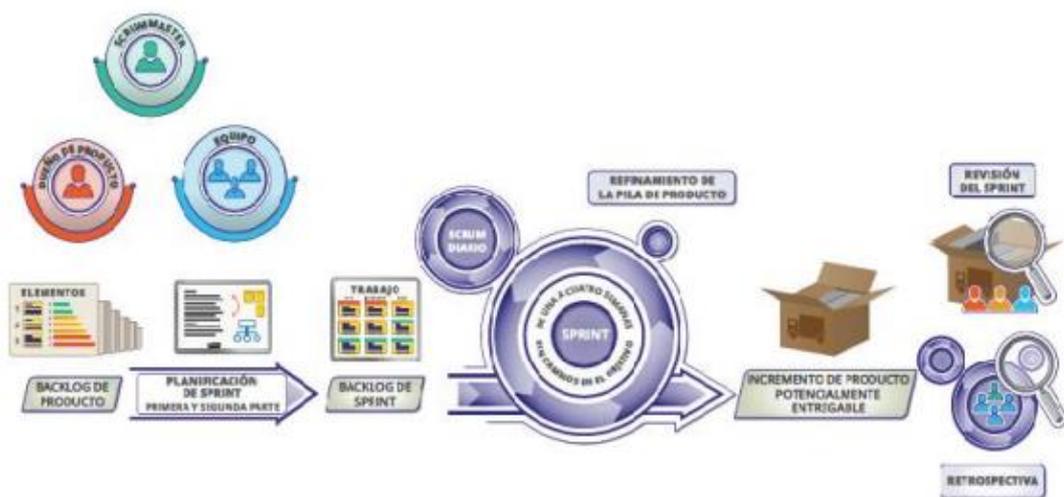


Figura 1.19 Visión General de SCRUM. Fuente: P. Deemer y G. Benefield, “Una introducción básica a la teoría y práctica de 34 Scrum”, p. 20, 2012.

Python

Es un lenguaje de scripting independiente de plataforma y orientado a objetos, preparado para realizar cualquier tipo de programa, desde aplicaciones Windows a servidores de red o incluso, páginas web. Es un lenguaje interpretado, lo que significa que no se necesita compilar el código fuente para poder ejecutarlo, lo que ofrece ventajas

como la rapidez de desarrollo e inconvenientes como una menor velocidad. En los últimos años el lenguaje se ha hecho muy popular, gracias a varias razones como:

La cantidad de librerías que contiene, tipos de datos y funciones incorporadas en el propio lenguaje, que ayudan a realizar muchas tareas habituales sin necesidad de tener que programarlas desde cero.

La sencillez y velocidad con la que se crean los programas. Un programa en Python puede tener de 3 a 5 líneas de código menos que su equivalente en Java o C.

Se puede desarrollar bajo varias plataformas como Unix, Windows, OS/2, Mac y otros. (Oliphant, T. E. ,2007)

Flask

Es un micro Framework escrito en Python y concebido para facilitar el desarrollo de Aplicaciones Web bajo el patrón MVC.

La palabra micro no significa que sea un proyecto pequeño o que permita hacer páginas web pequeñas sino que al instalar Flask se tienen las herramientas necesarias para crear una aplicación web funcional pero si se necesita en algún momento una nueva funcionalidad hay un conjunto muy grande extensiones (plugins) que se pueden instalar con Flask que le van dotando de funcionalidad.

De principio en la instalación no se tienen todas las funcionalidades que se pueden necesitar pero de una manera muy sencilla se pueden extender el proyecto con nuevas funcionalidades por medio de plugins.

El modelo MVC es una manera o una forma de trabajar que permite diferenciar y separar lo que es el modelo de datos (los datos que van a tener la App que normalmente están guardados en BD), la vista (página HTML) y el controlador (donde se gestiona las peticiones de la app web). (OpenWebinars,2017)

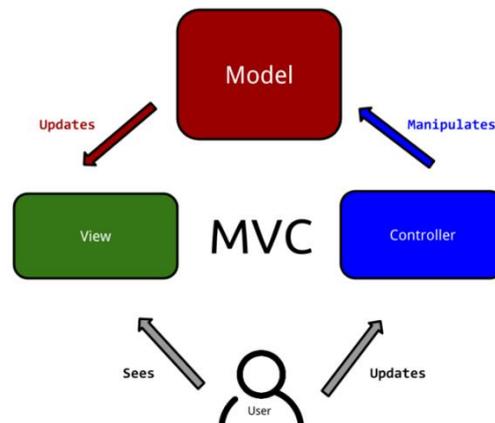


Figura 1.20 Modelo MVC. Fuente: <https://danielmiessler.com/study/mvc/>

Características:

- **Incluye un servidor web de desarrollo:** No se necesita una infraestructura con un servidor web para probar las aplicaciones sino de una manera sencilla se puede correr un servidor web para ir observando los resultados que se van obteniendo.
- **Posee un depurador y soporte integrado para pruebas unitarias:** Si existe algún error en el código que se está construyendo se puede depurar ese error y también se puede visualizar los valores de variables. Además se pueden integrar pruebas unitarias.
- Es compatible con Python3.
- **Es compatible con wsgi:** Wsgi es un protocolo usado por servidores web para implementar páginas web escritas en Python.
- Soporta de manera nativa el uso de cookies seguras.
- Es OpenSource y está amparado bajo una licencia BSD.
- Existe buena documentación y codificación de ejemplo.

MySQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL).

MySQL se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows. A pesar de que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, MySQL se asocia más con las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea y es un componente importante de una pila empresarial de código abierto llamado LAMP. LAMP es una plataforma de desarrollo web que utiliza Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional y PHP como lenguaje de programación orientado a objetos (a veces, Perl o Python se utiliza en lugar de PHP).

MySQL, que fue concebido originalmente por la compañía sueca MySQL AB, fue adquirida por Oracle en 2008. Los desarrolladores todavía pueden usar MySQL bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL), pero las empresas deben obtener una licencia comercial de Oracle. (esepestudio, 2005)

1.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Zoho Recruit

Es un completo sistema que permite el proceso de contratación en línea y presta servicios a las agencias de dotación de personal, RR. HH. empresariales y externalización del proceso de contratación. Permite gestionar currículos, candidatos, clientes y contactos de clientes, todo desde un solo lugar.

La mayoría de las empresas de contratación manejan tanto las ventas como la contratación, que se mantienen en dos aplicaciones diferentes: los software de CRM (Customer Relationship Management) y de contratación. Zoho Recruit, una CRM de contratación, proporciona una solución integrada y conecta tanto las ventas como la contratación en una sola plataforma.

Zoho Recruit es un servicio de gestión de contratación integral para gestionar todos los aspectos de la empresa de proceso de contratación, es decir, la gestión de clientes y contactos, gestión de solicitudes de trabajo, seguimiento de candidatos, eventos y programación de entrevistas. (Zoho Recruit , 2019)

OktoCareer

Es la solución en la nube líder para pequeñas y grandes consultorías de recursos humanos y departamentos de recursos humanos. Con OktoCareer encontrará los candidatos adecuados para las vacantes de sus clientes. Con OktoCareer está conectado en red de manera óptima y su equipo trabaja de manera más eficiente e integrada.(Oktocareer, 2019)

SuccessFactor

Software adecuado con el que se podrá agilizar el proceso de identificación, selección, contratación e incorporación de sus empleados, ya sean internos o externos.

La perfecta integración con el paquete de gestión de desempeño y talentos de SuccessFactors dará como resultado que una organización pueda identificar con rapidez y precisión las habilidades necesarias para iniciar de inmediato una búsqueda de la persona adecuada. (PeopleNext, 2019)

La tabla 1.1 muestra una comparación entre el software existente y el aplicativo desarrollado para resolver el problema de selección de personal del MEP.

Tabla 4.1 Comparativo de Software existente en el mercado

Software	Modelo	Usa AG	Libre
Zoho Recruit	Relacional	No	Si
OktoCareer	Relacional / OO	No	No
SuccessFactor	Relacional	No	No

Propio	Relacional / OO	Si	No
---------------	-----------------	----	----

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO

Se describe los métodos y técnicas utilizadas en el proceso de investigación del problema.

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación cuantitativa busca cuantificar un fenómeno. Es más estructurada, objetiva y ayuda a reducir el sesgo de investigación. Se enfoca en el comportamiento de una persona respondiendo preguntas como cuántas, con qué frecuencia y en qué medida. Los datos cuantitativos son numéricos. Son cantidades medibles como la longitud, el tamaño, la cantidad, el precio y la duración. Los datos se pueden usar para confirmar o descartar una hipótesis o predecir relaciones. Los datos cuantitativos se analizan utilizando métodos estadísticos y se presentan en tablas, gráficos, porcentajes u otras representaciones estadísticas. (Typeform, 2018)

En este caso de estudio el enfoque metodológico será cuantitativo debido a que se obtendrán valoraciones numéricas clasificadas en diferentes categorías tanto del perfil como de las habilidades mostradas por el aplicante para cubrir el cargo ofertado. Además el resultado obtenido después de aplicar el algoritmo genético al problema es también un resultado numérico que permitirá interpretar cuáles son los individuos más aptos para el cargo o los cargos analizados.

La investigación de campo o trabajo de campo es la recopilación de información fuera de un laboratorio o lugar de trabajo; es decir, los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados. (Lifeder, 2018)

Según la naturaleza del proceso de selección de personal del grupo MEP el estudio será de campo ya que, se necesita extraer información de los puestos y candidatos directamente de la realidad a través de técnicas de recolección de datos como son la encuesta o la entrevista.

Población

La población a la que está dirigido este estudio es hacia las empresas que comprenden el grupo corporativo MEP cuyos procesos de selección de personal requeridos son manejados por la Dirección de Talento Humano del grupo antes mencionado.

La población puntual para el caso de estudio comprende las áreas de talento humano de las empresas que a continuación detallo:

- Mirasol S. A. (Cuenca) (5 Personas)
- E. Maulme C. A.(Guayaquil) (3 Personas)
- Proauto C. A. (Quito) (5 Personas)
- Corporativo MEP (Quito) (2 Personas)

Muestra

Para realizar el cálculo del tamaño de la muestra se usará la siguiente fórmula:

$$(9) \quad n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}, \text{ donde}$$

$m =$ *Tamaño de la población* (15)

$e =$ *Error de estimación* (2%)

$n =$ *Tamaño de la muestra*

El cálculo considera un error de estimación del 2%.

$$n = \frac{15}{(0.02)^2(14) + 1}$$

$$n = 14.91$$

$$n \approx 15$$

El tamaño de la muestra para el caso será el total de la población ya que intervienen tres empresas pertenecientes al grupo y la dirección corporativa, por lo cual la recolección de datos se puede reducir a encuestar a todas las personas pertenecientes al área de Talento Humano de cada una de las empresas pertenecientes al grupo así como, al área de Talento Humano concebida como tal en el grupo MEP.

2.1.1 Metodología seleccionada

Se resume en una tabla las diferentes etapas aplicadas a la investigación.

Tabla 5.1 Etapas en el desarrollo de la investigación

Etapas	Descripción	Actividades
Delimitación del problema	Definir el caso de estudio y escoger una metodología adecuada para el mismo.	Revisión de investigaciones anteriores.
Elaboración de instrumento	Establecer en base a criterios los datos que la investigación necesita.	Diseño y elaboración de encuesta.
Aplicación de instrumento	Obtener datos que se acerquen a la realidad.	Aplicar encuesta.
Análisis de Datos	Agrupar de acuerdo a criterios	Aplicar tabulaciones.

	los resultados de manera que permitan inferir de manera muy cercana la realidad de caso.	Inferir conclusiones. Informe final.
Redacción de conclusiones y elaboración de informe	Extraer resultados de la investigación y presentarlos de manera comprensible y coherente.	Elaboración del informe final.

Nota: Elaboración propia.

Estas etapas son las que se cumplieron durante el desarrollo de la investigación a nivel macro para poder obtener la información y cubrir los objetivos previstos.

2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos. Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. La presente investigación trata con detalle los pasos que se deben seguir en el proceso de recolección de datos, con las técnicas ya antes nombradas. Las 3 principales técnicas de recolección de datos son:

1. Entrevistas, es una conversación dirigida, con un propósito específico y que usa un formato de preguntas y respuestas.
2. La encuesta, es un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población o instituciones, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos.
3. La observación, consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo. (Gabriellebet, 2013)

Se utilizará la encuesta como método de recolección de datos debido a que permite obtener información valiosa que a su vez se apega bastante a la realidad del grupo corporativo MEP con respecto a su proceso de selección de personal.

2.2.1 Técnicas de recopilación de información

La muestra seleccionada es el total de la población y corresponde a 15 personas pertenecientes a las diferentes áreas de Talento Humano de las empresas que conforman del grupo MEP.

Se ha elaborado la siguiente encuesta con el propósito de obtener datos valiosos referentes al problema:

**ENCUESTA PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO
“ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO PARA
EL PROCESO DE SELECCIÓN DE PERSONAL DEL GRUPO
CORPORATIVO MEP”**

ASPECTOS GENERALES

a. Nombre de la Empresa donde trabaja: _____

Recomendaciones: Marcar con una X su respuesta.

1. ¿Posee su empresa, alguna técnica de selección de personal?

- Si (Pasar a la 2)
- No (Pasar a la 4)

2. ¿Qué técnica/as aplica su empresa para la selección de personal? Puede seleccionar más de una.

- Entrevistas
- Pruebas de Conocimiento

- Pruebas Psicológicas
- Pruebas de IQ
- Otras

3. ¿Cree usted que la técnica/as aplicada/as en su empresa para la selección de personal elige siempre al candidato más óptimo para el cargo ofertado?

- Si
- No

4. ¿Es importante el proceso de selección de personal para su empresa?

- Si
- No

5. ¿Cree que escoger el candidato más idóneo para un cargo mejoraría el desempeño de la Empresa donde trabaja?

- Si
- No

6. ¿Conoce alguna herramienta informática que ayude con el proceso de selección de personal?

- Si
 - No
-

Se aplicó la encuesta a toda la población y los resultados obtenidos han sido tabulados para poder analizarlos e inferir conclusiones:

1. ¿Posee su empresa, alguna técnica de selección de personal?

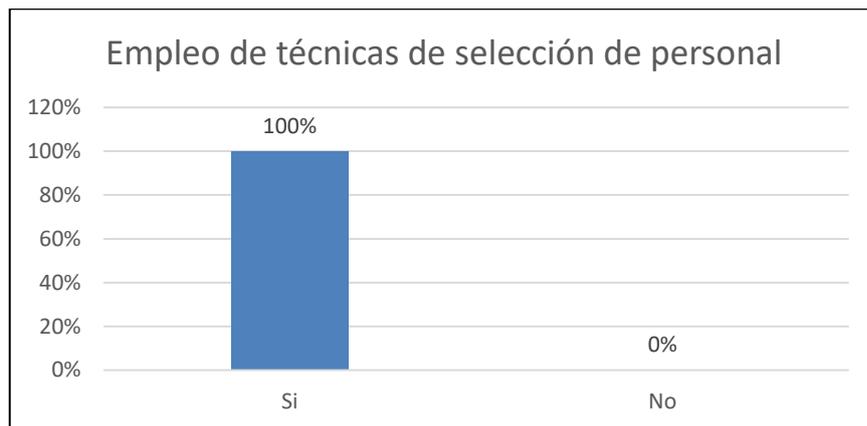


Figura 2.1 Resultado encuesta, pregunta 1

El resultado del análisis de la pregunta No.1 muestra claramente que todas las empresas del grupo aplican alguna técnica para el proceso de selección de personal, por lo cual se concluye que no será difícil adaptarse al uso de la propuesta.

2. ¿Qué técnica/as aplica su empresa para la selección de personal? Puede seleccionar más de una.

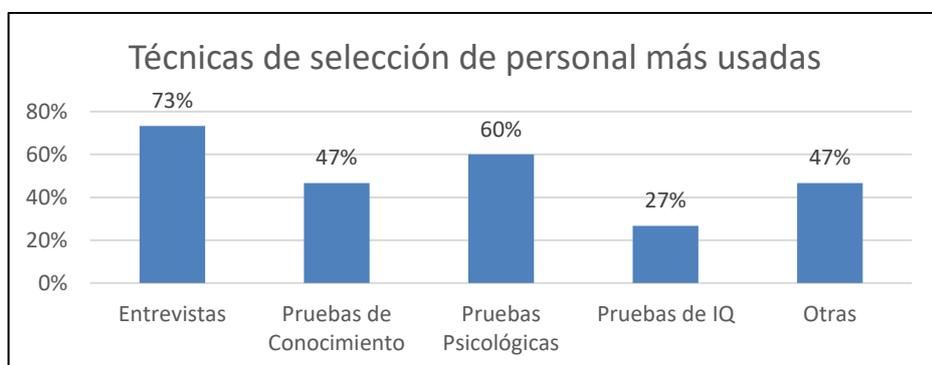


Figura 2.2 Resultado encuesta, pregunta 2

El resultado del análisis de la pregunta N.2 claramente indica que las empresas del grupo MEP usan varias técnicas tradicionales de selección de personal siendo la entrevista la más común en todas las áreas.

3. ¿Cree usted que la técnica/as aplicada/as en su empresa para la selección de personal elige siempre al candidato más óptimo para el cargo ofertado?

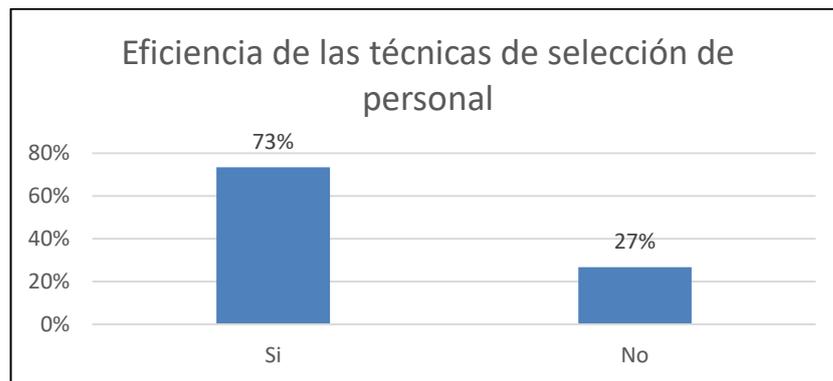


Figura 2.3 Resultado encuesta, pregunta 3

El resultado del análisis de la pregunta N.3 permite concluir que las técnicas aplicadas por las empresas del grupo MEP en la mayoría de los casos no elige al candidato más óptimo por lo que se denota la necesidad clara de una herramienta que mejore este aspecto.

4. ¿Es importante el proceso de selección de personal para su empresa?

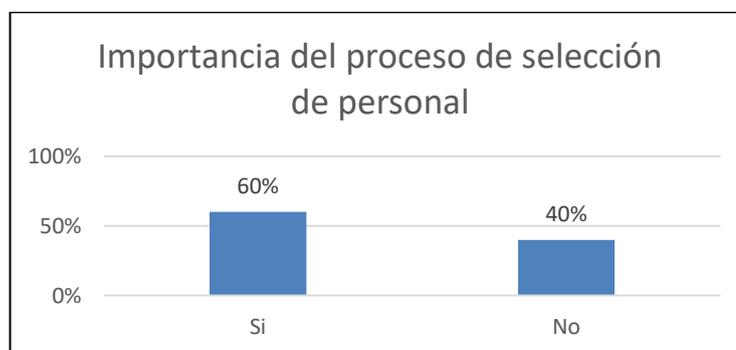


Figura 2.4 Resultado encuesta, pregunta 4

El resultado del análisis de la pregunta N.4 permite concluir que todas las personas pertenecientes al área d talento humano de cada una de las empresas del grupo MEP están conscientes de la importancia de la selección de personal idóneo.

5. ¿Cree que escoger el candidato más idóneo para un cargo mejoraría el desempeño de la Empresa donde trabaja?

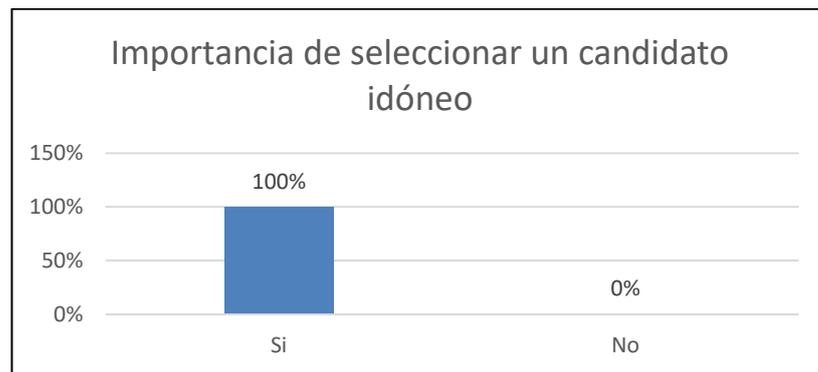


Figura 2.5 Resultado encuesta, pregunta 5

El resultado del análisis de la pregunta N.5 permite concluir que todas las empresas del grupo MEP desean contratar al personal más idóneo para ocupar los cargos ofertados con el fin de mejorar como Empresa y no solo como área.

6. ¿Conoce alguna herramienta informática que ayude con el proceso de selección de personal?

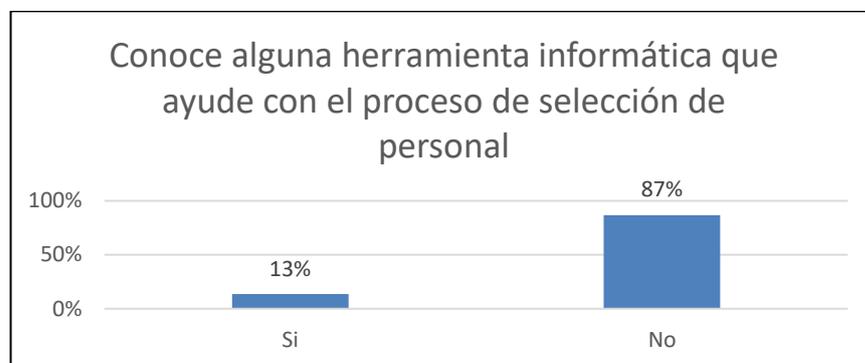


Figura 2.6 Resultado encuesta, pregunta 6

El resultado del análisis de la pregunta N.6 permite concluir que el personal de talento humano de cada una de las empresas del grupo MEP en su mayoría no conoce que existen herramientas informáticas que podrían ayudarles a cumplir sus objetivos como departamento, razón por la cual, la propuesta tendrá positiva acogida.

En conclusión, después de analizar los datos obtenidos de la aplicación de una encuesta al personal de las áreas de talento humano de las empresas del grupo corporativo MEP se infiere la necesidad de contar con una herramienta informática que ayude en la optimización del proceso de selección de personal a fin de que la persona elegida sea la más idónea para ocupar el cargo ofertado basado en su habilidad.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA

Se describe la propuesta para dar solución al problema del grupo corporativo MEP.

3.1 DIAGRAMA DE PROCESOS

La figura 3.1 muestra el proceso inicial completo, no automatizado del proceso de selección de personal del grupo corporativo MEP con el cual trabaja la institución actualmente.

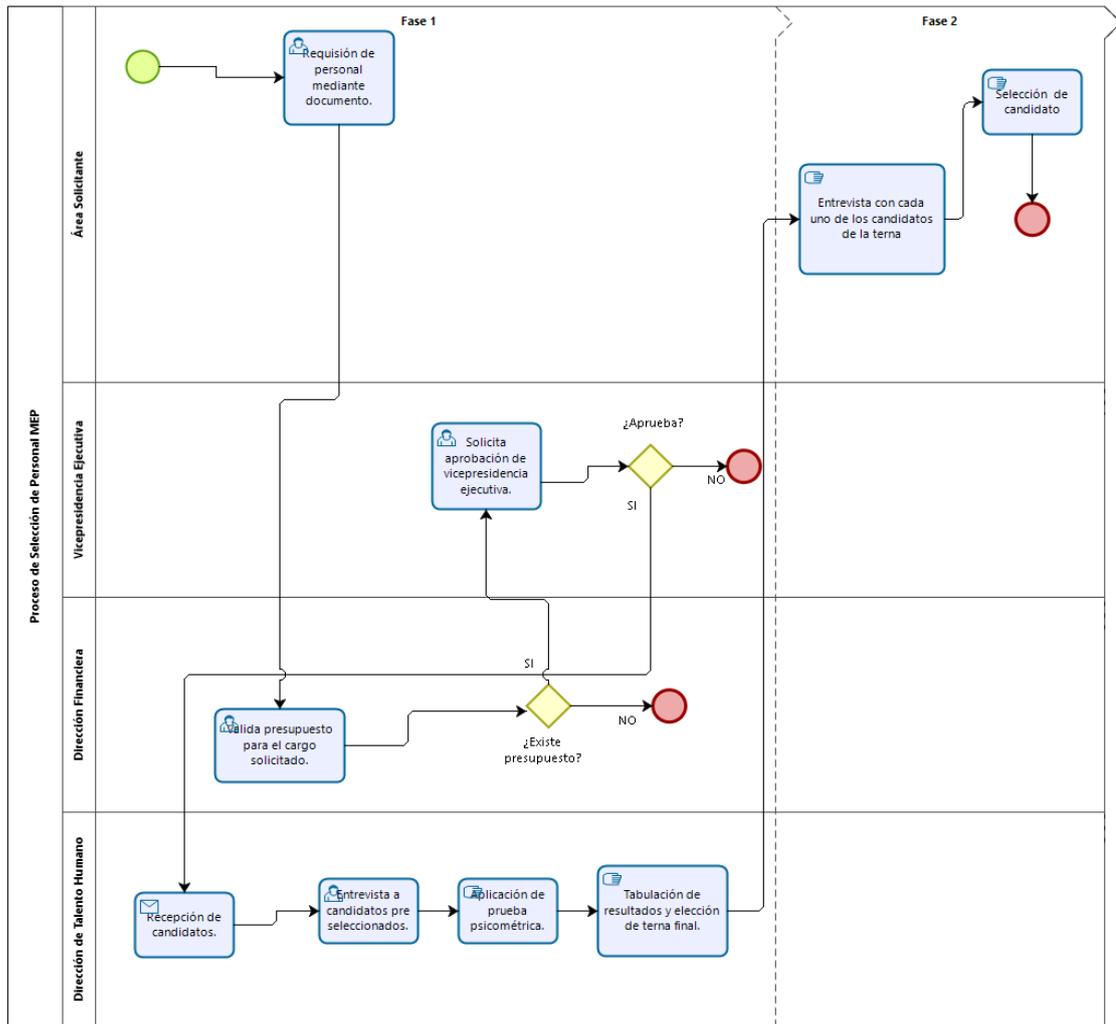


Figura 3.1 Diagrama de proceso de selección del grupo MEP

En el proceso de selección y contratación de personal participan el área solicitante que es quien reporta la necesidad de la contratación de personal para algún cargo, después es aprobado por la Dirección Financiera dependiendo del presupuesto. Luego es la vicepresidencia Ejecutiva quien aprueba el inicio del proceso de selección y lo remite a la Dirección de Talento Humano para que inicie a gestionarlo. Talento Humano es quien escoge una terna después de entrevistar y evaluar a los postulantes para ser presentada ante el jefe del área que necesita el recurso y es el quien finalmente entrevista a los finalistas y escoge a la persona que se integrará al grupo corporativo.

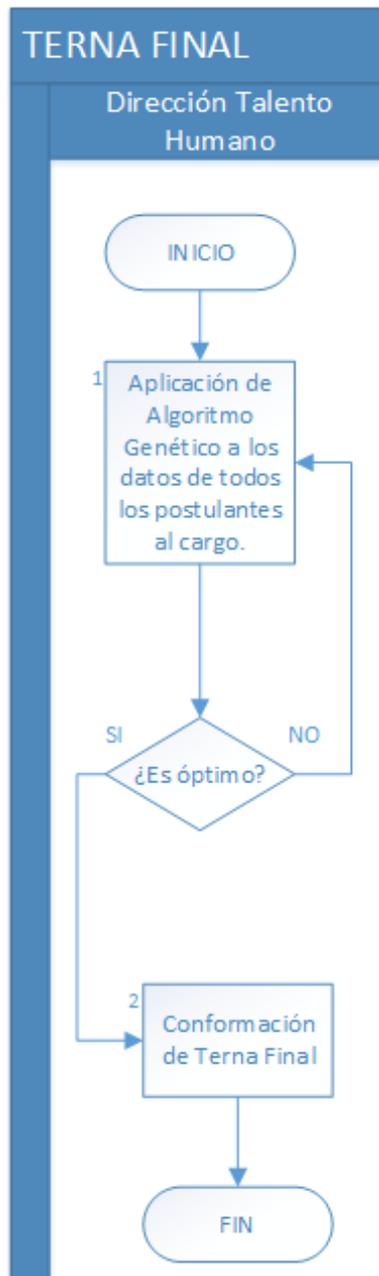


Figura 3.2. Diagrama de proceso automatizado aplicando Algoritmo Genético

En la figura 3.2. se describe la forma en que se procederá para aplicar el algoritmo genético a la población de candidatos postulantes para el cargo ofertado con el fin de obtener la terna más idónea y óptima para su posterior elección por parte del jefe del área que solicita la contratación.

3.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para el estudio del Algoritmo Genético se necesita un computador personal con al menos un procesador Intel Core i5 con 8 GB de memoria RAM en el cual debe estar instalado Python, el framework Flask y el gestor de base de datos MySQL. El grupo corporativo MEP posee el medio tecnológico antes descrito para poder realizar el estudio.

3.3 FACTIBILIDAD OPERACIONAL

El aplicativo a entregar es de interfaz web, la interacción con el mismo será intuitiva. El personal de talento humano del grupo corporativo MEP solo requiere manejar un browser y seguir las instrucciones que se le brindarán en el manual de usuario. (ANEXO 1)

3.4 FACTIBILIDAD ECONÓMICA-FINANCIERA

Tabla 3.1 *Costo estudio e implementación de Algoritmo Genético*

Ítem	Costo(\$)
1 Desarrollador Senior (800 horas a \$9/h)	1500
1 Computador (Core i5, 8 GB RAM, 800 GB Disco Duro)	540
1 Servidor (Alojamiento del aplicativo)	600
Total	2640

Nota: Elaboración propia.

El estudio e implementación de un AG para el proceso de selección de personal del grupo MEP tendría un costo total de \$2640 y una duración de 4 meses, por lo cual es

viable el poder realizarlo y pagarlo como costo de nómina del personal que labora bajo el cargo de Analista de Sistemas Corporativo.

3.5 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Se describe las especificaciones de requerimientos que el aplicativo de interfaz web cumplirá basándose en el estándar IEEE-830 y aplicando el marco de referencia SCRUM.

3.5.1 Ámbito del software

El aplicativo de interfaz web permite escoger la terna más idónea para ocupar un cargo ofertado recibirá el nombre de MAGTH (Módulo de Algoritmo Genético para Talento Humano).

El aplicativo permitirá:

- Ingresar el cargo disponible.
- Seleccionar habilidades requeridas para el cargo.
- Ingresar personas que aplican al cargo.
- Ingresar resultado de las pruebas psicométricas para el cargo.
- Ingresar habilidades encontradas en los candidatos después de la entrevista.
- Seleccionar la terna más idónea para ocupar el cargo después de aplicar el Algoritmo Genético al proceso.

El aplicativo no permitirá:

- Aplicar pruebas psicométricas.
- Eliminar la subjetividad de la entrevista final.

Al aplicar el algoritmo genético al proceso de selección de personal del grupo corporativo MEP se pretende escoger los candidatos que mejor ajusten sus capacidades a las habilidades requeridas por el puesto ofertado.

3.5.2 Funciones del producto

Las historias de usuario que se definieron para el desarrollo del aplicativo son las siguientes:

Tabla 3.2. *Historias de Usuario Gestión de Usuarios*

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 1	Usuario: Administrador.
Nombre: Mantenimiento de usuarios y perfiles.	Riesgo en Desarrollo: Alta
Prioridad en negocio: Alta	Iteración asignada: 1
Descripción: Los usuarios deben estar registrados para poder usar el aplicativo. Se deben identificar con Username y Password. Se validará los datos de autenticación. Permitirá el ingreso al aplicativo para la utilización del algoritmo.	
Observación: En el caso de que la autenticación sea fallida debe mostrar un mensaje indicando que los datos ingresados son incorrectos.	

Nota: Recuperado de Muñoz, Verónica. Proyecto Integrador de Fin de Carrera, 2018./ Formato de Historia de usuario

Tabla 3.3. *Historias de Usuario Gestión de Puestos Ofertados*

HISTORIA DE USUARIO	
Número: 2	Usuario: Administrador, Asistente de Talento Humano
Nombre: Mantenimiento de cargos y competencias.	Riesgo en Desarrollo: Alta
Prioridad en negocio: Alta	Iteración asignada: 2
Descripción: Los cargos ofertados deben estar registrados para conocer las vacantes existentes y las competencias requeridas.	

Observación: En el caso de que las competencias requeridas para el cargo aún no estén definidas por el área de talento humano, no se podrá registrar el cargo.

Nota: Recuperado de Muñoz, Verónica. Proyecto Integrador de Fin de Carrera, 2018./ Formato de Historia de usuario

Tabla 3.4. *Historias de Usuario Gestión de Candidatos*

HISTORIA DE USUARIO

Número: 3

Usuario: Administrador, Asistente de Talento Humano

Nombre: Mantenimiento de candidatos y niveles.

Riesgo en Desarrollo: Alta

Prioridad en negocio: Alta

Iteración asignada: 3

Descripción: Los candidatos serán registrados para poder ser cotejados con el puesto ofertado por el algoritmo.

Observación: En el caso de que el aspirante no haya rendido aún la evaluación psicométrica o la entrevista, no se podrá registrar el candidato.

Nota: Recuperado de Muñoz, Verónica. Proyecto Integrador de Fin de Carrera, 2018./ Formato de Historia de usuario

Tabla 3.5. *Historias de Usuario Implementación de Algoritmo Fundamental*

HISTORIA DE USUARIO

Número: 4

Usuario: Administrador, Asistente de Talento Humano

Nombre: Implementación de Algoritmo Genético

Riesgo en Desarrollo: Alta

Prioridad en negocio: Alta

Iteración asignada: 4

Descripción: El Algoritmo Genético cotejará los candidatos con los cargos ofertados y seleccionará los candidatos más idóneos.

Establecimiento de población inicial.

Cruce y mutación para obtener candidatos idóneos.

Elección de terna más idónea.

Observación: El Algoritmo Genético devolverá una terna de candidatos por puesto ofertado.

Nota: Recuperado de Muñoz, Verónica. Proyecto Integrador de Fin de Carrera, 2018./ Formato de Historia de usuario

3.5.3 Características de los usuarios de la aplicación

Se muestra una descripción resumida de los usuarios que tendrán acceso a la aplicación:

Tabla 3.6. *Perfiles de usuario*

Nombre de Usuario	Tipo de Usuario	Área Funcional	Actividad
Administrador	Administrador del Sistema	Administración	Administrar el aplicativo. Administrar usuarios. Administrar cargos ofertados. Administrar candidatos. Obtener candidatos idóneos. Administrar puestos ofertados.
Analista	Talento Humano	Administración	Administrar candidatos. Obtener candidatos idóneos.

Nota: Recuperado de Muñoz, Verónica. Proyecto Integrador de Fin de Carrera, 2018./ Formato definición de perfiles de usuario.

3.5.4 Restricciones de desarrollo

El aplicativo web MAGTH deberá cumplir con las siguientes restricciones impuestas por el grupo corporativo MEP:

- Se usará el lenguaje de programación Python 3 o superior debido a que el grupo corporativo desea en el futuro desarrollar un sistema completo para gestión de talento humano basado en este lenguaje.
- El desarrollo del sistema se lo realizará exclusivamente dentro de las instalaciones de la empresa acogiéndose a los horarios de trabajo preestablecidos por la misma.

3.5.5 Requisitos

Los requisitos que el usuario solicita en el desarrollo del sistema están plasmados en las listas de requerimientos funcionales y no funcionales mostrados a continuación.

Funcionales.

RF01: Se debe seleccionar la terna más idónea para ocupar el cargo ofertado dentro de todos los candidatos que aplican al puesto.

RF02: Se debe permitir que el algoritmo coteje al menos 4 candidatos.

RF03: El aplicativo web debe ser de uso interno de la Empresa, es decir funcionará en la INTRANET del grupo MEP.

No funcionales.

Los requerimientos no funcionales del aplicativo son los siguientes:

Categoría 1.

RNF01: Las habilidades requeridas para el puesto ofertado se definirán previo a la creación del puesto vacante.

RNF02: Los datos que se modifiquen deberán estar accesibles para todos los usuarios en tiempos menores a 10 segundos.

RNF03: El tiempo de aprendizaje del aplicativo para un usuario debería ser en promedio 1 hora.

Definición de roles del proyecto

Product Owner: Dayana Ramos (Asistente de Talento Humano Grupo MEP)

Scrum Master: Ing. Pablo Recalde (Tutor técnico de PIC)

Development Team: Marco Játiva (Analista de Sistemas Corporativo Grupo MEP)

Definición de los artefactos Scrum

Product Backlog

1. Mantenimiento de usuarios y perfiles.
2. Mantenimiento de cargos y competencias.
3. Mantenimiento de candidatos y niveles.
4. Parámetros de entrada del algoritmo.
5. Establecimiento de población inicial.
6. Cruce y mutación para obtener candidatos idóneos.
7. Elección de terna más idónea.

Sprint Backlog

1. *Sprint 1*

- a. Mantenimiento de usuarios y perfiles.

2. *Sprint 2*

- a. Mantenimiento de cargos y competencias.

3. *Sprint 3*

- a. Mantenimiento de candidatos y niveles.

4. *Sprint 4*

- a. Parámetros de entrada del algoritmo.
- b. Establecimiento de población inicial.

- c. Cruce y mutación para obtener candidatos idóneos.
- d. Elección de terna más idónea.

Cada Sprint tendrá una duración de 3 semanas.

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN

Se describe la implementación de la propuesta que dará solución al problema.

4.1 DISEÑO

Se describe el resumen de cada Sprint desarrollado.

Tabla 4.1 *Sprint Backlog (Sprint 1)*

Identificador	Tarea	Estado	Horas estimadas
SPT1-001	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar usuarios.	TERMINADO	20
SPT1-002	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar usuarios.	TERMINADO	40
SPT1-003	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar perfiles de usuario.	TERMINADO	20
SPT1-004	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar perfiles de usuario.	TERMINADO	40

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.2 *Sprint Backlog (Sprint 2)*

Identificador	Tarea	Estado	Horas estimadas
SPT2-001	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar cargos.	TERMINADO	20

SPT2-002	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar cargos.	TERMINADO	40
SPT2-003	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar competencias.	TERMINADO	20
SPT2-004	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar competencias.	TERMINADO	40

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.3 *Sprint Backlog (Sprint 3)*

Identificador	Tarea	Estado	Horas estimadas
SPT3-001	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar candidatos.	TERMINADO	20
SPT3-002	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar candidatos.	TERMINADO	40
SPT3-003	Realizar el modelo de base de datos necesario para crear, modificar y eliminar niveles.	TERMINADO	20
SPT3-004	Realizar la interfaz gráfica necesaria para crear, modificar y eliminar niveles.	TERMINADO	40

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.4 *Sprint Backlog (Sprint 4)*

Identificador	Tarea	Estado	Horas estimadas
SPT4-001	Crear la población de soluciones y representarla en codificación decimal.	TERMINADO	10

SPT4-002	Establecer la función de adaptación que permitirá escoger las mejores soluciones.	TERMINADO	45
SPT4-003	Selección de los padres usando la técnica de la ruleta.	TERMINADO	20
SPT4-004	Realizar el cruce de los padres usando la técnica de cruce cíclico.	TERMINADO	20
SPT4-005	Realizar mutación a los individuos seleccionados.	TERMINADO	10
SPT4-006	Aplicar Elitismo (Mantener la mejor solución hasta que sea superada por otra) y establecer la condición de parada de acuerdo al número de generaciones indicada por el usuario.	TERMINADO	10
SPT4-007	Escoger la terna más idónea de candidatos para cada cargo ofertado.	TERMINADO	5

Nota: Elaboración propia.

4.2 ESQUEMA DE LA BASE DE DATOS

El esquema de base de datos usado para el desarrollo del aplicativo que permite seleccionar la terna más idónea para ocupar un cargo ofertado en el grupo MEP es el siguiente:

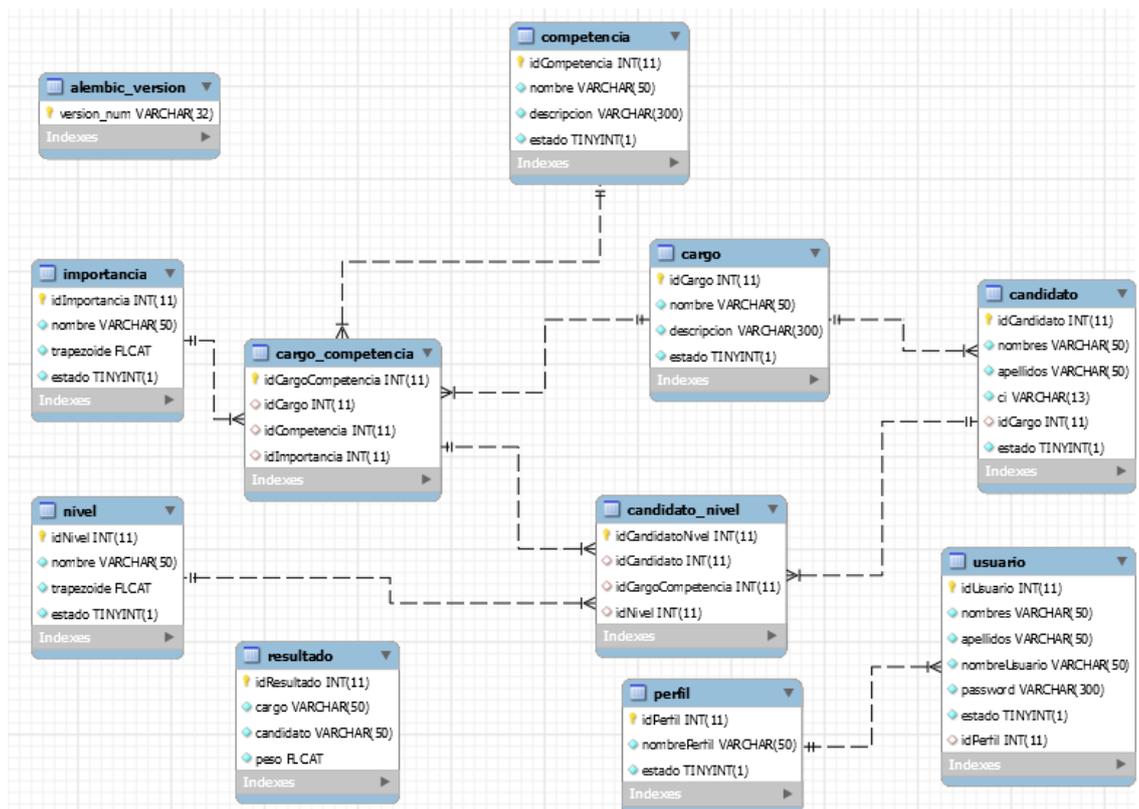


Figura 4.1 Modelo de Base de datos del aplicativo web MAGTH. Elaboración propia.

4.3 DIAGRAMA DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Descripción de los componentes de la aplicación web y la manera en que interactúan entre ellos.

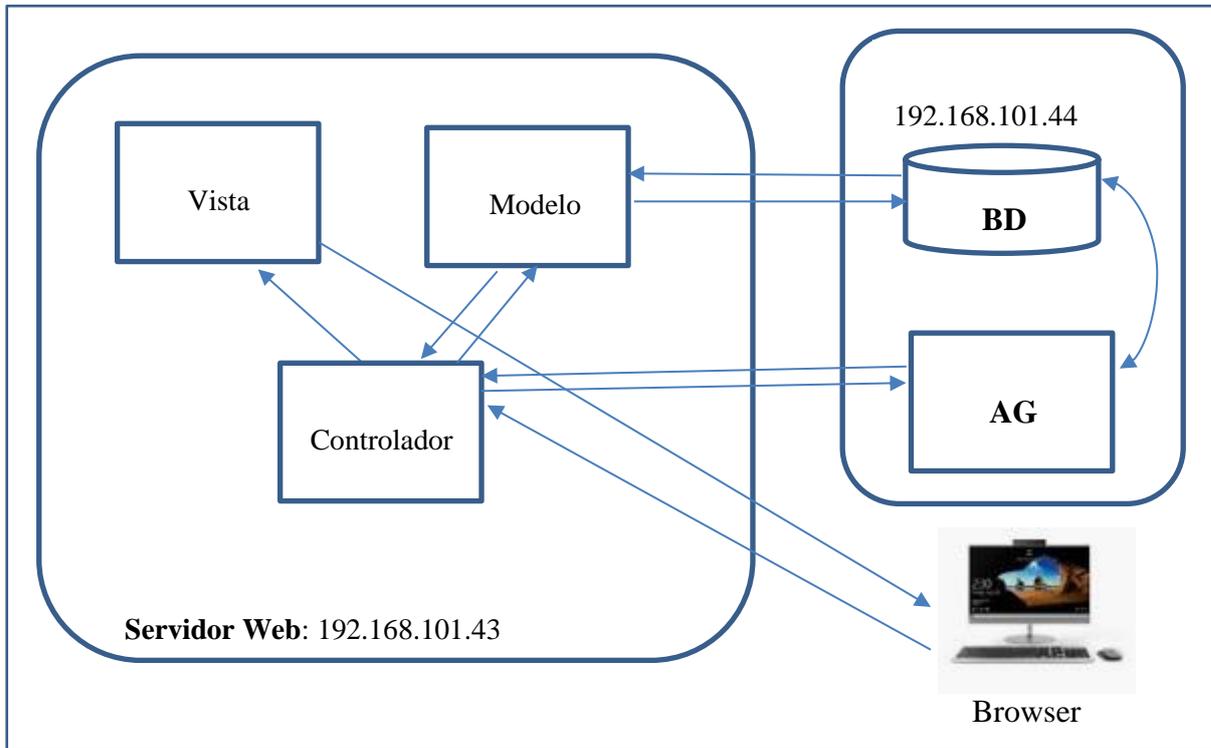


Figura 4.2 Diagrama de la arquitectura del aplicativo web MAGTH. Elaboración propia.

4.4 DISEÑO DE INTERFACES

Descripción de la interfaz general sobre la cual funcionará la aplicación web.

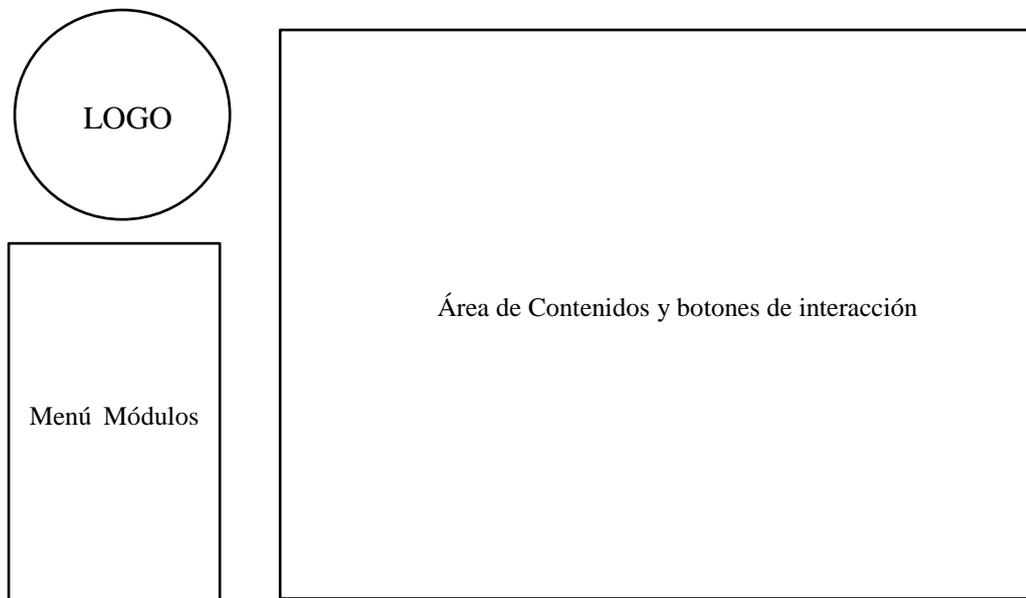


Figura 4.3 Diseño de interfaz general del aplicativo web MAGTH. Elaboración propia.

4.5 ESTÁNDARES DE PROGRAMACIÓN UTILIZADOS

El estándar de programación utilizado en el desarrollo de la aplicación MAGTH se describe a continuación:

Tabla 4.5 *Estándar de programación*

Tipo	Estándar	Ejemplo
Nombre de Tabla de BD	camelCase	usuarioPerfiles
Nombre de Campo de Tabla de BD	camelCase	idUsuario
Nombre de Clase	PascalCase	Usuario

Nombre de método de Clase	camelCase	listarUsuarios()
Variable local	camelCase	numeroPerfil
Constante	ALL_CAPS	AMBIENTE
Parámetro	camelCase	nombreUsuario

Nota: Elaboración propia.

La convención de nombres y declaraciones descrita anteriormente se usó en la totalidad del desarrollo de MAGTH con el fin de mantener un orden y sobretodo buenas prácticas a la hora de codificar.

4.6 PRUEBAS

Se realizaron pruebas de tipo funcional al aplicativo web con la finalidad de que el algoritmo genético sea ejecutado de una manera visual.

4.6.1 Pruebas de funcionalidad (Aceptación de usuario)

Se describe los casos de prueba analizados con sus respectivos resultados de acuerdo a la naturaleza del desarrollo.

Tabla 4.6 *Pruebas Funcionales*

Caso	Descripción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido
Ingresar usuario.	Guardar en la base de datos la información completa de un usuario nuevo con sus respectivas validaciones.	El usuario fue ingresado correctamente.	El usuario fue ingresado correctamente.
Consultar usuario.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de un usuario en específico.	Se consultó la información del usuario correctamente.	Se consultó la información del usuario correctamente.

Modificar usuario	Guardar en la base de datos la información modificada de un usuario existente con sus respectivas validaciones.	El usuario fue modificado correctamente.	El usuario fue modificado correctamente.
Eliminar usuario	Eliminar el usuario de la base de datos.	El usuario fue eliminado correctamente.	El usuario fue eliminado correctamente.
Ingresar perfil.	Guardar en la base de datos la información completa de un perfil nuevo con sus respectivas validaciones.	El perfil fue ingresado correctamente.	El perfil fue ingresado correctamente.
Consultar perfil.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de un perfil en específico.	Se consultó la información del perfil correctamente.	Se consultó la información del perfil correctamente.
Modificar perfil.	Guardar en la base de datos la información modificada de un perfil existente con sus respectivas validaciones.	El perfil fue modificado correctamente.	El perfil fue modificado correctamente.
Eliminar perfil.	Eliminar el perfil de la base de datos.	El perfil fue eliminado correctamente.	El perfil fue eliminado correctamente.
Ingresar cargo.	Guardar en la base de datos la información completa de un cargo nuevo con sus respectivas validaciones.	El cargo fue ingresado correctamente.	El cargo fue ingresado correctamente.
Consultar cargo.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de un cargo en específico.	Se consultó la información del cargo correctamente.	Se consultó la información del cargo correctamente.
Modificar cargo.	Guardar en la base de datos la información modificada de un cargo existente con sus respectivas validaciones.	El cargo fue modificado correctamente.	El cargo fue modificado correctamente.
Eliminar cargo.	Eliminar el cargo de la base de datos.	El cargo fue eliminado correctamente.	El cargo fue eliminado correctamente.
Ingresar competencia.	Guardar en la base de datos la información completa de una competencia nueva con sus respectivas validaciones.	La competencia fue ingresada correctamente.	La competencia fue ingresada correctamente.
Consultar competencia.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de una competencia en específico.	Se consultó la información de la competencia correctamente.	Se consultó la información de la competencia correctamente.

Modificar competencia.	Guardar en la base de datos la información modificada de una competencia existente con sus respectivas validaciones.	La competencia fue modificada correctamente.	La competencia fue modificada correctamente.
Eliminar competencia.	Eliminar la competencia de la base de datos.	La competencia fue eliminada correctamente.	La competencia fue eliminada correctamente.
Ingresar candidato.	Guardar en la base de datos la información completa de un candidato nuevo con sus respectivas validaciones.	El candidato fue ingresado correctamente.	El candidato fue ingresado correctamente.
Consultar candidato.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de un candidato en específico.	Se consultó la información del candidato correctamente.	Se consultó la información del candidato correctamente.
Modificar candidato.	Guardar en la base de datos la información modificada de un candidato existente con sus respectivas validaciones.	El candidato fue modificado correctamente.	El candidato fue modificado correctamente.
Eliminar candidato.	Eliminar el candidato de la base de datos.	El candidato fue eliminado correctamente.	El candidato fue eliminado correctamente.
Ingresar nivel.	Guardar en la base de datos la información completa de un nivel nuevo con sus respectivas validaciones.	El nivel fue ingresado correctamente.	El nivel fue ingresado correctamente.
Consultar nivel.	Consultar en la interfaz correspondiente la información de un nivel en específico.	Se consultó la información del nivel correctamente.	Se consultó la información del nivel correctamente.
Modificar nivel.	Guardar en la base de datos la información modificada de un nivel existente con sus respectivas validaciones.	El nivel fue modificado correctamente.	El nivel fue modificado correctamente.
Eliminar nivel.	Eliminar el nivel de la base de datos.	El nivel fue eliminado correctamente.	El nivel fue eliminado correctamente.
Asignar importancia a y competencia a cargo.	Asignar la importancia a cada competencia requerida a cada cargo ofertado.	La competencia fue asignada al cargo.	La competencia fue asignada al cargo.
Asignar nivel a competencia y competencia a candidato.	Asignar el nivel a cada competencia requerida por un cargo asignado a un candidato.	El nivel fue asignado a una competencia de un cargo correctamente.	El nivel fue asignado a una competencia de un cargo correctamente.

Ejecución del Algoritmo Genético.	Ejecutar el algoritmo genético para seleccionar la mejor terna para cada cargo.	La mejor terna para el cargo ofertado se seleccionó correctamente.	La mejor terna para el cargo ofertado se seleccionó correctamente.
-----------------------------------	---	--	--

Nota: Elaboración propia.

4.7 IMPLEMENTACIÓN

Se detalle los procesos realizados para implementar el aplicativo en el grupo MEP, requerimientos y consideraciones relevantes.

4.7.1 Plan de implementación

Una vez terminada la fase desarrollo y probado funcionalmente el aplicativo se procede a implementarlo en el grupo MEP mediante los siguientes pasos:

1. Se instaló el gestor de base de datos MySQL (versión 8.0.14) en el servidor correspondiente.
2. Se ejecutaron los scripts correspondientes para que la base de datos necesaria para el funcionamiento del aplicativo web se instaure sin problemas.
3. Se instaló Python 3.7.3, Flask 1.1.1 en el servidor Web reservado para alojar al aplicativo.
4. Se realizó la conexión entre el servidor de la base de datos y el servidor web.
5. Se levantó el aplicativo web y se verificó que funcione localmente.
6. Se verificó que los usuarios que tengan acceso a la Intranet del grupo MEP puedan interactuar con el aplicativo.

4.7.2 Requerimientos de implementación

Se describe los requerimientos de hardware y software necesarios para realizar la implementación del aplicativo.

Software para servidor

- SGBD MySQL 8.0.14

- Servidor Web, Python 3.7.3, Flask 1.1.1

Software para usuario

- Navegador web (Chrome, Firefox).

Hardware para servidor

- RAM al menos de 8Gb.
- Procesador Core I5.
- Espacio de almacenamiento libre de al menos 100 Mb.

Hardware para usuario

- RAM al menos de 4Gb.

4.7.3 Manual de usuario

Revisar ANEXO 1.

CONCLUSIONES

- Los algoritmos genéticos son funcionales en procesos de selección de personal al ser manejados como un problema de optimización de lógica difusa.
- Los algoritmos genéticos se aplican en el proceso de selección de personal y permiten eliminar casi en su totalidad la subjetividad de la decisión humana al momento de realizar una elección.
- El aplicativo web desarrollado permite alojar un algoritmo genético en una interfaz web a fin de apoyar al personal de talento humano del grupo MEP a escoger una terna óptima de finalistas para un cargo ofertado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las entrevistas y pruebas para identificar habilidades de los candidatos sean realizadas por personal de talento humano debidamente calificado a fin de obtener entradas lo más reales posibles para la aplicación del algoritmo genético.
- Se recomienda ampliar al aplicativo web a un sistema completo online de selección de personal como desarrollo futuro.
- Si se desea realizar alguna mejora o cambio al algoritmo genético se recomienda seguir usando Python como lenguaje de programación debido a sus prestaciones para desarrollo de inteligencia artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canós Darós Lourdes, Caño Alegre Carlos, González Pérez Begoña. (Valencia, 7 y 8 de septiembre de 2006). Algunos algoritmos de ordenación para el proceso de selección de personal. X Congreso de Ingeniería de Organización. Extraído el 2010 desde: http://io.us.es/cio2006/docs/000086_final.pdf
- Canós Darós, Lourdes. Casasús Estellés, Trinidad. Lara Mora, Tomás. Liern Carrión, Vicente. Pérez Cantó, Juan Carlos. (2007). Un algoritmo fuzzy para la selección de personal basado en agregación de competencias. Extraído en 2010 desde: <http://www.uv.es/asepuma/XV/comunica/710.pdf>
- Cerrolaza, Miguel. Annicchiarico, William. (1996). Algoritmos de optimización estructural basados en simulación genética. Consejo de desarrollo científico y Humanístico. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
- Chiavenato, Idalberto. (2000). Administración de Recursos Humanos, Quinta Edición. McGraw Hill Interamericana S.A.
- Coello Coello, Carlos A. (1995). “Introducción a los Algoritmos Genéticos”, Soluciones Avanzadas. Tecnologías de Información y Estrategias de Negocios, Año 3, No. 17, Enero de 1995, pp. 5-11.

- Gil Aluja, J. (1996): La Gestión Interactiva de los Recursos Humanos en la Incertidumbre”. Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1996.
- Goldberg, David E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Goldberg, D. E.; Richardson J. T. (1987). Genetic algorithms with sharing for multimodal function optimization. Genetic Algorithms and their Applications: Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications, page. 41-49.
- Holland, Jhon. (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press, Ann Arbor. (2da. ed. impresa en 1992 por MIT Press, Cambridge, MA.).
- Koza, Jhon R., (1992). Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. The MIT Press.
- Michalewicz, Z. (1992). Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Berlin: Springer – Verlag, 1992.
- Mitchell, Melanie. (1998). An Introduction to Genetic Algorithms, Cambridge, Mass: MIT Press, 1998. Massachusetts Institute of Technology.

Nilsson, Nils J. (2001). Artificial Intelligence – A new synthesis. Standford

University. Inteligencia Artificial – Una nueva síntesis. Traducción por Roque María Morales, José Palma Méndez, Enrique Paniagua Aris. Dpto. de Informática, Inteligencia Artificial y Electrónica. Universidad de Murcia. Editorial Mc Graw Hill.

[Blog OpenWbinars]. (s.f.). Recuperado de <https://openwebinars.net/blog/que-es-flask/>

Pajares Martinsaz, Gonzalo. Santos Peñas, Matilde. (2006). Inteligencia Artificial

e Ingeniería del Conocimiento. Facultad de Informática. Universidad Complutence de Madrid. RA –MA Editorial. 1era edición Alfa Omega Grupo Editor, México, Enero, 2006.

Sivanandam, S. N. ; Deepa, S. N. (2008). Introduction to Genetic Algorithms.

Springer Berlin Heidelberg. New York. 2008. Derechos de Autor: Sivanandam, Deepa.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO



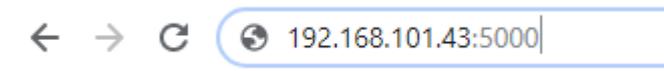
REALIZADO POR: MARCO JÁTIVA

AGOSTO 2019

El presente documento tiene como finalidad guiar a los usuarios en el correcto manejo del aplicativo web MAGTH.

INGRESO AL SISTEMA

Desde un navegador (Chrome, FireFox de preferencia) ingresar a la siguiente URL:



Se mostrará la siguiente página:



MAGTH

PÁGINA PRINCIPAL DEL APLICATIVO



- Inicio
- Perfiles
- Usuarios
- Cargos
- Competencias
- Importancia
- Asignar Competencias
- Candidatos
- Niveles
- Evaluar Candidato
- Elegir Terna por Cargo
- Salir

BIENVENIDO
ADMIN



ALGORITMO GENÉTICO APLICADO A LA SELECCIÓN DE PERSONAL

MENÚ PERFILES

Permite administrar perfiles de usuario.



- Perfiles
- Usuarios
- Cargos
- Competencias
- Importancia
- Asignar Competencias
- Candidatos
- Niveles
- Evaluar Candidato

Mostrar 10 registros

Buscar:

Nombre	Estado	Editar	Eliminar
ADMINISTRADOR	Activo		
TALENTO HUMANO	Activo		

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros

Anterior Siguiente

[Nuevo](#)

Para ingresar un perfil, presione el botón Nuevo.

Nombre Perfil:

OPERADOR

Estado:

- Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar un Perfil, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombre Perfil:

TALENTO HUMANO

Estado:

- Activo
 Inactivo

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar un Perfil, presione sobre el botón , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar 10 registros

127.0.0.1:5000 dice

¿Desea eliminar el registro?

Nombre

ADMINISTRADOR

TALENTO HUMANO

Activo

Editar

Aceptar Cancelar

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros

Nuevo

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ USUARIOS

Permite administrar usuarios.

MEP CENTRO CORPORATIVO

Mostrar 10 registros

Buscar:

Nombres	Apellidos	Usuario	Password	Perfil	Estado	Editar	Eliminar
Dayanna	Ramos	dramos	<sha512 HASH object @ 0x0000026B51459800>	TALENTO HUMANO	Activo		
Marco Antonio	Jativa Baldeón	mjativa	<sha512 HASH object @ 0x0000026B51459260>	ADMINISTRADOR	Activo		

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros

Nuevo

Anterior 1 Siguiente

- Perfiles
- Usuarios
- Cargos
- Competencias
- Importancia
- Asignar Competencias
- Candidatos
- Niveles
- Evaluar Candidato

Para ingresar un usuario, presione el botón Nuevo.

Nombres:

Apellidos:

Usuario:

Password:

Perfil:
ADMINISTRADOR ▼

Estado:
 Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar un Usuario, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombres:**Apellidos:****Usuario:****Password:****Perfil:** ▼**Estado:**

- Activo
 Inactivo

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar un Usuario, presione sobre el botón  , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar 10 registros

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Acceptar Cancelar

Nombres	Apellido	Perfil
Dayanna	Ramos	TALENTO HUMANO
Marco Antonio	Jativa Baldeón	ADMINISTRADOR

Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros

Nuevo

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ CARGOS

Permite administrar cargos.

MEP CENTRO CORPORATIVO

Mostrar 10 registros

Buscar:

Nombre	Descripción	Estado	Editar	Eliminar
ASISTENTE DE GERENCIA	NN	Activo		
ASISTENTE TI	NN	Activo		
GERENTE FINANCIERO	NN	Activo		

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Nuevo

Anterior 1 Siguiente

- Perfiles
- Usuarios
- Cargos
- Competencias
- Importancia
- Asignar Competencias
- Candidatos
- Niveles
- Evaluar Candidato

Para ingresar un cargo, presione el botón Nuevo.

Nombre:

Descripción:

Estado:

- Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar un cargo, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombre:

ASISTENTE DE GERENCIA

Descripción:

NN

Estado:

- Activo
 Inactivo

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar un cargo, presione sobre el botón , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar **10** registros

Nombre	Estado
ASISTENTE DE GERENCIA	Activo
ASISTENTE TI	NN
GERENTE FINANCIERO	NN

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

[Nuevo](#)

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

[Aceptar](#) [Cancelar](#)

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ COMPETENCIAS

Permite administrar competencias ligadas a un cargo.

Mostrar **10** registros

Buscar:

Nombre	Descripción	Estado	Editar	Eliminar
Análisis	NN	Activo		
Atención al cliente	NN	Activo		
Cálculo	NN	Activo		
Delegar	NN	Activo		
Dirigir	NN	Activo		
Expresión Escrita	NN	Activo		
Expresión Oral	NN	Activo		
Fijar Objetivos	NN	Activo		
Orientación Comercial	NN	Activo		
Recolectar información	NN	Activo		

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 12 registros

[Anterior](#) [1](#) [2](#) [Siguinte](#)

[Nueva](#)

Para ingresar una competencia, presione el botón Nuevo.

Nombre:

Descripción:

Estado:
 Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar una competencia, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombre:

Descripción:

Estado:
 Activo
 Inactivo

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar una competencia, presione sobre el botón , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar **10** registros

Nombre

Análisis		
Atención al cliente	NN	Activo
Cálculo	NN	Activo

127.0.0.1:5000 dice

¿Desea eliminar el registro?

Aceptar
Cancelar

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ IMPORTANCIA

Permite administrar importancia ligada a una competencia.



- ▶ Inicio
- ▶ Perfiles
- ▶ Usuarios
- ▶ Cargos
- ▶ Competencias
- ▶ **Importancia**
- ▶ Asignar Competencias
- ▶ Candidatos
- ▶ Niveles
- ▶ Evaluar Candidato
- ▶ Elegir Terna por Cargo
- ▶ Salir

Mostrar **10** registros

Buscar:

Nombre	Puntuación	Estado	Editar	Eliminar
Bastante Alta	2.87	Activo		
Bastante Baja	1.17	Activo		
Extremadamente Alta	3.9	Activo		
Extremadamente Baja	0.1	Activo		
Imprescindible	4.0	Activo		
Innecesaria	0.0	Activo		
Media	1.94	Activo		
Muy Alta	3.39	Activo		
Muy Baja	0.55	Activo		

Mostrando registros del 1 al 9 de un total de 9 registros

Anterior 1 Siguiente

Nueva

Para ingresar una importancia, presione el botón Nuevo.

Nombre:

Puntuación:

Estado:

- Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar una importancia, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombre:

Media

Puntuación:

1,94

Estado:

- Activo
 Inactivo

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar una importancia, presione sobre el botón  , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar 10 registros

Nombre			Editar
Bastante Alta			
Bastante Baja	1.17	Activo	
Extremadamente Alta	3.9	Activo	
Extremadamente Baja	0.1	Activo	
Imprescindible	4.0	Activo	
Innecesaria	0.0	Activo	
Media	1.94	Activo	
Muy Alta	3.39	Activo	

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Aceptar
Cancelar

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ ASIGNAR COMPETENCIAS

Permite asignar competencias a un cargo.



Mostrar 10 registros

Buscar:

Cargo	Competencia	Importancia	Editar	Eliminar
ASISTENTE DE GERENCIA	Recolectar información	Extremadamente Alta		
ASISTENTE DE GERENCIA	Trabajo en equipo	Muy Alta		
ASISTENTE DE GERENCIA	Fijar Objetivos	Bastante Alta		
ASISTENTE DE GERENCIA	Cálculo	Media		
ASISTENTE DE GERENCIA	Expresión Escrita	Muy Alta		
ASISTENTE TI	Análisis	Muy Alta		
ASISTENTE TI	Cálculo	Media		
ASISTENTE TI	Trabajo en equipo	Muy Alta		
ASISTENTE TI	Atención al cliente	Media		
ASISTENTE TI	Expresión Oral	Muy Baja		

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 15 registros

Anterior 1 2 Siguiente

Asignar

Para asignar una competencia, presione el botón Asignar.

Cargo:

ASISTENTE DE GERENCIA ▼

Competencia:

Dirigir ▼

Importancia:

Imprescindible ▼

Guardar

Seleccione los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar una asignación de competencia, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Cargo:

ASISTENTE DE GERENCIA ▼

Competencia:

Cálculo ▼

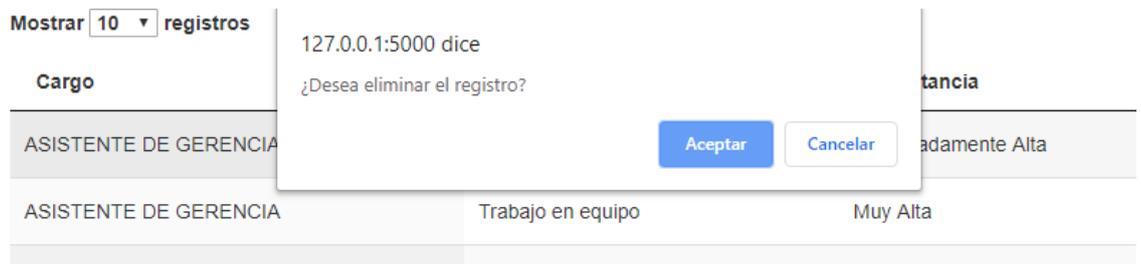
Importancia:

Media ▼

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar una asignación de competencia, presione sobre el botón , aparece un mensaje confirmación.



Mostrar 10 registros

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Aceptar Cancelar

Carga

ASISTENTE DE GERENCIA

Importancia

ASISTENTE DE GERENCIA Trabajo en equipo Muy Alta

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ CANDIDATOS

Permite administrar candidatos.



MEP

Mostrar 10 registros

Buscar:

Nombres	Apellidos	Cargo Aplicado	Estado	Editar	Eliminar
Juan	Loaliza	GERENTE FINANCIERO	Activo		
Luis	Lopez	GERENTE FINANCIERO	Activo		
Pedro	Torres	GERENTE FINANCIERO	Activo		

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Nuevo

Anterior 1 Siguiete

Para ingresar un candidato, presione el botón Nuevo.

Nombres:

Apellidos:

Cargo:

 ▾

Estado:

- Activo
 Inactivo

Guardar

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar un candidato, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombres:**Apellidos:****Cargo:****Estado:** Activo Inactivo

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar un candidato, presione sobre el botón , aparece un mensaje confirmación.

Nombre		Estado
Bastante Alta		Inactivo
Bastante Baja	[0.17,0.22,0.36,0.42]	Activo
Extremadamente Alta	[0.93,0.98,0.99,1]	Activo

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ NIVEL

Permite administrar niveles para poder evaluar a los candidatos en cada competencia requerida por un cargo.



The screenshot shows the MEP (Módulo de Evaluación de Personal) interface. On the left is a navigation menu with options: Perfiles, Usuarios, Cargos, Competencias, Importancia, Asignar Competencias, Candidatos, Niveles (selected), and Evaluar Candidato. The main area displays a table of levels with columns: Nombre, Puntuación, Estado, Editar, and Eliminar. The table contains 7 records. Below the table, there is a 'Nuevo' button and pagination controls showing 'Mostrando registros del 1 al 7 de un total de 7 registros' and 'Anterior 1 Siguiente'.

Nombre	Puntuación	Estado	Editar	Eliminar
Alto	0.8	Activo		
Bajo	0.4	Activo		
Extremadamente Alto	1	Activo		
Extremadamente Bajo	0	Activo		
Medio	0.5	Activo		
Muy Alto	0.9	Activo		
Muy Bajo	0.3	Activo		

Para ingresar un nivel, presione el botón Nuevo.

Nombre:

Puntuación:

Estado:
 Activo
 Inactivo

Ingrese los datos respectivos y presione Guardar.

Para editar un nivel, presione sobre el botón  y se desplegará la información requerida.

Nombre:

Muy Alto

Puntuación:

0.9

Estado:

- Activo
 Inactivo

Modificar

Edite la información y presione Modificar para guardar los cambios.

Si desea eliminar un candidato, presione sobre el botón  , aparece un mensaje confirmación.

Mostrar 10 registros		
Nombre		
Alto		
Bajo	0.4	Activo
Extremadamente Alto	1	Activo
Extremadamente Bajo	0	Activo

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Aceptar Cancelar

Presione en Aceptar para eliminar el registro o Cancelar si desea abortar el proceso.

MENÚ EVALUAR CANDIDATO

Permite evaluar las competencias de cada cargo asignando un nivel por cada candidato.



The screenshot shows the MEP (Centro Corporativo) interface. On the left is a navigation menu with options: Perfiles, Usuarios, Cargos, Competencias, Importancia, Asignar Competencias, Candidatos, Niveles, and Evaluar Candidato (highlighted). The main area displays a table with 3 records. The table has columns for 'Candidato', 'Cargo al que Aplica', and 'Evaluar'. The records are for Juan Loaiza, Luis Lopez, and Pedro Torres, all with the position 'GERENTE FINANCIERO'. Below the table, it indicates 'Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros' and has navigation buttons for 'Anterior', '1', and 'Siguiete'.

Candidato	Cargo al que Aplica	Evaluar
Juan Loaiza	GERENTE FINANCIERO	<input type="button" value="■"/>
Luis Lopez	GERENTE FINANCIERO	<input type="button" value="■"/>
Pedro Torres	GERENTE FINANCIERO	<input type="button" value="■"/>

Para evaluar un candidato presionamos  y se muestra la información necesaria para seleccionar el nivel del candidato.

Cargo al que aplica:

GERENTE FINANCIERO

Candidato:

Juan Loaiza

Competencia del cargo:

Dirigir ▼

Nivel:

Extremadamente Alto ▼

Guardar

Seleccionamos la competencia y evaluamos con un nivel. Para revisar el ingreso presionamos sobre el nombre del candidato.

Candidato	Competencia del Cargo	Nivel	Editar	Eliminar
Juan Loaiza	Trabajo en equipo	Extremadamente Alto		
Juan Loaiza	Delegar	Alto		
Juan Loaiza	Dirigir	Muy Alto		

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior **1** Siguiente

Para editar una evaluación presionamos  , realizamos las modificaciones y guardamos.

Competencia:
Trabajo en equipo

Nivel:

Extremadamente Alto ▼

Modificar

Para eliminar una evaluación presionamos  , aceptamos o no la confirmación y listo.

Mostrar **10** registros

Candidato		
Juan Loaiza		Alto
Juan Loaiza	Delegar	Alto
Juan Loaiza	Dirigir	Muy Alto

127.0.0.1:5000 dice
¿Desea eliminar el registro?

Aceptar Cancelar

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

MENÚ ELEGIR TERNA

Permite elegir la terna idónea después de aplicar el algoritmo genético de acuerdo al cargo ofertado.

Para aplicar el algoritmo genético simplemente seleccionamos el cargo y presionamos AG.

Mostrar **10** registros

Buscar:

Cargo	Candidato
ADMINISTRATIVO	José Oña
ADMINISTRATIVO	Stalyn Tobar
ADMINISTRATIVO	Dayana Ramos

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior **1** Siguiente

Mostrar **10** registros

Buscar:

Cargo	Candidato
INTERVENTOR	Victor Garcia
INTERVENTOR	Christian Mora
INTERVENTOR	Fatima Almeida

Mostrando registros del 1 al 3 de un total de 3 registros

Anterior **1** Siguiente

ANEXO 2

ACTA DE ENTREGA RECEPCIÓN

En la ciudad de Quito, provincia de Pichincha a las 9h00am del día 12 de Agosto del 2019, en cumplimiento al acuerdo entre Marco Antonio Játiva Baldeón con C.I.: 1717586893, estudiante de la Universidad Tecnológica Israel y el Grupo MEP representado por la Ing. Silvia Ortiz, se realiza la entrega de:

Aplicativo web Módulo de Algoritmo Genético para Talento Humano (MAGTH) y Manual de usuario.

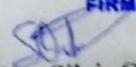
Firman al pie del documento como muestra de conformidad.

**GRUPO CORPORATIVO
MEP**

**RECEPCION DE
CORRESPONDENCIA**

**FECHA
SUJETO A REVISION**

FIRMA


Ing. Silvia Ortiz

**REPRESENTANTE GRUO MEP
ISRAEL**


Marco Játiva

ESTUDIANTE UNIVERSIDAD