Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Aplicación de transporte y optimización combinatoria (TSP) en técnicos de Logísticas y Servicios Generales De la Cruz SAC

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Jhonny Alexander SÁNCHEZ LÓPEZ

ASESOR

Mg. Lucy Haydee DE LA CRUZ CUADROS

Lima, Perú

2022



Reconocimiento − No Comercial − Compartir Igual − Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sánchez, J. (2022). *Aplicación de transporte y optimización combinatoria (TSP) en técnicos de Logísticas y Servicios Generales De la Cruz SAC*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jhonny Alexander Sánchez López
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70505582
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Lucy Haydee De La Cruz Cuadros
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06554824
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-9788-1531
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Enrique Calderón Rodríguez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09910975
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Flor Cagniy Cardenas Mariño
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	45422233
Datos de investigación	

Línea de investigación	A.3.3.5. Aplicaciones de herramientas de IO a la producción de bienes y servicios
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2021
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

DECANATO

Anexo 6

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA
(PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2022-I)

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 17:30 horas del día sábado 23 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador de Tesis:

Lic. Carlos Enrique Calderón Rodríguez	(Presidente)
Mg. Flor Cagniy Cárdenas Mariño	(Miembro)
Mg. Lucy Haydee De la Cruz Cuadros	(Miembro-Asesor)

Para la sustentación de la Tesis intitulada: APLICACIÓN DE TRANSPORTE Y OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA(TSP) EN TÉCNICOS DE LOGÍSTICAS Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ SAC, presentada por el señor Bachiller **Sánchez López, Jhonny Alexander**, para obtener el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición de la Tesis, el presidente invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, el expositor mereció la aprobación sobresaliente con un calificativo promedio de dieciocho (18)

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que el participante señor Bachiller Sánchez López, Jhonny Alexander, en virtud de haber aprobado la sustentación de su Tesis, será propuesto para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 18:00 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.

PRESIDENTE
Lic. Carlos Enrique Calderón Rodríguez

MIEMBRO
Mg. Flor Cagniy Cárdenas Mariño

MIEMBRO-ASESOR
Mg. Lucy Haydee De la Cruz Cuadros

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Lucy Haydee De la Cruz Cuadros, en mi condición de asesora acreditada con DICTAMEN-000004-2026-EPIO-FCM/UNMSM de la tesis de, cuyo título es: "APLICACIÓN DE TRANSPORTE Y OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA (TSP) EN TÉCNICOS DE LOGÍSTICAS Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ SAC", presentado por el bachiller JHONNY ALEXANDER SÁNCHEZ LÓPEZ para optar el título profesional de Licenciado en Investigación Operativa, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 13% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención título profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Lima, 14 de junio de 2026.



Firma de la Asesora:
DNI: 06554824
asesora:
Mg. Lucy Haydee De la Cruz Cuadros

RESUMEN

En este trabajo se utilizará la heurística “Optimización combinatoria” para la mejor de toma de decisiones en una Pyme peruana LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, se desarrollará un modelo matemático con el apoyo de un software comercial. Este modelo puede ser adaptado a cualquier problema de ruteo de vehículos.

Finalmente, el decisor verá si es factible aplicar el método, para así lograr con el objetivo planteado y demostrar su eficacia, así como también la satisfacción de los trabajadores de la empresa con la respectiva aprobación de la empresa, así como también de las personas involucradas en la investigación.

Palabras claves:

- ✓ Heurística.
- ✓ Optimización combinatoria
- ✓ TSP
- ✓ NP – COMPLETO

ABSTARCT

In this work the heuristic "Combinatorial optimization" will be used for the best decision-making in a Peruvian Mype LOGISTICS AND GENERAL SERVICES OF LA CRUZ S.A.C, a mathematical model will be developed using commercial software. This model can be applied to any vehicle routing problem.

Finally, the decision-maker will see whether it is feasible to apply the method, in order to achieve the stated objective and demonstrate its effectiveness, as well as the satisfaction of the employees of the company with the respective approval of the company, as well as the people involved in the investigation.

Keywords:

- ✓ Heuristics.
- ✓ Combinatorial optimization
- ✓ TSP
- ✓ NP - COMPLETE

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A mis padres que siempre están apoyándome,

siendo soporte emocional en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi querida alma mater la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

A mis profesores por las enseñanzas dictadas.

ÍNDICE

RESUMEN ii

ABSTARCT iii

ACTA DE SUSTENTACIÓN iv

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTOS vi

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN 1

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA 1

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.2.1 PROBLEMA GENERAL 3

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS 3

1.3 JUSTIFICACIÓN 3

1.3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA 3

1.3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA 3

1.4 OBJETIVO 4

1.4.1 OBJETIVO GENERAL 4

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 5

2.1 ANTECEDENTES 5

2.2 BASES TEÓRICAS 8

2.3 BASES CONCEPTUALES 14

CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES 20

3.1 HIPÓTESIS 20

3.2 VARIABLES....20
3.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL....21
3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES....22
3.2.3 VALIDÉZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN....22
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN....23
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN....23
4.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN....23
4.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN....23
4.5 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO....25
4.6 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....25
4.7 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....27
4.8 CODIFICACIÓN....29
CAPITULO V: RESULTADOS....32
5.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS....32
5.2 PRUEBAS DE HIPÓTESIS....36
CAPITULO VI: DISCUSIÓN....42
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....46
ANEXOS....48

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1: Estructura del grafo 30

Fig.2 : Estructura del dígrafo 31

Fig.3 : Histograma 34

Fig. 4: Prueba de Anderson Darling 35

Fig.5 : Prueba de hipótesis 1 36

Fig. 6: Prueba de hipótesis 2 36

Fig. 7: Kilómetros totales 39

Fig. 8: Gráfica de valores individuales de real; optimizado 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de operacionalización 22

Tabla 2: Técnica de recolección de datos: 25

Tabla 3: Estadísticas descriptivas 38

Tabla 4: Estimación de la diferencia y prueba de muestras emparejadas 38

Tabla 5: Estadísticas descriptivas 40

Tabla 6: Estimación de la diferencia y prueba de muestras emparejadas 40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Empresas de telecomunicaciones en el Perú 48

ANEXO 2: Organigrama propuesto 49

ANEXO 3: Procedimiento de trabajo 50

ANEXO 4: Partes involucradas 51

ANEXO 5: Flujograma general propuesto 52

ANEXO 6: Flujograma de almacenaje propuesto 53

ANEXO 7: Flujograma de certificación y liquidación 54

ANEXO 8: Flujograma de contratación propuesto 55

ANEXO 9: FODA 56

ANEXO 10: FODA estratégico 58

ANEXO 11: Base de datos 60

ANEXO 12: Coordenadas de la base de datos 61

ANEXO 13: Coordenadas de la base de datos 62

ANEXO 14: Matriz de consistencia 63

ANEXO 15: Mapeo de las coordenadas 64

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Actualmente, el servicio al comprador constituye un punto de esencial transcendencia en el mercado, por el que las organizaciones se ven forzadas a hacer sus operaciones sin desmejorar la atención brindada al consumidor, considerando al personal como un recurso de fundamental trascendencia para llegar a estos objetivos como el costo añadido que marca la diferencia entre el servicio que da una u otra compañía, es por ello, que en preocupación de los trabajadores muchas empresas a nivel mundial optan por ponerle movilidad particular a sus colaboradores ya que influye en el bienestar de los trabajadores, estado de ánimo, desempeño laboral, etc.

El transporte público, en diferentes partes de las urbes, es acechado por una cantidad enorme de usuarios. Estas personas recurren con frecuencia a este tipo de transporte para ir a sus empleos, escuelas, corporaciones, etc. No obstante, realizarlo de esa forma requiere e involucra para muchos levantarse más temprano, que quiere decir, las personas no conciliarían un sueño completo o deberán caminar por más tiempo para tomar el microbús que puede acercarlo a su centro laboral. Por desgracia, todos los días se vive experiencias lleno de inseguridad, manifestándose en diferentes sectores de nuestra vida cotidiana sin dejar de lado el transporte público que es uno de los más afectados por los usuarios al trasladarse de un lado a otro.

En el Perú, el primordial medio de transporte son las camionetas rurales o combis (46%) y como segundo lugar está constituido por los microbuses (31%). Siendo Lima, la ciudad con casi la mitad poblacional que se moviliza mediante combis.

En Lima Metropolitana el 49% de los usuarios utiliza combis, en lo que el 38% lo hace en microbús y solo un 5% lo hace en ómnibus, el decrecimiento de esta clase de transporte tan

fundamental se explica ciertos años atrás por el crecimiento notable del parque automotor en la metrópoli de novedosas y superiores unidades que acabaron por aislar a este medio.

En cuanto al uso de los medios más relevantes de transporte(combis).

En la empresa en mención “LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C” el 85% de sus trabajadores se movilizan en transporte público y sólo el 15% lo hacen en movilidad privada.

Actualmente la empresa TELCCSAC por un motivo de juicio con la contrata a la cual labora ha decidido crear una nueva empresa con todas las mismas características, trabajadores ETC.

La empresa actual se llama: LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, actualmente cuenta con 12 rutas y 25 técnicos, todo el personal de la empresa en total asciende a 33 colaboradores, los cuales por motivo de cambio de almacén central y horario de trabajo se han visto afectados e insatisfechos y muchos de ellos han pensado en renunciar.

Estas decisiones pueden llegar a perjudicar a la empresa, ya que constantemente recibe buena cantidad de trabajo y si en caso la empresa no pudiera realizar un trabajo por motivo de falta de personal, se asignaría el trabajo a otra empresa colaboradora, dejando en muchas ocasiones a la empresa en mención sin trabajo.

La acción que se ha determinado para la mejoría de la empresa ha sido optar por un algoritmo heurístico, la optimización combinatoria(TSP).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de la propuesta de un modelo de optimización combinatoria (TSP) en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿El análisis de la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal, que efectos tiene en el costo por el traslado?

¿De qué maneras se podría optimizar la distancia de las rutas del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C?

1.3 JUSTIFICACIÓN

1.3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Existe una gran diversidad de algoritmos a utilizar para resolver un problema de ruteo de vehículos, sin embargo, para este estudio utilizaremos el problema la variación del algoritmo genético para el PAV(TSP), ya que en la empresa a trabajar en mención una de las condicionales es que la unidad a utilizar tiene que retornar a la empresa; Haciendo que los demás algoritmos sean útiles, pero con mayor complejidad.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación presente plantea un sistema de solución al problema de optimización de recursos y tiempo, brindando una propuesta de mejora para la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C y así garantizar su mejor desempeño.

Se realizará la indagación destinada a ofrecer una herramienta matemática que posibilite comprender y elegir una elección óptima ante criterios de interés que se proponga en el problema presentado, así como elecciones que se tome posteriormente.

Viendo la complejidad y perdida de recursos del decisor de hoy en el proceso de la toma de elecciones al no disponer de los múltiples criterios e incontables alternativas de solución se hace necesaria la aplicación del Agente Viajero (TSP) con el apoyo de diferentes programas como LINGO, EXCEL, PHYNTON, ETC.

Adicionalmente se contribuirá con un Maps donde se esté ubicado todos sus técnicos de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C y en base a los resultados obtenidos generar el ruteo en cualquier dispositivo tecnológico.

1.4 OBJETIVO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

1) Proponer un modelo de la optimización combinatoria (TSP) para mejorar la eficiencia de traslado de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, con respecto al modelo anterior.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1)Determinar la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejora el costo por el traslado de personal, con respecto a los costos anteriores.

2)Proponer un modelo optimizando la distancia de las rutas para el transporte de personal en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, con respecto a las distancias recorridas anteriormente.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Investigaciones internacionales:

De acuerdo a Marín y Meléndez, (2017), en su trabajo de investigación Un modelo de mejora de rutas de transporte urbano en el sector metropolitana de Bucaramanga con VRPTW por medio de un algoritmo de mejora por enjambre de partículas evolutivo menciona que en el transporte urbano de Colombia, uno de los inconvenientes de más grande efecto y difícil de intentar es la asignación de rutas, que en casi cada una de las capitales de Colombia la movilidad por las carreteras se viene aumentando por consiguiente con la intención de ofrecer el mejoramiento de rutas de transporte (optimización) se convierte en un elemento determinante en el momento de abordar esta clase de problema, debido a que esta busca hallar la mejora de rutas que posibilite tener una más grande eficiencia en relación a los recursos existentes.

De acuerdo a Domínguez, (2015), en su trabajo de Meta heurísticas aplicadas a la optimización de rutas de transporte en vehículos con restricción de carga en 2 dimensiones menciona que el PAV (por sus siglas en inglés TSP) es uno de los enigmas más clásicos dentro de la optimización combinatoria que están relacionados con el transporte.

En este problema el viajante de comercio se encuentra en una ciudad específica, y tiene que visitar una relación de ciudades previamente establecidas, donde se conoce la distancia entre cada una de ellas. El objetivo es buscar la ruta óptima la cual inicie y culmine en la misma ciudad y aunque parezca un problema sencillo, no lo es ya que su optimización resulta compleja conforme vayan aumentando los nodos, desde el punto de vista de la teoría de la complejidad computacional se trata de un problema NP-COMPLETO.

De acuerdo a Calviño, (2011), en su trabajo de Cooperación en los problemas del viajante(TSP) y de rutas de vehículo(VRP): una panorámica menciona que estos problemas son dos de los más estudiados en Investigación de Operaciones, el problema del agente viajero(TSP) y el problema de rutas de vehículos(VRP) están sumamente relacionados, es más el (VRP) que surge del como una extensión del agente viajero, pero a diferencia de este es que el VRP toma en consideración la demanda de los clientes en lista a visitar, Tiene una gran complejidad computacional.

Investigaciones nacionales:

De acuerdo a Riveros, (2015), en su trabajo de Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la distribución a una empresa de logística menciona que en la actualidad las organizaciones sin importar el sector donde realizan sus operaciones, servicios o tamaño vienen haciendo un frente constante a un mundo competente en donde en muchos casos tienen que llegar a un acuerdo entre la satisfacción de sus clientes y la eficiencia económica de sus actividades.

En la investigación de operaciones el campo de investigación de los modelos y técnicas son muy amplios y la necesidad de la distribución óptima teniendo la restricción al uso de los recursos escasos con la que la empresa dispone, cada vez es más exigentes, el TSP es un ejemplo el cual nos muestra y hace el análisis de la problemática de algunos tipos de problemas matemáticos que en teoría parecen tener una solución sencilla, pero en la práctica presentan una gran dificultad computacional

De acuerdo con Mejía, (2013), en su trabajo Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los Olivos menciona que en el sector de recolección

de residuos sólidos el método más adecuado de optimización de rutas con el fin de mejorar su rentabilidad en este campo no ha sido explorado ni sustentado de manera contundente en el ámbito nacional.

Dentro de su estudio se analizan los métodos de optimización de rutas mediante los teoremas y las aplicaciones prácticas, en donde se mencionan los fundamentos, las restricciones y los algoritmos adecuados para el caso en particular de la empresa en estudio, dando como solución propuesta combinará el micro ruteo mientras que para la del macro ruteo se ajustará el método de ruteo del agente viajero (TSP) y así el estudio brinda una solución relevante para el problema que presenta la empresa.

De acuerdo con Solari, (2019), en su trabajo de Solución del problema del agente viajero asimétrico bajo el enfoque del problema de asignación menciona que es factible determinar la relación entre las variables que permita la formulación del PAVA bajo el enfoque del problema de asignación y que en viceversa es necesario añadir variables y restricciones a la formulación del problema de asignación para obtener la formulación den PAVA.

Basado en la complejidad computacional para problemas de gran dimensión es recomendable utilizar programas para resolver problemas de programación entera mixta es preferible de versiones profesionales y con una computadora de alta velocidad de procesamiento.

2.2 BASES TEÓRICAS

Descripción: El PAV (TSP), es considerado como un agregado de grafos cuyas aristas son las probables vías que puede seguir la entidad para visitar todos los nodos.

El PAV o TPS (Travelling Salesperson Problem) pertenece a uno de los dilemas más populares y complicados de las ciencias computacionales, fue debatido por diferentes y numerosas especialidades de la ingeniería por diversas causas. Su primordial aplicación es la de recorrer a partir de diversas perspectivas, así sea un proceso con una sucesión especifica o una repartición de carácter logístico, en la que intervienen recursos del transporte, intentando encontrar el óptimo trayecto viable con criterios de economía en distancia o en costo. Proporcionar resultados coopera a perfeccionar los procesos en diversos entornos científicos e industriales, ofreciendo opciones para el excelente uso de los recursos. Enseñanzas que abordan este asunto son la averiguación de la operatividad y las ciencias informáticas como algoritmia y teoría de grafos.

Hay varios inconvenientes NP-completos bastante atrayentes, uno de ellos es el (PAV), del que se explicará de manera escueta su historia. Una de las primeras noticias que se tiene del PAV ha sido en el año 1831, en Alemania. Se publicó un libro llamado como "Der Handlungsreisende" o "El Agente Viajero", donde se cuestiona los siguiente: ¿Cómo debería ser un representante viajero y que debería hacer para vender más y tener un prestigioso negocio? La respuesta a esta interrogante seria a partir de un proyecto de recorridos para cubrir tantas ciudades como fuera viable sin ir a una metrópoli más de una vez. Sin embargo, la historia del PAV a partir de la perspectiva algorítmico ha avanzado debido a que este problema fue una maravillosa plataforma de pruebas para la incorporación de novedosas ideas numéricas como las relajaciones Lagrangean para el Recocido Simulado (Simulated Annealing), averiguación Tabú,

algoritmos Genéticos, Redes Neuronales, etcétera. Además, la averiguación se ha concentrado en el análisis de correctos algoritmos, aunque no precisamente óptimos en el resultado. Se han acreditado inconvenientes de la vida existente tanto como inconvenientes provocados fortuitamente para metrópolis que oscilan entre 100 y 1,000,000 metrópolis. La heurística Spacefilling Curve de Bartholdi y Platzman es bastante inmediata para un PAV geométrico de un millón de metrópolis; este algoritmo llega a la solución con un 35% de Held-Karp de la cota más baja en una ruta óptima en 22 segundos en una PC SGI Challenge con 150 Mhz. El algoritmo "Iterated Lin-Kernighan" originariamente postulado por Martin, Otto y Felten, para un millón de localidades, puede solucionar el problema con una precisión de 1.07%, sin embargo, toma 500 horas en realizarlo, este mismo algoritmo para 1000 metrópolis abarca una precisión de 0.9% en solamente 30 segundos. Por otro lado, el algoritmo denominado "Branch and Cut" fue un triunfo en resoluciones no triviales con 4,461 localidades [JOH94].

Propiedades: TSP está clasificado como Problema de optimización Combinatoria, o sea, es un inconveniente donde participan un cierto número de cambiantes; es decir, cada variable puede tener N diferentes valores y cuyo número de combinaciones es de carácter exponencial, lo cual da sitio a diversas resoluciones óptimas (soluciones que se evalúan en un periodo finito) para una instancia.

TSP es considerado un inconveniente trabajoso de solucionar, designándose en lenguaje computacional NP-Completo, o sea, es un inconveniente que no tenemos la posibilidad de asegurar que se hallará la mejor solución, en una época de cómputo razonable. Para ofrecer solución se dispone diversos procedimientos, los primordiales se llaman heurísticas cuyo objetivo es crear resoluciones de calidad en tiempos de cómputo muchísimo más reducidos (soluciones óptimas: tiempo – respuesta).

El PAV es el siguiente: dado un número n de metrópolis, las cuales tienen propiedades de precios o intervalos, el vendedor partiendo de una metrópoli debería andar cada una de las otras exactamente una vez hasta regresar a su puesto inicial. Esta clase de recorridos según la teoría de grafos es lo cual se sabe cómo un recorrido Hamiltoniano.

Obviamente por preguntas aplicativas el problema puede atrasar en su esquema referente que podría plantearse ejemplificando que el vendedor parta de una partida establecida, consideremos en que el resultado es para una compañía que tiene un punto base de repartición como una manufactura o una tienda, o aún más atrayente si se poseen zonas evidentemente diferenciadas con diversos puntos de vista de repartición forzosa, como pasa con regiones de electrificación relacionadas a una subestación.

Aplicación: TSP está clasificado como Problema de optimización Combinatoria, o sea, es un inconveniente donde participan cierta cantidad de variables; cada variable puede tener N diversos valores y cuyo número de combinaciones es de carácter exponencial, lo cual da sitio a diversas resoluciones óptimas (resultados que se cuentan en una época finito) para una instancia.

TSP es un inconveniente considerado dificultoso de solucionar, denominándose en lenguaje computacional NP-Completo, o sea, es un inconveniente para el que no tenemos la posibilidad de asegurar que se encontrará el mejor resultado en un periodo de cómputo comprensible. Para ofrecer solución se emplean diferentes procedimientos, entre los cuales, los primordiales se llaman heurísticas cuyo objetivo es crear resoluciones de buena condición en tiempos de cómputo diminutos (soluciones óptimas - tiempo – respuesta).

Planteamiento matemático del tsp:

El problema del agente viajero tiene un grupo de n metrópolis que se denominan nodos y un grupo de distancias entre cada metrópoli denominados arcos, cabe poner en claro la situación posterior: si el agente tiene que ir de la metrópoli 1 a la localidad 2, esta distancia la vamos a llamar d12 y no posee que ser precisamente igual a d21, por esa razón se cuenta existente un TSP simétrico y un TSP asimétrico llamado tambien como ATSP, el propósito primordial es descubrir la ruta más corta viable que visite exactamente una vez cada localidad y después retorne al sitio de origen(1). El TSP se puede formular matemáticamente de una manera simple, su dificultad crece mientras se incrementa la cifra de localidades, para plantear el TSP como un inconveniente de PLE, haremos uso de una variable Xij la cual tomará el costo de 1 si el arco de i a j es utilizado y 0 en caso opuesto. La fórmula queda de la siguiente forma:

$$X_{ij}=\begin{cases} 1, si\ se\ visita\ la\ ciudad\ j\ despues\ de\ la\ ciudad\ i \\ 0, si\ no\ se\ visita\ la\ ciudad\ j\ despues\ de\ la\ ciudad\ i \end{cases}$$

C_{ij} = Costo asociado de la visita de la ciudad j, luego de visitar la ciudad i

$$\text{Min Z} = \sum_{i=0}^{n} \sum_{j=0}^{n} C(i;j)X(i;j) \quad \dots (1)$$

La ecuación (1) tiene relación con la funcionalidad objetivo, la finalidad es reducir la distancia recorrida por el agente viajero, adicional a esta funcionalidad se tienen que proponer limitaciones de ingreso y salida de cada urbe.

$$\sum_{i=0, i\neq j}^{n} X(i;j) = 1 \quad \dots (2)$$

La ecuación (2) asegura que se llega a una urbe cada vez.

$$\sum_{j=0, i\neq j}^{n} X(i;j) = 1 \quad \dots (3)$$

La ecuación (3) asegura que se sale de una localidad cada vez.

Aunque no es suficiente con las limitaciones (2) y (3) para mejorar el problema, debido a que tienen la posibilidad de generar subtours entre conjuntos de metrópolis por esto se tiene la siguiente restricción.

$$\sum_{(i;j):i\varepsilon L;j\varepsilon N} X(i;j) \geq 1$$

Métodos de solución:

Los inconvenientes de programación lineal como el agente viajero (TSP), son considerados de difícil solución por tener una explosión combinatoria que hace difícil por medio de técnicas precisas descubrir el óptimo universal del problema. En los inconvenientes combinatoriales existe la separación que los cataloga en 2 tipos inconvenientes tipo P o polinomiales para los cuales es simple descubrir una óptima solución y los inconvenientes tipo NP o no polinomiales, para los cuales hallar el óptimo universal no es tan sencillo [1], [4] y [5]. El problema del agente viajero recae en la categoría de los no polinomiales, por lo que hallar el óptimo universal no es labor simple y más si aumenta el número de localidades n. El inconveniente del representante viajero se puede solucionar usando el modelo MTZ2 [2], continuamente y una vez que sea con un diminuto número de metrópolis, el esquema del modelo es de la siguiente forma:

Las variables

$$X_{ij}=\begin{cases}1, si\ se\ va\ de\ la\ ciudad\ i\ a\ la\ ciudad\ j\\ 0, caso\ contrario\end{cases}$$

μ_i = número de ciudades visitadas hasta la ciudad i

Función Objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} C(i;j)X(i;j)$$

Las restricciones

$$\sum_i X(i;j) = 1 \; entra\ una\ vez\ cada\ ciudad$$

$$\sum_j X(i;j) = 1 \; deja\ una\ vez\ cada\ ciudad$$

$\mu_i + 1 \leq \mu_i + n * (1 - X_{ij})$, rompe sub tours

para i=2,

… , n i≠j , j = 2 , … , n

$X_{ij} \varepsilon \{0,1\}$, para todo i y j

$\mu_i \geq 1$, para todo i

Línea de investigación 4 : Meta heurísticas

Comprenden la modelación y solución de problemas de mayor complejidad que los que se resuelven con técnicas heurísticas, que además podrían representarse como problemas de programación matemática pero que por su dimensión y complejidad no pueden resolverse exactamente, pero sí pueden plantearse para resolverse de manera aproximada o subóptima.

Estas técnicas son actualmente de uso frecuente porque su aplicación para la solución aproximada de problemas genera grandes beneficios y ahorros económicos en diferentes áreas de la actividad productiva y de servicios.

Su aplicación está frecuentemente asociada a problemas que pueden ser estructurados como problemas de programación lineal o no lineal, pero por su complejidad no pueden resolverse por esas técnicas.

Existen diferentes algoritmos metaheurísticos tales como los Algoritmos genéticos, GRASP, Simulated annealing, Colonia de hormigas, Algoritmos evolutivos, entre otros, que son de amplio uso actual.

Se aplicará en Diseño de rutas en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

2.3 BASES CONCEPTUALES

a. TSP (traveling salesman problem):

Según Taha (2012) se define: “el problema de TSP tiene que ver con hallar el recorrido más corto (cerrado) en una situación de n ciudades, donde cada ciudad es visitada exactamente una vez antes de regresar al punto de partida”. (pág. 395).

Asimismo, Granada (2016) menciona lo siguiente: “Este problema es ampliamente estudiado en la literatura y ha sido abordado por una gran cantidad de investigadores para probar nuevas ideas y nuevos algoritmos de optimización combinatoria y exacta. El PAV ha llamado la atención de investigadores de psicología cognitiva, debido a que se ha observado que los seres humanos tienen una habilidad innata de producir soluciones de buena calidad muy rápidamente. La idea de estos estudios es caracterizar las variables y los algoritmos que el ser humano utiliza en la solución de este problema para posteriormente establecer métodos computacionales inspirados en este tipo de comportamiento neuronal”. (pág. 32).

b. Optimización Combinatoria:

Según Granada (2016) se define: “La optimización combinatoria es una de las áreas más jóvenes y activas de las matemáticas discretas. Su considerable crecimiento se debe probablemente a su gran campo de aplicación dado que muchos problemas de la vida real pueden ser formulados como problemas abstractos de optimización combinatoria. Adicionalmente, existe un gran interés de la comunidad científica debido al hecho que aún quedan numerosos interrogantes por resolver. De hecho, el propio término metaheurística no ha sido definido con precisión”. (pág. 1).

c. Heurísticas:

Según Granada (2016) menciona: Heurísticas “La principal desventaja de los métodos constructivos y de búsqueda local es que ellos generan un número muy limitado de soluciones diferentes y generalmente convergen a óptimos locales de baja calidad. Este es el caso de las heurísticas basadas en reglas golosas o de mejoramiento iterativo”. (pág. 7)

d. Metaheurísticas:

Según Granada (2016) define: Que las metas heurísticas “se basan en un conjunto de conceptos Definición de meta heurística algorítmicos que tienen como finalidad guiar procesos heurísticos para evitar la convergencia prematura y explorar regiones del espacio de búsqueda que contienen soluciones de alta calidad. Una meta heurística puede ser aplicable a un conjunto amplio de diferentes problemas, por lo cual es considerado un método heurístico de propósito general el cual puede ser aplicado a diferentes problemas de optimización teniendo que hacerse relativamente pocas modificaciones o adaptaciones al algoritmo para poder ser aplicado a un problema específico”. (pág. 8)

e. Clase P:

Según Riojas (2005) define: Clase P “La clase de dificultad de los inconvenientes que tienen la posibilidad de ser resueltos en tiempo polinómico calculado desde el acceso por una máquina de Turing determinista es llamada P. Una máquina de Turing no es una máquina física sino un mecanismo racional por medio del cual el cálculo puede descomponerse en iteraciones de operaciones específicas drásticamente primordiales (controladas por un programa). El inicio de Turing es entonces los inconvenientes conciernen a la clase P si su solución podría ser referida con exactitud y ser programada para que la haga una PC en tiempo que varíe polinómicamente (no exponencialmente, por ejemplo) relacionadas al volumen de sus cambiantes y fronteras de acceso. Dichos inconvenientes se llaman “tratables”. (pág. 10)

f. Clase NP:

Según Riojas (2005) define: Clase NP “Cuando los problemas sólo se pueden resolver usando una máquina de Turing no-determinista, se dice que pertenecen a la clase NP. NP es el acrónimo en inglés de Polinómico No determinista (Non-Deterministic Polynomial-time). Hay dos formas de establecer si un problema pertenece a la clase NP) Si su solución implica el uso de una máquina de Turing No determinística en tiempo Polinomial o 2) Si su solución se puede verificar en una máquina de Turing determinística en tiempo polinomial. Se muestra que cualquiera sea la forma en que se defina la clase NP si el problema pertenece a P también pertenece a NP”. (pág. 10)

Asimismo, Granada (2016) menciona: “Existen dos clases de algoritmos para la solución de problemas de optimización combinatorial: algoritmos exactos y algoritmos aproximados. En problemas de tipo NP-difícil, los Algoritmos exactos algoritmos exactos garantizan encontrar la solución óptima. El problema radica en que la complejidad de tiempo del algoritmo es dependiente del tamaño del problema. En el peor de los casos, los algoritmos requieren tiempos exponenciales

para encontrar el óptimo. En los últimos años y gracias al gran avance de la tecnología, ha sido posible encontrar, en tiempos bastante altos, la solución exacta de algunos problemas específicos de tipo NP-difícil. Por tal razón, para la mayoría de problemas de este tipo el desempeño de los algoritmos exactos no es satisfactorio". (pág. 6)

g. Clase NP - Completo

Según Riojas (2005) define: Clase NP- completo, hay otra clase de inconvenientes que hace referencia a la clase NP poseen propiedades que merece una categorización aparte; son los NP-completos. Un inconveniente de elección C es NP-completo si:

1. Es un inconveniente NP.

2. Todo problema de NP se puede cambiar polinomialmente en él. (pág. 13)

h. Costo de transporte

Mora y Martiliano (2010) define: El valor del transporte "está constituido por todos los costos que origina ser propietario de vehículos propios, como son mantenimiento, depreciación, impuestos, seguros, repuestos, gasolina, peajes. [relacionado al costo del personal, mencionó], es el pago de sueldos, prestamos, dotación, gastos de alimentación, realizado al personal implicado en este proceso de enviar, y/o transportar las mercancías a otras sucursales del país como son los conductores de camiones y los mensajeros". (pág. 40)

i. Tiempo de recorrido

Los analistas de Movertis (2017) define: mejorar las rutas de transporte por medio de su adecuado boceto y planeación da monumentales utilidades como:

- Ahorro en tiempo de trabajo: una organización realizada a mano, de las rutas toma un largo tiempo de quien las trazan y de quienes la desarrolla. Por medio de la mejora de rutas tendrás la

posibilidad de minimizar tiempo en este desarrollo. Así mismo, con rutas más capaces los pilotos no tomarían un largo tiempo en la dirección.

- Consumidores más satisfechos: Si la ruta de transporte se optimiza, se ajustará el ratio de entrega de demandas en el período establecido.

j. Clúster

Según Porter define así su concepto de clúster: "Un clúster es grupo geográficamente denso de empresas e instituciones conectadas, pertenientes a un campo concreto, unidas por rasgos comunes y complementarias entre sí". (pag.180)

Por otro lado, Crouch y Farrell menciona el concepto más general de clúster sugiere algo menos rígido: una tendencia de las compañías con negocios similares a localizarse juntas, a pesar de no tener una importante presencia en un área. (pag.181)

k. Python

Para Vaston, Python es un lenguaje de programación interpretado de tipiado dinámico cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma y disponible en varias plataformas.

Python es un lenguaje de programación de elevado grado, o sea las sintaxis que se suele utilizar es simple de leer para una persona, a comparación de otros idiomas como java y c++, debido a que la filosofía del lenguaje es dar una sintaxis bastante limpia y que beneficie con código leíble.

(Challenger-Pérez et al., 2014)

l. Investigación Operativa

Según Hillier, investigación operativa significa hacer un análisis sobre las operaciones referentes a la conducción y coordinación de actividades dentro de una empresa aplicada a una gama extraordinariamente amplia.

m. Transporte

Para Salazar (2019), el problema del transporte o distribución, es un problema de redes especial en programación lineal que se funda en la necesidad de dirigir unidades de un punto específico llamado fuente u origen hacia otro punto determinado llamado destino.

CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

1. Hipótesis General:

Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará la eficiencia en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

2. Hipótesis Específica:

Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Es factible, proponer un modelo optimizando las distancias de las rutas con optimización combinatoria(TSP) en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

3.2 VARIABLES

- Variable Independiente:

Optimización combinatoria(TSP)

- Variable Independiente:

Transporte

3.2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Optimización combinatoria(TSP):

La optimización combinatoria es una de las superficies más adolescentes y activas de las matemáticas discretas. Su destacable incremento se debería posiblemente a su enorme campo de aplicación ya que varios inconvenientes de la vida real tienen la posibilidad de ser formulados como inconvenientes abstractos de mejora combinatoria. Granada (2016).

Transporte:

El triunfo que han desempeñado los sistemas de administración de rutas de transporte en la industria se tiene que, en enorme medida, a la función de solucionar inconvenientes que deben ver con la inquietud del tráfico o la petición del comprador, lo cual se interpreta en ventajas para el mejor empleo del transporte, respecto a su competencia y calidad de servicio. Revista Logistec (2017)

3.2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1: Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Formula	Escala de medición
Optimización combinatoria (TSP)	La optimización combinatoria es una de las áreas más jóvenes y activas de las matemáticas discretas. Su considerable crecimiento se debe probablemente a su gran campo de aplicación dado que muchos problemas de la vida real pueden ser formulados como problemas abstractos de optimización combinatoria. Granada (2016).	El problema del agente viajero TSP nos permitirá definir un mejor proceso de transporte de colaboradores en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.					
Transporte	El éxito que han alcanzado los sistemas de gestión de rutas de transporte dentro de la industria se deben, en gran medida, a la capacidad de resolver problemas que tienen que ver con la preocupación del tráfico o la demanda del cliente, lo que se traduce en beneficios para el mejor aprovechamiento del vehículo, en relación a su capacidad y calidad de servicio. Revista Logistec (2017)	La gestión de rutas de transporte lo mediremos con 3 indicadores: 1)Secuencia óptima. 2) Costo de transporte. 3) Tiempo de recorrido	Informativa	Secuencia óptima	Observación	$PM=\left(\frac{DRA-DRP}{DRA}\right)*100\%$ PM: Porcentaje de mejora. DRA: Distancia de ruta anterior DRP: Distancia de Ruta posterior.	Escala de razón
				Costo de transporte	Observación	$PM=\left(\frac{CTA-CTP}{CTA}\right)*100\%$ PM: Porcentaje de mejora. CTA: Costo de transporte anterior. CTP: Costo de transporte posterior.	Escala de razón
				Tiempo de recorrido	Observación	$PM=(\frac{TRA-TRP}{TRA})*100\%$ PM: Porcentaje de mejora. TRA: Tiempo de recorrido anterior. TRP: Tiempo de recorrido posterior.	Escala de razón

3.2.3 VALIDÉZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

En la elaboración de este trabajo se utilizará el software SPSS para poder hacer el análisis de la validez y confiabilidad de los instrumentos de medición.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Zafra (2016), Afirma Sampieri que todos los 4 tipos de indagación antecede y es insustituible para seguir con el siguiente; o sea, una indagación exploratoria sirve de base para seguir con una detallada y ésta, paralelamente, con una correlacional y luego con una explicativa. Es fundamental rememorar que la ciencia, lo cual llamamos la teoría de una ciencia, se va conformando muy lento, con los resultados que vayan arrojando una buena proporción de estudios. (pág. 13-14)

Para el presente trabajo se planteó como investigación básica de nivel exploratoria y en base a ello ir avanzando con los demás tipos de investigación para el problema en estudio y detallar las características de la secuencia óptima para la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

4.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En este presente trabajo se planteó el nivel aplicativo ya que dicha investigación, nos va a permitir solucionar problemas y controlar situaciones.

4.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Diseño Experimental: Parte del estudio donde se manipulan ciertas variables y se observan sus efectos sobre otras (Campbell y Stanley, 1973).

Características:

1) Comparación de dos o más grupos.
2) Control sobre las variables extrañas.
3) Manipulación intencional de variables independientes.
4) Medición de cada variable dependiente.

5) Carácter predictivo.

6) Uso de estadísticas inferenciales.

7) Posee control y validez.

Ventajas:

1) Permite realizar investigación en ambientes estrictamente controlados.

2) Existe control de las variables independientes.

3) Posee mayor validez interna.

Desventajas:

1) Se limita a ambientes no reales.

2) Posee menor validez externa.

3) Limitaciones en la medida - porque es difícil valorar características psicológicas.

Pre - test: La empresa actual se llama: LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, actualmente cuenta con 12 rutas y 25 técnicos, todo el personal de la empresa en total asciende a 33 los cuales por motivo de cambio de almacén central y horario de trabajo se han visto insatisfechos y muchos de ellos han pensado en renunciar.

Estas decisiones pueden llegar a perjudicar a la empresa, ya que constantemente recibe buena cantidad de trabajo y si en caso la empresa no pudiera realizar un trabajo por motivo de falta de personal, se asignaría el trabajo a otra subcontrata, dejando en muchas ocasiones a la empresa sin trabajo.

Experimento: La acción que se ha determinado para la insatisfacción de sus trabajadores ha sido optar por un algoritmo heurístico, la optimización combinatoria(TSP).

Post - test: Al aplicar el ruteo de trabajadores se mejoraría la satisfacción en los mismos obteniendo un mejor rendimiento en los trabajadores y así un mejor rendimiento para la empresa.

4.5 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

POBLACIÓN

Para el estudio de este caso la muestra será igual a la población. En el caso de la empresa "LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C" cuenta con una población que asciende a los 33 trabajadores y por ser un número pequeño se ha determinado trabajar con toda la población.

MUESTRA

Para el estudio de este caso la muestra será igual a la población. En el caso de la empresa "LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C" cuenta con una población que asciende a los 33 trabajadores y por ser un número pequeño se ha determinado trabajar con toda la población.

4.6 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 2: Técnica de recolección de datos:

Técnica:	Instrumento:
La entrevista semi-estructurada: Información que se recoge solicitando a otra persona. La información se obtiene dialogando. Se realiza a través de guía prediseñada con algunas preguntas elaboradas previamente.	Guión de Entrevista: Guión libre sin necesidad de una formalidad, lleva algunas preguntas estructuradas pero permite que emerjan otras durante la conversación, es un proceso que requiere de la empatía del entrevistado.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos:

Entrada:

1) Recolección de datos: Se recolectarán los datos mediante la entrevista semi-estructurada, en donde la información que se recoge se solicita a otra persona y como instrumento se tiene el guión libre de la entrevista que lleva algunas preguntas estructuradas, pero ello permite que surja otras durante la conversación.

2) Tabulación de datos: Se estiman y se analizan los datos proporcionados.

3) Limpieza de datos: Se hace una limpieza de los datos a fin de evitar vicios que perjudican nuestro trabajo.

Procesamiento:

1) Seleccionar el programa: Se selecciona un programa con el cual vamos a trabajar puede ser “STADISTIC”, “SPSS”,” EXCEL”, etc.

2) Ejecutar el programa: Se ejecuta el programa y posteriormente que el programa nos brinde la información.

3) Explorar datos: Se hace un análisis de los datos brindados en el programa.

4) Evaluar fiabilidad y validez logrado por el instrumento de medición.

5) Análisis estadístico de la hipótesis.

6) Realizar análisis adicionales.

Salida: Presentar resultados en cuadros, figuras y otros.

4.7 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En base a la información obtenida a través de los instrumentos de recolección de datos y en base a los estudios de la carrera vamos a plantear un boceto del proceso en este trabajo.

Una vez analizado el día a día laboral de los técnico de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C se procedió a solicitar la base de datos a la gerencia de la empresa en mención(véase Anexo 11).

Una vez recibida la base de datos el siguiente proceso es ubicar sus coordenadas y posteriormente mapearlas mediante el apoyo de google maps(véase anexo 12-anexo 14).

Después procedemos a calcular las distancias y generar la matriz de distancias mediante la siguiente formula:

$$\text{DO}=\frac{(distancia\ optimista)*4(distancia\ probable)*(distancia\ pesimista)}{6}$$

(véase anexo 13).

DO: Distancia Óptima

Se definen asimismo para nuestros indicadores las siguientes formulas:

Mejora de secuencia:

$$\text{PM}=\left(\frac{\text{DRA}-\text{DRP}}{DRA}\right)*100\%$$

PM: Porcentaje de mejora.

DRA: Distancia de la ruta anterior

DRP: Distancia de la Ruta posterior

Mejora de transporte:

$$PM=\left(\frac{CTA-CTP}{CTA}\right) * 100\%$$

PM: Porcentaje de mejora.

CTA: Costo de transporte anterior.

CTP: Costo de transporte posterior.

Mejora de tiempo:

$$PM=(\frac{TRA-TRP}{TRA}) *100\%$$

PM: Porcentaje de mejora.

TRA: Tiempo de recorrido anterior.

TRP: Tiempo de recorrido posterior.

4.8 CODIFICACIÓN

```
import xlrd as read
import os
import numpy as np
import math
from python_tsp.exact import solve_tsp_dynamic_programming
import pandas as pd
for j in range(len(toribio)):
index=[]
for i in toribio[j][2:]:
index.append(recorrido[0].index(i))
grafo=extraer(recorrido,index,index)
#print(np.array([grafo]))
permutation, distance = solve_tsp_dynamic_programming(np.array(grafo))
print("Programa de JHONNY SÁNCHEZ LA RUTA OPTIMA PARA el vehículo :
"+toribio[j][0]+" (con distancia = "+str(distance)+")")
for i in permutation:
print(toribio[j][2:][i])
print("\n")
```

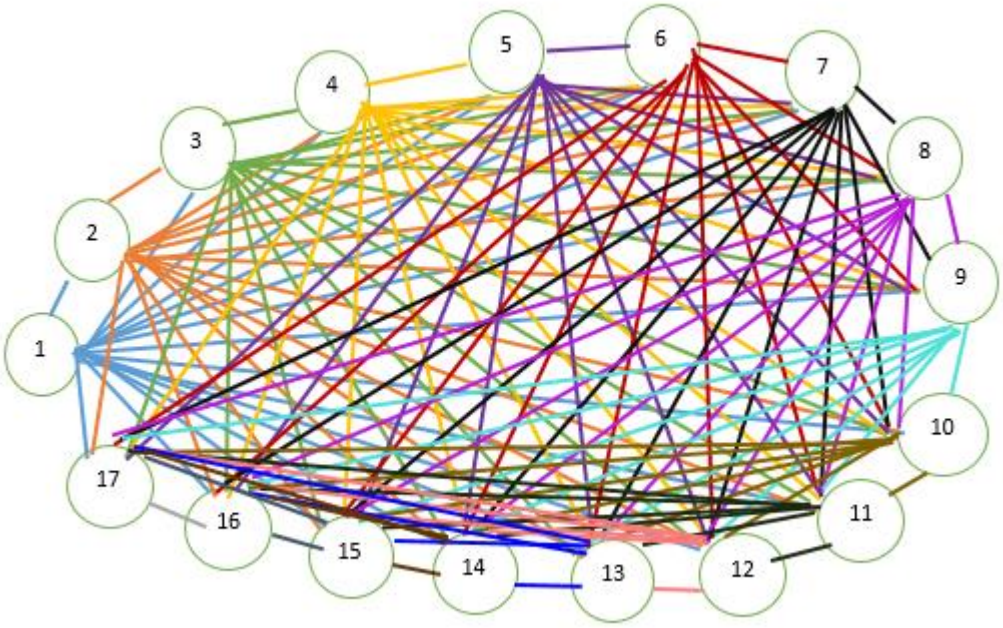


Fig 1: Estructura del grafo

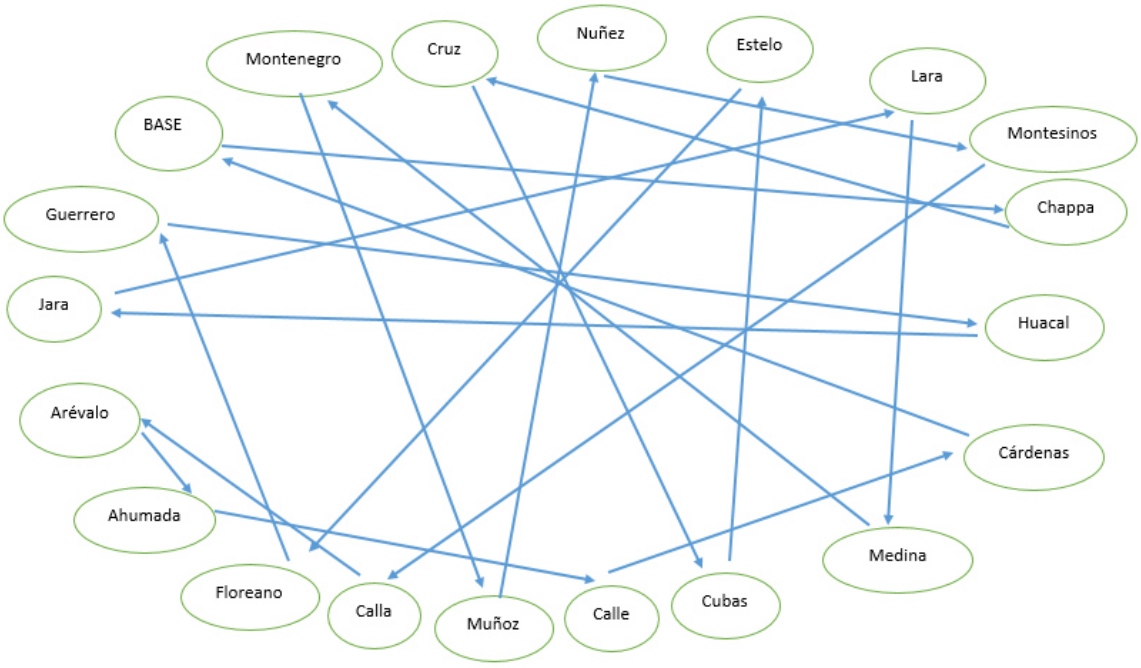


Fig.2 : Estructura del dígrafo

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. BASE
2. CHAPPA CUEVA URBANO
3. CRUZ RIOS JESUS ARTURO
4. CUBAS ROJAS HOMER SMITH
5. ESTELO ZEVALLOS RENZO
6. FLOREANO ANCCO LUCYANO
7. GUERRERO HERNANDEZ NICOLAS
8. HUACAL ESCOBAR CLARENCE
9. JARA OVIEDO LEONARDO FABRICIO
10. LARA MIRANDA MARLON RUSBER
11. MEDINA AVILA ARYAN ENRIQUE
12. MONTENEGRO CORTEZ BRANDLY JHOSSET
13. MUÑOZ HUARCAYA MISAEL JHARED
14. NUÑEZ TOCTO BRYAN
15. MONTESINOS MARCELO ANDREE ALEJANDRO
16. CALLA CAUSHI JEANCARLO DANIEL
17. AREVALO PORTOCARRERO ALEXIS JOSÉ
18. AHUMADA GUZMAN JAIME RONALDO
19. CALLE ZAPATA JORGE LUIS
20. CARDENAS SOTO DANIEL HECTOR

Cómo se puede observar la secuencia óptima viene a ser la siguiente con un total de una distancia de 25.6119028 Kilómetros la cual anteriormente se recorría en total una distancia de 33.1046 Kilómetros.

Se ha obtenido una disminución en el recorrido de 7.4926972 Kilómetros cada día.

Anteriormente la asignación de rutas era designada en base a la experiencia del conductor, actualmente con la secuencia óptima podemos apreciar que hay una disminución de kilómetros en el recorrido diario.

Si se disponen de 4 unidades que transportan a las cuadrillas se tiene la siguiente secuencia:

CUADRILLA 1:

1. BASE
2. GUERRERO HERNANDEZ NICOLAS
3. HUACAL ESCOBAR CLARENCE
4. JARA OVIEDO LEONARDO FABRICIO
5. MEDINA AVILA ARYAN ENRIQUE
6. FLOREANO ANCCO LUCYANO

CUADRILLA 2:

1. BASE
2. ESTELO ZEVALLOS RENZO
3. LARA MIRANDA MARLON RUSBER
4. MONTENEGRO CORTEZ BRANDLY JHOSSET
5. MUÑOZ HUARCAYA MISAEL JHARED
6. CUBAS ROJAS HOMER SMITH

CUADRILLA 3:

1. BASE
2. CRUZ RIOS JESUS ARTURO
3. MONTESINOS MARCELO ANDREE ALEJANDRO
4. NUÑEZ TOCTO BRYAN
5. CALLA CAUSHI JEANCARLO DANIEL
   CHAPPA CUEVA URBANO

CUADRILLA 4:

1. BASE
2. AREVALO PORTOCARRERO ALEXIS JOSÉ
3. AHUMADA GUZMAN JAIME RONALDO
4. CALLE ZAPATA JORGE LUIS
5. CARDENAS SOTO DANIEL HECTOR

En este análisis se genera una propuesta en caso la unidad de transporte masivo se averíe y se tenga que recurrir a las unidades de las cuadrillas para el transporte del personal con una distancia de 31.4746548 Kilómetros.

Se ha obtenido una disminución en el recorrido de 2.0399683 Kilómetros cada día.

HISTOGRAMA

En la siguiente figura, muestra el histograma de las distancias recorridas. Lo que se puede mirar una media de 33.03 con una desviación estándar de 0.4190 de un total de 30 registros. En el eje horizontal notamos los valores de la distancia de la ruta previamente del incremento del sistema mientras tanto que en el eje vertical notamos la frecuencia.

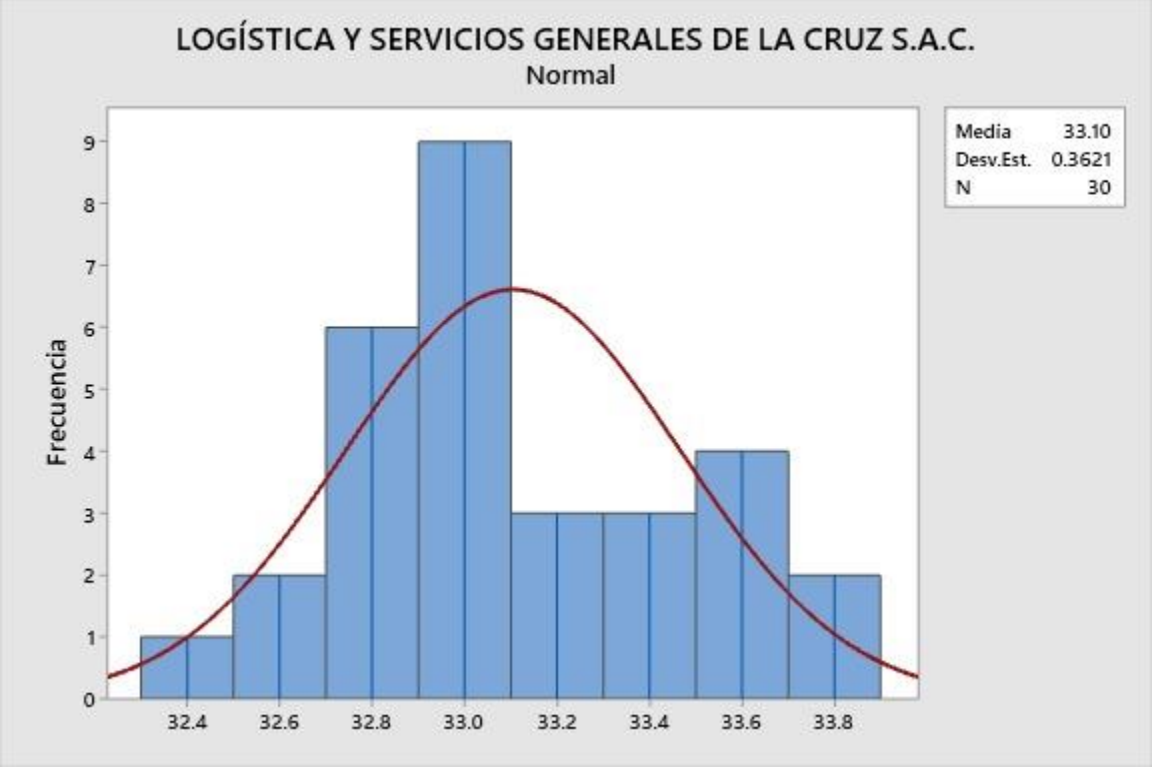


Fig.3 : Histograma

PRUEBA DE ANDERSON DARLING

En el siguiente gráfico se muestra que tan bien siguen los datos de una población con una distribución normal, lo cual se puede apreciar una media de 33.03 con una desviación estándar de 0.4190 de un total de 30 registros según el gráfico de dispersión mostrado.

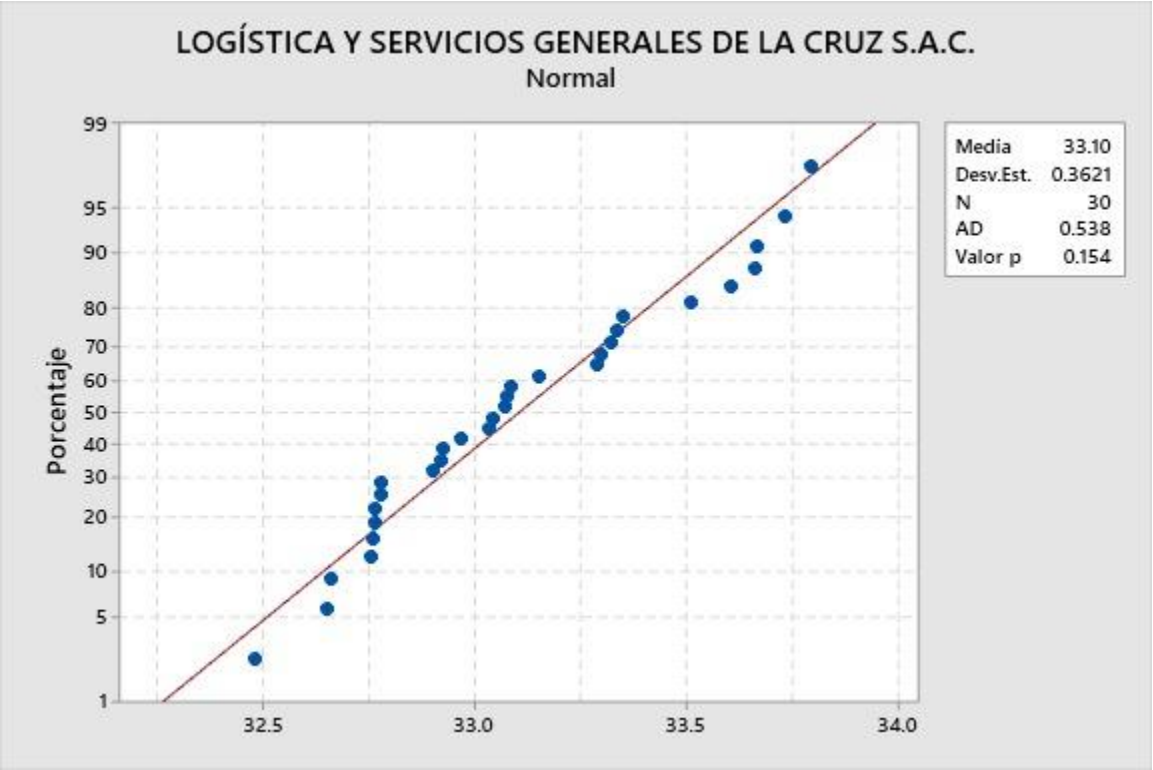


Fig. 4: Prueba de Anderson Darling

5.2 PRUEBAS DE HIPÓTESIS

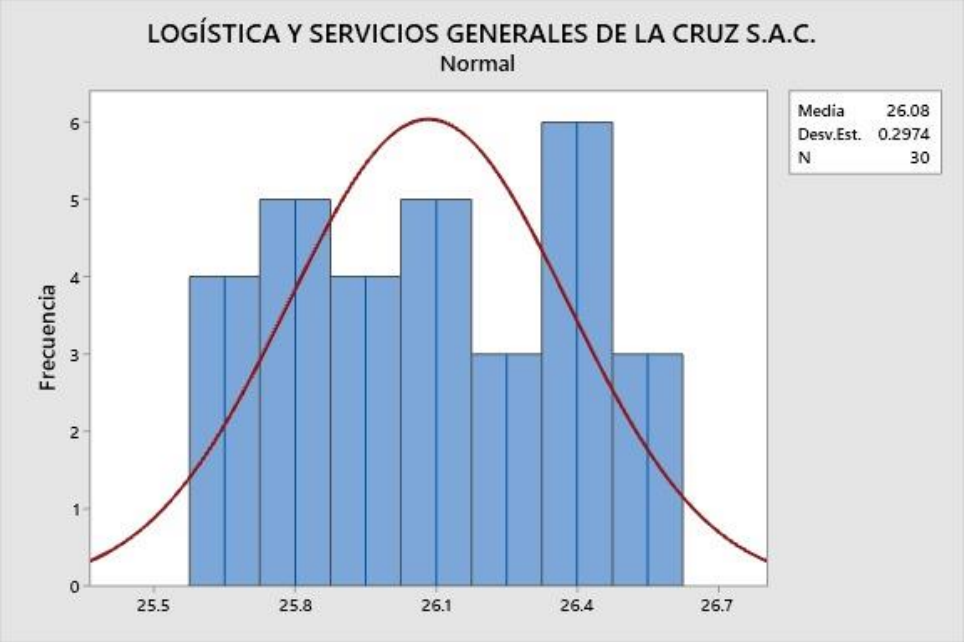


Fig.5 : Prueba de hipótesis 1

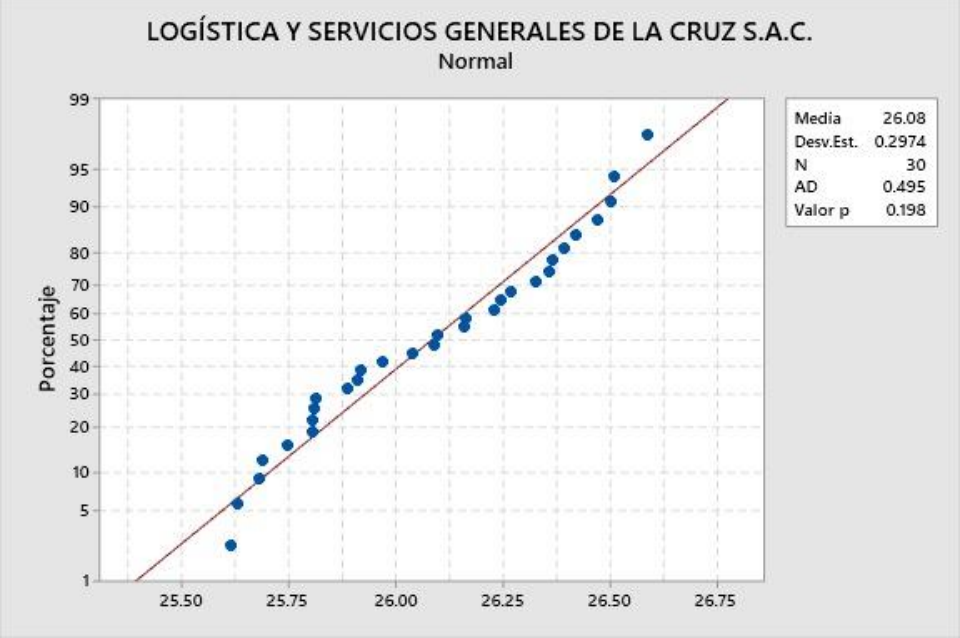


Fig. 6: Prueba de hipótesis 2

Se adaptó una muestra de hipótesis estadística paramétrica, debido a que la distribución es habitual. Se aplicó la prueba estadística “Prueba de T Student”.

Hipótesis específica 1

Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Hipótesis estadística:

Hipótesis nula($H1_0$): Si aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte del personal no mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Hipótesis alterna ($H1_A$): Si aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte del personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Criterio:

Si la probabilidad obtenida P_{valor}<=0.05, se rechaza $H1_0$(se acepta $H1_A$)

Si la probabilidad obtenida P_{valor}>0.05, se acepta $H1_0$(se rechaza $H1_A$)

Método

μ_1: media de Real
μ_2: media de Optimizado
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Tabla 3: Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Real	30	33.105	0.362	0.066
Optimizado	30	26.224	0.355	0.065

Tabla 4: Estimación de la diferencia y prueba de muestras emparejadas

Diferencia	Desv.Est. agrupada	Límite inferior de 95% para la diferencia
6.8805	0.3587	6.7257

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
74.30	58	0.000

Como el P_{valor} es 0 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alterna: Si aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte del personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Análisis Comparativo

En la siguiente figura se está presentando el análisis comparativo para la secuencia de rutas, como se observar notar en anterior y posterior de “Si aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte del personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Se visualiza que antes del desarrollo el recorrido era de 33.1046 km diarios, mientras que luego del desarrollo la distancia recorrida es de 25.6119028 km diarios, se evidencia una disminución de 7.4926972.

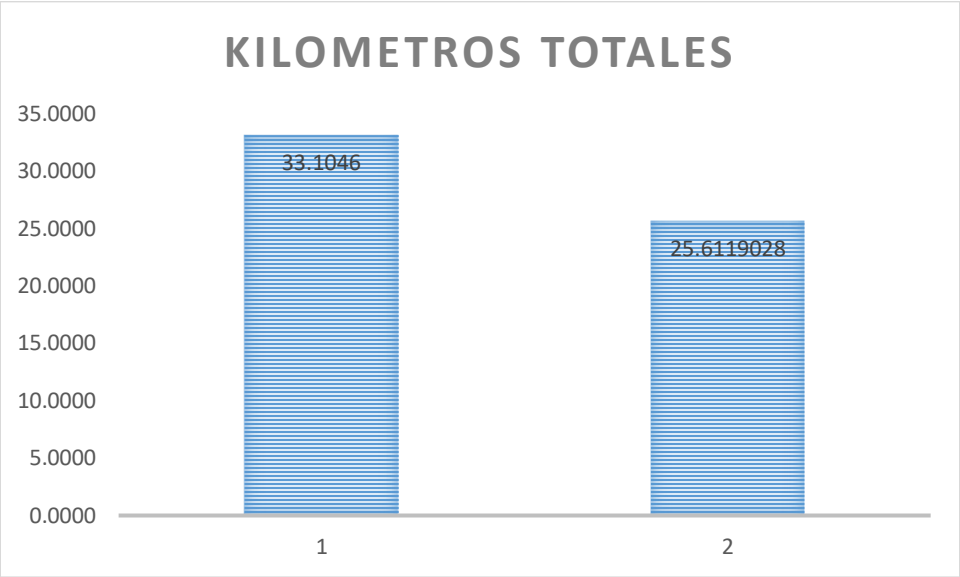


Fig. 7: Kilómetros totales

Hipótesis específica 2

Es factible, proponer un modelo optimizando las distancias de las rutas con optimización combinatoria(TSP) en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Hipótesis estadística:

Hipótesis nula($H1_0$): Si se propone un modelo con respecto a las distancias de las rutas con optimización combinatoria TSP para el transporte del personal no optimiza el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Hipótesis alterna($H1_A$): Si se propone un modelo con respecto a las distancias de las rutas con optimización combinatoria TSP para el transporte del personal optimiza el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Criterio:

Si la probabilidad obtenida P_{valor}<=0.05, se rechaza $H1_0$(se acepta $H1_A$)

Si la probabilidad obtenida P_{valor}>0.05, se acepta $H1_0$(se rechaza $H1_A$)

Criterio:

Si la probabilidad obtenida P_{valor}<=0.05, se rechaza $H1_0$(se acepta $H1_A$)

Si la probabilidad obtenida P_{valor}>0.05, se acepta $H1_0$(se rechaza $H1_A$)

Tabla 5: Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Real	30	33.105	0.362	0.066
Optimizado	30	26.224	0.355	0.065

Tabla 6: Estimación de la diferencia y prueba de muestras emparejadas

Diferencia	Desv.Est. agrupada	Límite inferior de 95% para la diferencia
6.8805	0.3587	6.7257

Hipótesis nula H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna H_1: $\mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
74.30	58	0.000

Como el Pvalor es 0 (menor a 0.05), se rechaza la hipótesis nula y se reconoce la hipótesis alterna: Si se propone un modelo con respecto a las distancias de las rutas con optimización combinatoria TSP para el transporte del personal optimiza el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.



Fig. 8: Gráfica de valores individuales de real; optimizado

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará la eficiencia en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

Para los indicadores de sucesión óptima antecedente de ejercer el modelo se logra una media de 33.1046 Kilómetros de distancia de recorrido periódico, en lo que siguiente a la aplicación del modelo se alcanzó una media de 25.6119028 Kilómetros. Esto significa existente una reducción en el recorrido hacia los hogares de los técnicos, ya que el sistema ofrece un camino más corto para el desarrollo llevado a cabo. Se ha podido descubrir una afinidad con trabajos anteriores como Sosa (2018), acerca del Sistema web para la administración de rutas de transporte con base en el algoritmo de Clarke and Wright en ICR PERÚ, para acortar la distancia de repartición. Con respecto al tiempo para los indicadores, se alcanza una media de 90 minutos (1:30 horas) en cada recorrido diario, mientras que posterior a aplicación se obtuvo 150 minutos (2:30 horas). No estando de acuerdo con Carbonel (2015), ni con Sosa (2018) quienes indican en su estructura de modelos matemáticos para mejorar rutas donde menciona que obtuvo una reducción en los tiempos.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Luego del análisis realizado en la presente indagación se plantea que la secuencia de ruta que hace referencia a la distancia del recorrido en el proceso de llevar a los técnicos a los domicilios en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, disminuyó con el desarrollo de la codificación el PHYNTON mediante el TSP con programación dinámica, ya que antes recorría 33.1046 Kilómetros y después del desarrollo se redujo a 25.6119028 Kilómetros, es decir hubo una disminución de distancia en 22,63%.

2. Como demuestra la investigación, el indicador de costo de transporte en el transcurso de llevar a los técnicos a los domicilios en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, disminuyó con el desarrollo de la codificación el PHYNTON mediante el TSP con programación dinámica, ya que antes los desarrollos de la media de los costos ascendían a S/.98 y después del desarrollo se redujo a S/.78, es decir se redujo 20.4%.

3. Podemos decir que el tiempo de recorrido que hace referencia a la distancia del recorrido en el proceso de llevar a los técnicos a los domicilios en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C, aumentó ya que antes el desarrollo de las medias del tiempo de recorrido era 90 minutos (1:30 horas) y después del desarrollo aumentó a 150 minutos (2:30 horas), es decir aumento en un 66,7%.

4. Se puede concluir entonces que el desarrollo de la codificación el PHYNTON mediante el TSP con programación dinámica, mejora la eficacia del proceso de la secuencia optima de rutas de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de la codificación el PHYNTON mediante el TSP con programación dinámica, especialmente para las empresas que tengan como actividades el traslado de sus trabajadores a sus domicilios.

2. Se recomienda que los resultados obtenidos mediante la codificación el PHYNTON mediante el TSP con programación dinámica, se anexe a google maps para que así pueda ser utilizado por cualquier conductor.

3. Se recomienda trabajar este tipo de secuencias anexado al WASE y así se pueda ubicar el ruteo óptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Penna, A. F. (2014). Problema del agente viajero. XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan, 2(3).

Lopez, C. A., Mendoza, J. A., & Cuartas, E. (2008). Algoritmo para la exploración de todos los valores posibles en el problema del agente viajero (TPS). Scientia et technica, 14(39), 399-403.

Roldan, C. Y. C. (2000). Estudio comparativo de diversos métodos de solución del problema del agente viajero (PAV).

Rioja Cañari, A. (2005). Conceptos, algoritmo y aplicación al problema de las N- reinas. . [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

Flórez, J. A. V., Grisales, C. J. Z., & Gatica, G. (2017). Una aplicación del método MTZ a la solución del problema del agente viajero. Scientia et technica, 22(4), 341-344.

Riveros Vásquez, A. (2015). Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la distribución a una empresa de logística. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

Chalco Chipayo, H. (2008). Sistema de optimización de rutas para el levantamiento catastral de infraestructura en telecomunicaciones. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

Luna López, L. (2015). Localización de paradas y diseño óptimo de rutas para transporte de personal. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nueva León].

Rosales Santamaria, M (2018). Aplicación del algoritmo de transportes para minimizar costos de traslado de caolin en insumex s.a. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo].

Las plataformas digitales y el futuro del trabajo. Cómo fomentar el trabajo decente en el mundo digital. Oficina Internacional del Trabajo – Ginebra: OIT, 2019.

Granada Echeverry, M (2016). Optimización combinatoria de la teoría a la práctica. Colombia.

Taha, Hamdy A. (2012). Investigación de operaciones Novena edición PEARSON EDUCACIÓN, México.

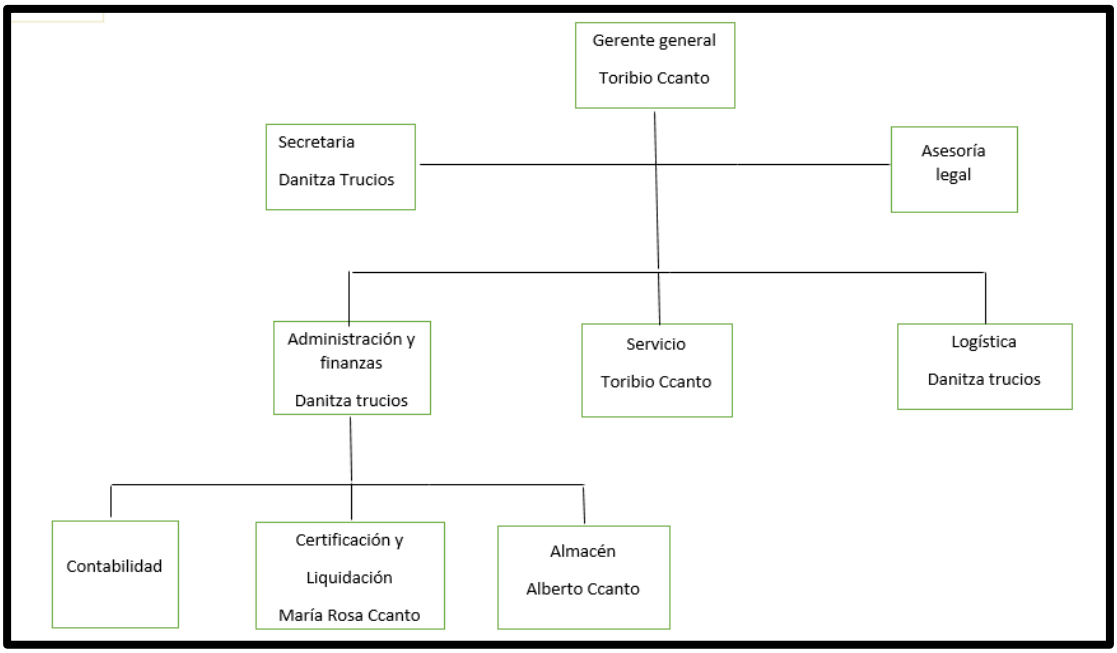
Inei. Transporte Urbano. Recuperado de :http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0047/CAP-3.1.htm

ANEXOS

ANEXO 1: Empresas de telecomunicaciones en el Perú

Operador	Propietario	Servicios	Tecnología/Espectro	Participación de mercado
Bitel	Vittel	Telefonía y Banda Ancha Móvil	900 MHz; 1900 MHZ GSM / GPRS / EDGE; UMTS / HSPA+; LTE	16,8
Claro	América Móvil	Telefonía y Banda Ancha Móvil	700 MHz; 850 MHz; 1900 MHz GSM / GPRS / EDGE; UMTS / HSPA+; LTE	29,5
Entel	Entel Chile	Telefonía y Banda Ancha Móvil	700 MHz; 1900 MHz; 1700 MHz / 2100 MHz GSM / GPRS / EDGE; iDEN/ UMTS / HSPA+; LTE	20,2
Movistar	Telefónica	Telefonía y Banda Ancha Móvil	700 MHz ; 850 MHz ; 1900 MHz; 1700 MHz / 2100 MHz GSM / GPRS / EDGE; UMTS / HSPA+; LTE	33,4
Otros				0,0

ANEXO 2: Organigrama propuesto



Junta de accionistas: Encargados de tomar decisiones y son los representantes de la empresa.

Gerente general: Encargado de velar por el bienestar y orden de la empresa en este caso es uno de los accionistas.

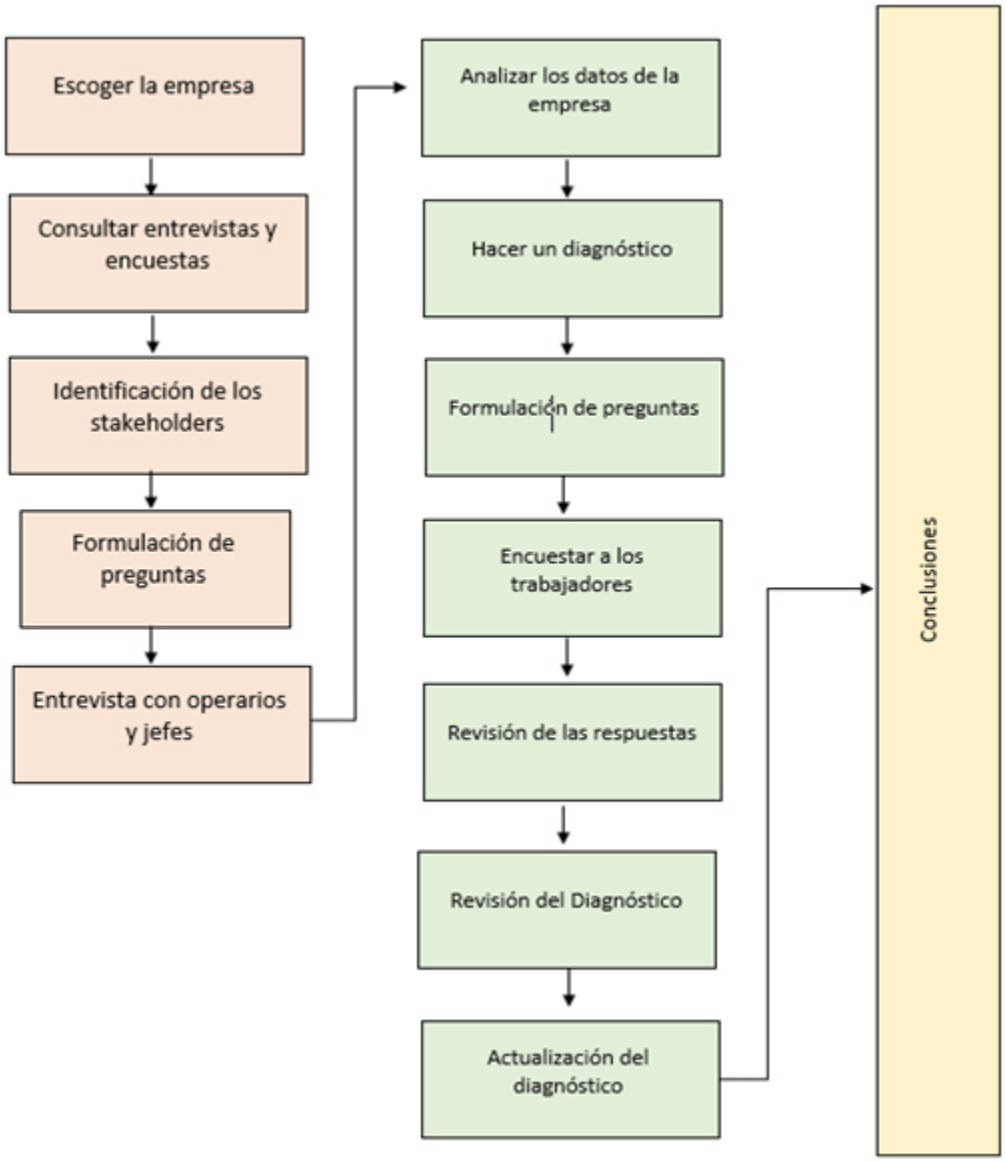
Administración y finanzas: Encargada de velar por los intereses económicos de la empresa.

Certificación y Liquidación: Encargados de procesar la información del trabajo culminado para proceder con el cobro del trabajo.

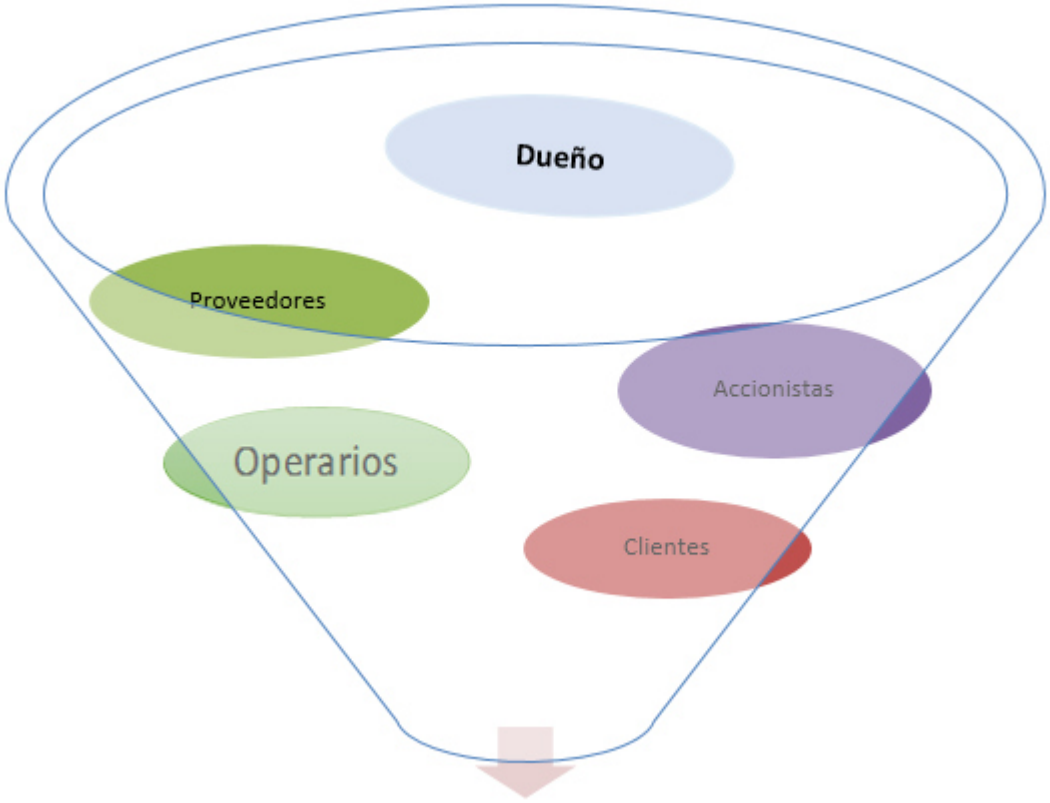
Almacén: Encargado de entregar los materiales necesarios y recepción de los mismos, así mismo contarlos y ordenarlos.

Servicio: encargados de designar las rutas y la cantidad de cuadrillas al campo para la culminación de los planos acordado

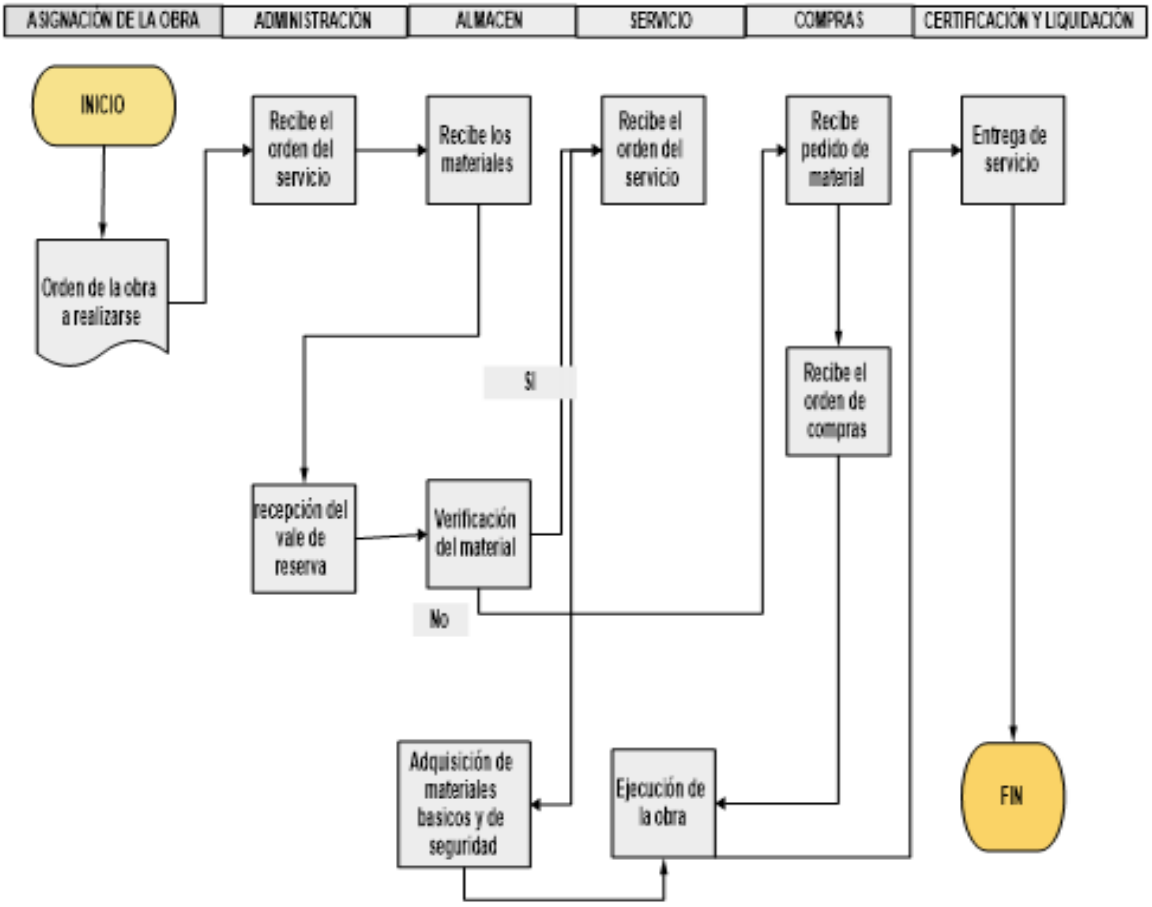
ANEXO 3: Procedimiento de trabajo



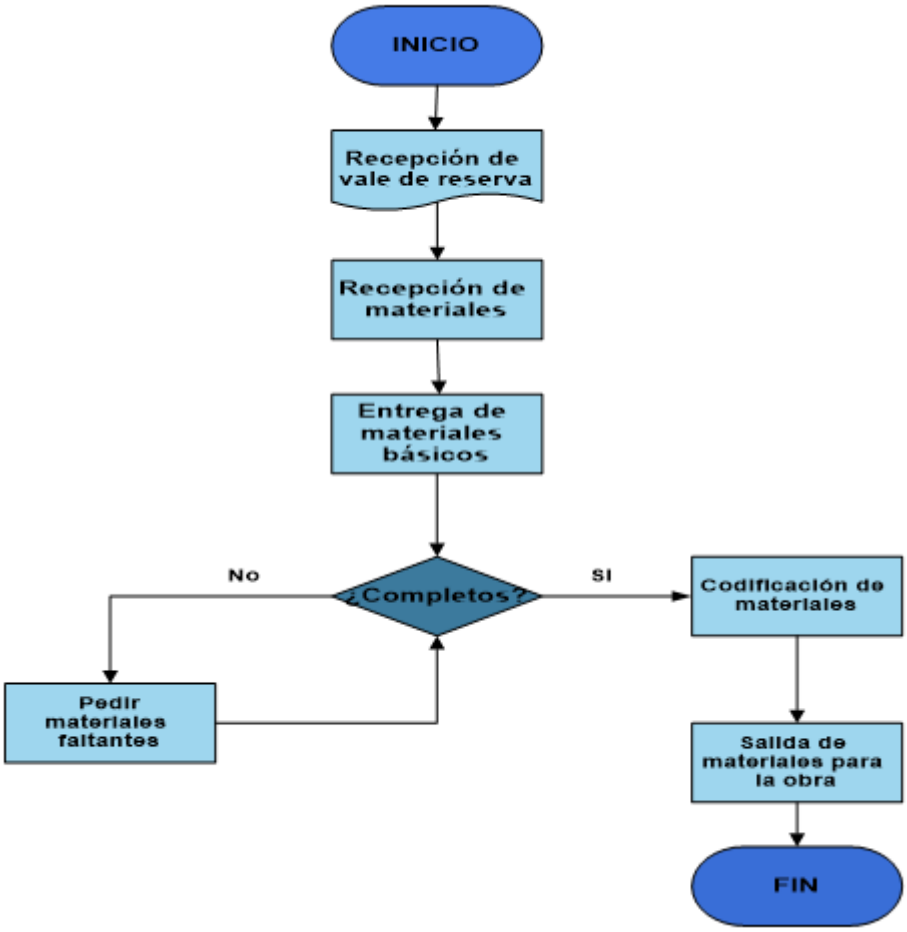
ANEXO 4: Partes involucradas



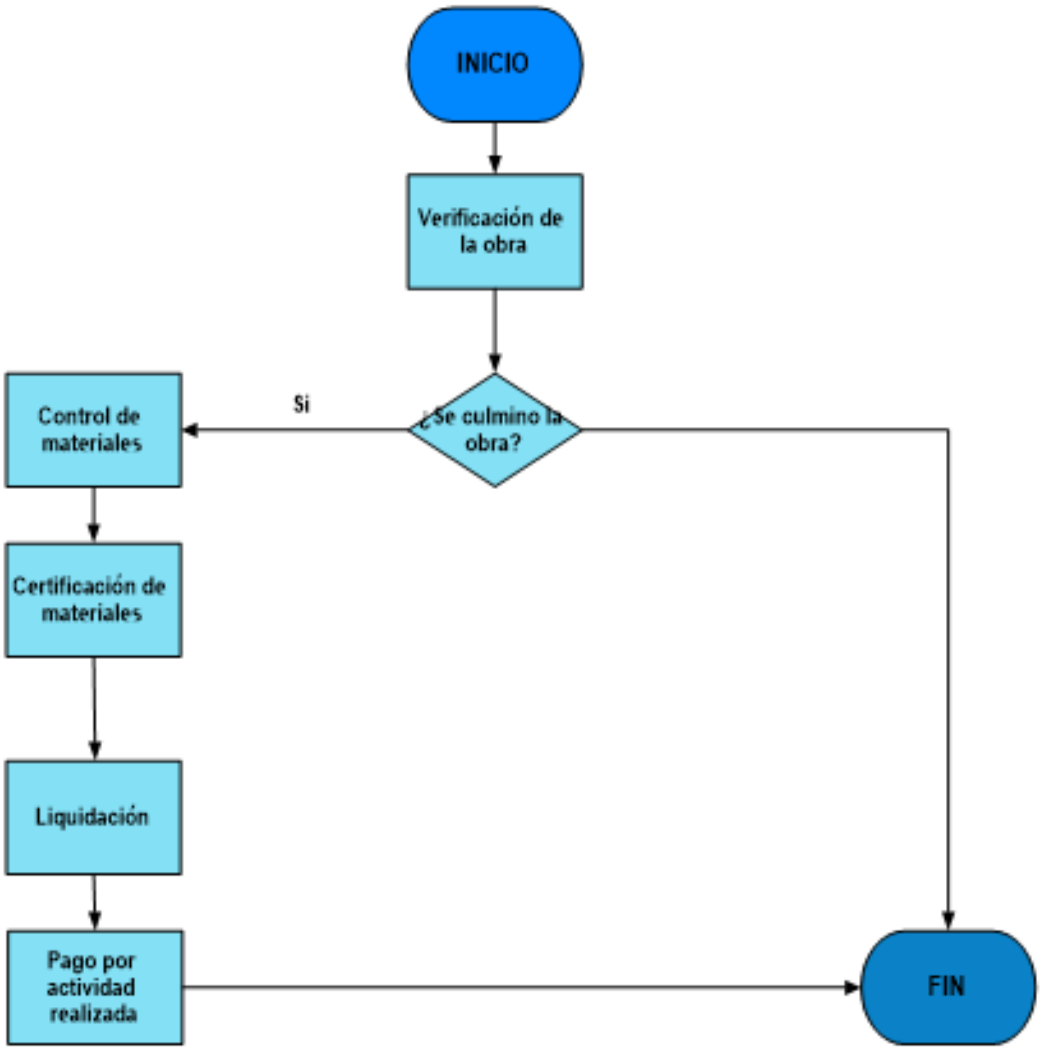
ANEXO 5: Flujograma general propuesto



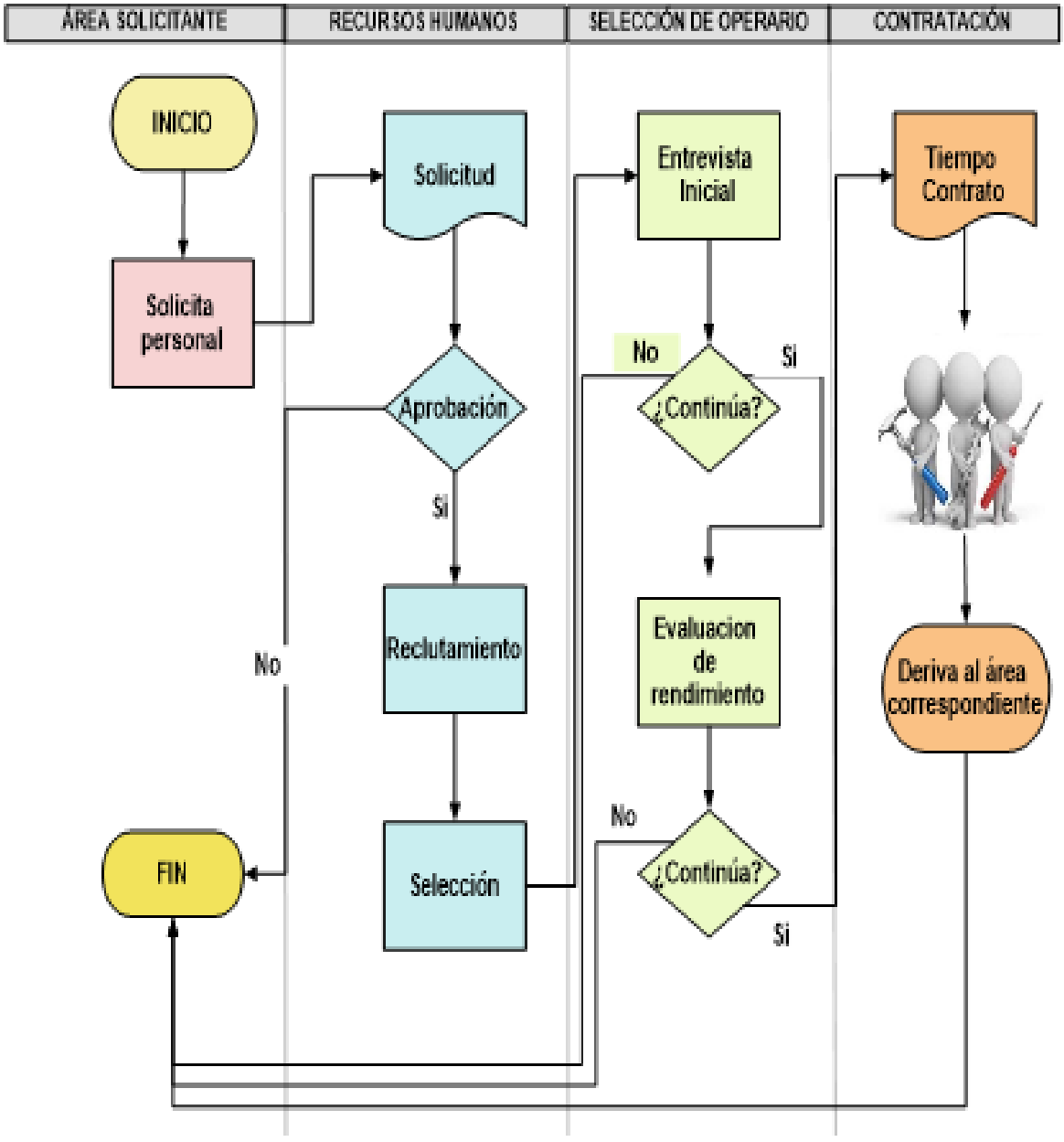
ANEXO 6: Flujograma de almacenaje propuesto



ANEXO 7: Flujograma de certificación y liquidación



ANEXO 8: Flujograma de contratación propuesto



ANEXO 9: FODA

Fortalezas	Debilidades
✓ Existe calidad de trabajo ✓ Puntualidad en entregar las obras. ✓ Los operarios están capacitados y tienen años de experiencia. ✓ Existe compromiso hacia los clientes, por ejemplo, si se sueltan algunas de las averías la empresa por más que sea feriados o de madrugada se atiende inmediatamente. ✓ Existe una buena cultura organizacional ✓ Manejan una aplicación que le permite saber si existen problemas de red y poder solucionarlo rápidamente. ✓ Tienen un modelo de negocio sostenible. ✓ Capacitación permanente los trabajadores.	✓ Presentan autos de 2000 y 1990, últimamente para trabajar en empresas grandes le están pidiendo autos de dos últimos años de antigüedad y ahora solo cuenta con uno. ✓ Existe un retraso de pagos por parte de otras empresas y esto afecta al cliente ya que debido a eso ya no busca más trabajo, por ejemplo, si antes buscaba el 70% de trabajo en una empresa ahora solo hace el 40%. ✓ Falta de leyes que apoye a las empresas de servicios, ellos ejecutan la obra sin ningún adelanto y esto trae consecuencias de a veces no recibir el pago adecuado. ✓ Presentan pocos equipos de medición y seguridad. ✓ Ubicación del almacén no es adecuada.
Oportunidades	**Amenazas**
✓ La unión de las dos empresas llamadas Ccanto y Logística de la Cruz le genera que sea más conocida la empresa y obtenga más trabajo.	✓ Competencia de otros servicios de telecomunicaciones. ✓ La compra de empresas peruanas de telecomunicaciones por empresa extranjeras-- por ejemplo, los costos de mano de obra en la empresa telefónica han bajado debido

✓ Se hará conocer mediante la web dentro de un mes. ✓ El reconocimiento de Quanta servicies le genera confianza por parte de ellos y obtengan un pago puntual. ✓ Expandirse para Cañete, actualmente tiene un terreno ahí y está trabajando para construirlo. ✓ Implementación de un software de horarios.	a que el dueño es Huawei y es la razón por lo que la Ccanto está buscando nuevas empresas para brindar servicios. ✓ Las redes de telecomunicaciones en el Perú pasen a ser digitales. ✓ Problemas externos como la inflación, inestabilidad política en nuestro país. ✓ Insuficiencia de información correcta acerca del servicio y esto le genera a la empresa no realizar más proyectos. ✓ Cierre de la empresa Movistar.

ANEXO 10: FODA estratégico

	FORTALEZAS *Existe calidad en el trabajo *Puntualidad entrega de obras *Años de experiencia	**DEBILIDADES** *Falta de leyes *Presenta un flota que le permita movilizar sus equipamientos
OPORTUNIDADES *Factor tecnológico *La alianza entre las dos empresas Ccanto y De la cruz *Expandir el negocio en Cañete *La fidelidad de Quanta services a Ccanto	Crear la página web y hacer publicidad en las redes para promocionar el servicio. Hacer un análisis mensualmente para generar un crecimiento económico entre ambas empresas promoviendo la calidad en el servicio y la alianza.	Hacer más servicios a la empresa Quanta y con las ganancias que obtenga asignar una parte para comprar 2 autos con dos últimos años de antigüedad. Levantar una pequeña planta cerca al límite entre cañete con chincha y expandirse poco a poco, con respecto a sus posibilidades hasta llegar a cañete. Optimizar recursos y empezar el financiamiento de su nueva flota.

AMENAZAS *No le brindan la correcta información *La compra de telefónica por Huawei *Daño del servicio por la competencia	Constante supervisión para que la competencia no dañe el servicio. Migrar a Huawei con recomendaciones favorables de sus antiguos contratadores. La culminación del trabajo y posteriormente solicitar el excedente de materiales utilizado.	Antes de realizar el servicio se deberá de analizar y entregárselo al cliente y en el transcurso se deberá de mandar información acerca de los cambios que necesitará para hacer la instalación correctamente y así la empresa pueda seguir haciendo más servicios.

ANEXO 11: Base de datos

	APELLIDOS	NOMBRES	DIRECCIÓN	CELULAR
A-1	AHUMADA GUZMAN	JAIME RONALDO	PARTE SUPERIOR DE LAS CU	994620431
A-2	AREVALO PORTOCARRERO	ALEXIS JOSÉ	AV. REPUBLICA DE PANAMA	940842152
A-3	CALLA CAUSHI	JEANCARLO DANIEL	ALBERTO BRICEÑO N° 217	994280614
A-4	CALLE ZAPATA	JORGE LUIS	AV. GENERAL DIEZ CANSECO	987777202
A-5	CARDENAS SOTO	DANIEL HECTOR	AV. LA MARINA N° 340, MARC	909438913
A-6	CHAPPA CUEVA	URBANO	SECHURA A 110 KM. AL SUR	962343881
A-7	CRUZ RIOS	JESUS ARTURO	AV. VICTOR MALASQUEZ KM	958334794
A-8	CUBAS ROJAS	HOMER SMITH	AV. EL EJERCITO S/N CUADR	994159846
A-9	ESTELO ZEVALLOS	RENZO	JIRON ILO 450 ESQ. CON JIR	994455073
A-10	FLOREANO ANCCO	LUCYANO	KM. 95 DE LA CARRETERA CI	984225220
A-11	GUERRERO HERNANDEZ	NICOLAS	AV. FORTUNATO CHIRICHINO	936049743
A-12	HUACAL ESCOBAR	CLARENCE	AV. EVITAMIENTO N° 242 - PA	972217358
A-13	JARA OVIEDO	LEONARDO FABRICIO	CARRETERA CENTRAL KM. 8	957183119
A-14	LARA MIRANDA	MARLON RUSBER	AV. PRODUCCIÓN NACIONAL	920097554
A-15	MEDINA AVILA	ARYAN ENRIQUE	JR. LOS HORNOS N° 353 - UR	928550588
A-16	MONTENEGRO CORTEZ	BRANDLY JHOSSET	JR. ALONSO DE MOLINA N° 1	938475973
A-17	MONTESINOS MARCELO	ANDREE ALEJANDRO	PANAMERICANA SUR S/N, KI	910931252
A-18	MUÑOZ HUARCAYA	MISAEL JHARED	KM. 14.8 DE LA CARRETERA	935383191
A-19	NUÑEZ TOCTO	BRYAN	SECTOR POBLADO YAURILL	944211842
A-20	OCON TORRES	FELIX RAUL	CALLE DELTA 185 URB.PARC	914909284

ANEXO 12: Coordenadas de la base de datos

	APELLIDOS	DIRECCIÓN	COORDENADAS
A-1	AHUMADA GUZMAN	PARTE SUPERIOR DE LAS CI	-11.985474495209639, -77.0870621005065
A-2	AREVALO PORTOCARRERO	AV. REPUBLICA DE PANAMA	-11.98581300576721, -77.08776114124659
A-3	CALLA CAUSHI	ALBERTO BRICEÑO N° 217	-11.98531445924548, -77.0881127183032
A-4	CALLE ZAPATA	AV. GENERAL DIEZ CANSECI	-11.987219848357528, -77.08589464566681
A-5	CARDENAS SOTO	AV. LA MARINA N° 340, MARC	-11.988178643841506, -77.0870651783962
A-6	CHAPPA CUEVA	SECHURA A 110 KM. AL SUR I	-11.986782964924663, -77.08977444236541
A-7	CRUZ RIOS	AV. VICTOR MALASQUEZ KM	-11.98387170705889, -77.09103757666189
A-8	CUBAS ROJAS	AV. EL EJERCITO S/N CUADR	-11.979695629585944, -77.09275011603309
A-9	ESTELO ZEVALLOS	JIRON ILO 450 ESQ. CON JIR	-11.975553793475417, -77.0936890874406
A-10	FLOREANO ANCCO	KM. 35 DE LA CARRETERA CI	-11.97194108691418, -77.09329664743396
A-11	GUERRERO HERNANDEZ	AV. FORTUNATO CHIRICHINC	-11.969447308152255, -77.09463546824225
A-12	HUACAL ESCOBAR	AV. EVITAMIENTO N° 242 - PA	-11.967365214925628, -77.09582439040427
A-13	JARA OVIEDO	CARRETERA CENTRAL KM. 8	-11.963854394691356, -77.09546933593404
A-14	LARA MIRANDA	AV. PRODUCCIÓN NACIONA	-11.96000290933524, -77.08944664334929
A-15	MEDINA AVILA	JR. LOS HORNOS N° 353 - UI	-11.956300604057635, -77.0897094210928
A-16	MONTENEGRO CORTEZ	JR. ALONSO DE MOLINA N° 1	-11.954515930590869, -77.08728532482169
A-17	MONTESINOS MARCELO	PANAMERICANA SUR S/N, KI	-11.95405388324224, -77.08291986920058
A-18	MUÑOZ HUARCAYA	KM. 14.8 DE LA CARRETERA I	-11.95066206683325, -77.08243392207386
A-19	NUÑEZ TOCTO	SECTOR POBLADO YAURILL	-11.94952533355412, -77.08054493463409
A-20	OCON TORRES	CALLE DELTA 185 URB. PARC	-11.949779866771296, -77.07985560279947

ANEXO 13: Coordenadas de la base de datos

	A1	A3	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
A1	0	50	27	75	62	64	71	26	35	63	42	61	68	28	51	44	41	63
A2		39	25	50	74	43	41	38	53	33	62	47	64	40	43	38	35	63
A3		0	43	52	53	66	51	59	49	75	38	55	60	56	62	49	55	33
A4		71	64	44	68	59	29	45	26	46	52	46	62	58	52	61	34	59
A5		63	0	63	71	74	43	32	48	29	47	40	64	62	38	51	30	26
A6				0	31	25	73	54	58	73	62	36	40	31	67	52	29	39
A7					0	43	28	45	36	26	30	62	57	70	30	50	39	41
A8						0	32	65	65	31	56	26	51	70	60	36	36	25
A9							0	47	33	35	64	48	75	65	69	31	55	65
A10								0	60	35	38	58	29	36	71	66	28	66
A11									0	38	72	74	61	68	69	36	61	32
A12										0	43	57	51	69	67	69	40	59
A13											0	67	74	55	45	73	64	61
A14												0	25	43	68	75	55	73
A15													0	58	69	69	65	48
A16														0	74	59	62	59
A17															0	75	38	29
A18																0	69	52
A19																	0	70
A20																		0

ANEXO 14: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE
Problema general.-	Objetivo general.-	Hipótesis general.-	V. Independiente.-
1)¿Cuál es el efecto de la propuesta de un modelo de optimización combinatoria (TSP) en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C?	1)Proponer un modelo de la optimización combinatoria(TSP) para mejorar la eficiencia de traslado de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.	Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará la eficiencia en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.	Optimización combinatoria(TSP)
Problemas específicos.-	Objetivos específicos.-	Hipótesis específica.-	V. Dependiente.-
1)¿El análisis de la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal, que efectos tiene en el costo por el traslado? 2)¿De qué maneras se podría optimizar la distancia de las rutas del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C?	1)Determinar la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejora el costo por el traslado de personal. 2)Proponer un modelo optimizando la distancias de las rutas para el transporte de personal en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.	1)Si se aplica la optimización combinatoria TSP para el transporte de personal mejorará los costos en el traslado del personal de la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C. 2)Es factible, proponer un modelo optimizando las distancias de las rutas con optimización combinatoria(TSP) en la empresa LOGÍSTICA Y SERVICIOS GENERALES DE LA CRUZ S.A.C.	Transporte

ANEXO 15: Mapeo de las coordenadas

