

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla.

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS**

**AUTOR**

Elvis Kenyo Pampa Vara

**REVISOR**

Marco Antonio Coral Ygnacio

Lima, Perú

2021

## RESUMEN

El principal objetivo de esta investigación es mejorar procedimientos operativos de forma innovadora mediante la implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, el presente trabajo es de tipo descriptivo, explicativo y longitudinal.

A lo largo de la investigación fueron hallados 4 métodos de asignación, en el cual se efectúa una valoración de criterios de entre cuatro métodos o modelos matemáticos obteniendo la mejor valoración del “método de aproximación de Vogel”, el cual comprende de un método heurístico que al poseer una más alta coherencia con el enfoque de estudio y el enfoque algoritmo utilizado por los requisitos de él área operacional, el método de asignación propuesto realiza validaciones buscando una optimización de resultados ejecutándose de forma repetitiva hasta hallar la solución. Finalmente, el resultado de la investigación es la implementación correcta del sistema de distribución y asignación de recursos plasmada en el lenguaje de programación JavaScript con Base de datos en SQL Server introduciendo como algoritmo el método de aproximación de Vogel y teniendo como parámetros los diferentes recursos y almacenes desde donde se realiza la distribución, asignación para las diferentes funciones de mantenimiento.

*Palabras clave:* Sistema de distribución, Asignación de recursos, Optimización.

## ABSTRACT

The main objective of the research is to improve operating procedures in an innovative way through the implementation of a system of distribution and allocation of resources for the maintenance processes of parks and sports slabs in the District Municipality of Ventanilla, this work is descriptive, explanatory and longitudinal.

During the investigation, 4 allocation methods were found where an evaluation of criteria is carried out from among four methods or mathematical models, obtaining the best evaluation from the "Vogel's approximation method" which is a heuristic method that has greater coherence with the approach. From the research and algorithmic approach used by the requirements of the operational area, the proposed assignment method performs validations seeking an optimization of results, executing repeatedly until the solution is found.

Finally, the result of the research is the correct implementation of the resource allocation and distribution system embodied in the JavaScript programming language with Database in SQL Server, introducing the Vogel approximation method as an algorithm and having as parameters the different resources and warehouses from where the distribution is made, allocation for the different maintenance tasks.

*Keywords:* Distribución system, Resource allocation, Optimization.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| RESUMEN.....                                                                | 2          |
| ABSTRACT .....                                                              | 3          |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                | <b>7</b>   |
| 1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA .....                         | 7          |
| 1.1.1. <i>Realidad Problemática</i> .....                                   | 7          |
| 1.1.2. <i>Antecedentes</i> .....                                            | 9          |
| 1.1.3. <i>Fundamentación Científica</i> .....                               | 15         |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....                                | 17         |
| 1.3. PROBLEMA.....                                                          | 20         |
| 1.4. CONCEPTUACIÓN DE LAS VARIABLES.....                                    | 20         |
| 1.5. OBJETIVOS .....                                                        | 22         |
| <b>II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                             | <b>23</b>  |
| 2.1. TIPO DE ESTUDIO .....                                                  | 23         |
| 2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....                                          | 23         |
| 2.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....                                          | 23         |
| <b>III. METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....</b>                   | <b>25</b>  |
| 3.1. ANÁLISIS SITUACIONAL.....                                              | 25         |
| 3.1.1. <i>Diagnostico Estratégico</i> .....                                 | 25         |
| 3.1.2. <i>Análisis FODA</i> .....                                           | 26         |
| 3.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN .....                                          | 29         |
| 3.2.1. <i>Métodos, Metodologías para el Desarrollo de la Solución</i> ..... | 30         |
| 3.2.2. <i>Comparación de Métodos</i> .....                                  | 42         |
| 3.3. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....                                            | 46         |
| 3.4. RECURSOS REQUERIDOS .....                                              | 52         |
| <b>IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADO .....</b>                       | <b>54</b>  |
| 4.1. ANÁLISIS DE LA EJECUCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....                           | 54         |
| 4.2. ANÁLISIS DE RIESGOS.....                                               | 63         |
| 4.3. ESTADO DE RESULTADOS .....                                             | 89         |
| 4.4. ESTADO DE RESULTADOS .....                                             | 90         |
| <b>V. CONCLUSIONES.....</b>                                                 | <b>94</b>  |
| <b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>                                             | <b>97</b>  |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                | <b>98</b>  |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                          | <b>102</b> |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>TABLA 1</b> CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....                           | 21 |
| <b>TABLA 2</b> COHERENCIA DE LA REGLA.....                                              | 37 |
| <b>TABLA 3</b> VALORACIÓN DE CRITERIOS – COMPARACIÓN DE MÉTODOS .....                   | 44 |
| <b>TABLA 4</b> APLICACIÓN DE LA COMPARACIÓN .....                                       | 45 |
| <b>TABLA 5</b> APLICACIÓN DE LA COMPARACIÓN .....                                       | 46 |
| <b>TABLA 6</b> RESULTADOS DE ASIGNACIÓN RESPECTO A LA PINTURA .....                     | 62 |
| <b>TABLA 7</b> TABLA DE RESULTADOS DE ASIGNACIÓN RESPECTO A LAS ESCOBAS .....           | 62 |
| <b>TABLA 8</b> REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA .....                             | 63 |
| <b>TABLA 9</b> REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES DEL SISTEMA .....                          | 64 |
| <b>TABLA 10</b> ACTORES DEL SISTEMA.....                                                | 65 |
| <b>TABLA 11</b> MATRIZ DE REQUISITOS VS. CASOS DE USO DEL SISTEMA .....                 | 65 |
| <b>TABLA 12</b> ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO “REGISTRAR RECURSO” .....                | 69 |
| <b>TABLA 13</b> ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO “SOLICITAR ASIGNACIÓN” .....             | 72 |
| <b>TABLA 14</b> ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO “GENERAR ASIGNACIÓN” .....               | 77 |
| <b>TABLA 15</b> ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO “REGISTRAR ESTADO DE ASIGNACIÓN” .....   | 80 |
| <b>TABLA 16</b> RESULTADO DE PRUEBA DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA .....                      | 88 |
| <b>TABLA 17</b> CANTIDAD DE ATENCIONES EN MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS PARA EL 2020. .... | 90 |
| <b>TABLA 18</b> OBJETIVO INICIAL DE MANTENIMIENTOS PARA EL 2020.....                    | 91 |
| <b>TABLA 19</b> COSTOS POR MANTENIMIENTOS EN LA PRIMERA MITAD DEL AÑO 2020.....         | 92 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>FIGURA 1</b> DIAGRAMA DE ARQUITECTURA .....                                     | 30 |
| <b>FIGURA 2</b> ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL .....                               | 31 |
| <b>FIGURA 3</b> FUNCIONES DE ACTIVACIÓN HABITUALES .....                           | 34 |
| <b>FIGURA 4</b> GRÁFICA DEL ENCADENAMIENTO EN REGLA .....                          | 36 |
| <b>FIGURA 5</b> GRÁFICA DEL ENCADENAMIENTO EN REGLA ORIENTADO A UN OBJETO .....    | 37 |
| <b>FIGURA 6</b> GRÁFICA APROXIMACIÓN DE VOGEL.....                                 | 41 |
| <b>FIGURA 7</b> PSEUDOCÓDIGO APROXIMACIÓN DE VOGEL.....                            | 50 |
| <b>FIGURA 8</b> DIAGRAMA DEL FLUJO APROXIMACIÓN DE VOGEL .....                     | 51 |
| <b>FIGURA 9</b> RECURSOS TECNOLÓGICOS PARA DESARROLLO DEL SISTEMA.....             | 53 |
| <b>FIGURA 10</b> NECESIDADES COMO ENTRADA PARQUE 1 .....                           | 55 |
| <b>FIGURA 11</b> NECESIDADES COMO ENTRADA LOSA 1 .....                             | 55 |
| <b>FIGURA 12</b> PASO 1 DISTRIBUCIÓN DE ESCOBAS .....                              | 56 |
| <b>FIGURA 13</b> PASO 2 DISTRIBUCIÓN DE ESCOBAS .....                              | 56 |
| <b>FIGURA 14.</b> PASO 3 DISTRIBUCIÓN DE ESCOBAS .....                             | 57 |
| <b>FIGURA 15</b> PASO 4 DISTRIBUCIÓN DE ESCOBAS .....                              | 57 |
| <b>FIGURA 16</b> PASO 4 REPETICIÓN HASTA TERMINAR ASIGNACIÓN .....                 | 58 |
| <b>FIGURA 17.</b> PASO 1 DISTRIBUCIÓN DE PINTURA .....                             | 59 |
| <b>FIGURA 18</b> PASO 2 DISTRIBUCIÓN DE PINTURA .....                              | 59 |
| <b>FIGURA 19</b> PASO 3 DISTRIBUCIÓN DE PINTURA .....                              | 60 |
| <b>FIGURA 20</b> PASO 4 DISTRIBUCIÓN DE PINTURA .....                              | 60 |
| <b>FIGURA 21</b> PASO 4 REPETICIÓN HASTA TERMINAR ASIGNACIÓN .....                 | 61 |
| <b>FIGURA 22</b> DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SISTEMA.....                          | 67 |
| <b>FIGURA 23</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CUS REGISTRAR RECURSOS.....               | 68 |
| <b>FIGURA 24</b> INTERFAZ DE REGISTRO DE RECURSOS EN LOS ALMACENES.....            | 70 |
| <b>FIGURA 25</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CUS SOLICITAR ASIGNACIÓN.....             | 72 |
| <b>FIGURA 26</b> INTERFAZ DE SOLICITUD DE ASIGNACIÓN PARA MANTENIMIENTO.....       | 74 |
| <b>FIGURA 27</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CUS GENERAR ASIGNACIÓN. ....              | 75 |
| <b>FIGURA 28</b> INTERFAZ PARA GENERAR ASIGNACIÓN. ....                            | 78 |
| <b>FIGURA 29</b> DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CUS REGISTRAR ESTADO DE ASIGNACIÓN .....  | 79 |
| <b>FIGURA 30</b> INTERFAZ DE SOLICITUD DE REGISTRAR ESTADO DE ASIGNACIÓN.....      | 81 |
| <b>FIGURA 31</b> MODELO CONCEPTUAL PARA EL SISTEMA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS. .... | 82 |
| <b>FIGURA 32</b> MODELO DE DATOS PARA EL SISTEMA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS. ....   | 82 |
| <b>FIGURA 33</b> DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CUS REGISTRAR RECURSOS.....             | 83 |
| <b>FIGURA 34</b> DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CUS SOLICITAR ASIGNACIÓN .....          | 84 |
| <b>FIGURA 35</b> DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CUS GENERAR ASIGNACIÓN.....             | 85 |
| <b>FIGURA 36</b> DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL CUS REGISTRAR ESTADO DE ASIGNACIÓN..... | 86 |

## I. Introducción

### 1.1. Antecedentes y Fundamentación Científica

#### 1.1.1. Realidad Problemática

Actualmente, varias entidades necesitan de una optimización en la distribución y asignación de recursos, el cual necesita ser un proceso completamente sistematizado que brinda la mejor solución en la gestión de recursos ya sean materiales, humanos o económicos, garantizando la integridad, puntualidad, cumplimiento de los procesos previamente planificados.

De igual forma, a nivel mundial, la sistematización de procesos dentro de las actividades rutinarias es de gran importancia para las entidades, empresas puesto que se necesita cumplir con plazos estipulados a fin de realizar un servicio de mejor calidad a los clientes. Por ello se sistematiza la distribución y asignación de recursos para lograr un óptimo resultado en la ejecución de las actividades programadas.

Asimismo, León (2014) nos dice que el problema de control y administración de recursos materiales surge debido a que el almacén cuenta con un inventario demasiado alto, lo cual genera demasiados costos por la falta de rotación de materiales pues estos se llegan a malograr, perder es así que surge la investigación para encontrar una alternativa en la gestión de almacenamiento así mejorando la rentabilidad de la empresa, optimizar espacio y tiempo en la localización de los materiales para una mejor asignación de estos al personal involucrado con los procesos de control de inventario que justamente dentro de la municipalidad distrital de ventanilla se necesita implementar para mejorar la administración de los recursos que son utilizados para desarrollar las actividades de mantenimiento de los parques y losas deportivas.

Por otro lado, Ghiglione (2015) manifiesta que las interrelaciones de gestión de recursos humanos en seleccionar los trabajadores, ausentismo, sanciones, capacitación,

rotación de personal y evaluación de desempeño bajo el contexto de una concertación. Se propone una alternativa de solución al problema logístico que es más que una herramienta de análisis incorporando aspectos operativos, procedimentales que ayudan en la distribución del personal a las diferentes actividades que son programadas por los jefes de zona a fin de cumplir con los cronogramas y plazos establecidos por el área de servicios a la ciudad.

Además, Francisco (2014) indica que los sistemas de gestión de almacenaje permitirán la fácil coordinación de información y distribución, generando un impacto positivo influyendo directamente en las actividades logísticas con una notable disminución de las mermas en un 27% comparando datos de proveedores, reducir los productos almacenados, incrementar el movimiento de productos, establecer mejores rutas de los mismos hasta el lugar de su uso, espacios, personal. También menciona que una correcta codificación de tipo numeral y correlativa más recomendada para fines de búsqueda; es así que se plantea solucionar los procesos de almacenamiento dentro de la municipalidad distrital de ventanilla pues al contar con tres almacenes y no realizarse una correcta codificación de los recursos es difícil realizar una correcta asignación de los mismos a las diferentes actividades que se programan.

Es por ello que, a nivel nacional muchas entidades vienen desarrollando sistemas informáticos de forma interna para optimizar los procesos de las diferentes áreas organizacionales y justamente una de las principales actividades es la asignación y distribución de recursos que poseen el objetivo de cumplir con las exigencias de cada cliente sin descuidar el óptimo uso de los mismos, ahorrando tiempo y costos de operación.

Para poder sistematizar la asignación y distribución de recursos, se utilizará como modelo matemático el método de aproximación de Vogel, el cual nos permite

tomar mejores decisiones utilizando comparaciones de forma simultánea entre los recursos que se encuentran dentro de los tres diferentes almacenes que tiene la municipalidad de Ventanilla para luego poder ser mostrada las mejores asignaciones dependiendo de la ubicación del área a ser atendida en una plataforma web desarrollada en lenguaje de programación Java Script con Base de Datos en SQL Server brindando una interfaz amigable para los usuarios que interactúen con ella.

Del mismo modo, es importante tener claro las actividades por desarrollar en beneficio de los usuarios para así poder satisfacer las necesidades. Puesto que, sistematizar la distribución y asignación de recursos nos ayudará a mejorar notablemente en el desarrollo de las actividades de mantenimiento de parques y losas deportivas del distrito de Ventanilla.

### ***1.1.2. Antecedentes***

Gómez y Tello (2017) con su “*Propuso un modelo para la asignación de recursos humanos a los proyectos a cargo de la PMO de Coomeva a nivel corporativo*” mencionan que actualmente no se dispone con un modelo formal para asignar personal a diferentes proyectos, generando asignaciones de forma ineficiente y crea desfases en la finalización de proyectos. Es así, que se realizó una investigación con la finalidad de elaborar un modelo que le brinde una forma de distribuir el personal en diferentes áreas de manera productiva, para esto su investigación tenía datos de entrada como las funciones y tareas que debían cubrirse junto al modelo de negocio, ingresados para ser procesados en un modelo matemático en adición de los comentarios de expertos en el tema se pudo emitir una distribución que toma en cuenta la funcionalidad de la empresa.

Por lo tanto, una vez realizado en análisis de los resultados del modelo matemático mencionado para distribución de recursos humanos a nivel corporativo, se consideró la importancia con la que debían ejecutarse los proyectos a entregar en menor

plazo y de mayor magnitud, lo cual genera una medida para cuantificar la eficacia del método con la utilidad del negocio aplicado, una de las observaciones destacadas es la capacidad de cubrir horas de trabajo necesarias y horas de trabajo disponibles, las cuales tenían un alto grado de eficacia pues ningún trabajador quedaba con tiempos muertos y ninguno debía cubrir horas de trabajo adicionales. En resumen, establecer un modelo que distribuya nuestros recursos humanos según su capacidad y las necesidades de una empresa a nivel corporativo facilita la toma de decisiones y el trabajo correctamente establecido.

Considerando una optimización en la distribución de las horas de trabajo, también se reducen los esfuerzos innecesarios y las horas extras traducidas en gastos para las empresas, estas horas ganadas pueden al contrario dedicarse a actividades que generen valor a la compañía, por lo tanto, aplicar un modelo con componentes de programación lineal donde matemáticamente se maximiza la productividad del personal que está siendo asignado, permitiendo de esta forma cumplir con los proyectos propuestos dentro de los plazos estipulados generando un óptimo desarrollo.

Restrepo (2016) "*Modelo de asignación de recursos en un ambiente inteligente con restricciones energéticas*" el desarrollo de este minimiza tiempos de respuestas que actualmente los servicios dentro de las entidades, empresas requieren de una pronta y óptima respuesta a la asignación de servicios(recursos) minimizando el tiempo total tomado por el entorno para proporcionar un conjunto de servicios solicitados cumpliendo de la mejor manera, óptima y minimizando costos y tiempo de ejecución dentro del flujo de actividades.

Debido a eso, se realizó una investigación basada en un modelamiento matemático para el problema de asignación de servicios, dicho modelo se implementa mediante un algoritmo de búsqueda donde por simplicidad, se consideran los deseos del

usuario basado en los enfoques proactivo y reactivo que posee tres ciclos anidados; donde el ciclo interior asociado al agente F es ejecutado R veces con el fin de hallar una gente candidato para realizar la asignación de un determinado servicio. El bucle intermedio corresponde a los usuarios haciendo que se repita lo anterior O veces y el ciclo exterior corresponde a los servicios, el cual hace que se ejecute lo anterior P veces más, con este principio se realiza la asignación más óptima.

Por consiguiente, de la evaluación realizada a la asignación de servicios el tiempo de respuesta para el enfoque reactivo fue mayor al enfoque proactivo debido a la presencia de una nueva solicitud, y a pesar de que no exige una reasignación, esta debe sumarse al conjunto de servicios a asignar. Es así que el enfoque proactivo muestra un mejor resultado, donde el índice de equidad presenta un valor cercano a 1, lo cual verifica que el modelo de asignación de servicios es equilibrado a la hora de distribuir los servicios entre los agentes pues cada resultado de implementación del modelo de asignación de servicios propuesto, en términos de varias métricas son: índice de equidad (0.65) varianza (51.73) con restricciones energéticas. En definitiva, el problema de asignación de servicios puede ser resuelto a través de heurísticas, métodos probabilísticos y/o determinísticos demostrando que la distribución realizada entre los agentes es la más apta; es decir, aquellos más rápidos y con suficiente energía disponible para proveer los servicios a los usuarios.

Cuadros (2017) *“Diseño del proceso del sistema de distribución de la compañía industrias químicas la granja LTDA., por medio de la gestión logística, para optimizar los tiempos de entrega”* Actualmente, se necesita mejorar procesos mediante un sistema de distribución para optimizar la ruta, el tiempo y el costo de la entrega, aumentando así la satisfacción del cliente que durante el último tiempo vienen teniendo inconvenientes en su entrega. Es por ello, que se desarrolló una investigación de enfoque cualitativo

haciendo una recolección de datos y cuantitativo pues se usaran datos discretos con el objetivo de comparar el estado actual de la empresa y la forma en que dicho estado interviene en el futuro de la empresa. En este caso, el desarrollo de la investigación tiene carácter mixto al recolectar, analizar, reportar e interpretar los datos cualitativos y cuantitativos, estos datos son complementarios con la finalidad de evaluar la entrega de recursos a los procesos correctos.

Por lo tanto, La utilización del modelo de optimización mejoró el rendimiento de la capacidad por viaje en el programa de ocho semanas. A su vez hay evidencia de rendimiento del 100%, porque la carga del pedido del cliente es superior a la capacidad del vehículo, lo cual lleva a efectuar otra entrega y el rendimiento en las ocho semanas nos muestra que por ejemplo en la semana<sup>1</sup> el tiempo utilizado es de 27,38 h, de un total de 48 h y en la semana<sup>2</sup> el tiempo utilizado es de 9,76 h, de un total de 48 horas. confirmando que en promedio el 60% de cada semana es tiempo muerto, pues solo se utiliza alrededor del (30 y/o 40%) del tiempo disponible pudiendo realizar otras tareas como visita a proveedores, hacer mantenimiento y limpieza del vehículo llegando así a tener mejoras en los niveles de productividad.

En conclusión, mediante la evaluación del autor se pudo encontrar diversas causas de una deficiencia en sus procesos, uno de ellos fue la tardanza en las entregas que acarrea tardanza en otros procesos, otra causa como no definir una ruta de entrega adecuada antes de la salida de vehículos elevaba los costos de los productos, estas y otras ineficiencias provocaban un disgusto en los clientes. Además, los documentos elaborados para la distribución no eran correctamente almacenados ni física ni de manera digital, provocando en ocasiones la pérdida y discontinuidad de información.

Francisco (2014) "*Análisis y propuestas de mejora de un sistema de gestión de almacenes de un operador logístico*" indica que actualmente, las empresas de retail necesitan mejorar su sistema de almacenamiento de mercancías y la distribución correcta de varios puntos necesarios por los clientes disminuyendo las mermas en los traslados de productos. Por lo cual, se realizó la investigación de enfoque es cuantitativo donde los beneficios son en registro de productos, artículos en el sistema actualmente toma 5 min y lo esperado es 0.5 minutos; el tiempo medio para elaborar reportes actualmente les toma 2 días lo propuesto es 20 minutos; funciones del personal encargado de control (recepción y despacho) 1 día y el tiempo requerido es de 3 horas de esta forma el operador logístico planea cumplir de manera óptima la distribución de sus productos sistematizando la operación de registro y almacenamiento.

Así mismo, se realizó una investigación de enfoque cualitativo, donde el nivel de exactitud de dato es bajo, la búsqueda es muy baja y la elaboración de reportes con información real es baja esperando obtener una respuesta alta con la optimización del sistema de gestión en el almacén de los operadores logísticos. Por lo tanto, los resultados respecto a la evaluación cuantitativa son una reducción de los desperdicios igual a 27%, tener datos en tiempo real para realizar operaciones por la introducción de sistemas de gestión en almacenes, tener clientes más interesados por el buen servicio brindado con intenciones de volver a adquirir el producto, todas estas mejoras en algunos casos intangibles se plasman en los incrementos de ventas o ingresos de la compañía; porque el incremento de productividad y las reducciones en los tiempos de traslado generan ganancias económicas que se traducen en el incremento esperado de las ventas por los servicios logísticos que brinda la entidad.

En definitiva, la colocación adecuada de los productos ayuda en la detección y, por lo tanto, reduce el tiempo de operación generando una búsqueda optimizada dentro

de los almacenes contribuyendo en la gestión logística al contar con el sistema que organiza, registra los productos dentro del almacén y a su vez se puede contar con reportes en tiempo real.

Viramontes (2014) “*Rediseño del sistema de gestión de un almacén: caso grupo Harco*” identifica y define aquellas variables que tienen importancia e intervienen en los procedimientos y control de gestión de almacenes en el HarCo del Noroeste.

Actualmente, una empresa que mantiene el proceso de gestión de almacenes tiene por compromiso mejorar la carencia de espacios para el almacenamiento, ubicar productos, registrar la entrada y salida de cada material, lo cual provoca inventarios no confiables, entregas tardías.

Por tanto, realizó una investigación a partir del análisis de forma multidisciplinaria, debido a que se involucran distintos factores de diversas índoles, como diseño de instalaciones, control de inventarios, flujo de material, ergonomía, administración de almacenes y seguridad e higiene industrial. Siendo a su vez una investigación aplicada, con carácter correlacional. En consecuencia, los resultados respecto a los controles de almacén que fueron aceptados bajo estudio son control de inventario; pues era necesario mejorar dicho control y se propone reducir la diferencia entre el inventario del sistema y el inventario físico. Así mismo se minimizó el valor del inventario en un 5% debido a la variación que presentaba. Además, se aceptan los controles administrativos, de ergonomía, seguridad e higiene de la región a través de la política de devolución de los productos devueltos a la entidad, normativas internas, designación de labores a los colaboradores, definición de los puestos de trabajo, y un procesamiento para asignación de las diversas áreas de proceso de solicitud de productos en el departamento de producción.

En conclusión, se alcanzó a obtener los objetivos trazados años anteriores por parte de la empresa logrando un cierre anual en las semanas iniciales del mes de enero, además de obtener la información de manera ordenada y sistemática para poder almacenarla de manera adecuada para su futuro uso, reduciendo los errores de los datos físicos con los digitales, incluyendo una respuesta ante posibles errores al guardar información lo cual crece la confianza en la data digital, en tal sentido la adecuación del sistema de gestión logístico satisface de manera óptima las necesidades del cliente, puesto que anteriormente no contaba con los mismos tiempos de respuesta por parte del personal que realiza la operación logística de almacenamiento y distribución dentro de la entidad.

### ***1.1.3. Fundamentación Científica***

Se han efectuado búsquedas conceptuales por parte de diversos autores al respecto de la base teórica, que han permitido confirmar las variables del sistema de asignación y distribución de recursos y procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas.

J. Díaz (2001) indicó que para este tipo de asignación el problema debe de encontrarse balanceado; es decir, teniendo una cantidad de igual valor tanto en las solicitudes como en los recursos disponibles estamos en un caso balanceado, el caso contrario sería el no balanceado, puesto que la asignación óptima es con base en una adecuada compensación en el balanceo de recursos contra las necesidades. Una característica de este tipo de fundamento es tener las ecuaciones definidas en una matriz de arreglo cuadrado, es decir, que las columnas y filas sean de la misma cantidad, en caso esto no esté definido de esta manera podemos agregar trabajadores o tareas ficticias que tengan un valor de precio igual a 0.

Morris (2003) mencionó que los problemas en los cuales exigen dos respuestas, sí o no. La cual, se encuentra representado por la variable  $X_{ij}$  donde solo puede tomar valores de 0 (no) y 1 (sí); como tenemos solo dos posibles datos de ingreso resulta ser un problema binario. En este tipo de modelos la solución también tendrá solo dos opciones 0 y 1; pues mediante un proceso de programación lineal se podría disminuir los costos y maximizar las ganancias en diversas áreas de la entidad, por lo que se puede utilizar para una gestión eficiente.

Prawda (2000) manifestó que este tipo de asignación es un método de optimización a problemas de asignación, así mismo, se utiliza como alternativa a los métodos tradicionales, como los modelos binarios o la programación binaria, porque significan diversos cálculos. Los pasos para aplicar el método húngaro en minimización de procedimientos; este procedimiento es de alguna manera bastante sencilla, busca otorgar personas a los procesos tomando en cuenta el costo que lleva realizar dicho proceso por el tipo de persona. De esta manera se asigna distintas personas a distintas actividades.

La observación más resaltante de este tipo de problemas es que asignamos un trabajador a su herramienta o proyecto. Este procedimiento se le atribuye al húngaro D. Kpnig, es por eso que el método también es conocido como el método húngaro o el algoritmo de asignación de Kuhn-Munkres.

Ruiz & Agudelo (2006) considera que el método heurístico es una alternativa práctica para guiar el proceso de búsqueda recomendado un camino adecuado al no haber más opciones, así como en el diseño de procesos. Este método permite de manera simple obtener mejores y rápidos resultados para la selección de una solución al problema de distribución planteado. Existe varios sistemas de búsqueda en este método,

como el algoritmo búsqueda el primero mejor, búsqueda óptima, búsqueda heurística óptima, búsqueda tabú, recocido simulado y escalonado la colina.

De esta manera, es posible afirmar que existe una relación con la toma de decisiones para hallar el modo de dar solución a los problemas, sin mencionar que la solución tomada tenga que ser la más confiable. Esta disciplina conocida como heurística es capaz de ser aplica a diversos campos de estudio para establecer principios o estrategias a fin de elaborar una solución más eficaz a los problemas que se presentan.

Bocchino (1975) indicó que “Aproximación de Vogel” es lo que en líneas anteriores hemos descrito como los métodos heurísticos, del cual queremos se hace uso en solución de casos de traslado para encontrar respuestas sencillas que sean de fácil aplicación en la realidad problemática. A diferencias de otros procedimientos similares, el aplicado por el autor indica tener mayor cantidad de iteraciones que se puede interpretar como un mayor esfuerzo del computador, sin embargo, esto está relacionado con una mejora en los resultados.

Entonces, su principal objetivo es reducir estos costos. Cuando se llama heurística, significa que emplea criterios simples para resolver problemas complejos. A su vez, hay una ventaja sobre los demás, los resultados iniciales de no ficción son mejores a pesar de más iteraciones. Es parecido a los demás métodos como el húngaro.

## **1.2. Justificación de la Investigación**

La implementación del sistema de distribución y asignación de recursos de los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas que desarrolla la gerencia de servicios a la ciudad del municipio distrital de Ventanilla es una solución viable para mejorar dichos procesos optimizando las necesidades de los usuarios finales que requieren un buen servicio en función a las áreas comunes del distrito.

Así pues, es de mucha importancia que en la actualidad la implementación de un sistema dentro de procesos logísticos, operativos en diferentes entidades, instituciones beneficia contribuyendo desde la automatización de los procesos que se ejecutan. Por consiguiente, se considera que el desarrollo del sistema para mejorar procesos es completamente adecuado corrigiendo el flujo operacional, optimizando recursos en beneficio de la institución y usuarios finales.

La investigación tiene como objetivo mejorar la distribución y asignación de recursos materiales mediante el sistema informático desarrollado con metodologías ágiles que en función de un modelo matemático de aproximación de Vogel realiza dicha distribución de manera automatizada con la finalidad de lograr realizar las tareas programadas en el menor costo y tiempo posible brindando un correcto servicio a los usuarios.

Las implicancias prácticas de esta investigación es una optimización de procesos basados en un modelo matemático de aproximación que concluye en definir un recurso material de uno de los almacenes en funciones, tareas específicas generando una correcta organización y planificación para las tareas, actividades programadas. Dicho modelo tiene su principal objetivo de reducir estos costos. Cuando se llama heurística, significa que emplea criterios simples para resolver problemas complejos. A su vez, hay una ventaja sobre los demás, los resultados iniciales de no ficción son mejores a pesar de más iteraciones.

En el marco metodológico, se empleó un instrumento de estudio aplicado a los jefes de zona encargados de programar los procesos de mantenimiento en la municipalidad distrital de Ventanilla, con la cual se pudo conocer la problemática del proceso en general recopilando información que permite conocer a profundidad el flujo de trabajo que se desea sistematizar, terminando con la problemática actual de una mala

distribución, asignación de recursos para los diferentes mantenimientos de las áreas comunes.

El estudio tiene relevancia social porque los beneficiados con la investigación serán aquellos profesionales que necesiten de un modelo matemático donde vean reflejadas sus variables de estudio. Es así que, el modelo matemático de aproximación de Vogel que se utiliza en el sistema de asignación y distribución respalda que la investigación tenga un sustento científico basado en diversas iteraciones de los recursos en relación con las necesidades propuestas como son el mantenimiento de los parques y losas deportivas.

En la actualidad, las diferentes entidades, empresas tienen el objetivo de sistematizar sus procesos de producción optimizando el rendimiento en términos de costo y tiempo; pues, la tendencia en la productividad apunta a una mejora continua de dichos procesos.

Así mismo, la municipalidad distrital de Ventanilla brinda el servicio de mantenimiento de parques y losas deportivas teniendo como prioridad lograr que se mantenga unos valores óptimos en los resultados de las tareas programadas logrando así un buen servicio a los vecinos. En el presente estudio, nos enfocamos como área de desarrollo de software brindar un sistema que cumpla con las expectativas de la gerencia de servicios a la ciudad; en tal sentido, se establece la metodología scrum de desarrollo ágil donde en un marco de trabajo colaborativo entre equipos, scrum incorpora una serie de herramientas, reuniones y funciones que ayudan a los equipos a organizar y gestionar el trabajo de manera coordinada, ya que está basada en el aprendizaje constante y la adaptación a diferentes factores. También está estructurado para apoyar a los equipos a adecuarse naturalmente a los estados cambiantes y las

necesidades de cada usuario, con prioridades cambiantes integradas en el proceso de desarrollo.

### **1.3.Problema**

#### **Problema General**

¿Cómo implementar de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019?

#### **Problema Específico**

¿De qué manera se logra una optimización de tiempos con la implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019?

¿Cómo la sistematización de procesos implementada en la distribución y asignación de recursos mejora los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019?

¿Cómo el desarrollo de un método heurístico en la implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos mejora los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019?

### **1.4.Conceptuación de las Variables**

La implementación de un Sistema de Distribución y Asignación de Recursos para los Procesos de Mantenimiento de Parques y Losas Deportivas de la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019.

**Tabla 1***Cuadro de Operacionalización de Variables*

| <b>Variable</b>                                                                                                              | <b>Definición conceptual</b>                                                                                                                                                               | <b>Definición Operacional</b>                                                                                                                          | <b>Dimensiones</b>                                                          | <b>Escala de medición</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>V. 1.</b><br>Implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos                                        | Es la etapa donde se desarrolla, ejecuta y valida el funcionamiento del sistema respecto a los requerimientos del cliente en función al flujo de actividades.<br>(Carvajal, 2017)          | Se ejecuta el código fuente con el modelo matemático validando las iteraciones respecto a los recursos que se desean distribuir y asignar.             | Optimización de tiempos<br>Sistematización de procesos<br>Método heurístico | Ordinal                   |
| <b>V. 2.</b><br>Para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla | Es una actividad de servicio público que requiere de los recursos humanos y material de la entidad municipal para beneficio de la población como usuario final.<br>(Morales & Gómez, 2009) | Las actividades que desarrolla el personal de mantenimiento por encargo de los jefes de zona se desarrollan en base a una programación, planificación. | Programación.<br>Validación<br>Administración                               | Ordinal                   |

Fuente: Elaboración propia.

## **1.5.Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar un algoritmo desarrollado en lenguaje de programación JavaScript que sistematiza y mejora la distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla.

### **Objetivo Específico**

Desarrollar un modelo de optimización de tiempos para la implementación de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019.

Desarrollar la sistematización de procesos implementando una distribución y asignación de recursos mejora los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019.

Desarrollar un método heurístico para implementar un sistema de distribución y asignación de recursos mejora los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la Municipalidad Distrital de Ventanilla, Callao 2019.

## **II. Metodología de la Investigación**

### **2.1. Tipo de Estudio**

De acuerdo con Viramontes (2014) el estudio es de tipo aplicada, es de carácter correlacional debido a que ya se propone y conoce por el investigador, a su vez en la investigación se hace hincapié en el análisis de la resolución práctica. Con la finalidad de optimizar, sistematizar la distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas de la Municipalidad distrital de Ventanilla.

### **2.2. Diseño de Investigación**

Para Alvares (2017) indica que se mantiene un diseño cuasi-experimental como un plan de trabajo diseñado para indagar los efectos del tratamiento, proceso de cambio, en circunstancia en el cual las unidades o sujetos no son asignadas.

Por ello, para el presente trabajo se hace uso del diseño cuasi experimental pues se estudia el impacto de las asignaciones que se realizan mediante el modelo matemático con base en los recursos y los almacenes de salida, permitiéndonos realizar un seguimiento como plan de trabajo.

### **2.3. Método de Investigación**

Investigación tipo descriptivo, explicativo y longitudinal; inicialmente las dos primeras características hacen referencia a que todos los componentes principales tales como un lenguaje de programación, modelo matemático, bases de datos, puesto que intervienen en la solución del problema. Así mismo, se verifica la causa efecto de como la aplicación del método de aproximación de Vogel mejora la distribución de los recursos para cada proceso de mantenimiento.

El enfoque del estudio es de tipo longitudinal al ser observable los datos extraídos tanto los cualitativos como cuantitativos y poder realizar un seguimiento a

cada variable en el desarrollo de la metodología aplicada durante el desarrollo, implementación del sistema de distribución y asignación de recursos.

### **III. Metodología de la Solución del Problema**

#### **3.1. Análisis Situacional**

Esta investigación consta de un proceso de estudio que busca de la solución para un mejor uso de los recursos dentro de la realidad mencionada en los capítulos previos, como parte inicial se menciona el diagnóstico de la actual situación del área (territorio a estudiar) y con base en ello se plantea los problemas encontrados en el uso de sus recursos para ser solucionados.

##### **3.1.1. Diagnóstico Estratégico**

La realidad o situación analizar será la Municipalidad Distrital de Ventanilla, esta organización ha tenido un crecimiento económico y poblacional positivo en los últimos 10 años, por lo cual este crecimiento ha traído un uso desorganizado de los recursos por la gran cantidad de datos a procesar, para una mejor concepción de esta realidad se menciona a continuación una descripción de la misma, así como un análisis de sus fortalezas y debilidades.

##### **Descripción de la Empresa**

La Municipalidad Distrital de Ventanilla, actualmente realiza trabajos de mejoramiento en todo su sector y uno de los principales son los parques y losas deportivas, que necesitan un adecuado plan de trabajo, organización de recursos para lo que resta de la gestión actual y como iniciativa para la siguiente gestión.

La sub gerencia de servicios a la ciudad necesita mejorar su flujo de actividades mediante la implementación de un sistema que controle, gestione y administre dichos procesos tales como registro de personal, reportes por parque o losa deportiva y un cronograma de actividades como guía de plan de trabajo optimizando los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas.

### 3.1.2. Análisis FODA

Aplicando la matriz de planeamiento estratégico obtenido de la página web del Municipio, tiene como objetivo detectar potencialidades (fortalezas y oportunidades), desafíos (oportunidades y debilidades), riesgos (fortalezas y amenazas) y limitaciones (debilidades y amenazas) de manera general.

#### **Análisis Interno: Fortalezas y Debilidades**

Conjuntamente, se obtienen las fortalezas y debilidades mencionadas a continuación:

#### **Fortalezas:**

- Los funcionarios son altamente calificados e identificados con la Municipalidad, teniendo trayectoria en Gobierno Local.
- El trabajo en equipo es óptimo debido a la interrelación de los colaboradores satisfaciendo de este modo las exigencias de los vecinos.
- Los requerimientos de los vecinos del distrito son conocidos en mayor medida por la gestión municipal que se encuentra laborando actualmente.
- Existen grandes áreas verdes dentro del distrito de Ventanilla, mejorando problemas de contaminación.
- Se prioriza la intervención de los vecinos por parte de la gestión municipal identificando en conjunto los objetivos y metas a nivel local.
- La población, entidades públicas y privadas en conjunto con la municipalidad desarrollaron un Plan Concertado.
- Se satisface las necesidades de los vecinos ofreciendo personal de seguridad y mejorando la infraestructura de la municipalidad generando una adecuada atención.

- En materia de orden, limpieza y seguridad existe un principio de autoridad por parte de la entidad municipal.
- Los profesionales que integran la Municipalidad mantienen una proactividad en el desarrollo de cada una de sus funciones.
- Los servicios prestados por parte del municipio son brindados de forma personalizada hacía en contribuyente.
- Hay un acercamiento a los contribuyentes implementado Agencias Municipales.

**Debilidades:**

- La carencia de la coordinación de unidades orgánicas para el desarrollo de cada una de las actividades del Plan Operativo Institucional, lo cual genera una duplicidad de las funciones.
- Existe una desactualizada gestión de instrumentos impidiendo llegar a los resultados previamente detallados en el Plan de Desarrollo Concertado.
- Falta de integración en los procesos informáticos durante procesos y procedimientos administrativos para la mejora en la toma de decisión.
- Existen unidades orgánicas con equipos computaciones discontinuados generando retrasos en los procesos administrativos.
- Las ejecuciones programadas e importantes se ven afectadas por una baja liquidez en la parte financiera.
- No existen bases de datos confiables respecto a las gestiones anteriores respecto a la información comercial, poblacional, empresarial generando demoras en la toma de decisiones.

Análisis Externo: Oportunidades y Amenazas

En forma conjunta y colaborativa se obtiene las oportunidades y amenazas siguientes:

**Oportunidades:**

- La gestión se apertura un diálogo directo con los vecinos generando respuestas favorables de parte de los mismos.
- La seguridad ciudadana que brinda la Municipalidad tiene más soporte de la Policía Nacional del Perú.
- El municipio en el desarrollo de sus actividades recibe un apoyo por parte de instituciones públicas y privadas mediante convenios colaborativos.
- Un ejemplo de mejora en atención a los vecinos es La implantación de una plataforma web del municipio de Ventanilla.
- El ahorro de tiempo y confiabilidad de la información mediante el Sistema Peruano de Información Jurídica, en el cual se tiene los cambios de las normas legales ayuda en el trabajo.
- La Inter operatividad con entidades como RENIEC, SUNAT ayudan en el desarrollo de actividades compartiendo información de los contribuyentes.
- Existe un crecimiento demográfico del distrito lo cual indica un mayor número de vecinos contribuyentes.

**Amenazas:**

- Los pagos de los vecinos muestran cifras con un gran índice de morosidad, debido a una cultura tributaria inexistente por parte de los vecinos y entidades del distrito.
- La inversión dentro del distrito se ve implicada de manera negativa debido a la crisis económica que sufre el mundo.
- Un pobre desarrollo de valores y conciencia vecinal.

- La seguridad de los contribuyentes deberá ser mayor con el pasar de los días debido a que existe un incremento en los indicadores de violencia dentro de la sociedad.
- Los vecinos tienen una mala percepción de las amnistías tributarias, donde erróneamente piensan que es una obligación de la Municipalidad distrital de Ventanilla.

### **3.2. Alternativa de Solución**

Para desarrollar el sistema de asignación y distribución de recursos a las diferentes actividades de mantenimiento que realiza el área de servicios a la ciudad se utilizará el lenguaje de programación JavaScript con librería de JQuery y frameworks como Bootstrap y Angular para mejorar la interfaz de cada módulo con una Base de Datos en SQL Server teniendo como finalidad que el sistema sea web logrando mantener una escalabilidad en el tiempo y de fácil actualización; los módulos que se implementarán para la funcionalidad del sistema de asignación y distribución de recursos son: el registro de recursos, solicitud de asignación, generar asignación-distribución y registrar estado de asignación, se muestra el desarrollo en el (Anexo A).

Como principal código de desarrollo se centra en la generación de asignación, distribución de recursos para lo cual se plantea codificar en base a cuatro métodos o modelos matemáticos entre los cuales se encuentran las redes neuronales, método basado en reglas, método húngaro y aproximación de Vogel siendo ésta última la solución que más se ajusta a nuestra necesidad pues se realiza una valoración respecto a distintos criterios.

Pues este método heurístico realiza diversas iteraciones hasta encontrar la solución más óptima y de menor coste cumpliendo con la mejora que se desea obtener

optimizando las distribuciones y asignaciones de los recursos a las actividades programadas.

Los módulos de secundarios como registro de recursos, solicitud de asignación o el gestor de usuarios mantienen una lógica de crear, leer, actualizar y borrar más conocidos como “CRUD” pero que ayuda en la gestión de los mismos al tener todo registrado bajo un sistema donde se pueden generar reportes de stock por almacén o informes de avances de las actividades programadas en mantenimientos de parques y losas deportivas en el distrito de ventanilla.

**Figura 1**

*Diagrama de Arquitectura*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.1. Métodos, Metodologías para el Desarrollo de la Solución

Entre las metodologías de mayor aceptación y más reciente investigación respecto a la asignación y distribución tenemos las llamadas “Redes Neuronales”,

“Basado en Reglas”, “Método Húngaro” y “Método de Aproximación de Vogel”, a continuación, se detallan las variables necesarias y procedimiento en cada método.

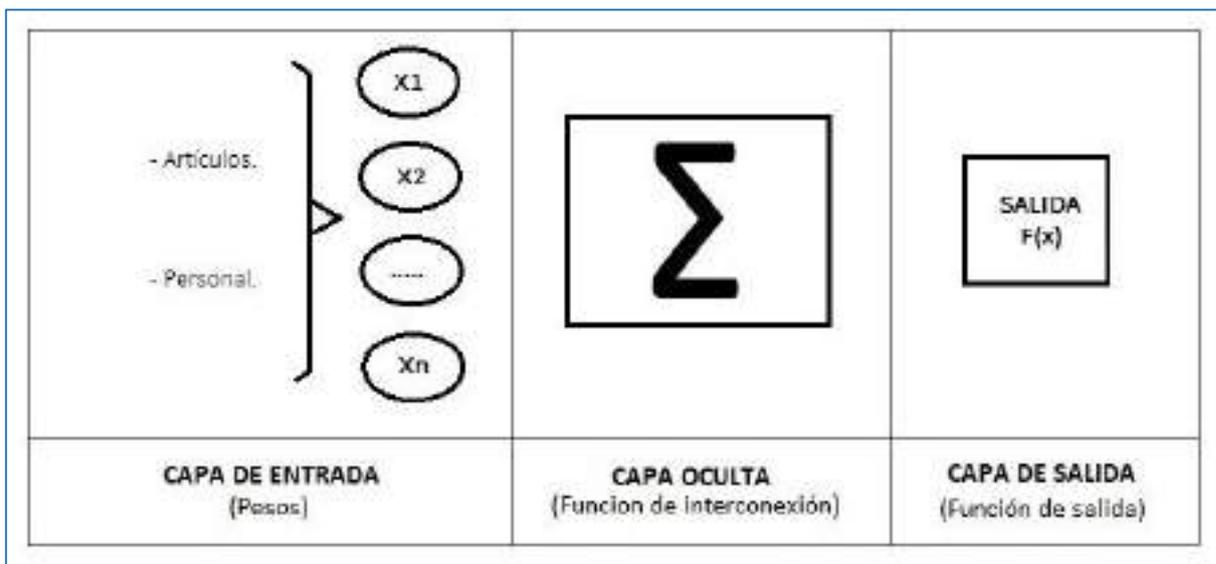
### 3.2.1.1. Redes Neuronales

La solución basada en la aplicación de redes neuronales, donde este método cuenta con tres capas que se debe cumplir (Iván, Cabrera, Marilyn, Medina, & Garnique, n.d; Mallo, 2004; C. Ruiz & Basualdo, 2001).

- a) Capa de entrada: Es donde se recibe la información de un entorno externo
- b) Capa oculta: Es la capa en la cual se interconectan n neuronas.
- c) Capa de salida: Es donde podremos ver los resultados de la capa oculta.

**Figura 2**

*Estructura de una Red Neuronal*



Fuente: Elaboración propia.

Tenemos que tener en cuenta los siguientes pasos para la construcción de una red neuronal:

### **Definición de las variables de entrada**

Para procesar la decisión que se tomará, se define en este caso los recursos (pintura, escobas, personal) se optará por asignar valores simbólicos que podría ser requerida por los jefes de zona.

### **Asignación de prioridad a la variable.**

Al iniciar la asignación de prioridades a la variable según sus valores, de acuerdo a la información brindada por el experto, se necesita analizar los valores mediante:

IF<condición>

Se calcula la decisión de continuar.

THEN<conclusión>

### **Mecanismo de aprendizaje**

Son tres los mecanismos de aprendizaje, donde a cada uno le corresponde una tarea de aprendizaje abstracto en particular.

Se puede seleccionar el tipo de aprendizaje según el caso: Aprendizaje supervisado, Aprendizaje no supervisado o Aprendizaje por esfuerzo.

### **Detención del proceso de aprendizaje**

Debemos establecer una tolerancia o en este caso una restricción de fin para detener la rutina y no seguir repitiendo los procedimientos explicados líneas adelante.

En las prácticas más usuales el aprendizaje culmina cuando la medida de entrenamiento es menor a la tolerancia establecida o cuando el error que puede estar establecido como un valor positivo representativo del grupo analizado sea menor a la tolerancia definida.

Otra medida que podemos tomar para definir un fin de la rutina es establecer una cierta cantidad de procedimientos o ciclos que deban ser corridos para considerar el proceso como culminado.

Finalmente, una vez alcanzada el término de la rutina los valores obtenidos quedan fijos es decir que se toman como solución del proceso elaborado y no se volverán a cambiar. Podemos hacer una comparación con una función “f” en la cual tenemos unos datos de entrada (inputs) y luego de hacer uso de la rutina obtenemos unos valores de salida (outputs).

### **Codificación de los datos de entrada**

Con la finalidad de establecer características representativas (alto, bajo, adecuado, etc.), establecemos dos variables:

VARIABLES O ATRIBUTOS NUMÉRICOS (CONTINUAS).

VARIABLES O ATRIBUTOS SIMBÓLICOS (DISCRETOS).

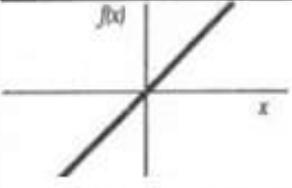
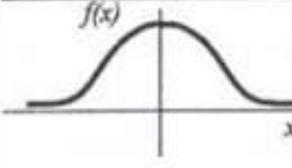
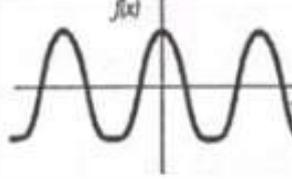
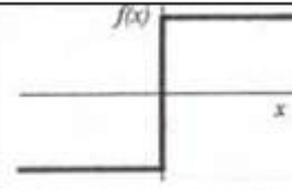
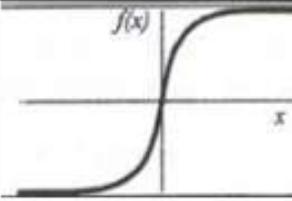
El primero de ellos puede tomar valores infinitos dentro de un intervalo cerrado o abierto donde pueden ser aceptados valores hacia  $+\infty$  o hacia  $-\infty$ . Aquí tenemos como ejemplo la medida del peso en kilogramos que podemos medir de cualquier material donde pueden ser válidas infinitos valores positivos. En el segundo caso de variables tenemos datos de una cantidad definida, es decir la cantidad de términos es conocida y establecida para poder trabajar con ellos uno de estos casos es por ejemplo las direcciones derecha e izquierda.

### **Función de activación**

Se debe de escoger qué función de activación se utilizará en el tema.

Tipos de funciones de activación:

**Figura 3***Funciones de Activación Habituales*

| TIPO       | FUNCIÓN                                                   | RANGO                       | GRÁFICA                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| IDENTIDAD  | $y = x$                                                   | $[-\infty, +\infty]$        |    |
| GAUSSIANA  | $y = Ae^{-Bx^2}$                                          | $[0, +1]$                   |    |
| SINUSOIDAL | $y = A \operatorname{sen}(wx + \varphi)$                  | $[-1, +1]$                  |    |
| ESCALON    | $y = \operatorname{sign}(x)$<br>$y = H(x)$                | $\{-1, +1\}$<br>$\{0, +1\}$ |  |
| SIGMOIDEA  | $y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$<br>$y = \operatorname{tgh}(x)$ | $[0, +1]$<br>$[-1, +1]$     |  |

Nota: Tomado de <http://grupo.us.es/gtocom/pid/pid10/RedesNeuronales.htm>

### Validación de la red neural (capa de salida)

Una vez procesada la información de los datos de entrada y teniendo una relación con los datos de salida tenemos a la rutina entrenada para estos casos donde la red neuronal ha establecido una relación conocida. Ahora debemos corroborar si la relación que ha establecido es funcional para cualquier problema en general, con esta

finalidad hacemos uso de otro conjunto de datos que nos servirán como validación de la relación mencionada.

Este proceso de validación consiste en usar los valores de entrada del conjunto de datos mencionados dentro de la rutina con la relación establecida y compararla con cada dato de salida del conjunto de datos de validación para poder conocer el grado de capacidad para predecir respuestas de nuestra rutina.

### **3.2.1.2. Basado en Reglas**

Este método llamado “basado en reglas” dice que: Se ejecutan mediante la aplicación de reglas, cotejando con los resultados y empleando nuevas reglas en base a las situaciones modificadas. (Badaró, Ibañez, & Agüero, 2013).

Se deben de realizar los siguientes pasos para realizar su implementación:

#### **Definir los objetos y sus valores**

Se debe definir las variables de entrada, llamado objeto, y el conjunto de sus posibles valores.

#### **Definir las reglas de inferencia**

Las reglas más usadas en la inferencia son el Modus Ponens y Modus Tollens, ambas cumplen la misión de obtener conclusiones simples.

Para ello se hace uso de un conjunto de reglas.

El Modus Ponens se basa en condiciones afirmativas; mientras que el Modus Tollens a condiciones negativas.

Esquema de sentencia:

IF < condición >

Se calcula la decisión de continuar

THEN <conclusión>

### Estrategias de inferencia

Estas se utilizan para la obtención de las conclusiones simples y compuestas.

Los métodos más usados es el encadenamiento de las reglas y el encadenamiento de las reglas enfocado a objetos.

Para ambas estrategias también se utiliza la misma premisa que en las reglas de inferencia:

IF < condición >

Se calcula la decisión de continuar

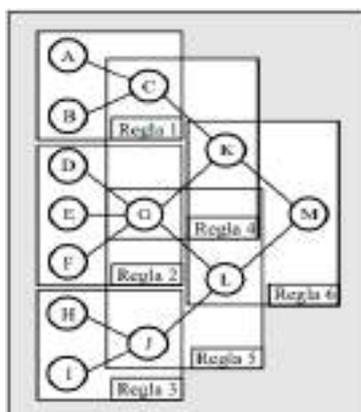
THEN <conclusión>

### Encadenamiento de regla:

Se aplica cuando ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otra y pueden dar lugar a nuevos hechos. Adicionalmente, se aplica las reglas de inferencia, donde los valores pueden ser verdaderos o falsos.

### Figura 4

*Gráfica del Encadenamiento en Regla*



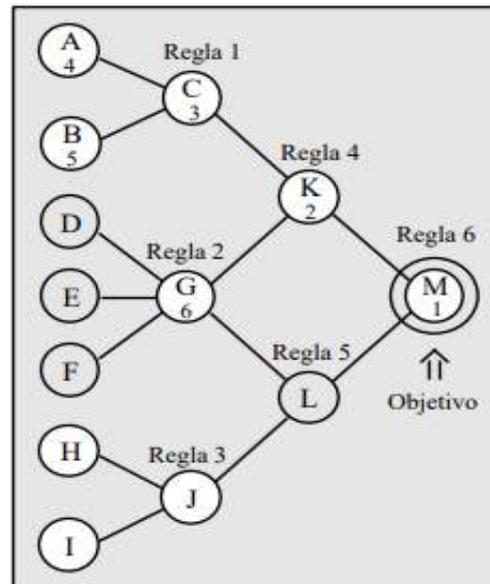
Nota: Tomado de <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=103>

### Encadenamiento de reglas orientado a un objeto:

En este caso tiene la misma funcionalidad que el encadenamiento de regla, la diferencia es que, si el algoritmo se detiene sin ningún resultado, obliga al usuario a marcar nueva información. Esta solución puede ser empleada en la solución.

**Figura 5**

Gráfica del Encadenamiento en Regla Orientado a un Objeto



Nota: Tomado de <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=103>

### Encontrar la coherencia de reglas

La coherencia existe si existe un conjunto de reglas donde producen conclusiones no contradictorias, ejemplo:

**Tabla 2**

Coherencia de la Regla

| Objetos |   | Conclusiones |         |         |         | Conclusiones |
|---------|---|--------------|---------|---------|---------|--------------|
| A       | B | Regla 1      | Regla 2 | Regla 3 | Regla 4 |              |
| C       | C | B = C        | B = F   | -       | -       | Si           |
| C       | F | B = C        | B = F   | -       | -       | Si           |
| F       | C | -            | -       | B = C   | B = F   | Si           |
| F       | F | -            | -       | B = C   | B = F   | Si           |

Nota: Elaboración propia

- Regla 1: Si  $A = C$ , entonces  $B = C$ .
- Regla 2: Si  $A = C$ , entonces  $B = F$ .
- Regla 3: Si  $A = F$ , entonces  $B = C$ .
- Regla 4: Si  $A = F$ , entonces  $B = F$ .

### **Encontrar la coherencia de hechos**

El proceso termina cuando muestra al usuario una solución que exista, para ello, todos los resultados de estrategia deben haber contado con soluciones factibles, ya que no sería consistente la ase de conocimientos.

### **3.2.1.3. Investigación de Operaciones – Método Húngaro o de Matriz Reducida**

La asignación de recursos tanto humana, material para diferentes actividades debe darse de forma óptima, es por ello que se aprecian en diferentes contextos de la ingeniería.

El principal objetivo de la asignación se basa en distribuir una cierta cantidad de elementos a diferentes actividades de forma optimizada.

#### **Construcción del modelo de asignación**

Se usan variables de tipo binario; pues solo reciben valores como el 0 o 1.

La notación matemática es:

La suma de los productos nos brinda el costo total de la asignación; donde se adicionan las variables  $X_{ji}$  por el costo que se le asignó  $C_{ji}$ .

Como parámetro de asignación de una tarea debe ser desarrollada por una persona y cada persona a una tarea, que se explica de la siguiente forma:

Al agregar un parámetro de restricción como no tener saldos negativos y variables de tipo binario tenemos el modelo de asignación.

Existe gran similitud entre los modelos de transporte y asignación, solo se visualiza una discrepancia donde las variables en el caso de asignación son de tipo

binarios. Por otro lado, dentro del modelo de transporte son de tipo enteras. Por lo tanto, los recursos pueden ser el inicio y cada actividad vendría a ser el fin, pues los problemas de transporte y asignación funcionan del mismo modo.

Se observa que la asignación es similar al método de transporte donde la diferencia se ve en las variables del modelo de asignación son de tipo binario, por otro lado, el método de transporte las variables son de tipo entero. En consecuencia, se entiende el modelo de asignación es también un problema de transporte observando que cada persona es el inicio y las tareas son el fin.

### **Método húngaro o de matriz reducida.**

Por lo general el método Simplex para satisfacer problemas de transporte tiene poca efectividad en su resultado de asignación, principalmente en los problemas grandes. En tal sentido, para satisfacer los problemas de asignación se utiliza el método húngaro. Donde su mayor ventaja es que dicho método se considera mucho más sencillo que el método simplex de transporte.

Los siguientes pasos son para la ejecución del método:

- Se tiene una tabla donde la columna inicial contiene las denominaciones de lo que se asignará, por otro lado, la primera fila es para denominar las tareas. Y dentro de las intersecciones se coloca el costo de la asignación.
- Una vez identificado el menor costo por cada fila se procede a restar a los costos del mismo renglón.
- De la matriz que obtenemos del proceso anterior se resta el costo de menor valor en las columnas a cada costo de dichas columnas.
- Dentro de la matriz que nos resulta se pretende obtener ceros como asignación pues son un en cada renglón y columna, pero si aparecen más de dos ceros dentro de un renglón o en la columna, se tacha con dos rayas de forma cruzada. Donde

los ceros de asignación nos muestran una solución óptima para lo planteado. La ubicación de los ceros de asignación nos marca la tarea que corresponde a las personas y una vez que la cantidad de ceros de asignación es igual a las columnas se ha encontrado la óptima solución. De lo contrario se sigue ejecutando el algoritmo.

- Al no llegar a la solución con los ceros de asignación en el anterior paso.

Se continúa con:

Se cubre los ingresos con un cero, haciendo un trazo del menor número de líneas horizontales.

El costo menor no cubierto por el trazo de una de las rayas trazadas en el paso anterior y se les resta a las demás entradas no cubiertas.

El número menor seleccionado en el paso previo es adicionado por los elementos que se encuentran en el cruce de dos rayas.

Dichos datos cruzados por la misma raya se colocan en una tabla.

Retorno al paso cuatro.

#### **3.2.1.4. Método de Aproximación de Vogel**

El modelo necesita la ejecución de diversas iteraciones en comparación con los diferentes modelos, métodos heurísticos que existen para la finalidad de optimizar resultados, por ello dicho método brinda mejoras en los resultados en comparación a los demás. En suma, los métodos heurísticos brindan respuestas de forma más confiable haciendo una validación del total de opciones como posibles resultados.

##### **Características**

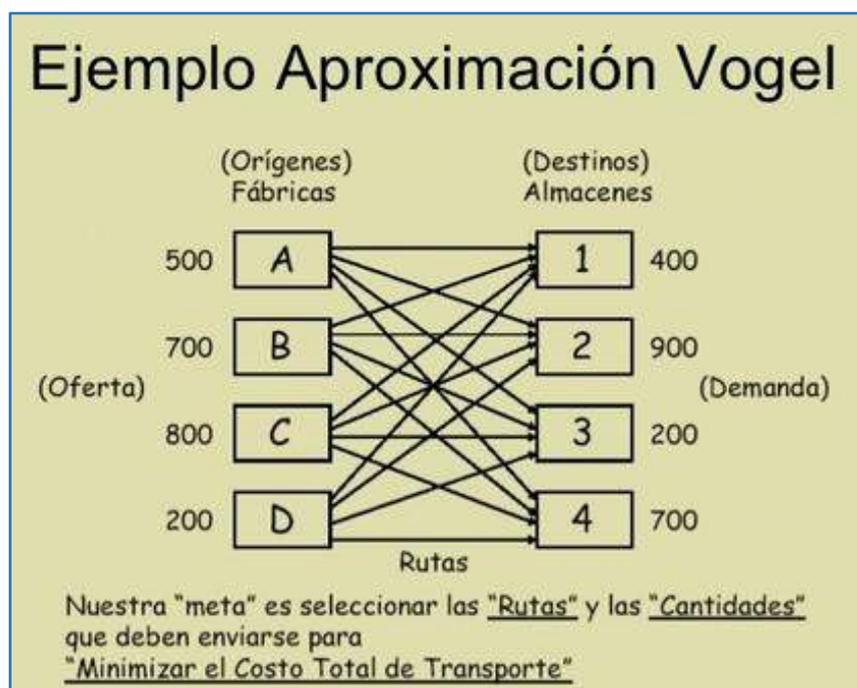
- Como algoritmo de solución a problemas de costo beneficio en donde se busca obtener una gran cantidad a un mejor costo de operación, cumple con evitar mayores costos.

- Muestra diversos inicios con diversos finales.

- El inicio cumple con diversos finales.
- La oferta y demanda cumplen al final con la necesidad culminando en cero sus valores.
- El método de aproximación de Vogel cumple con un costo mínimo.
- Analiza varios puntos como oferta, demanda y costos para iniciar las asignaciones, buscando minimizar costos.

**Figura 6**

*Gráfica Aproximación de Vogel*



*Nota:* Tomado de <https://es.slideshare.net/escobarcaracas/vogel-1>

### **Procedimientos o pasos**

En los siguientes procedimientos mostraremos el proceso que sigue el método de aproximación de Vogel que consiste en cuatro procedimientos.

- Procedimiento 1:

En este caso calcularemos una medida de cuantificación de diferencia entre las mayores y menores cantidades en cada proceso y almacén.

- Procedimiento 2:

De lo realizado en el procedimiento anterior seleccionamos la mayor cuantificación de la diferencia realizada en filas y columnas. De existir dos mayores de igual cantidad queda a criterio personal de cada usuario seleccionar uno de ellos.

- Procedimiento 3:

Una vez seleccionada la fila o columna de mayor cuantificación realizada en el procedimiento anterior ahora debemos centrarnos en dicha fila o columna y seleccionar el menor costo en aquel proceso (columna) o almacén (fila) con lo cual estaremos definiendo nuestra primera asignación de recursos optimizando el costo de asignación, debemos colocar toda la cantidad de unidades disponibles con lo cual una oferta o demanda estará subsanada.

- Procedimiento 4:

La rutina culmina cuando después de haber realizado las iteraciones tengamos un proceso o almacén con las celdas totalmente en cero.

En caso una de las filas o columnas estaría sin satisfacer y tenga valores de oferta o demanda existentes, debemos hallar las variables básicas en éstas considerando un costo mínimo.

Si existiese filas o columnas que no se eliminaron y contengan valores de cero debemos determinar variables básicas considerando costos mínimos.

De no existir ninguno de los casos anteriores procedemos a volver al procedimiento 1 hasta culminar la rutina.

### **3.2.2. Comparación de Métodos**

La comparación de métodos, establece criterios que nos permitan desarrollar el método que mejor se adecúe al problema planteado.

Luego, se define los valores que estos criterios establecidos y su puntuación podrán tomar. Con la finalidad de seleccionar el que obtuvo mayor puntaje.

### **Definición de criterios**

El primer paso de la comparación de métodos es establecer los criterios necesarios que se ajusten a la solución de la problemática planteada. A continuación, se establece los siguientes criterios necesarios para el cumplimiento de la distribución y asignación de recursos materiales y humanos para el mantenimiento de parques y las deportivas en la municipalidad de Ventanilla.

- **Adaptabilidad:** Este criterio permitirá establecer el grado de adaptación que tiene el método para simular a un experto según las diferentes casuísticas que el mantenimiento de las diferentes zonas lo requieran dentro de cada actividad y recurso presente.
- **Adquisición del Conocimiento:** Este criterio permitirá establecer el grado de aprendizaje que tienen el método para simular los conocimientos que posee el experto, definiendo y perfilando la mejora continua a fin de obtener un resultado verdaderamente óptimo.
- **Fiabilidad:** Este criterio permitirá establecer el nivel de cumplimiento que posee el sistema con las exigencias y necesidades del mantenimiento requerido, y que el resultado obtenido es lo que se esperaba.
- **Tiempo de respuesta:** Este criterio permitirá establecer el tiempo de respuesta que el método utiliza para procesar los datos de entrada y entregar un resultado al usuario.

### **Valoración de Criterios**

Una vez definidos los criterios, se definen los valores de cada uno de ellos otorgándoles un puntaje.

En la siguiente tabla se detalla el grado de complejidad de cada valor:

**Tabla 3**

*Valoración de Criterios – Comparación de Métodos*

| CRITERIO                     | VALORES      | DESCRIPCIÓN                                                                                                       | PUNTAJE |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Adaptabilidad                | Bueno        | El método permite simular al experto cuando resuelve las casuísticas presentadas según el mantenimiento requerido | 3       |
|                              | Regular      | El método permite simular al experto cuando resuelve las casuísticas presentadas según el mantenimiento requerido | 2       |
|                              | Insuficiente | El método trata de simular a un experto obteniendo un valor menor al 90%                                          | 1       |
| Adquisición del Conocimiento | Bueno        | El método adquiere los conocimientos del experto en un valor mayor al 98%                                         | 3       |
|                              | Regular      | El método adquiere los conocimientos del experto en un rango de 90% al 98%                                        | 2       |
|                              | Insuficiente | El método solo resuelve casos establecidos en el sistema.                                                         | 1       |
| Fiabilidad                   | Bueno        | El método cumple con las exigencias y necesidades del mantenimiento requerido.                                    | 3       |
|                              | Regular      | El método cumple con necesidades del mantenimiento requerido.                                                     | 2       |
|                              | Insuficiente | El método cumple con una probabilidad menor al 95% de las exigencias y necesidades                                | 1       |
| Tiempo de Respuesta          | Bueno        | El método procesa los datos y entrega un resultado al usuario en un tiempo menor a 10 segundos.                   | 3       |
|                              | Regular      | El método procesa los datos y entrega un resultado al usuario en un intervalo de 15 segundos a 10 segundos        | 2       |
|                              | Insuficiente | El método tarda en procesar los datos y entregar un resultado, en un lapso de tiempo mayor de 15 segundos         | 1       |

*Nota:* Elaboración propia.

### Aplicación de la comparación

En la siguiente tabla comparativa mostramos la relación que tiene cada método respecto al criterio evaluado, donde por medio de los puntajes descritos en la tabla anterior se realiza una suma algebraica de dichos valores para obtener el puntaje final y aquel método con mayor puntaje viene a ser el de mayor afinidad a nuestro problema.

**Tabla 4**

*Aplicación de la Comparación*

| CRITERIOS                       | Adaptabilidad | Adquisición del conocimiento | Fiabilidad | Tiempo de Respuesta | TOTAL |
|---------------------------------|---------------|------------------------------|------------|---------------------|-------|
| REDES NEURONALES                | Bueno         | Bueno                        | Bueno      | Regular             | 11    |
| BASADO EN REGLAS                | Bueno         | Insuficiente                 | Regular    | Bueno               | 9     |
| MÉTODO DE APROXIMACIÓN DE VOGEL | Bueno         | Bueno                        | Bueno      | Bueno               | 12    |
| MÉTODO HÚNGARO                  | Bueno         | Bueno                        | Bueno      | Regular             | 11    |

*Nota:* Elaboración propia

La comparación de métodos nos da como resultado que el Método de aproximación de Vogel es el más adecuado para el desarrollo de nuestro planteamiento de problema; ya que, nos permite adaptarse a un caso real de distribución, asignación de recursos materiales y humanos para el mantenimiento de parques y losas deportivas.

Seguidamente, se muestra una tabla resumen con limitaciones, ventajas y desventajas de los métodos descritos hacia nuestro planteamiento del problema.

**Tabla 5***Aplicación de la Comparación*

|                     | <b>REDES<br/>NEURONALES</b>                                                                                                        | <b>BASADO<br/>EN<br/>REGLAS</b>                                    | <b>MÉTODO<br/>HÚNGARO</b>                                                                                      | <b>MÉTODO DE<br/>APROXIMACIÓN<br/>DE VOGEL</b>                                             |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LIMITACIONES</b> | -Valores iniciales de pesos ponderados no conocidos.<br>- Se necesitan variables de magnitud similar para que el sistema converja. | - Se necesita homogenizar las variables para ser desarrollado.     | -Debe tener una misma cantidad de recursos y procesos (matriz cuadrada).<br>- Trabaja solo un tipo de recurso. | - Ninguna                                                                                  |
| <b>VENTAJAS</b>     | - Se requiere mucha información histórica.                                                                                         | - Se requiere mucha información histórica.                         | - Método de fácil programación.                                                                                | - Distribución por tipo de recurso y capacidad para reconocer almacenes de abastecimiento. |
| <b>DESVENTAJAS</b>  | - Rápido tiempo de respuesta.<br>- Relaciona procesos que no necesariamente guardan relación.                                      | - Mantiene algunos puntos que no guardan relación con el proyecto. | - Asigna un solo recurso a un solo proceso (variables indivisibles)                                            | - Ninguna                                                                                  |

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.3.Solución del Problema

Teniendo seleccionado el “método de aproximación de Vogel” que se ajusta a una distribución y asignación de los recursos para cada actividad (proceso o tarea), sin las limitaciones y desventajas que presentan los otros métodos mencionados en el

capítulo III, para aplicar este método se analizan las variables y procesos que se deben realizar dentro de la solución.

### **Lógica de Aproximación de Vogel para asignación de recursos**

El método está desarrollado por cuatro principales pasos los cuales son una secuencia de iteraciones para satisfacer las necesidades que nuestros procesos requieran en función de los recursos que se tienen en los almacenes. Dicho bucle se realiza hasta que las necesidades sean satisfechas.

Los pasos se definen de la siguiente forma:

#### **Estado Inicial:**

Como entrada tenemos variables que construyen la matriz que trabaja en función de cada recurso “ $A_j$ ” que deseamos hacer la asignación para los procesos anteriormente descritos y en la siguiente notación estará definido como “ $m$ ”. Así mismo leemos las necesidades “ $N_i$ ” que cada proceso vaya a solicitar de los tres diferentes almacenes “ $n$ ” desde donde se realiza la asignación.

$n$  = número de filas (Almacenes)

$m$  = número de columnas (Procesos)

$X_{ij}$  = datos

$N_i$  = necesidades;  $i = 1 \dots m$

$A_j$  = recursos;  $i = 1 \dots n$

$R_{ij} = 0$ ;  $i = 1 \dots n$  &  $j = 1 \dots m$

#### **Identificación de Prioridades:**

Para identificar nuestra columna o fila con prioridad a trabajar (asignar recursos) se realizan penalizaciones donde se identifica el de mayor número para poder iniciar la asignación en dicha columna o fila ( $P_w = \max \{P_f ; P_c\}$ ).

$$w \leftarrow 1$$

$$P_w = \max \{P_f; P_c\}$$

Dónde:

$$P_f = X_{ij} - X_{ik} \quad \begin{cases} i = 1 \dots n \\ j = 1 \dots m \\ k = 1 \dots m \end{cases}$$

$$P_c = X_{ji} - X_{ki} \quad \begin{cases} j = 1 \dots n \\ k = 1 \dots m \\ i = 1 \dots m \end{cases}$$

### Asignación:

Una vez realizada las penalizaciones de las filas y columnas de la matriz, se realiza una sentencia de condición (if) para identificar la ubicación exacta del valor mínimo al cual se le va a realizar la asignación desde el almacén. Dependiendo de si cumple ( $P_w = P_f$ ) ó ( $P_w = P_c$ ) se define “ $X_r$ ” que viene a ser el valor mínimo al cual se le asigna lo solicitado desde el almacén.

Si:

$$P_w = P_f$$

$$a \leftarrow i$$

$$X_r = \min \{X_{aj}\}; j = 1 \dots m$$

$$b \leftarrow j$$

ó:

$$P_w = P_c$$

$$b \leftarrow i$$

$$X_r = \min \{X_{jb}\}; j = 1 \dots n$$

$$a = j$$

Una vez encontrada la posición y valor mínimo por asignar se realiza la siguiente condición donde validamos si excede al valor que tenemos en los almacenes ( $N_b \leq A_a$ ), es así que si cumple la condición se realiza dicha asignación cumpliendo con la cancelación de las demás operaciones en dicha columna (Proceso) o fila (Almacén).

**Entonces sí:**

$$N_b \leq A_a$$

$$R_{ab} \leftarrow N_b$$

$$A_a \leftarrow A_a - R_{ab}$$

$$N_b \leftarrow 0; \text{ Se deja de usar columna "b".}$$

De lo contrario:

$$R_{ab} \leftarrow A_a$$

$$A_a \leftarrow 0$$

$$N_b \leftarrow N_b - R_{ab}; \text{ Se deja de usar fila "a".}$$

**Intermedio o Estado Final:**

La condición en este punto nos brinda una respuesta donde se visualiza un bucle en el cual de satisfacer la condición se estaría terminando con las asignaciones realizadas, de lo contrario se realiza las operaciones desde el paso uno nuevamente con la nueva matriz que obtenemos.

$$\text{Si: } N_k = 0; k = 1 \dots m$$

Termina las iteraciones de asignación de recursos a los procesos correspondientes.

$$\text{De lo contrario: } w = w + 1.$$

**Figura 7***Pseudocódigo Aproximación de Vogel*

```

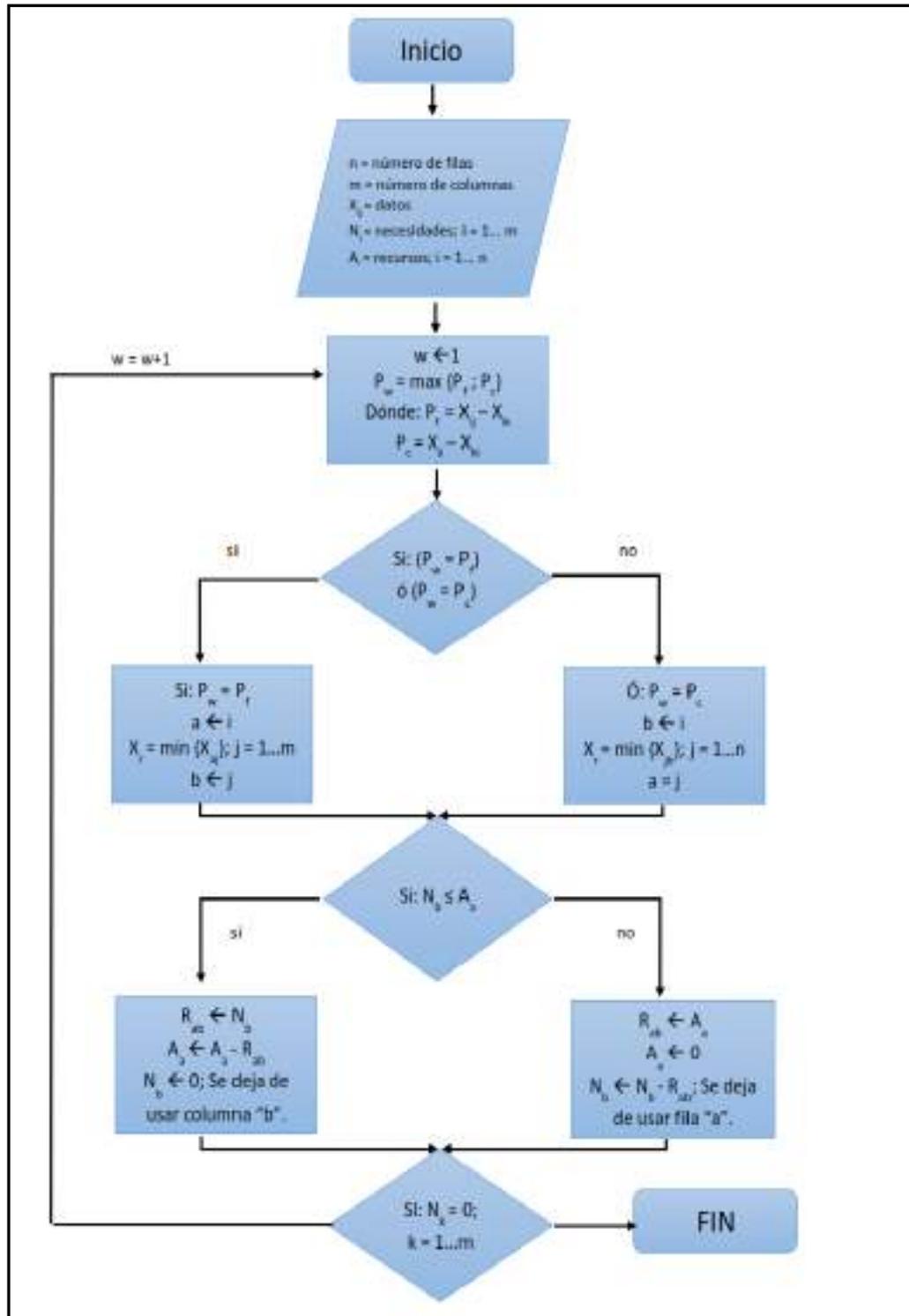
1. Ingresar necesidades; Leer  $N_i$  = necesidades;  $i = 1 \dots m$ 
2. Ingresar recursos; Leer  $A_j$  = recursos;  $i = 1 \dots n$ 
3.  $w=1\{$  //iteración para la primera asignación de recursos
4.  $P_w = \max \{P_f; P_c\}$  //Se selecciona la mínima penalización de filas y columnas.
5. Si  $P_w = P_f$  //Condición de validación
    $a \leftarrow i$ 
    $X_r = \min \{X_{aj}\}; j = 1 \dots m$ 
    $b \leftarrow j$ 
6. De lo contrario  $P_w = P_c$ 
    $b \leftarrow i$ 
    $X_r = \min \{X_{jb}\}; j = 1 \dots n$ 
    $a = j$ 
7. Entonces "ejecuta asignación"
8. Si  $N_b \leq A_a$  //Condición para asignar recursos.
    $R_{ab} \leftarrow N_b$ 
    $A_a \leftarrow A_a - R_{ab}$ 
    $N_b \leftarrow 0$ ; Se deja de usar columna "b" //termina con la asignación
9. De lo contrario
    $R_{ab} \leftarrow A_a$ 
    $A_a \leftarrow 0$ 
    $N_b \leftarrow N_b - R_{ab}$ ; Se deja de usar fila "a" //termina con la asignación
10. Si  $N_k = 0$ ;  $k = 1 \dots m$ 
11. }
12. De lo contrario  $w = w + 1$ . //Se repite todo el proceso hasta ( $N_k = 0$ )
13. Retorna " $N_k = ok$ " //Asignación óptima

```

*Nota:* Elaboración propia

Figura 8

Diagrama del Flujo Aproximación de Vogel



Nota: Elaboración propia

### 3.4. Recursos Requeridos

La investigación para la implementación del sistema web para controlar, gestionar el mantenimiento de parques y losas deportivas en el distrito de ventanilla invertiremos diferentes recursos los cuales son detallados líneas abajo.

#### **Viabilidad técnica:**

- **Analista Programador:**

Educación: Ingeniero de Sistemas, Software, Informática, o relacionados.

Experiencia mínima de dos años en el puesto y certificaciones.

Conocimiento y experiencia en desarrollo web, base de datos y manejo de herramienta UML, Microsoft Project.

Manejo de arquitectura Web y App.

Experiencia en lenguajes SQL Server, MySQL

Experiencia en programación HTML, CSS, Javascript

Experiencia en programación de Web Services (App / Web)

Experiencia adicional deseable en PHP y JQuery

Experiencia mínima comprobada de lo mencionado de 2 años.

Orientado a resultados

Alto nivel de compromiso y responsabilidad.

Liderazgo, trabajo en equipo, compromiso, iniciativa, orientación a los objetivos, planificación y organización.

- **Practicante en programación:**

Educación: estudiante de Sistemas, Software, Informática, o afines.

Inglés intermedio

Manejo de arquitectura Web y App.

Experiencia en lenguajes SQL Server, MySQL

Experiencia en programación HTML, CSS, Javascript

Experiencia adicional deseable en PHP y JQuery

Orientado a resultados

Trabajo en equipo, iniciativas de resolución de problemas

Conocimiento de navegadores web.

Para la carga de información se necesita tener: Conocimientos básicos en almacenamiento de datos.

Requisitos mínimos en la manipulación del sistema: Como el sistema se implementará en una plataforma web con una interfaz sencilla, amigable e intuitiva se requiere lo siguiente de los jefes de zona quienes interactuaran diariamente con el sistema.

#### Viabilidad tecnológica:

#### Figura 9

#### Recursos Tecnológicos para Desarrollo del Sistema

| RECURSOS OTORGADOS POR LA MUNICIPALIDAD DE VENTANILLA |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cantidad                                              | Recurso                            | Características                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1                                                     | Laptop                             | Laptop HP - RTL 8723 DE<br>Procesador Intel Core i5<br>Windows 10 Home 64<br>Memoria Ram 4 GB<br>Disco Duro de 1 TB<br>Pantalla de 15.6" Pulgadas<br>Resolución 1366 x 768<br>Gráficos Intel HD 520                                                                                 |
| 1                                                     | PC de Escritorio                   | Procesador Intel® Core™<br>Intel Core i7 3770<br>3.4 GHz<br>4GB RAM / Disco Duro 500GB.<br>Sistema Operativo Windows 7 Professional de 64 bits<br>Monitor : Dell E1914H LED 18.5" HD                                                                                                |
| 1                                                     | Impresora                          | Brother DCP-T510W<br>Imprime, copia, escanea.<br>Memoria estándar de 128 MB<br>USB 2.0, LAN inalámbrica<br>Resolución de impresión de hasta 1,200 x 6,000 dpi<br>Imprime hasta 27 ppm B-N y hasta 10 ppm a color<br>Sistema de tanque de recarga<br>Compatible con Windows y Mac OS |
| 1                                                     | dominio,<br>Hosting,<br>Servidores | Paquete anual Dominio + Hosting<br>Servidor web<br>Proveedor HostingLab                                                                                                                                                                                                             |

Nota: Elaboración propia

## **IV. Análisis y Presentación de Resultado**

### **4.1. Análisis de la Ejecución de la Solución**

Inicialmente, los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas de la municipalidad distrital de Ventanilla no contaban con una óptima distribución y asignación de recursos teniendo un déficit en la sistematización de sus procesos es por ello que se ejecuta la implementación del sistema web donde mediante un modelo matemático se ejecuta diferentes cálculos a nivel de código fuente mostrando en pantalla automáticamente los resultados más óptimos para el desarrollo de las actividades.

Como resultado de la ejecución del modelo matemático de aproximación de Vogel para los procesos de mantenimiento como la poda, siembra, limpieza, pintado de parque-losa y reparación de calzada respecto a dos recursos materiales como la escoba y pintura se obtienen los valores de menor costo de uso pues difieren de la calidad y estado de conservación del recurso que se encuentra en los tres diferentes almacenes que tiene la municipalidad distrital de Ventanilla.

Como se ha descrito anteriormente, los procesos que principalmente se realizan en el mantenimiento de parques y losas deportivas y para los cuales necesitamos realizar una correcta distribución, asignación de recursos materiales, completando las labores de manera constante.

La ejecución del método de aproximación de Vogel es simulada para dos recursos (Escobas y pintura) del parque 1 y losa 1 que solicitan los siguientes materiales:

**Figura 10***Necesidades como Entrada Parque 1*

|        | <b>Procesos</b> |    | <b>Escobas (uni.)</b> | <b>Pintura (litro)</b> |
|--------|-----------------|----|-----------------------|------------------------|
| Parque | Poda            | P1 | 6                     | 0                      |
|        | Siembra         | P2 | 4                     | 0                      |
|        | Limpieza        | P3 | 8                     | 0                      |
|        | Pintado parq.   | P4 | 0                     | 24                     |

*Nota:* Elaboración propia**Figura 11***Necesidades como Entrada Losa 1*

|      | <b>Procesos</b> |    | <b>Escobas (uni.)</b> | <b>Pintura (litro)</b> |
|------|-----------------|----|-----------------------|------------------------|
| Losa | Pintado losa    | P5 | 0                     | 13                     |
|      | Reparación      | P6 | 3                     | 2                      |

*Nota:* Elaboración propia

**Asignación de escobas para procesos de poda, siembra, limpieza y reparación de calzada.**

**Paso 1:**

En este caso calcularemos una medida de cuantificación de diferencia entre las mayores y menores cantidades en cada proceso y almacén.

**Figura 12***Paso 1 Distribución de Escobas*

|     |      | 1    | 2       | 0.3      | 0            | 0            | 1.1        |    |  |
|-----|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|--|
|     |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |  |
|     |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |  |
| 0.1 | AL-1 | 3.6  | 5.7     | 3.5      | 0            | 0            | 6.8        | 12 |  |
| 1   | AL-2 | 4.2  | 6.5     | 3.2      | 0            | 0            | 5.7        | 14 |  |
| 1.7 | AL-3 | 2.6  | 3.7     | 4.3      | 0            | 0            | 6.9        | 18 |  |
|     | 21   | 6    | 4       | 8        | 0            | 0            | 3          | 44 |  |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 2:**

De lo realizado en el procedimiento anterior seleccionamos la mayor cuantificación de la diferencia realizada en filas y columnas. De existir dos mayores de igual cantidad queda a criterio personal de cada usuario seleccionar uno de ellos.

**Figura 13***Paso 2 Distribución de Escobas*

|     |      | 1    | 2       | 0.3      | 0            | 0            | 1.1        |    |  |
|-----|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|--|
|     |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |  |
|     |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |  |
| 0.1 | AL-1 | 3.6  | 5.7     | 3.5      | 0            | 0            | 6.8        | 12 |  |
| 1   | AL-2 | 4.2  | 6.5     | 3.2      | 0            | 0            | 5.7        | 14 |  |
| 1.7 | AL-3 | 2.6  | 3.7     | 4.3      | 0            | 0            | 6.9        | 14 |  |
|     | 17   | 6    | 4       | 8        | 0            | 0            | 3          | 40 |  |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 3:**

Una vez seleccionada la fila o columna de mayor cuantificación realizada en el procedimiento anterior ahora debemos centrarnos en dicha fila o columna y seleccionar el menor costo en aquel proceso (columna) o almacén (fila) con lo cual estaremos

definiendo nuestra primera asignación de recursos optimizando el costo de asignación, debemos colocar toda la cantidad de unidades disponibles con lo cual una oferta o demanda estará subsanada.

**Figura 14.**

*Paso 3 Distribución de Escobas*

|     |      | 0.3  |         |          | 1.1          |              |            |    |
|-----|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|
|     |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |
|     |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |
| 3.3 | AL-1 | 3.6  | 5.7     | 3.5      | 0            | 0            | 6.8        | 12 |
| 2.5 | AL-2 | 4.2  | 6.5     | 3.2      | 0            | 0            | 5.7        | 14 |
| 2.6 | AL-3 | 2.6  | 3.7     | 4.3      | 0            | 0            | 6.9        | 8  |
|     |      | 6    | 4       |          |              |              |            |    |
| 11  |      | 0    | 0       | 8        | 0            | 0            | 3          | 34 |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 4:**

- La rutina culmina cuando después de haber realizado las iteraciones tengamos un proceso o almacén con las celdas totalmente en cero.

**Figura 15**

*Paso 4 Distribución de Escobas*

|   |      |      |         |          | 1.1          |              |            |    |
|---|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|
|   |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |
|   |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |
| 0 | AL-1 | 3.6  | 5.7     | 3.5      | 0            | 0            | 6.8        | 4  |
|   |      |      |         | 8        |              |              |            |    |
| 0 | AL-2 | 4.2  | 6.5     | 3.2      | 0            | 0            | 5.7        | 14 |
| 0 | AL-3 | 2.6  | 3.7     | 4.3      | 0            | 0            | 6.9        | 8  |
|   |      | 6    | 4       |          |              |              |            |    |
| 3 |      | 0    | 0       | 0        | 0            | 0            | 3          | 26 |

*Nota:* Elaboración propia

En caso una de las filas o columnas estaría sin satisfacer y tenga valores de oferta o demanda existentes, debemos hallar las variables básicas en estas considerando un costo mínimo.

Si existiese filas o columnas que no se eliminaron y contengan valores de cero debemos determinar variables básicas considerando costos mínimos.

De no existir ninguno de los casos anteriores procedemos a volver al procedimiento 1 hasta culminar la rutina.

### Figura 16

#### Paso 4 Repetición Hasta Terminar Asignación

|   |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |
|---|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|
|   |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |
| 0 | AL-1 | 3.6  | 5.7     | 3.5      | 0            | 0            | 6.8        | 4  |
|   |      |      |         | 8        |              |              |            |    |
| 0 | AL-2 | 4.2  | 6.5     | 3.2      | 0            | 0            | 5.7        | 11 |
|   |      |      |         |          |              |              | 3          |    |
| 0 | AL-3 | 2.6  | 3.7     | 4.3      | 0            | 0            | 6.9        | 8  |
|   |      | 6    | 4       |          |              |              |            |    |
|   | 0    | 0    | 0       | 0        | 0            | 0            | 0          | 23 |

Nota: Elaboración propia

**Asignación de pintura para procesos de pintado de parque, losa y reparación de calzada.**

#### Paso 1:

En este caso calcularemos una medida de cuantificación de diferencia entre las mayores y menores cantidades en cada proceso y almacén.

**Figura 17.***Paso 1 Distribución de Pintura*

|     |      |      |         |          | 0.9          | 0.2          | 2.8        |  |    |
|-----|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|--|----|
|     |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |  |    |
|     |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |  |    |
| 14  | AL-1 | 0    | 0       | 0        | 15.6         | 13.4         | 14.8       |  | 14 |
| 0.3 | AL-2 | 0    | 0       | 0        | 13.2         | 14.6         | 12.9       |  | 17 |
| 2.2 | AL-3 | 0    | 0       | 0        | 12.3         | 13.2         | 10.1       |  | 12 |
|     | 39   | 0    | 0       | 0        | 24           | 13           | 2          |  | 43 |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 2:**

De lo realizado en el procedimiento anterior seleccionamos la mayor cuantificación de la diferencia realizada en filas y columnas. De existir dos mayores de igual cantidad queda a criterio personal de cada usuario seleccionar uno de ellos.

**Figura 18***Paso 2 Distribución de Pintura*

|     |      |      |         |          | 0.9          | 0.2          |            |  |    |
|-----|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|--|----|
|     |      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |  |    |
|     |      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |  |    |
| 2.2 | AL-1 | 0    | 0       | 0        | 15.6         | 13.4         | 14.8       |  | 14 |
| 1.4 | AL-2 | 0    | 0       | 0        | 13.2         | 14.6         | 12.9       |  | 17 |
| 0.9 | AL-3 | 0    | 0       | 0        | 12.3         | 13.2         | 10.1       |  | 10 |
|     | 37   | 0    | 0       | 0        | 24           | 13           | 0          |  | 41 |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 3:**

Una vez seleccionada la fila o columna de mayor cuantificación realizada en el procedimiento anterior ahora debemos centrarnos en dicha fila o columna y seleccionar el menor costo en aquel proceso (columna) o almacén (fila) con lo cual estaremos

definiendo nuestra primera asignación de recursos optimizando el costo de asignación, debemos colocar toda la cantidad de unidades disponibles con lo cual una oferta o demanda estará subsanada.

**Figura 19**

*Paso 3 Distribución de Pintura*

| 0.9  |      |         |          |              |              |            |    |
|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|
|      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |
|      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |
| AL-1 | 0    | 0       | 0        | 15.6         | 13.4         | 14.8       | 1  |
|      |      |         |          |              | 13           |            |    |
| AL-2 | 0    | 0       | 0        | 13.2         | 14.6         | 12.9       | 17 |
| AL-3 | 0    | 0       | 0        | 12.3         | 13.2         | 10.1       | 10 |
|      |      |         |          |              |              | 2          |    |
| 24   | 0    | 0       | 0        | 24           | 0            | 0          | 28 |

*Nota:* Elaboración propia

**Paso 4:**

La rutina culmina cuando después de haber realizado las iteraciones tengamos un proceso o almacén con las celdas totalmente en cero.

**Figura 20**

*Paso 4 Distribución de Pintura*

| 2.4  |      |         |          |              |              |            |    |
|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|----|
|      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |    |
|      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |    |
| AL-1 | 0    | 0       | 0        | 15.6         | 13.4         | 14.8       | 1  |
|      |      |         |          |              | 13           |            |    |
| AL-2 | 0    | 0       | 0        | 13.2         | 14.6         | 12.9       | 17 |
| AL-3 | 0    | 0       | 0        | 12.3         | 13.2         | 10.1       | 0  |
|      |      |         |          | 10           |              | 2          |    |
| 14   | 0    | 0       | 0        | 14           | 0            | 0          | 18 |

*Nota:* Elaboración propia

En caso una de las filas o columnas estaría sin satisfacer y tenga valores de oferta o demanda existentes, debemos hallar las variables básicas en estas considerando un costo mínimo.

Si existiese filas o columnas que no se eliminaron y contengan valores de cero debemos determinar variables básicas considerando costos mínimos.

De no existir ninguno de los casos anteriores procedemos a volver al procedimiento 1 hasta culminar la rutina.

### Figura 21

#### Paso 4 Repetición Hasta Terminar Asignación

|      | poda | siembra | limpieza | pintado parq | pintado losa | reparacion |   |
|------|------|---------|----------|--------------|--------------|------------|---|
|      | P1   | P2      | P3       | P4           | P5           | P6         |   |
| AL-1 | 0    | 0       | 0        | 15.6         | 13.4         | 14.8       | 1 |
|      |      |         |          |              | 13           |            |   |
| AL-2 | 0    | 0       | 0        | 13.2         | 14.6         | 12.9       | 3 |
|      |      |         |          | 14           |              |            |   |
| AL-3 | 0    | 0       | 0        | 12.3         | 13.2         | 10.1       | 0 |
|      |      |         |          | 10           |              | 2          |   |
| 0    | 0    | 0       | 0        | 0            | 0            | 0          | 4 |

Nota: Elaboración propia

### Resultados

El algoritmo ofrece una solución considerando las necesidades de cada proceso y el precio de uso de un recurso dentro de cada proceso, por lo cual al tomar el menor valor de este precio dentro de la máxima penalización, se está realizando una minimización del costo total invertido, junto a una adecuada distribución de los recursos, en la tabla siguiente se exponen los resultados de los cálculos mostrados en el ítem anterior, cumpliendo con las necesidades mostradas en los recursos descritos, además se muestra el costo por proceso involucrado en cada recurso, con lo cual podemos diferenciar que recurso viene a ser el de mayor presupuesto y atención.

Resultados de la asignación:

**Tabla 6***Resultados de Asignación Respecto a la Pintura*

|                |              | <b>Pintura (Its)</b> |             |             |             | <b>Costo</b>   |
|----------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                |              |                      |             |             |             | <b>Pintura</b> |
| <b>Proceso</b> |              | <b>AL-1</b>          | <b>AL-2</b> | <b>AL-3</b> | <b>AL-4</b> | <b>S/.</b>     |
| P1             | Poda         | 0                    | 0           | 0           | 0           | S/. -          |
| P2             | Siembra      | 0                    | 0           | 0           | 0           | S/. -          |
| P3             | Limpieza     | 0                    | 0           | 0           | 0           | S/. -          |
| P4             | Pintado par  | 0                    | 14          | 10          | 24          | S/.307.80      |
| P5             | Pintado losa | 13                   | 0           | 0           | 13          | S/.174.20      |
| P6             | Reparación   | 0                    | 0           | 2           | 2           | S/. 20.20      |

*Nota:* Elaboración propia**Tabla 7***Tabla de resultados de Asignación Respecto a las Escobas*

|                |              | <b>Escobas (und)</b> |             |             |             | <b>Costo</b>   |
|----------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                |              |                      |             |             |             | <b>Escobas</b> |
| <b>Proceso</b> |              | <b>AL-1</b>          | <b>AL-2</b> | <b>AL-3</b> | <b>AL-4</b> | <b>S/.</b>     |
| P1             | Poda         | 0                    | 0           | 6           | 6           | S/. 15.60      |
| P2             | Siembra      | 0                    | 0           | 4           | 4           | S/. 14.80      |
| P3             | Limpieza     | 7                    | 0           | 0           | 7           | S/. 28.00      |
| P4             | Pintado par  | 0                    | 0           | 0           | 0           | S/. -          |
| P5             | Pintado losa | 0                    | 0           | 0           | 0           | S/. -          |
| P6             | Reparación   | 0                    | 3           | 0           | 3           | S/.17.10       |

*Nota:* Elaboración propia

## 4.2. Análisis de Riesgos

El sistema web implementado no solo genera las asignaciones de recursos, contiene en su menú principal múltiples funciones que ofrecen a los usuarios, jefes de zona quienes interactúan con el aplicativo una de las principales funciones es de administrar los recursos; es decir, se puede registrar, actualizar, visualizar y eliminar. De la misma forma, se puede gestionar a los usuarios sistematizando de este modo los procesos de control de recursos por zona y almacenes teniendo un reporte actualizado del stock.

### Requisitos

Para implementar el sistema es de gran importancia definir correctamente los requisitos de los clientes que solicita el sistema a implementarse, en tal sentido el desarrollo del sistema web requerido cumple con las necesidades del cliente según los requisitos previamente brindados al área responsable de implementar el sistema.

### Requisitos funcionales del sistema

En este punto, se especifica los requisitos funcionales del sistema para poder identificar los casos de la utilización del sistema, donde se identificaron los siguientes requisitos funcionales, no funcionales y actores del sistema:

**Tabla 8**

*Requerimientos Funcionales del Sistema*

| <b>REQ</b> | <b>Requerimientos funcionales</b>                                      |
|------------|------------------------------------------------------------------------|
| RQ01       | El sistema permitirá registrar los recursos.                           |
| RQ02       | El sistema permitirá registrar el stock de cada recurso.               |
| RQ03       | El sistema permitirá registrar procesos de mantenimiento.              |
| RQ04       | El sistema permitirá registrar las áreas de servicio.                  |
| RQ05       | El sistema permitirá asignar recursos a los procesos de mantenimiento. |

|      |                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| RQ06 | El sistema permitirá asignar procesos de mantenimiento a las áreas de servicio.   |
| RQ07 | El sistema permitirá solicitar recursos para los procesos de mantenimiento.       |
| RQ08 | El sistema permitirá solicitar procesos de mantenimiento a las áreas de servicio. |
| RQ09 | El sistema permitirá registra estado de los procesos de mantenimiento.            |
| RQ10 | El sistema permitirá registrar estado de las áreas de servicio.                   |

*Nota:* Elaboración propia

### Tabla 9

*Requerimientos no Funcionales del Sistema.*

| REQ  | Descripción                                                                                     | Tipo                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| RQ11 | El sistema garantiza la integridad de la información que se encuentra en la Base de Datos.      | Requisito no funcional |
| RQ12 | La interfaz muestra mensajes de ayuda para ingresar datos o registros.                          | Requisito no funcional |
| RQ13 | Deberá contar con un login para acceder al sistema de asignación mediante usuario y contraseña. | Requisito no funcional |
| RQ14 | La interfaz del sistema es amigable, intuitiva. Para una fácil ejecución del usuario.           | Requisito no funcional |
| RQ15 | El sistema tiene una actividad constante durante todos los días del año, sin restricciones.     | Requisito no funcional |
| RQ16 | El tiempo de respuesta del sistema será menor a los 15 segundos.                                | Requisito no funcional |
| RQ17 | El sistema deberá poder imprimir reportes.                                                      | Requisito no funcional |
| RQ18 | La interfaz contará con mensajes de alerta para las solicitudes de asignación.                  | Requisito no funcional |

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 10***Actores del Sistema.*

| <b>Actores</b>                | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jefe de Zona                  | Persona que ingresa sus necesidades y preferencias en el sistema para obtener una asignación adecuada respecto a sus procesos de mantenimiento definidos.                                                    |
| Jefe de almacén               | Persona encargada de tener actualizados los stocks de productos, recursos descritos anteriormente para su gestión dentro de los procesos de mantenimiento de áreas de servicio (parques y losas deportivas). |
| Coordinador de mantenimientos | Es la persona que está encargada de coordinar por encima de los jefes de zona; es decir, es aquel que dirige, gestiona todos los mantenimientos a nivel del distrito de ventanilla.                          |

*Nota:* Elaboración propia

Como punto importante para el desarrollo ágil de software se realiza una matriz de requisitos versus los casos de uso del sistema dejando documentado las especificaciones del sistema.

**Tabla 11***Matriz de Requisitos vs. Casos de Uso del Sistema*

| <b>MATRIZ DE REQUISITOS vs CASOS DE USO DEL SISTEMA</b> |                                                           |       |                                |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|--------------------------------|
|                                                         | Requisitos                                                | CUS   | Actores                        |
| RQ01                                                    | El Sistema permitirá registrar los recursos.              |       | Jefe de almacén.               |
| RQ02                                                    | El Sistema permitirá registrar el stock de cada recurso.  |       |                                |
| RQ03                                                    | El Sistema permitirá registrar procesos de mantenimiento. | CUS01 | Registrar recursos             |
| RQ04                                                    | El Sistema permitirá registrar las áreas de servicio      |       | Coordinador de mantenimientos. |

---

|      |                                                                                             |       |                      |                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|--------------------------------|
|      | La interfaz muestra mensajes                                                                |       |                      |                                |
| RQ05 | de ayuda para ingresar datos o registros.                                                   |       |                      |                                |
| RQ06 | El Sistema permitirá solicitar recursos para los procesos de mantenimiento.                 |       |                      | Jefe de zona.                  |
| RQ07 | El Sistema permitirá solicitar procesos de mantenimiento a las áreas de servicio.           |       |                      |                                |
| RQ08 | La interfaz contará con mensajes de alerta para las solicitudes de asignación.              | CUS02 | Solicitar asignación |                                |
| RQ09 | RQ01 La interfaz del Sistema es amigable, intuitiva. Para una fácil ejecución del usuario.  |       |                      | Coordinador de mantenimientos. |
| RQ10 | Deberá contar con un login para acceder al sistema de asignación.                           |       |                      |                                |
| RQ11 | El Sistema permitirá asignar recursos a los procesos de mantenimiento.                      |       |                      |                                |
| RQ12 | El sistema permitirá asignar procesos de mantenimiento a las áreas de servicio.             | CUS03 | Generar asignación   | Coordinador de mantenimientos. |
| RQ13 | El tiempo de respuesta del sistema será menor a los 15 segundos.                            |       |                      |                                |
| RQ14 | El sistema tiene una actividad constante durante todos los días del año, sin restricciones. |       |                      |                                |
| RQ15 | El sistema permitirá registrar el estado de los procesos de mantenimiento.                  |       | Registrar            |                                |
| RQ16 | El sistema permitirá registrar el estado de las áreas de servicio.                          | CUS04 | estado de asignación | Jefe de zona.                  |
| RQ17 | El sistema deberá poder imprimir reportes.                                                  |       |                      |                                |

---

---

RQ18 El sistema garantiza la integridad de la información que se encuentra en la Base de Datos.

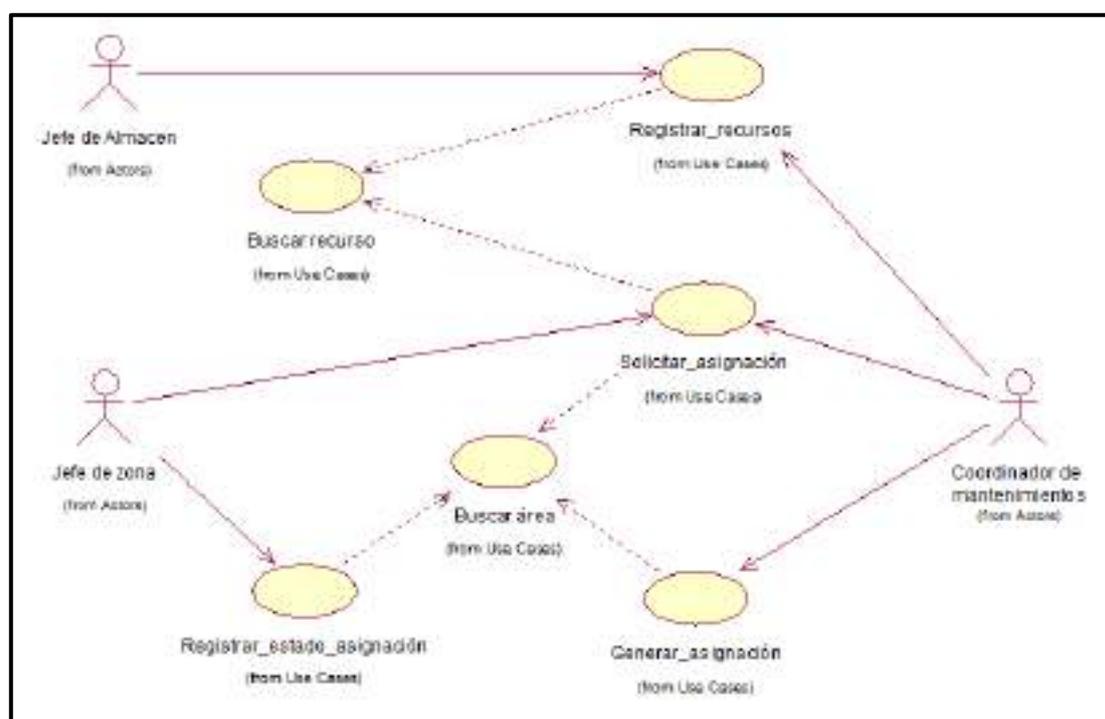
---

*Nota:* Elaboración propia

Los casos de uso del sistema brindan una mejor comprensión del proyecto realizado tal y como se visualiza en el siguiente diagrama.

**Figura 22**

*Diagrama de Caso de Uso del Sistema.*



*Nota:* Elaboración propia

### Modelo de casos de uso del sistema

En conformidad con lo mostrado en el apartado anterior, Es determinada que la solución planteada posibilitará a los usuarios:

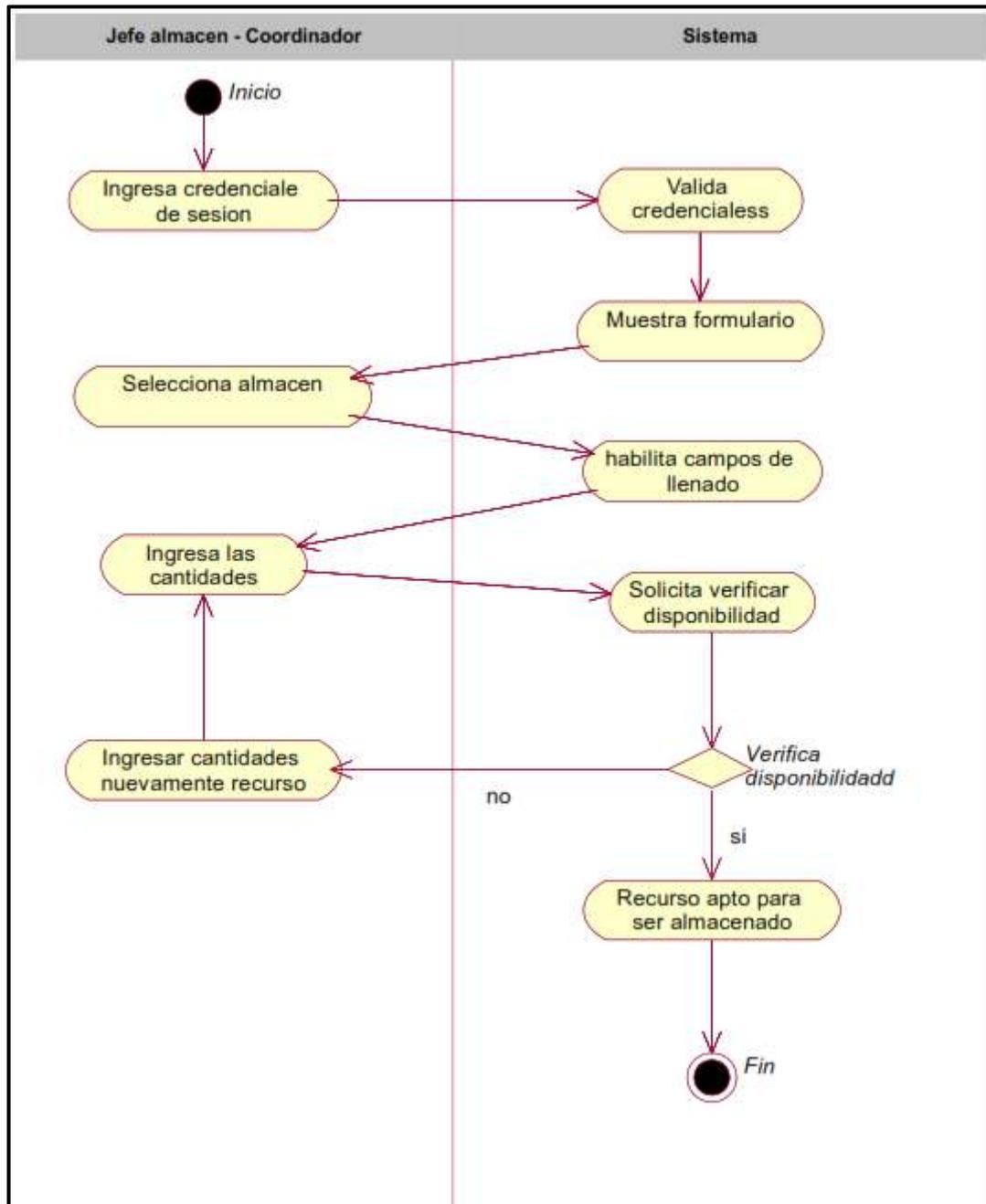
1. Registrar recursos.
2. Solicitar una asignación.
3. Generar una asignación.

## 4. Registrar estado de asignación.

Como primer caso de uso se describe el registro de recursos que se describe con las actividades del diagrama mostrado en la siguiente figura 21.

**Figura 23**

*Diagrama de Actividades CUS Registrar Recursos.*



*Nota:* Elaboración propia

Adicionalmente, para este caso de utilización la especificación se indica en esta tabla:

**Tabla 12**

*Especificación del Caso de Uso “Registrar Recurso”*

| <b>Especificación del caso de uso</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caso de uso                           | Registrar recursos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Actor                                 | Jefe de almacén, Coordinador de mantenimientos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Breve descripción                     | Este CUS permitirá al jefe de zona, coordinador de mantenimientos registrar los recursos ingresados como nuevos alimentando el stock en los tres almacenes con los que se cuentan.<br><br>El jefe de almacén, coordinador de mantenimientos deberán                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Pre-condición                         | iniciar sesión para poder ingresar a la interfaz de registro de recursos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Flujo de eventos                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El jefe de almacén, coordinador de mantenimientos inicia sesión, ingresando a la interfaz de registro.</li> <li>2. El actor da clic en la opción “Registrar recursos” cargando un formulario.</li> <li>3. El actor da clic en el Combo Box “Almacén destino” y selecciona un almacén.</li> <li>4. El actor da clic en el Combo Box “Tipo recurso” y selecciona un tipo de recurso.</li> <li>5. El actor da clic en el Combo Box “Estado” y selecciona un estado de mantenimiento.</li> </ol> |

- 
6. El actor da clic en el Combo Box “Mantenimiento” y selecciona un tipo de mantenimiento.
  7. El actor da clic en el Combo Box “Unidad” y selecciona una unidad.
  8. El actor ingresa un valor numérico en el Text Box “Cantidad”.
  9. El actor ingresa una descripción en el Text Box “Detalle del recurso”.
  10. El actor da clic en el Botón Verificar.
  11. El actor da clic en el Botón Registrar.

Flujo alternativo

**El sistema valida la disponibilidad de recurso ingresado.** Emitirá mensaje “recurso apto para ser almacenado”.

**El sistema valida que se hayan completado todos los campos de registro del recurso.** Emitirá mensaje “falta completar información en el campo (x)”.

Post-                    Se graba la información del recurso registrado.

condición

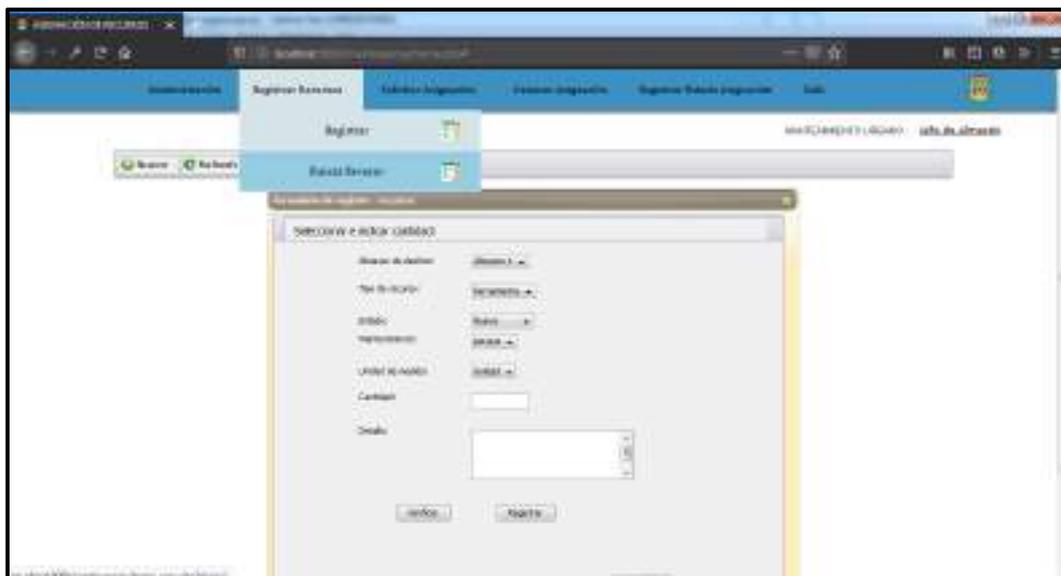
---

*Nota:* Elaboración propia

Como resultado del desarrollo del caso de uso codificado obtenemos la interfaz que visualizamos en la figura 22 referente a al registro de recursos.

#### **Figura 24**

*Interfaz de Registro de Recursos en los Almacenes*

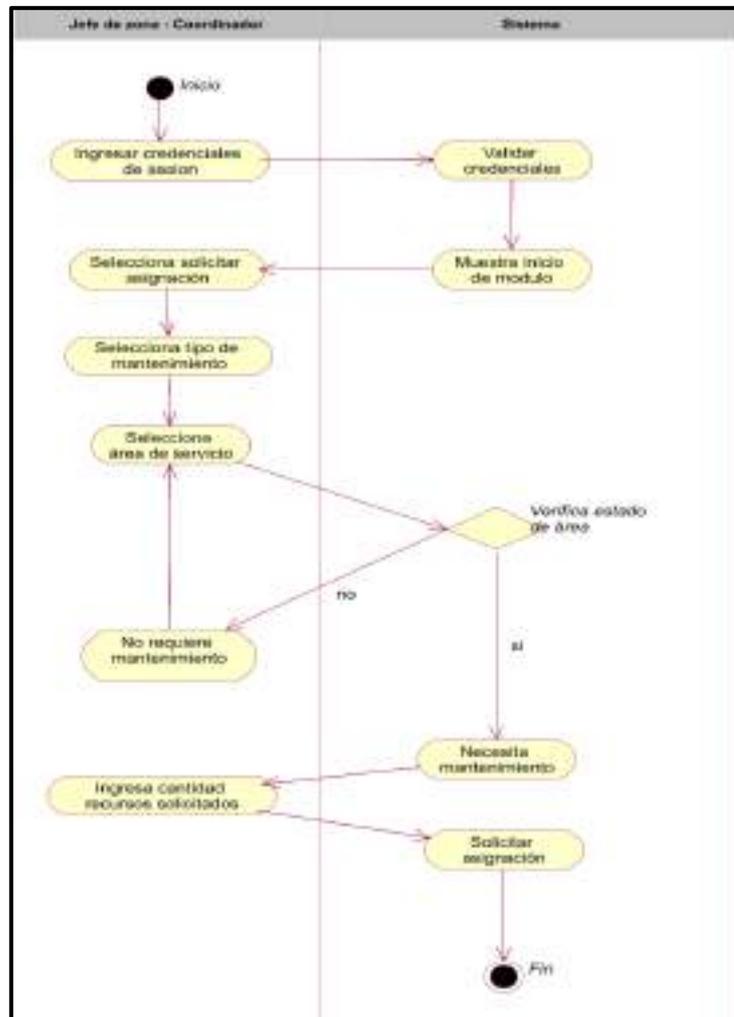


*Nota:* Elaboración propia

El segundo caso de uso “Solicitar asignación” mantiene la secuencia que podemos visualizar en la figura 23, donde el jefe de zona o coordinador tiene que iniciar sesión primeramente haciéndose una validación de los datos ingresados, una vez hecha la validación se le muestra la interfaz de inicio o home, el actor del sistema selecciona la opción de solicitar asignación para que el sistema le muestre el área de servicio por ser atendida, es así que el sistema verifica el estado del área por ser atendida de ser necesaria la atención el actor ingresará los recursos requeridos para dichas actividades y presiona el botón de solicitar asignación terminando la actividad mencionada.

**Figura 25**

Diagrama de Actividades CUS Solicitar Asignación.



Nota: Elaboración propia

Para este caso de uso la especificación es indicado en la tabla 15:

**Tabla 13**

Especificación del Caso de Uso "Solicitar Asignación"

| Especificación del caso de uso |                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------|
| Caso de uso                    | - Solicitar asignación.                        |
| Actor                          | - Jefe de zona, Coordinador de mantenimientos. |

---

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Breve descripción | Este CUS es donde se generan las solicitudes, peticiones, necesidades de recursos para los diferentes procesos de mantenimientos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Pre-condición     | Recursos debidamente registrados, procesos de mantenimiento inicializados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Flujo de eventos  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. El actor hace clic en la opción “Solicitar asignación”.</li><li>2. El actor selecciona zona a la que gestionará haciendo clic en un desplegable de “zonas”</li><li>3. El actor selecciona el tipo de mantenimiento de un combo box “tipo de mantenimiento” cargándole un formulario.</li><li>4. El actor selecciona el nombre del área de servicio con un combo box “área de servicio”.</li><li>5. El actor verifica el estado del área de servicio haciendo clic en el botón “estado de área de servicio” mostrándole un mensaje de necesidad de mantenimiento.</li><li>6. El actor verifica el histórico de recursos asignados anteriormente en una tabla, seleccionando y habilitando con check list los recursos que se solicitaran para dicha área de servicio.</li><li>7. El actor llena los text box “cantidad” con dígitos, indicando las unidades de cada recurso que se solicitan.</li><li>8. El actor hace clic en el botón “Solicitar asignación”.</li><li>9. El sistema indica los mensajes de “Se guardó correctamente” o “Cantidad no disponible en recurso x”</li><li>10. El sistema permite notificar al jefe de almacén que actualice el stock del recurso insuficiente mediante un botón de alerta.</li></ol> |

---

---

Flujo alternativo

**El sistema indicará sí el área de servicio necesita mantenimiento.** Emitirá mensaje

“El último mantenimiento se realizó (día-mes-año)”.

**El sistema muestra el histórico de recursos solicitados a dicho área de servicio.**

Podrá el actor copiar la última cantidad de recursos solicitados.

**El sistema indica que no hay suficientes recursos en almacén.** El actor puede notificar al jefe de almacén haciendo clic en el recurso faltante para que actualice el stock.

Post-condición            Se guarda la petición realizada para la generación de asignaciones de recursos.

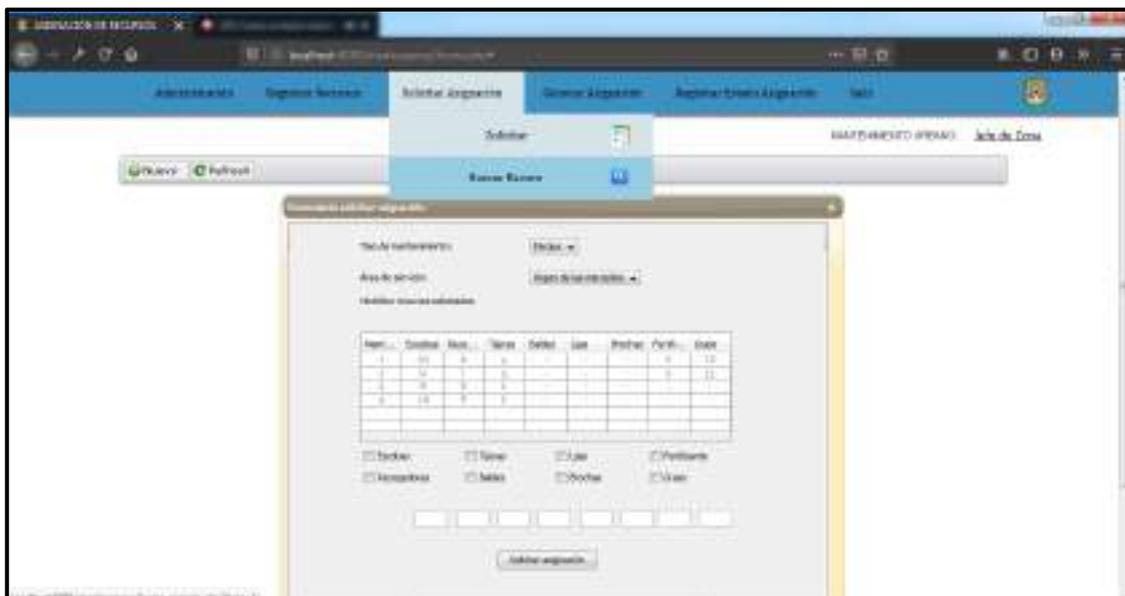
---

*Nota:* Elaboración propia

Como resultado del desarrollo del caso de uso codificado obtenemos la interfaz que visualizamos en la figura 24 referente a la solicitud de asignación.

## **Figura 26**

*Interfaz de Solicitud de Asignación para Mantenimiento*

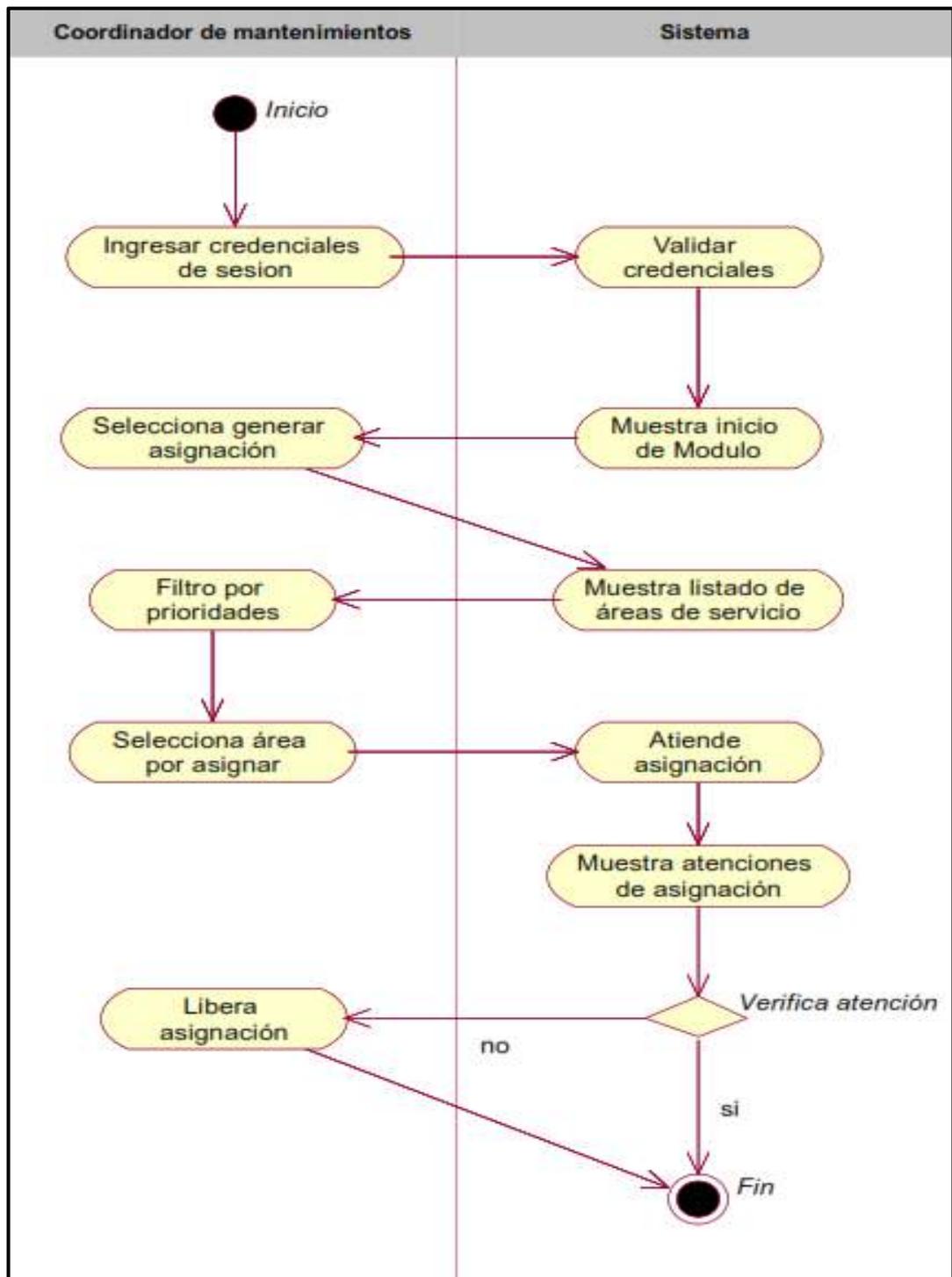


*Nota:* Elaboración propia

El tercer caso de uso “Generar asignación” mantiene la secuencia que podemos visualizar en la figura 26 donde el coordinador de mantenimientos inicia sesión con sus credenciales, el sistema valida dichos datos para mostrar el módulo de inicio o home luego el actor selecciona la opción de generar asignación y el sistema muestra un listado de áreas de servicio el coordinador podrá filtrar por estado de prioridades seleccionando el área por asignar, el sistema atiende la petición mostrando las atenciones de asignación y verificando en el caso de haber sido resuelta termina la actividad.

### **Figura 27**

*Diagrama de Actividades CUS Generar Asignación.*



*Nota:* Elaboración propia

A su vez, para este de uso la especificación es indicado en la tabla siguiente:

**Tabla 14***Especificación del Caso de Uso “Generar Asignación”*

| <b>Especificación del caso de uso</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caso de uso                           | - Generar asignación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Actor                                 | - Coordinador de mantenimientos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Breve descripción                     | Este CUS realiza la asignación de los recursos priorizando una minimización en costos ayudando en optimizar gastos para los procesos de mantenimiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Pre-condición                         | Solicitud de asignación de recursos para un proceso específico de un área de servicio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Flujo de eventos                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Coordinador de mantenimientos inicia sesión, ingresando a la interfaz.</li> <li>2. El actor hace clic en la opción “Generar asignación”.</li> <li>3. El sistema le muestra un listado de áreas de servicio con el estado de prioridad en realizar mantenimientos.</li> <li>4. El actor filtra la lista con un clic en cada cabecera de las columnas con un combo box “Prioridad” “Zona” “Parques” “Losas”.</li> <li>5. El actor realiza un clic en el botón “atender solicitud” el sistema indica el mensaje solicitud atendida.</li> <li>6. El actor verifica con el botón “áreas atendidas” las asignaciones de recursos realizadas.</li> <li>7. El actor puede liberar la asignación realizada si el mantenimiento aún no fue atendido. Haciendo clic en el botón “Liberar asignación”</li> <li>8. El sistema muestra un mensaje indicando los recursos liberados.</li> </ol> |

9. El actor realiza clic en la opción “Salir y guardar”.

Flujo alternativo

**El sistema muestra las áreas atendidas con la asignación y su estado de mantenimiento.** Se muestra en una ventana emergente a fin de poder liberar la asignación de alguno de ellos.

Post-

condición La asignación se efectúa para el área de servicio solicitada.

*Nota:* Elaboración propia

Como respuesta del desarrollo del caso de uso obtenemos la interfaz que visualizamos en la figura 26 referente a al registro de recursos.

**Figura 28**

*Interfaz para Generar Asignación.*

| Asignación de Rec.     | Fecha de Inicio | Fecha de Fin | Nombre del Rec. | Estado    |
|------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------|
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| RAIS PACHECO DELFIA    | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| RAIS PACHECO DELFIA    | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |
| BETTY RODRIGUEZ CARRAS | 01/01/2017      | 11/01/2017   | PARKER          | CONCLUIDO |

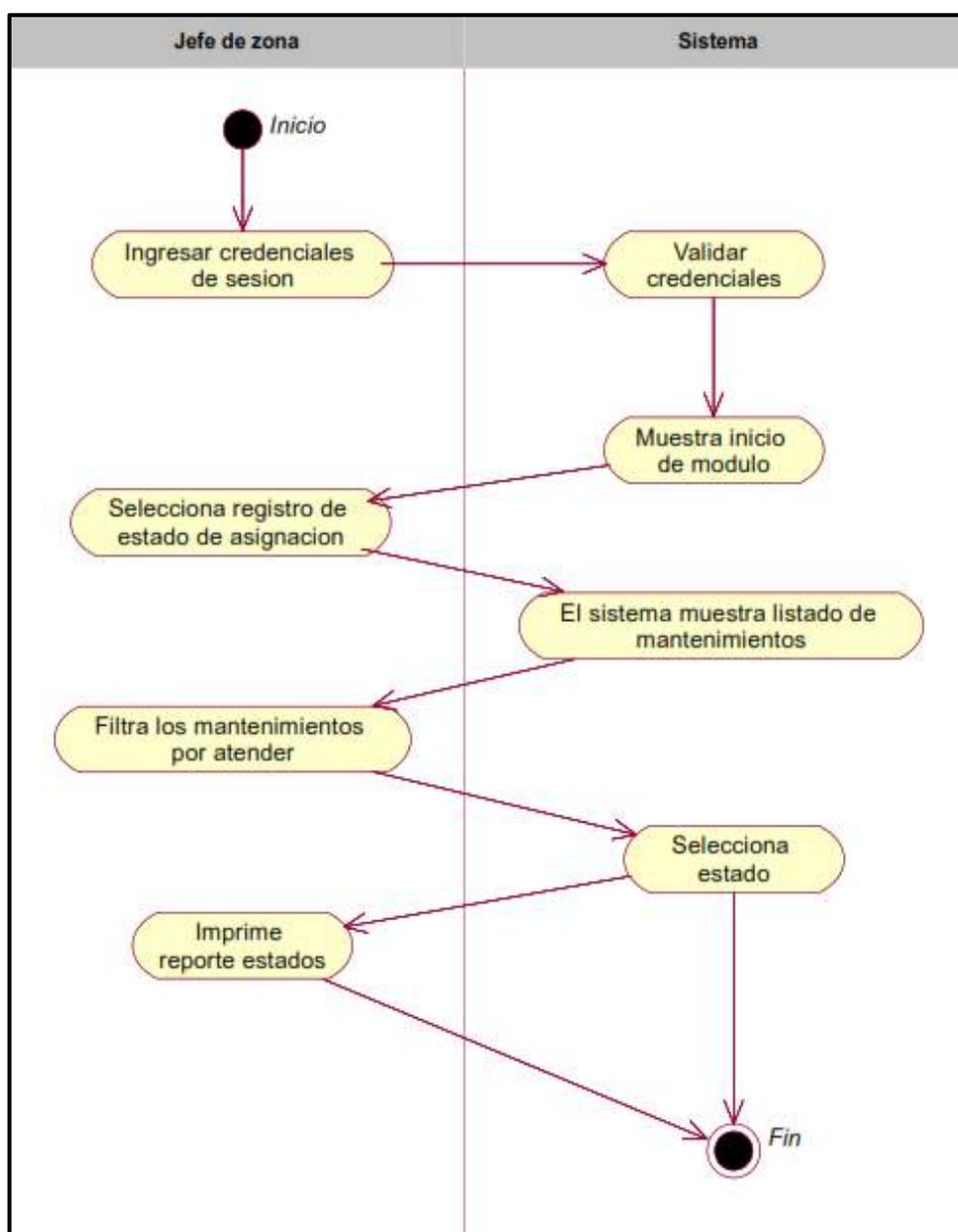
*Nota:* Elaboración propia

El cuarto caso de uso “Registrar estado de asignación” mantiene la secuencia que podemos visualizar en la figura 27 en la cual el jefe de zona inicia sesión

ingresando sus credenciales para que el sistema valide sus datos y posteriormente brinde el acceso a la interfaz de inicio o home, el actor selecciona la opción registrar estado de asignación y el sistema le indicará el listado de áreas de servicio entre parques y losas deportivas donde se puede filtrar por estado de mantenimientos para poder gestionar el actual status.

**Figura 29**

*Diagrama de Actividades CUS Registrar Estado de Asignación*



*Nota:* Elaboración propia

Para este caso de uso la especificación es indicado en la tabla 15:

**Tabla 15**

*Especificación del Caso de Uso “Registrar Estado de Asignación”*

| <b>Especificación del caso de uso</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Caso de uso                           | - Registrar estado de asignación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Actor                                 | - Jefe de zona.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Breve descripción                     | Este CUS valida la instancia en la cual se encuentra la asignación anteriormente realizada indicando el nivel en el cual se encuentra el mantenimiento respecto a la asignación realizada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Pre-condición                         | Asignación de recursos para procesos de mantenimiento en áreas de servicio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Flujo de eventos                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El jefe de zona inicia sesión, ingresando a la interfaz de registro de estado de asignación.</li> <li>2. El sistema muestra un listado de mantenimientos atendidos y por atender con su respectiva asignación.</li> <li>3. El jefe de zona califica el estado de la asignación que se realizó previamente haciendo clic en el combo box “estado” eligiendo entre: mantenimiento realizado, por realizar, postergado, en ejecución.</li> <li>4. El jefe de zona realiza reportes de las actividades de mantenimiento que se realizan haciendo clic en el botón “imprimir reportes”</li> <li>5. El actor sale del módulo haciendo clic en el botón “guardar y salir”.</li> </ol> |

---

Flujo alternativo

- No tiene.

Post- Los procesos de mantenimiento son calificados según el avance que  
condición vienen teniendo.

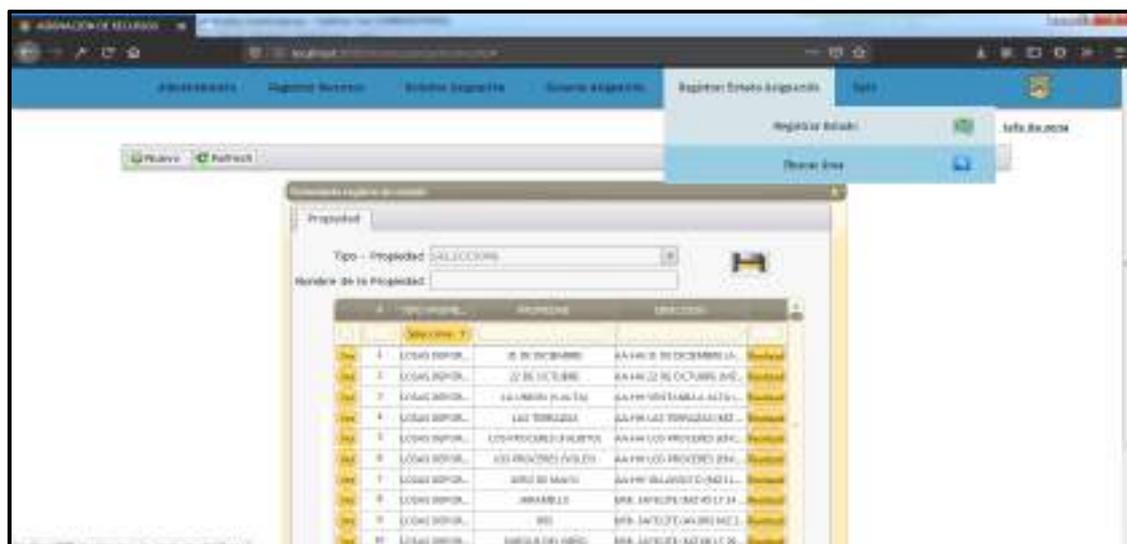
---

*Nota:* Elaboración propia

La interfaz de registro de estado de asignación es como finalmente se resuelve el caso de uso mencionado anteriormente, como podemos visualizarla en la figura 30.

**Figura 30**

*Interfaz de Solicitud de Registrar Estado de Asignación*



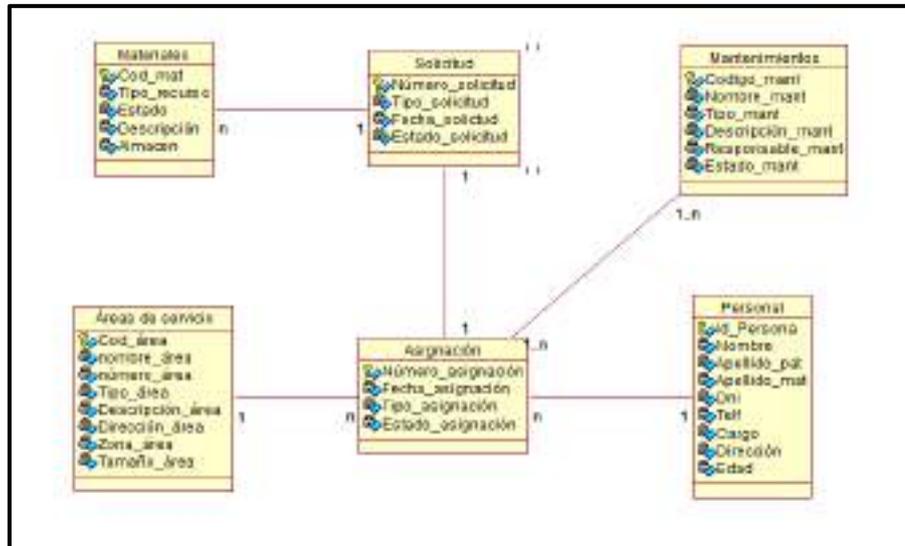
*Nota:* Elaboración propia

### **Modelo Conceptual**

Seguidamente, se detalla el diagrama de clases del modelo conceptual para el sistema de asignación y distribución de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas.

**Figura 31**

*Modelo Conceptual para el Sistema de Asignación de Recursos.*



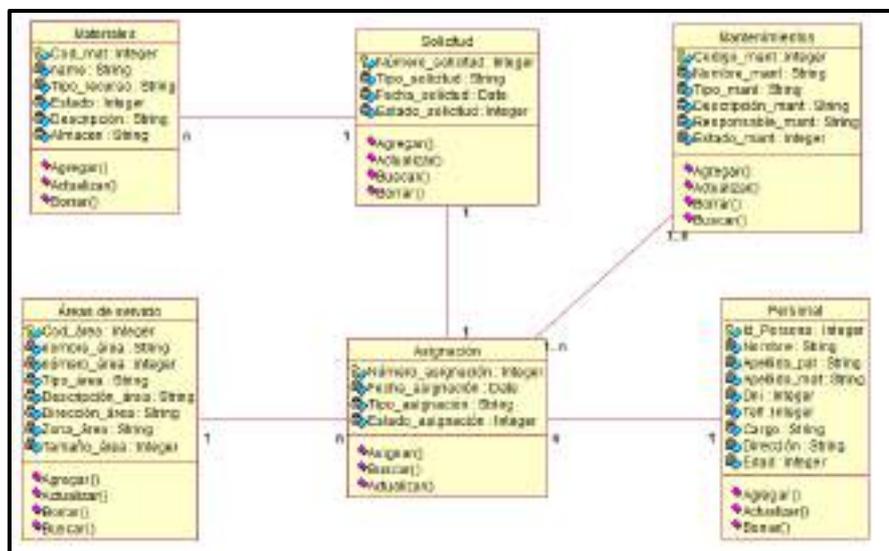
*Nota:* Elaboración propia

**Modelo de Datos**

Seguidamente, se indica el modelo de datos para el sistema de asignación de recursos.

**Figura 32**

*Modelo de Datos para el Sistema de Asignación de Recursos.*



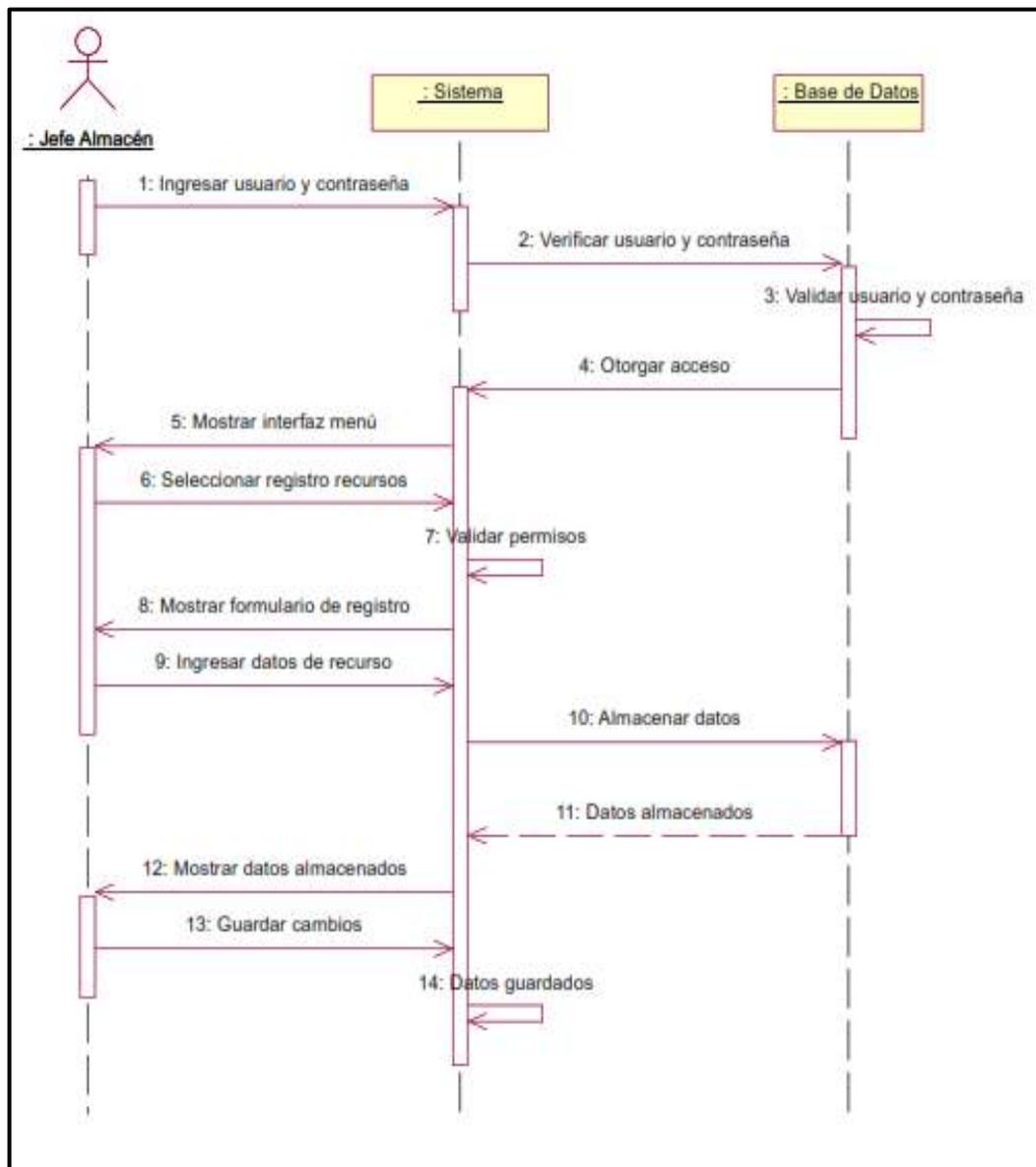
*Nota:* Elaboración propia

## Diagramas de secuencia

Se tiene como prioridad la secuencia de “registro de recursos” en el sistema, para luego ser asignados, distribuidos a las diferentes tareas de mantenimiento. Según lo indicado en la figura 33.

**Figura 33**

*Diagrama de Secuencia del CUS Registrar Recursos.*

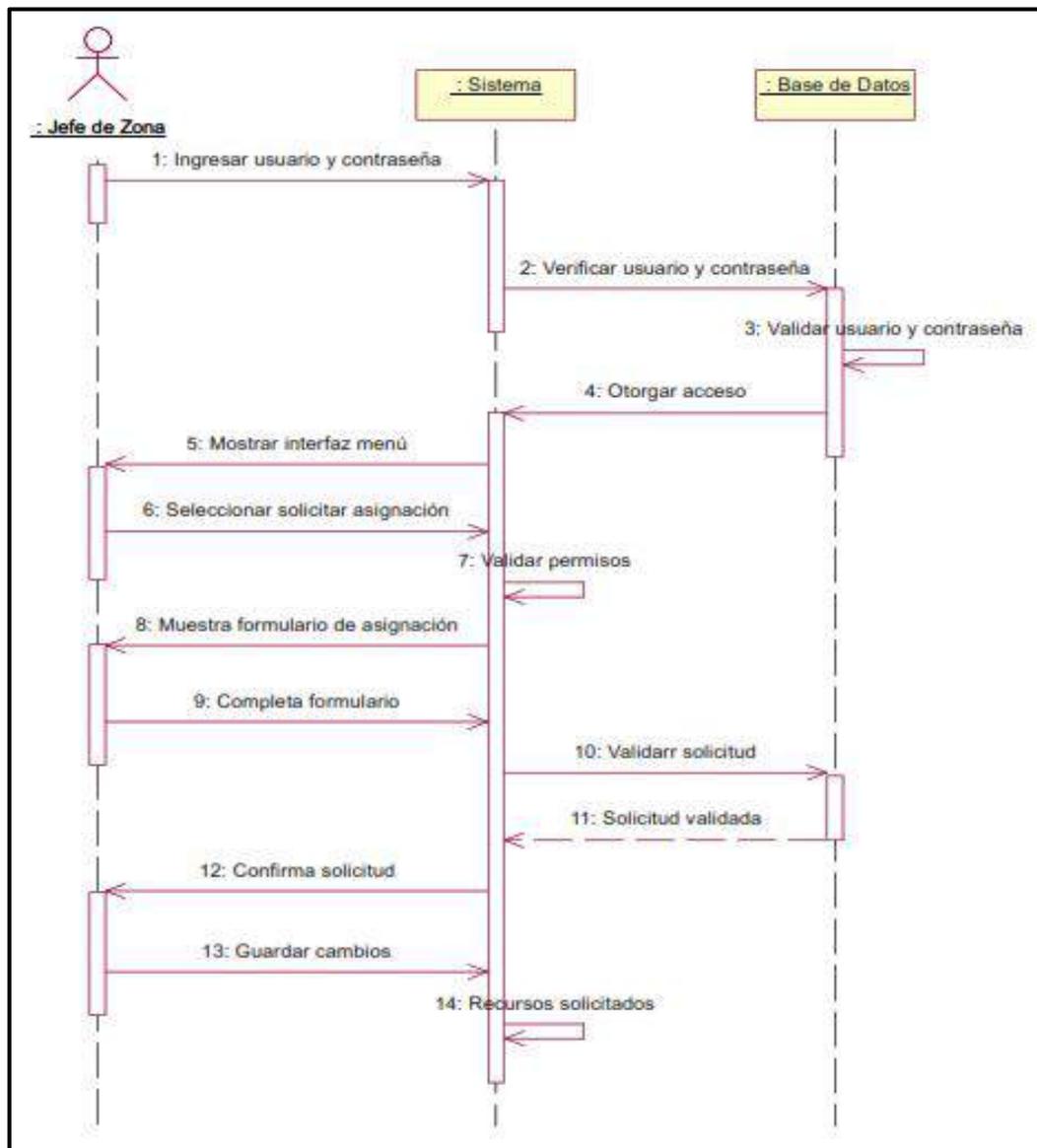


*Nota:* Elaboración propia

Así mismo, tenemos la secuencia de “Solicitar asignación” dentro del sistema, donde interviene el jefe de zona como actor principal.

### Figura 34

*Diagrama de Secuencia del CUS Solicitar Asignación*

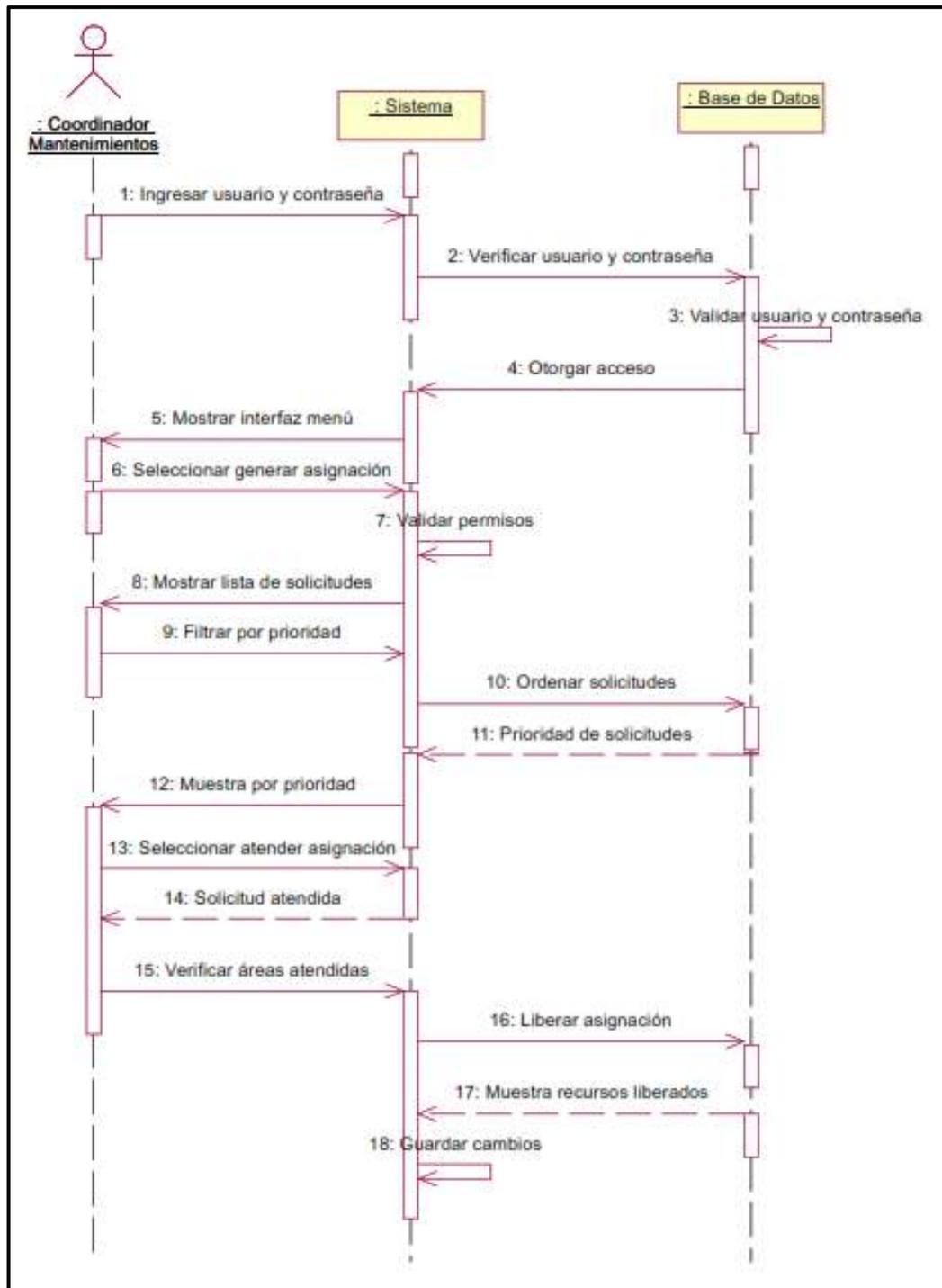


*Nota:* Elaboración propia

Una de las secuencias con mayor influencia es la de “Generar asignación”; pues es ahí donde el algoritmo basado en el modelo matemático de aproximación de Vogel funciona.

Figura 35

Diagrama de Secuencia del CUS Generar Asignación

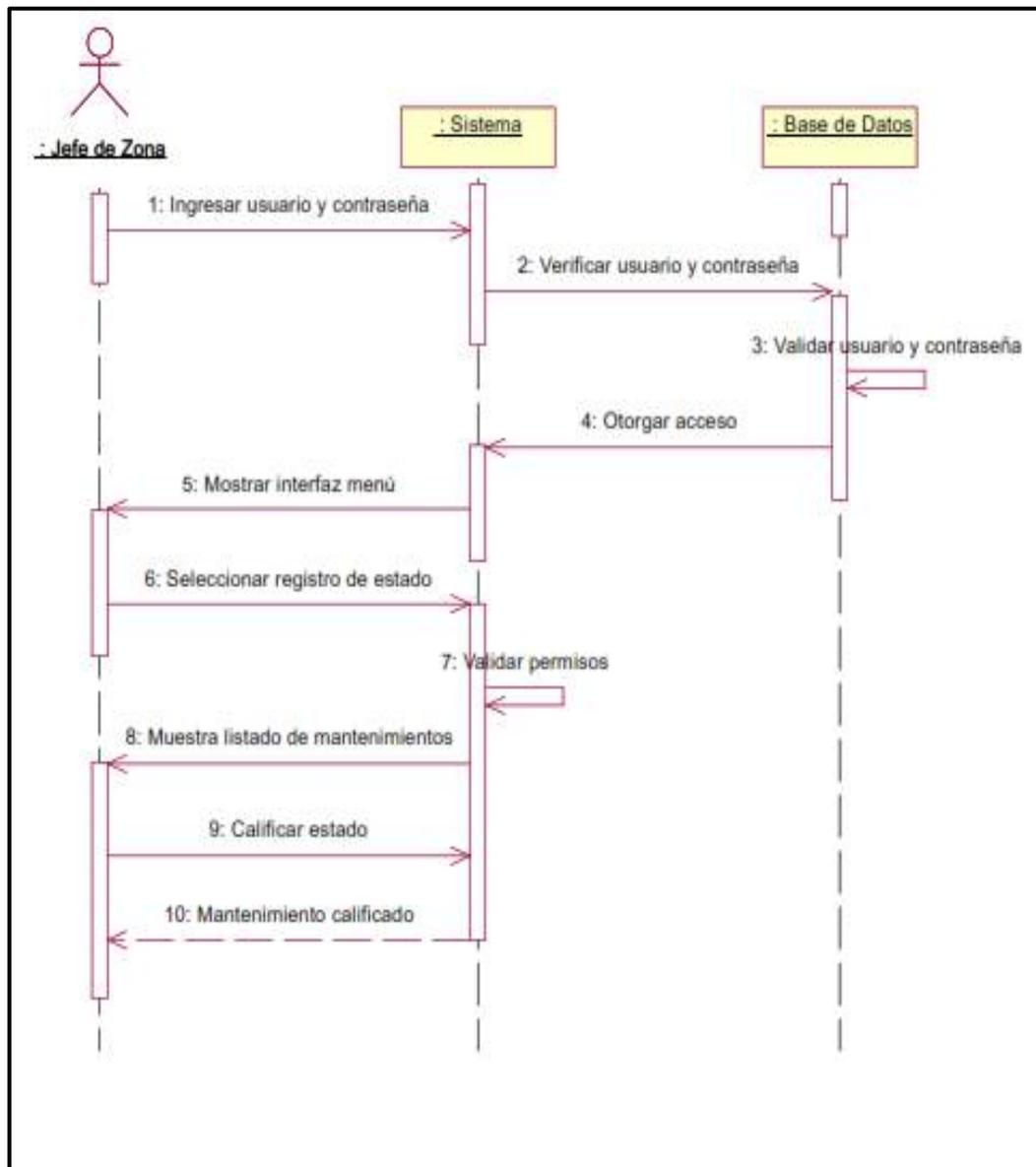


Nota: Elaboración propia

De la misma forma, otra secuencia con gran influencia es la de “Generar asignación”; pues es ahí donde el algoritmo basado en el modelo matemático de aproximación de Vogel funciona.

**Figura 36**

*Diagrama de Secuencia del CUS Registrar Estado de Asignación.*



*Nota:* Elaboración propia

### **Alcance del prototipo**

El prototipo de las soluciones propuestas trata de un sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas, el cual ofrece las siguientes características:

#### **a. Registro de recursos según los almacenes.**

Permite ejecutar correctamente las características posteriores y llevar un control adecuado del stock de dichos recursos para su gestión o mantenimiento como artículo dentro del sistema, sea actualizado las cantidades, eliminando productos, modificando/editando.

#### **b. Asignación de recursos en tareas programadas.**

Es la ejecución de mayor importancia dentro del sistema debido a que realiza las aproximaciones necesarias entre los recursos distribuidos en diferentes almacenes para asignarlos a las tareas que se programan previamente, el modelo de aproximación de Vogel tiene como finalidad hallar el resultado más óptimo referente a costos teniendo valorizado cada recurso una vez realizado se notifica al jefe de zona mediante un mensaje de alerta como buzón indicando la tarea de asignar como resuelta.

#### **c. Estatus de actividades.**

Como en la primera característica tenemos la opción de realizar un mantenimiento en cuanto a leer, actualizar, eliminar cada actividad que se tiene registrada o programada dentro del sistema realizando de esta forma un mantenimiento.

### **Pruebas**

Se realizaron estos tipos de pruebas para el presente proyecto:

- **Prueba de aceptación:** Se realizaron reuniones donde el Sub gerente de Tecnologías de la información y el jefe de la oficina de Servicios a la ciudad del

municipio distrital de ventanilla ejecutaron los módulos que comprende el sistema, recibiendo una capacitación previa del uso del sistema como los diferentes actores que comprende cumpliendo con todos los requerimientos brindados por el área solicitante.

- **Pruebas de compatibilidad:** Esta prueba se realizó con la finalidad de garantizar

el funcionario de sistema en entornos distintos, navegadores, sistemas operativos para asegurar la operatividad de solución propuesta, las captura de la ejecución en navegador web se visualizan en las figuras 21, 23, 25 y 27 demostrando la compatibilidad.

- **Prueba de ejecución del sistema:** Se realizó la prueba a modo de encuesta desarrollada por el Sub gerente de Tecnologías de la información del municipio distrital de ventanilla quien supervisó y validó el desarrollo, implementación y funcionamiento del sistema de asignación y distribución de los recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas, se puede visualizar en la **tabla 16** confirmando la fiabilidad del proyecto implementado y ejecutado durante el periodo 2019 que fue el último año de gestión en la cual se pudo participar.

**Tabla 16**

*Resultado de Prueba de Ejecución del Sistema*

| <b>Pregunta:</b>                                                 | <b>Calificación Sub gerente de TIC<br/>(1 = malo; 2 = regular; 3 =<br/>bueno)</b> |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| La interfaz es amigable e intuitiva                              | Bueno                                                                             |
| La información es confiable, adecuada.                           | Bueno                                                                             |
| Las asignaciones realizadas cumplen con la respuesta más óptima. | Bueno                                                                             |

---

|                                                           |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|
| Los usuarios se registran según el rol que cumplen.       | Bueno |
| El sistema genera reportes de utilidad para los usuarios. | Bueno |
| El sistema gestiona adecuadamente los recursos.           | Bueno |

---

*Nota:* Elaboración propia

#### **4.3.Estado de Resultados**

Es indispensable desarrollar este punto de la investigación, pues como todo proyecto tiene posibles vulnerabilidades que podrían afectar la correcta implementación y ejecución del sistema de asignación de los recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas del distrito de Ventanilla.

##### **Determinación de Riesgos de Proyecto**

Poco interés en utilizar el sistema por parte de los usuarios finales, esto llevaría a continuar con las pérdidas económicas que actualmente se tiene en el área de servicios a la ciudad debido a que no optimizan el uso de los recursos generando mermas económicas.

Brindar información equivocada por parte del área usuaria para generar datos históricos dentro del sistema contribuye a pérdidas de tiempo en el desarrollo del mismo.

La integridad de la Base de Datos del sistema implementado debe ser completamente robusta y poco vulnerable pues la pérdida de información que ya fue cargada por los usuarios generaría un malestar en las programaciones futuras afectando económicamente los mantenimientos ya programados.

### Propuestas para la Mitigación de Riesgos

Capacitación constante a los usuarios finales; Coordinador de mantenimientos, jefes de zona, jefe de almacén. Se puede brindar cinco sesiones de capacitación con pruebas del sistema en producción para confirmar la importancia del sistema frente a las labores que venían desarrollando y elevando el interés en la utilización del sistema.

Realizar visitas al área solicitante del sistema para verificar los datos entregados por el personal, confirmando que la información brindada sea totalmente confiable.

El uso de antivirus corporativos es indispensable para que no se dañen equipos del entorno de trabajo e infecten o dañen nuestra Base de Datos, que tiene un valor importante.

#### 4.4.Estado de Resultados

Con la implementación del sistema de asignación de recursos para los mantenimientos en los parques y losas deportivas se espera disminuir los gastos en recursos materiales que mes a mes se venían incrementando, en tal sentido se podrá ir incrementando la cantidad de áreas de servicio atendidas en el transcurso de los meses, pues no generará una inversión mayor a lo presupuestado y cumpliremos con más labores de mantenimiento para el distrito.

**Tabla 17**

*Cantidad de Atenciones en Mantenimientos Programados para el 2020.*

| <b>Mes</b> | <b>Mantenimiento de la losa deportiva</b> | <b>Mantenimiento del Parque</b> |
|------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
| Enero      | 90                                        | 84                              |
| Febrero    | 90                                        | 84                              |
| Marzo      | 90                                        | 84                              |

|                                   |      |      |
|-----------------------------------|------|------|
| Abril                             | 90   | 84   |
| Mayo                              | 95   | 84   |
| Junio                             | 959  | 84   |
| Julio                             | 100  | 90   |
| Agosto                            | 100  | 90   |
| Septiembre                        | 100  | 90   |
| Octubre                           | 100  | 95   |
| Noviembre                         | 110  | 95   |
| Diciembre                         | 110  | 95   |
| Total atenciones en el primer año | 1170 | 1059 |

*Nota:* Elaboración propia

La Tabla 17, nos muestra las cantidades de atenciones en mantenimientos programados para el año 2020 donde se realizarán las operaciones haciendo uso del sistema de asignación de los recursos, que optimizará la productividad de los mismos; ya que, al saber que se están optimizando los recursos se hará un esfuerzo por mantener satisfactoriamente la programación planteada en la tabla.

### **Tabla 18**

*Objetivo Inicial de Mantenimientos para el 2020.*

| Mes     | Objetivo Mensual |
|---------|------------------|
| Enero   | 200              |
| Febrero | 200              |
| Marzo   | 200              |

|                                          |             |
|------------------------------------------|-------------|
| Abril                                    | 220         |
| Mayo                                     | 220         |
| Junio                                    | 220         |
| Julio                                    | 220         |
| Agosto                                   | 220         |
| Septiembre                               | 230         |
| Octubre                                  | 230         |
| Noviembre                                | 230         |
| Diciembre                                | 240         |
| <b>Total atenciones en el primer año</b> | <b>2640</b> |

*Nota:* Elaboración propia

La Tabla 18, señala la cantidad de mantenimientos que inicialmente se deseaban ser atendidos mes a mes para lo cual se realiza la petición de optimizar recursos mediante un sistema de asignación, optimizando dicho proceso.

### **Tabla 19**

*Costos por Mantenimientos en la Primera Mitad del Año 2020.*

|                      | <b>Enero</b>      | <b>Febrero</b>    | <b>Marzo</b>      | <b>Abril</b>      | <b>Mayo</b>       | <b>Junio</b>      |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Mantenimiento</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| de losas             | S/. 7,650         | S/. 7,650         | S/. 7,650         | S/. 7,650         | S/. 8,075         | S/. 8,075         |
| deportivas           |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| <b>Mantenimiento</b> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| de Parques           | S/. 12,180        |
| <b>Suma total</b>    | <b>S/. 19,830</b> | <b>S/. 19,830</b> | <b>S/. 19,830</b> | <b>S/. 19,830</b> | <b>S/. 20,255</b> | <b>S/. 20,255</b> |

*Nota:* Elaboración propia

La Tabla 19, nos muestra cómo será la inversión por parte de la municipalidad en los primeros seis meses del año 2020 donde podemos verificar que no hay un mayor incremento significativo respecto a los meses y que sin embargo se irán incrementando la cantidad de mantenimientos resueltos en el distrito.

## V. Conclusiones

La implementación del sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la municipalidad distrital de Ventanilla ayudó en la mejora de los procesos que realiza el área de servicios a la ciudad de acuerdo a los resultados mostrados (Tabla 20), se puede visualizar que durante el año siguiente se mantendrá una constante en atenciones de áreas por brindar el mantenimiento correspondiente, pues la sistematización de un proceso logístico y de control mejora la productividad de las operaciones satisfaciendo las necesidades de cada usuario final y las metas del área encargada de brindar el mantenimiento correspondiente de los parques y losas deportivas siendo posible el cumplimiento de la programación inicial durante el año tanto en el aspecto económico como el operativo. Según Cuadros (2017) existen condiciones que afectan el flujo de los procesos dentro de las empresas, por lo tanto, la utilización de modelos de optimización conlleva mejoras de rendimientos y productividad.

La implementación del sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la municipalidad distrital de Ventanilla ayudó en la optimización de tiempos de acuerdo a la (Tabla 21), inicialmente no se cumplía con las actividades programadas durante los 6 primeros meses teniendo pérdidas económicas y generando molestias en los usuarios finales. Es así que se solicita el desarrollo de un sistema el cual optimice la toma de decisión que anteriormente era lo que principalmente retrasaba los procesos de mantenimiento de igual forma el poco seguimiento que se le podía realizar a los recursos, áreas por atender generaba retrasos en el desarrollo de las actividades por parte del personal operativo. Según Gómez y Tello (2017) es de gran importancia sugerir un modelo para la asignación de recursos; pues al automatizar dicho proceso se minimizan tiempos.

La implementación del sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la municipalidad distrital de Ventanilla ayudó en la sistematización de procesos según (Tabla 10), debido a que los procedimientos que anteriormente se realizaban de forma manual o en cuadros de Excel mediante el desarrollo del sistema los stakeholders podrán interactuar de forma organizada y con reportes actualizados respecto a los recursos que son administrados para los mantenimientos disminuyendo los tiempos que anteriormente les tomaba llevar un control o generar un reporte del estado de los almacenes para su posterior asignación de los mismos a las diferentes actividades que se mantienen programadas durante el año. Así mismo, el control de las áreas atendidas o pendientes se gestiona desde el sistema mejorando el seguimiento que los jefes de zona realizan al personal asignado en realizar las actividades de mantenimiento. Según Francisco (2014) proponer la mejora de los sistemas de gestión y almacenes respalda la sistematización de procesos pues se mantiene la información de forma organizada y lista para generar reportes.

La implementación del sistema de distribución y asignación de recursos para los procesos de mantenimiento de parques y losas deportivas en la municipalidad distrital de Ventanilla mejoró al introducir un método heurístico según (Tabla 4); puesto que, se cuenta con información histórica de los recursos, almacenes; la programación o codificación no es de una compleja lectura, cumple con la distribución de los recursos y la capacidad para reconocer los almacenes desde donde se realizarán las asignaciones a las diferentes actividades a desarrollarse. En la comparación que se realizó el método de aproximación de Vogel como método heurístico satisface en gran medida las necesidades a las cuales se orientó el sistema web implementado por la sub gerencia de tecnologías de información para el área de servicios a la ciudad. Según Restrepo (2016) el desarrollo de un modelo de optimización mediante algoritmos para la asignación

minimiza, optimiza tiempos respaldando de esta forma la el desarrollo de un sistema con modelos matemáticos como algoritmos.

Finalmente, los resultados obtenidos en la simulación como pruebas son óptimos, concluyendo en una adecuada distribución de recursos para los procesos de mantenimiento que se brinda por parte de la Municipalidad distrital de Ventanilla.

## **VI. Recomendaciones**

Tener actualizados los costos de mantenimiento por recurso ayudará en realizar una buena asignación de los mismos frente a las necesidades solicitadas por el personal de la municipalidad, logrando menores consumos en la utilización de recursos como pintura, escobas, etc.

Las necesidades respecto a los mantenimientos de cada área de servicio serán atendidas con gran eficacia debido al conocimiento de los inventarios de los almacenes de tal forma que no demoran en definir cuantos recursos y de que almacenes se necesitan para dicho mantenimiento.

La coordinación de mantenimientos entre los jefes de zona, jefe de almacén y coordinador de mantenimientos deberá ser más interactiva, coordinada y directa pues anteriormente no existía un sistema que integre las operaciones de solicitar mantenimiento, generar asignación de recursos, registrar recursos simplificando y solucionando dichos problemas.

Los recursos tienen que ser monitoreados por el jefe de almacén quien está pendiente del stock de almacenes y gestionando los nuevos ingresos, así como también dando de baja algunos recursos que ya cumplieron su tiempo de vida útil.

Mantener actualizado el stock de recursos es indispensable para una óptima asignación de recursos en las diferentes necesidades de mantenimientos, dicha función recae en el jefe de almacén quien deberá gestionar dicho módulo de recursos.

La capacitación en el uso adecuado del sistema es primordial; ya que, cada usuario tendrá roles distintos según los cuales realizarán diferentes actividades dentro del sistema que engloba la gestión de mantenimiento con la principal función de asignación de recursos.

## VII. Referencias Bibliográficas

- Acosta, M. C., Villarreal, M. G. y Cabrera, M. (2013). Estudio de validación de un método para seleccionar técnicas de pronóstico de series de tiempo mediante redes neuronales artificiales. *Ingeniería Investigación Tecnología*, XIV(1), 53-63, ISSN: 1405-7743, Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S140577431372225X>.
- Acosta, R., & Gómez, C. (2014). Métodos de Asignación. Electiva II: Logística de Procesos. Retrieved March 15, 2019, from: [https://www.academia.edu/16964089/METODOS\\_DE\\_ASIGNACION](https://www.academia.edu/16964089/METODOS_DE_ASIGNACION)
- Andrew, S. (2003). *Sistemas Operativos*, segunda edición. Juarez, México: Pearson Educación de México S.A.
- Berry, G. Small-wall (1998): A multimodal human computer intelligent interaction test bed with application. Master Dessertation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Bradski, G. Kaebler (2008), *A. Learning OpenCV: O'reilly*, 580 ps.
- Bocchino, W. (1975) “*Sistema de información para la administración: técnicas e instrumentos*” Biblioteca de ciencias de la administración. Editorial: Trillas
- Cuadros, L. (2017) “*Diseño del proceso del sistema de distribución de la compañía industrias químicas la granja LTDA., por medio de la gestión logística, para optimizer los tiempos de entrega*”. Facultad de Ingeniería, Universidad Libre. Bogotá D.C.

- Díaz, J. (2011) “*Modelos matemáticos de simulación de transporte urbano*”  
Departamento de Transporte. Universidad Católica de Chile.
- Francisco, L. (2014) “*Análisis y propuestas de mejora de Sistema de gestión de almacenes de un operador logístico*” Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- García, R., Rossi, B., & Britos, P. (2003). Metodologías De Educción De Conocimiento Para La Construcción De Sistemas Informáticos Expertos. CAPIS - Centro de Actualización Permanente En Ingeniería de Software, (May 2014).
- Ghiglione, F. (2015) “*Gestión de RR. HH del personal de planta permanente de Honorable Cámara de Diputados*”. Universidad nacional de la pampa, Argentina
- Gomez, J. y Tello, M. (2017) “*Propuesta de un modelo para la asignación de recursos humanos a los proyectos a cargo de la oficina de gestión de proyectos (PMO) de Coomeva a nivel corporativo*” Pontificia Universidad Javeriana Cali, Santiago de Cali.
- Gutiérrez, M. (n.d.). Sistemas Expertos Basados en Reglas. Universidad de Cantabria, 1–12. Retrieved from <https://personales.unican.es/gutierjm/cursos/expertos/reglas.pdf>
- Hayken, S (1998). *Redes neurais: principios e prácticas*. Bookman, Vol I, N° 3, 300pp.
- Herrera, M., & Bonilla, R. (2008). Método de selección heurístico de diferencias y comparación para el diseño de productos. Tecnura, 12(23), 72–80. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257020605008>

Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. McGraw-Hill. Retrieved from

[https://www.academia.edu/8069512/Introduccion\\_a\\_la\\_investigacion\\_de\\_operaciones](https://www.academia.edu/8069512/Introduccion_a_la_investigacion_de_operaciones)

López, F. (2002). *Nuevos Métodos Para La Obtención De Soluciones Iniciales En El Problema De Transporte*. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 10, 17. Retrieved from [https://www.ehu.es/documents/2069587/2113228/10\\_12.pdf](https://www.ehu.es/documents/2069587/2113228/10_12.pdf)

López, D. (2016). *El método Húngaro de Asignación: Aplicaciones (Tesis de Pregrado)*. Universidad de Sevilla. Retrieved from

<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/43823/L%C3%B3pez%20Reyes%20Danae.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

León, D. y Viramontes, C. (2014) “*Rediseño del Sistema de Gestión de Almacenes de Empresas Comercializadoras*”, Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, México.

Mallo, C. (2004). *Predicción de la demanda eléctrica horaria mediante redes neuronales artificiales*. Universidad de Oviedo, 1–28. Retrieved from

[https://www.researchgate.net/publication/26423619\\_Prediccion\\_de\\_la\\_demanda\\_elctrica\\_horaria\\_mediante\\_redes\\_neuronales\\_artificiales](https://www.researchgate.net/publication/26423619_Prediccion_de_la_demanda_elctrica_horaria_mediante_redes_neuronales_artificiales)

Ortiz, H. (2005). *Sistemas Operativos Modernos*, Medellín, Colombia: L, Vieco e Hijas Ltda.

Prawda, J. (2000) “*Métodos y modelos de investigación de operaciones, volumen 1*”

obtenido

de:

[https://books.google.com.pe/books?id=HnT\\_F3MCST4C&lpg=PA290&dq=metodo%20hungaro%20para%20asignacion&pg=PA290#v=onepage&q=metodo%20hungaro%20para%20asignacion&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=HnT_F3MCST4C&lpg=PA290&dq=metodo%20hungaro%20para%20asignacion&pg=PA290#v=onepage&q=metodo%20hungaro%20para%20asignacion&f=false)

Restrepo, S. (2016) “*Modelo de asignación de recursos en un ambiente inteligente con restricciones energéticas*”. Facultad de Ingeniería. Universidad de Concepción, Chile.

Ruiz, C., & Basualdo, M. (2001). *Cátedra: Informática Aplicada a la Ingeniería de Procesos-Orientación I Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. Rosario: Universidad Tecnológica Nacional. Retrieved from [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/orientadora1/monograias/matich-redesneuronales.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monograias/matich-redesneuronales.pdf)

Vidal, A. (2013). *Algoritmos Heurísticos En Optimización* (Tesis De Maestría). Universidad de Santiago de Compostela. Retrieved from [http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto\\_782.pdf](http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_782.pdf)

## ANEXOS

## Anexo A:

## Código de la interfaz Home que integra todo el menú (home.php)

```

<?php require_once("validSession.php"); ?>
<?php
    require_once("funciones.php");
    require_once("server_connect/conexion.php");

    //$conn = conectarse();

    //CONSULTA ACCESOS
    $queryAccesos = "SELECT PESI.PESI_chNOMPES,
                        USUA.USUA_chUSULOG,
                        PERS.PERS_chNOMPER + ' ' + PERS.PERS_chAPEPAT
+ ' ' + PERS.PERS_chAPEMAT AS NOMB,
                        PERF.PERF_chNOMPER,
                        UNI.DES_chUNIORG,
                        UNI.COD_inCODUNIORG

                        FROM          M_USUA      USUA (NOLOCK)
                        INNER JOIN M_PERF      PERF (NOLOCK) ON USUA.PERF_P_inCODPER = PERF.PERF_P_inCODPER
                        INNER JOIN V_UNIDAD_ORG UNI (NOLOCK) ON PERF.COD_inCODUNIORG = UNI.COD_inCODUNIORG
                        INNER JOIN V_PERF_PERM PEPE (NOLOCK) ON PERF.PERF_P_inCODPER = PEPE.PERF_P_inCODPER
                        INNER JOIN M_PERM_SIST PESI (NOLOCK) ON PEPE.PESI_P_inCODPER = PESI.PESI_P_inCODPER
                        LEFT JOIN M_PERS      PERS (NOLOCK) ON USUA.PERS_P_inCODPER = PERS.PERS_P_inCODPER

                        WHERE PERF.ESTADO = 1 AND
                        PEPE.ESTADO = 1 AND

```

```

USUA.USUA P inCODUSU = " . $ SESSION["IdUserSi
s"];

$paramsselect = array();
$optionsselect = array("Scrollable" => SQLSRV_CURSOR_KEYSET);
$resultAccesos = sqlsrv_query($conn, $queryAccesos, $paramsselect, $o
ptionsselect);

$c = 0;
while ($rowAccesos = sqlsrv_fetch_array($resultAccesos, SQLSRV_FETCH_
ASSOC)) {
    $_SESSION["accesos"][$c] = $rowAccesos["PESI_chNOMPES"];
    $Area = $rowAccesos["COD_inCODUNIORG"];
    $acceso = $rowAccesos["DES_chUNIORG"];
    $nombre = $rowAccesos["NOMB"];
    $c++;
}

sqlsrv_free_stmt($resultAccesos);
sqlsrv_close($conn);
?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
    <title>ASIGNACIÓN DE RECURSOS</title>
    <meta name="keywords" content="" />
    <meta name="description" content="" />
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1 maximum-scale=1 minimum-scale=1" />

```

```

<link rel="icon" type="images/png" href="images/Logo.png"/>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="styles/font-
awesome.css">
<link href="//netdna.bootstrapcdn.com/font-awesome/3.2.1/css/font-
awesome.css" rel="stylesheet">

<link rel="stylesheet" href="jqwidgets/styles/jqx.base.css" type="tex
t/css" />
<link rel="stylesheet" href="jqwidgets/styles/jqx.ui-
redmond.css" type="text/css" />
<link rel="stylesheet" href="jqwidgets/styles/jqx.ui-
sunny.css" type="text/css" />
<link rel="stylesheet" href="styles/main.css" type="text/css" >

<script type="text/javascript" src="scripts/jquery-
1.10.2.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="jqwidgets/jqxcore.js"></script>
<script type="text/javascript" src="jqwidgets/jqxmenu.js"></script>
<script src="js/asd.js"></script>

<script type="text/javascript">
    $(document).ready(function () {
        // Create a jqxMenu
        /*$("#jqxMenu").jqxMenu({ width
                                : '40.9%',
                                height
                                : '30px',
                                enableHover
                                : true,
                                showTopLevelArrows: true,
                                autoOpen
                                : true,
                                theme
                                : 'ui-sunny' });*/

        // ===== Scroll to Top =====
$(window).scroll(function() {

```

```
    if ($(this).scrollTop() >= 50) { // If page is scrolled more t
han 50px
        $('#return-to-top').fadeIn(200); // Fade in the arrow
    } else {
        $('#return-to-top').fadeOut(200); // Else fade out the arrow
    }
});
$('#return-to-top').click(function() { // When arrow is clicked
    $('body,html').animate({
        scrollTop : 0 // Scroll to top of body
    }, 500);
});

});

</script>

<style>

* {
padding:0;
margin:0;
-webkit-box-sizing: border-box;
-moz-box-sizing: border-box;
box-sizing: border-box;
}

body {/*background:#eee;*/}

.menu_bar {
display:none;
}
```

```
/*img{
  margin-top: 25px;
}*/

header {
  /*position:fixed;*/
  z-index:1000;
  top:0;
  /*max-width:1000px;*/
  width:100%;
  box-shadow:0px 4px 3px rgba(0,0,0,.5);
}

header nav {
  background:#3C91C2;
  z-index:1000;
  max-width: 100%;
  width:100%;
  margin:0px auto;
}

header nav ul {
  list-style:none;
}

header nav ul li {
  display:inline-block;
  position:relative;
}
```

```
header nav ul li:hover {
    background:#d5e4e9;
}

header nav ul li a {
    color:#000;
    display:block;
    text-decoration:none;
    padding: 17px;
    font: 120% Cambria; /*font-family: Georgia, Cambria, Times, */
    /*font-family: 180% "Tahoma", "Geneva", sans-serif;*/
    /*text-transform: uppercase;
    font-weight: bold;*/
}

header nav ul li a img {
    margin-right:10px;
}

header nav ul li:hover .children {
    display:block;
}

header nav ul li .children {
    display: none;
    background:#96cde2;
    position: absolute;
    width: 195%;
    z-index:1000;
}
```

```
header nav ul li .children li {
    display:block;
    overflow: hidden;
    border-bottom: 1px solid rgba(255,255,255,.5);
}

header nav ul li .children li a {
    display: block;
}

header nav ul li .children li a img {
    float: right;
    position: relative;
    margin-top:-2px;
    margin-right:10px;
    /* margin-left:10px;*/
}

header nav ul li .caret {
    position: relative;
    top:3px;
    margin-left:10px;
    margin-right:0px;
}
```

```
@media screen and (max-width: 800px) {  
  body {  
    /*padding-top:80px;*/  
  }  
  
  /*.img{  
  margin-top:auto;  
}*/  
  
  .menu_bar {  
  
    display:inline-block;  
    width:100%;  
    /*position: fixed;*/  
    top:0;  
    background:#3C91C2;  
  }  
  
  .menu_bar .bt-menu {  
    display: block;  
    padding: 9px;  
    color: #fff;  
    overflow: hidden;  
    font-size: 25px;  
    font-weight: bold;  
    text-decoration: none;  
  }  
  
  .menu_bar img {  
    float: right;
```

```
    font-size: 40px;
  }

  header nav {
    width: 50%;
    height: calc(100% - 80px);
    position: fixed;
    right: 100%;
    /*margin: 0;*/
    margin-top: 60px;
    overflow: scroll;
  }

  header nav ul li {
    display: block;
    border-bottom: 1px solid rgba(255,255,255,.5);
  }

  header nav ul li a {
    display: block;
  }

  header nav ul li:hover .children {
    display: none;
  }

  header nav ul li .children {
    width: 100%;
    position: relative;
  }
```

```
    header nav ul li .children li a {
        margin-left:20px;
    }

    header nav ul li .caret {
        float: right;
    }
}

/*****/

#return-to-top {
    position: fixed;
    bottom: 20px;
    right: 20px;
    background: rgb(0, 0, 0);
    background: rgba(0, 0, 0, 0.7);
    width: 50px;
    height: 50px;
    display: block;
    text-decoration: none;
    -webkit-border-radius: 35px;
    -moz-border-radius: 35px;
    border-radius: 35px;
    display: none;
    -webkit-transition: all 0.3s linear;
    -moz-transition: all 0.3s ease;
    -ms-transition: all 0.3s ease;
    -o-transition: all 0.3s ease;
    transition: all 0.3s ease;
}
```

```
#return-to-top i {
    color: #fff;
    margin: 0;
    position: relative;
    left: 16px;
    top: 13px;
    font-size: 19px;
    -webkit-transition: all 0.3s ease;
    -moz-transition: all 0.3s ease;
    -ms-transition: all 0.3s ease;
    -o-transition: all 0.3s ease;
    transition: all 0.3s ease;
}
#return-to-top:hover {
    background: rgba(0, 0, 0, 0.9);
}
#return-to-top:hover i {
    color: #fff;
    top: 5px;
}

/* Extra Things */
/*body{background: #eee ;font-family: 'Open Sans', sans-serif;}h3{font-size: 30px; font-weight: 400;text-align: center;margin-top: 50px;}h3 i{color: #444;}*/

</style>

</head>
<body>

<div class="menu_bar">
```

```

        <a href="#" class="bt-menu"><i class="fa fa-bars" aria-
hidden="true"></i> Menú</a>

    </div>

    <center>

    <header>
        <nav>
            <ul>
                <?php if(verificaAcceso("MENU_ADMINISTRACION",$_SESSION["
accesos"])): ?>
                    <li class="submenu">
                        <a href="#"><span class="icon-
house" ></span>Administración</a>
                        <ul class="children">
                            <li><a href="cambiar_contra.php" target="workSpac
e">Cambiar Contraseña</a></li>
                            <li type='separator'></li>
                        </ul>
                    </li>
                    <li type='separator'></li>
                <?php endif; ?>

                <?php if(verificaAcceso("MENU_MAESTROS",$_SESSION["acceso
s"])): ?>
                    <li class="submenu">
                        <a href="#"><span></span>Registrar Recursos<span clas
s="caret icon-arrow-down6"></span></a>
                        <ul class="children">
                            <li><a href="home_mantenimiento.php?Area=<?php ec
ho $Area ?>" target="workSpace">Registrar</a></li>
                            <li><a href="home_mantenimiento.php?Area=<?php ec
ho $Area ?>" target="workSpace">Buscar Recurso<span class="icon-dot"></span></a></li>

```

```

        </ul>
    </li>
    <li type='separator'></li>
    <?php endif; ?>

    <?php if(verificaAcceso("MENU_MANTENIMIENTO",$_SESSION["a
ccesos"])): ?>
        <li class="submenu">
            <a href="#"><span></span>Solicitar Asignación<span cl
ass="caret icon-arrow-down6"></span></a>
            <ul class="children">
                <li><a href="home_comple.php?Area=<?php echo $Are
a ?>" target="workSpace">Solicitar</a></li>
                <li><a href="home_comple.php?Area=<?php echo $Are
a ?>" target="workSpace">Buscar Recuro</a></li>
            </ul>
        </li>
    <li type='separator'></li>
    <?php endif; ?>

    <?php if(verificaAcceso("MENU_REPORTES",$_SESSION["accesos
"])): ?>
        <li class="submenu">
            <a href="#"><span class="icon-
earth"></span>Generar Asignación</a>
            <ul class="children">
                <li><a href="home_comple.php?Area=<?php echo $Are
a ?>" target="workSpace">Generar</a></li>
                <li><a href="home_mantenimiento.php?Area=<?php ec
ho $Area ?>" target="workSpace">Buscar área</a></li>
            </ul>
        </li>
    </li>

```



