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

Localización de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Juan Diego SILVA TORRES

ASESOR

Gladys Giovanna MELGAREJO ESTREMADOYRO

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

Silva, J. (2022). *Localización de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo*. [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	Juan Diego Silva Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73959445
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25673529
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2062-2707
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25796803
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Antonio Durand Romero
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09516593
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	julio de 2022
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

Anexo 6

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

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 09:17 horas del día domingo 24 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador de Tesis:

Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez	(Presidente)
Mg. Luis Antonio Durand Romero	(Miembro)
Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro	(Miembro-Asesor)

Para la sustentación de la Tesis intitulada: LOCALIZACIÓN DE CENTROS DEPORTIVOS MEDIANTE EL MÉTODO DE MÁXIMA COBERTURA PARA PROMOVER LAS ACTIVIDADES DEPORTIVAS EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO, presentada por el señor Bachiller Silva Torres, Juan Diego, 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.

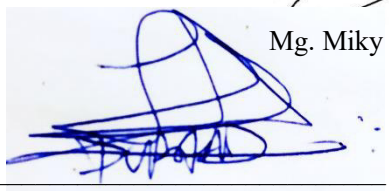
Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, el expositor mereció la aprobación ***Aprobado con mención BUENO*** con un calificativo promedio de: Dieciséis (16).

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que el participante señor Bachiller Silva Torres, Juan Diego, 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.

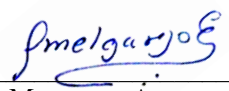
Siendo las 09:39 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.



PRESIDENTE
Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez



MIEMBRO
Mg. Luis Antonio Durand Romero



MIEMBRO-ASESOR
Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro en mi condición de asesora acreditada con la Resolución Decanal N° 000988-2022-D-FCM/UNMSM del trabajo de investigación (Tesis), cuyo título es: "LOCALIZACIÓN DE CENTROS DEPORTIVOS MEDIANTE EL MÉTODO DE MÁXIMA COBERTURA PARA PROMOVER LAS ACTIVIDADES DEPORTIVAS EN EL DISTRITO DE CARABAYLLO", presentado por el bachiller: JUAN DIEGO SILVA TORRES, para optar el título profesional de: Licenciado en Investigación Operativa.

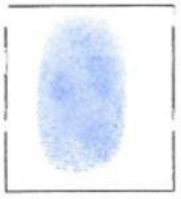
CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 11 % 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 del grado/ título/ especialidad correspondiente.

Firma del Asesor _____

DNI:25673529

Nombres y apellidos del asesor:
Gladys Giovanna Melgarejo Estremadoyro



Dedico este documento a Dios, mis Padres, Familia, profesoras y Dominique Mejia Quiñonez, la mujer que hizo mejor mi vida, quienes me brindaron su apoyo en esta etapa formativa.

RESUMEN

Localización de Centros Deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.

Silva Torres Juan Diego

Julio 2022

Asesora: Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremaydoro
Título obtenido: Licenciado en Investigación Operativa

En el presente trabajo de tesis, se hace uso de la programación lineal, específicamente de la programación binaria entera, para determinar el número adecuado y ubicación ideal de centros deportivos en el distrito de Carabayllo. Emplearemos datos de población del Instituto Nacional de Estadística e Informática- INEI del año 2016, como a su vez mapas oficiales de la municipalidad de Carabayllo con lo cual generaremos una data para la elaboración de los modelos.

Con los datos obtenidos encontraremos el número de centros deportivos y su ubicación en el distrito. Esto lo encontraremos mediante la solución por el método de cobertura total y máxima cobertura. Estos métodos lo desarrollaremos en el software LINDO 6.1.

Palabras claves: Localización, Cobertura, Programación, Binaria, Máxima, LINDO 6.1.

ABSTRACT

Location of Sports Centers through the maximum coverage method to promote sports activities in the district of Carabayllo

Silva Torres Juan Diego

July 2022

Adviser: Lic. Gladys Giovanna Melgarejo Estremaydoro
Degree obtained: Licenciado en Investigación Operativa

In the present thesis work, linear programming is used, specifically of the entire binary programming, to determine the appropriate number and ideal location of sports centers in the district of Carabayllo. We will use population data from the National Institute of Statistics and Information Technology-INEI in 2016, as well as official maps of the municipality of Carabayllo, which will generate data for the development of the models. With the data obtained, we find the number of sports centers and their location in the district. We will find this through the solution by the method of total coverage and maximum coverage. These methods will be developed in the LINDO 6.1 software.

Keywords: Location, coverage, programming, binary, maximum.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN 1

1.1. Introducción 1

1.2. Situación Problemática 2

1.3. Formulación del Problema 3

1.3.1. Pregunta Principal 3

1.3.2. Preguntas Específicas 3

1.4. Justificación Teórica 3

1.5. Justificación Práctica 4

1.6. Objetivos 4

1.6.1. Objetivo Principal 4

1.6.2. Objetivos Específicos 4

1.7. Hipótesis 5

1.7.1. Hipótesis General 5

1.7.2. Hipótesis Específicas 5

1.7.3. Variables 5

1.7.4. Operacionalización de Variables 6

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO 8

2.1. Antecedentes de la Investigación 8

2.2. Bases Teóricas 13

2.2.1. Práctica Deportiva 13

2.2.2. Localización 14

2.2.3. Programación Lineal 16

2.2.4. Modelo de Programación Lineal 16

2.2.5. Métodos de Solución al Problema de Programación Lineal 17

2.2.6. Programación Lineal Entera 17

2.2.7. Programación Entera Binaria 18

2.2.8. Problemas de Cobertura (Set Covering) 19

2.2.9. El Modelo del Problema de Máxima Cobertura (MCLP) 20

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 22

3.1. Tipo de Investigación 22

3.2. Nivel de Investigación 22

3.3. Diseño de Investigación..... 22

3.4. Población de Estudio..... 23

3.5. Muestra 23

3.6. Técnica e Instrumentos de Recopilación de Datos 25

3.7. Procedimientos de Recopilación de Datos..... 26

3.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos 32

3.8.1. Matriz de Distancias..... 32

3.8.2. Matriz de Cobertura 34

CAPÍTULO IV – RESULTADOS 40

4.1. Presentación y Análisis de Resultados..... 40

4.2. Pruebas de hipótesis..... 46

CAPÍTULO IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47

RECOMENDACIONES 48

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49

Anexo 1: Foto del Área Deportiva del Distrito de Carabayllo 53

Anexo 2: Cuadro General De Sectorización Y Población Del Distrito De Carabayllo..... 54

Anexo 3: Cuadro General De Sectorización Y Población Del Distrito De Carabayllo..... 55

Anexo 4: Sectores del Distrito de Carabayllo 56

Anexo 5: Distancia de Centros Deportivos..... 63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Matriz Operacional* 6
Tabla 2 *Población Total Distrito De Carabayllo* 23
Tabla 3 *Estratificación del Distrito de Carabayllo* 24
Tabla 4 *Matriz de Distancias* 33
Tabla 5 *Matriz de Cobertura* 35
Tabla 6 *Nodos cubiertos con la solución del modelo de máxima cobertura* 45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Mapa del distrito de Carabayllo, Población y Manzana* 25
Figura 2 *Sector 1* 27
Figura 3 *Sector 2* 28
Figura 4 *Complejo Deportivo San Martín de Porres* 29
Figura 5 *CEMADER-Centro Municipal Adaptado para el Deporte y Rehabilitación* .29
Figura 6 *Centro Deportivo Puente Piedra* 30
Figura 7 *Complejo Deportivo C.R.S* 30
Figura 8 *Centro Deportivo Ancón* 31
Figura 9 *Complejo Deportivo San Pedro* 31
Figura 10 *Modelo del caso con el método de máxima cobertura en el software lindo 6.1* 36
Figura 11 Solución del Modelo de Máxima Cobertura Aplicado en el Caso de Ubicación de Centros Deportivos 38
Figura 12 *Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 2* 41
Figura 13 *Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 3* 42
Figura 14 *Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 7* 43
Figura 15 *Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 10* 44
Figura 16 *Centro Deportivo Actual En El Distrito De Carabayllo* 53
Figura 17 *Sector 3* 57
Figura 18 *Sector 4* 58
Figura 19 *Sector 5* 59
Figura 20 *Sector 6* 59
Figura 21 *Sector 7* 60
Figura 22 *Sector 8* 61
Figura 23 *Sector 9* 61
Figura 24 *Sector 10* 62
Figura 25 *Mapa total de la Municipalidad de Carabayllo* 63
Figura 26 *Club Deportivo Universidad San Martin De Porres* 64

Figura 27 *Campo deportivo José Granda* 64
Figura 28 *Distancia entre CEMADER al Campo Deportivo José Granda*..... 65
Figura 29 *Distancia entre CEMADER al Club Deportivo Universidad San Martin de Porres* 65
Figura 30 *Distancia entre CEMADER al Complejo Deportivo Universidad San Martin de Porres* 66
Figura 31 *Estadio municipal de Puente Piedra* 66
Figura 32 *Complejo Deportivo Naranjito* 67
Figura 33 *Distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Estadio Municipal de Puente Piedra*..... 67
Figura 34 *Distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo C.R.S. Pariacancha* 68
Figura 35 *Distancia del Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo Naranjito, Fuente: Google Maps* 68
Figura 36 *Club Deportivo Municipal "Primavera", Ancón 15123*..... 69
Figura 37 *Complejo Deportivo "MY EP Marko Jara Schenone"* 69
Figura 38 *Distancia del Centro Deportivo Ancón al Complejo Deportivo San Pedro* 70
Figura 39 *Distancia de Centro Deportivo Ancón al Club Deportivo Municipal "Primavera"*..... 70
Figura 40 *Distancia de Centro Deportivo Ancón al Complejo Deportivo "MY EP Marko Jara Schenone"* 71

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

En la actualidad es necesario el incentivo y promoción de la práctica deportiva en nuestra sociedad. Por temas de salud, distracción y buen empleo del tiempo libre, sobre todo en la juventud, esto ante el incremento del índice de delincuencia. Para ello se requiere espacios donde se pueda generar esta práctica deportiva, en este caso en el distrito de Carabayllo

Es por que se presenta un modelo matemático para un caso real, utilizando como una alternativa de resolución la programación entera en un problema de localización con máxima cobertura, el cual nos brindará una solución para nuestro problema.

El objetivo del presente estudio es ubicar centros deportivos mediante el modelo de máxima cobertura, para ello se determina en primera instancia los potenciales lugares de ubicación de los centros deportivos.

Se sigue con el cálculo de la distancia entre los potenciales lugares de ubicación y la determinación de la matriz de cobertura, tomando como referencia la distancia promedio de 3 centros deportivos de distritos de Lima-Norte, próximos al distrito de Carabayllo. Con esta matriz, se plantea el modelo de máxima cobertura y la solución en el programa LINDO 6.1, para determinar la ubicación de los centros deportivos.

La organización de la tesis es la siguiente:

En el capítulo 1, se da una visión general de la problemática del caso, describiendo el contexto para desarrollar un modelo que permita hallar la cantidad y ubicación de centros deportivos.

En el capítulo 2, se muestra el Marco referencial de donde vamos a partir para desarrollar nuestro estudio, del modelo de máxima cobertura

En el capítulo 3, se muestra la recolección de datos y como es la técnica para recolectarlos, ver las variables y el método en general a utilizar.

En el capítulo 4, se verán los resultados que nos da nuestro modelo, que la ubicación de los centros deportivos que se necesitan implementar.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones.

1.2. Situación Problemática

El aumento del sedentarismo en los últimos años trae como consecuencia enfermedades de tipo vasculares y mentales. El poco impulso de la práctica deportiva e impulsado por la dependencia tecnológica ha derivado en el aumento de problemas de salud a nivel global. El profesor Jesús del Pozo afirma que “vivimos una revolución tecnológica, donde se ha incrementado el uso de pantallas, implicando el aumento del nivel de sedentarismo, acentuado en la etapa de Covid-19”. El país (2021).

La directora de sostenibilidad social de CAF-Banco de Desarrollo de América Latina, Silva Oteyza afirma lo siguiente que “el deporte es una herramienta de inclusión social de niñas, niños y jóvenes en América Latina. Es una variante del tiempo libre, para una juventud como amenazas de drogas y violencia, y desarrolla modelos de formación humana integral”. CAF (2017).

En el Perú “el covid-19 generó una revolución digital en la sociedad, que transformó la vida personal y laboral de las personas, que trajo consigo reducción drástica de las actividades físicas y deportivas”. El peruano (2021).

De la misma forma se “resalta que los ejercicios y actividades físicas tienen un profundo impacto en el funcionamiento del sistema inmune, donde la práctica deportiva mejora indicadores de pacientes inmune a dolencias generadas por: diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares, entre otras.” El peruano (2021).

En Carabayllo, sumado al poco impulso por la actividad deportiva, se carece de planes de estructuración y localización de espacios para esta práctica, que no solo repercute en nivel de salud, sino en el aumento de índices de delincuencia. Carabayllo es uno de los distritos más importantes de Lima-Norte, por su población e historia. Actualmente cuenta con una serie de limitaciones que genera problemas en su desarrollo, el cual afecta a la población del distrito. Uno de estos problemas es la poca práctica deportiva, a causa de la falta de infraestructura y espacios para esta actividad. En el distrito se cuenta con un centro deportivo apto para la práctica deportiva, tipo polideportivo (canchas de fútbol, básquet, mini gimnasios), ubicado en la Av. Tupac Amaru Km 22, el cual termina siendo insuficiente para los habitantes del distrito, teniendo como referencia que la actividad deportiva y recreación es un derecho fundamental.

1.3. Formulación del Problema

Luego de analizar la problemática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1.3.1. Pregunta Principal

¿Cómo se determina la localización de Centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo?

1.3.2. Preguntas Específicas

¿Cuáles serán la ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos?

¿Cuál será la distancia entre los potenciales puntos de localización de los centros deportivos?

¿Cuál será el radio de cobertura para la población del distrito de Carabayllo?

1.4. Justificación Teórica

En el presente trabajo se utiliza programación lineal mediante máxima cobertura que permite localizar centros deportivos, aplicable a la realidad con cualquier tipo de

servidores, el cual puede ser tomado como referencia y adaptado a cualquier enfoque, de la sociedad, sea en temas económicos, educativos, de salud. La localización mediante el método de máxima cobertura permitirá cubrir la mayor cantidad de demandantes de cualquier tipo de servicio, siendo una herramienta importante de la Investigación Operativa para tomar decisiones. El resultado que se obtiene puede servir para ampliar una teoría en el futuro sobre el tema de localización.

1.5. Justificación Práctica

El problema descrito, refleja la necesidad de brindar espacios en el distrito de Carabayllo para la práctica deportiva, es por ello por lo que se plantea la propuesta de la localización de centros deportivos buscando cubrir la mayor cantidad de ciudadanos, tomando en cuenta una distancia referencial. Es importante destacar que se emplea una herramienta importante de la Investigación Operativa, como es el método de máxima cobertura, permite tomar decisiones adecuadas. La importancia de la Investigación Operativa es que propone distintas métodos y herramientas aplicables a la vida real en distintas disciplinas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo Principal

Determinar la localización de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.

1.6.2. Objetivos Específicos

Determinar la ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos.

Determinar el radio de cobertura para la población del distrito de Carabayllo.

Determinar la distancia entre los potenciales puntos de localización de los centros deportivos.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

Se podrá determinar la localización de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo

1.7.2. Hipótesis Específicas

Será posible determinar los potenciales puntos de localización de centros deportivos para el método de máxima cobertura.

Será posible determinar la distancia entre los potenciales puntos de localización de los centros deportivos.

Será posible determinar el radio de cobertura para la población del distrito de Carabayllo

1.7.3. Variables.

Las variables que se han definido son las siguientes:

X: Localización.
Esta variable localiza centros deportivos que maximizan el requerimiento del distrito de Carabayllo.

Y: Máxima Cobertura.
Método que localiza los centros deportivos de tal forma que cubre al máximo el requerimiento en el distrito de Carabayllo.

1.7.4. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Matriz Operacional

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES
¿Cómo se determina la localización de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo?	Localizar centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo	Será posible localizar centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo	X: Localización	Localización de centros deportivos que maximiza el requerimiento del distrito de Carabayllo	Localización de centros deportivos
¿Cómo se determina la ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo?	Determinar la ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.	Será posible determinar la ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo	Y: Máxima Cobertura	Método que localiza los centros deportivos de tal forma que cubre al máximo el requerimiento en el distrito de Carabayllo	Ubicación de los potenciales lugares de centros deportivos.
¿Cómo se determina la distancia de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para	Determinar la distancia de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura	Será posible determinar la distancia de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima			Distancia entre puntos

promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo?	para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.	cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo		
¿Cómo se determina el radio de cobertura de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo?	Determinar el radio de cobertura de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.	Será posible determinar el radio de cobertura de los potenciales lugares de centros deportivos mediante el método de máxima cobertura para promover las actividades deportivas en el distrito de Carabayllo.		Radio de cobertura

CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO

Para la comprensión del trabajo de tesis, se presentarán algunas investigaciones relacionadas con los temas de estudio, así como las bases teóricas de los temas tratados y los conceptos involucrados.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Bermúdez y Garzón (2016), presentaron el trabajo titulado “Desarrollo de un modelo de optimización para la localización de centros de distribución multiproducto considerando el cálculo de área”. El objetivo principal fue ubicar los centros de distribución (CEDis) y el cálculo del área de almacenaje necesario para cada uno de los mismos, utilizando un modelo matemático que involucró las demandas para atender los CEDIs. Los autores presentaron una revisión de los modelos de localización y algunos aspectos técnicos de los sistemas de almacenamiento, con lo cual generaron un modelo de localización discreto de centros de distribución, capacitados en una cadena logística de 3 eslabones. El modelo planteado fue programado en el Software GAMS y se resolvió mediante el software solver CPLEX. Los resultados obtenidos evidenciaron que existen una gran cantidad de modelos y métodos de solución para resolver el problema de localización de centros de distribución. De la misma forma, los resultados de la investigación permitieron proponer abrir 4 CEDIs, con una capacidad 5432 355 en los casos de tipo A. En los casos de tipo B abrir 6 CEDIs con una capacidad de 4980 807.Con los resultados obtenidos, los autores concluyeron que en los diferentes casos planteados, el modelo funcionó sin importar los datos que se emplearon, donde la mejor combinación se dio entre
los costos de transporte y arriendo.

Solano et. al (2017), presentaron el trabajo titulado “Modelos de localización de cámaras de vigilancia en una red de transporte público masivo”. El objetivo de este trabajo fue resolver el problema de escoger las estaciones que deberían ser vigiladas por las cámaras y minimizar el valor esperado del número de crímenes y la cantidad de imágenes que se podían captar por la cámara de vigilancia. En el presente trabajo de investigación se utilizó dos modelos matemáticos en programación entera en la cual se consideró restricciones como: Periodos de tiempo, presupuesto, necesidad de contar con una cámara por cada dos estaciones, entre otras. A partir de ello se realizaron pruebas de 20 a 200 estaciones, con valores de α=0,0.5 y 1, que representan el nivel de resolución de las cámaras empleando ambos modelos, para comparar y encontrar los resultados esperados. Los resultados obtenidos evidenciaron que el segundo modelo planteado de dos variables está en promedio 6.5-7.4% por encima de la solución, mientras que el primer modelo se encuentra en promedio 31.0-32.8% alejadas entre sí. Con los resultados obtenidos, los autores concluyeron que el segundo modelo planteado con dos variables tiene un mejor desempeño con respecto al modelo uno de tres variables, por tener una relajación cercana al óptimo, que permite una solución computacional en menor tiempo. De la misma forma, se propone la realización de pruebas de modelos en instancias reales.

Pacheco (2015) presentó el trabajo titulado “Estimación y localización de la cantidad adecuada de los depósitos de residuos en el bosque el Olivar de San Isidro mediante simulación de sistemas”. El objetivo principal fue determinar si los depósitos de basura que se contaban en ese momento eran los suficientes para el almacenamiento de los residuos. El presente trabajo de investigación permitió realizar estudios de simulación en un intervalo de tiempo para conocer el comportamiento de la comunidad en base al desecho de residuos y si se contaban con los depósitos necesarios para el almacenamiento de los residuos. Luego se planteó un modelo para ubicar de manera óptima, los nuevos depósitos de residuos sólidos, considerando el cubrimiento de la mayor parte del bosque, de tal forma que los vecinos no recorran una distancia considerable para la acción de dejar sus residuos. Los resultados obtenidos evidenciaron que en promedio el bosque “El Olivar” recibe 1765 kilogramos residuos de personas y 934 de residuos de mascotas, lo que equivale a la necesidad

decontar con 49 y 26 depósitos de residuos respectivamente. Con estos resultados, se determinó que faltaba implementar 14 y 6 depósitos nuevos respectivamente, para cumplir con la capacidad requerida. Estos nuevos depósitos fueron ubicados de forma óptima mediante el modelo de cubrimiento y que dichos nuevos no se superpongan a los depósitos con los cuales ya se cuentan. Con los resultados obtenidos, el autor concluyó que la cantidad de depósitos de basura dependerá de los ingresos de residuo que se dejan en el parque El Olivar, y que se puede condicionar las áreas de localización de los nuevos depósitos en partes donde se cuentan con mayores entradas al parque en mención.

Torres (2017) presentó el trabajo titulado “Localización Óptima de Capacitores En Redes De Distribución Para Mejorar La Eficiencia Energética Del Sistema Eléctrico Chungar-Volcan”. El objetivo de este trabajo fue de localizar de forma óptima los bancos de capacitores que se implementaron en una red de distribución, para mejorar la eficiencia energética del sistema eléctrico. Para el presente trabajo de investigación, se empleó análisis estadístico para comparar las hipótesis planteadas con respecto de la variable sistema eléctrico y la eficiencia energética. Los resultados obtenidos definieron la relocalización de bancos de capacitores existentes con una inversión de 173 000 dólares, donde se mejoró el factor de potencia de hasta 91.9% en barras de 50kV y 93.4% en barras de 22. 9kV.Con los resultados obtenidos, el autor concluyó que la localización de capacitores infiere sobre la eficiencia del sistema eléctrico y la reubicación de bancos capacitores una reducción de la inversión en la red de distribución.

Sotelo (2020) presentó el trabajo titulado “Problema de Ruteo Con Máxima Cobertura”. El objetivo del trabajo fue determinar la ruta e instalaciones a visitar los vehículos, de tal forma que el tiempo no supere el establecido y se logre cubrir la mayor cantidad de clientes demandantes. Para el presente trabajo se planteó una metaheurística para la solución del modelo matemático, tomando en cuenta las restricciones establecidas en el problema de ruteo. El modelo fue desarrollado en el optimizador CPLEX 2.0, el cual tuvo como resultado el ruteo a realizar para 724 nodos, de los cuales se cubre con el mejor recorrido con 80 instancias pequeñas, 53 medianas y 135 grandes. Este modelo fue validado por su velocidad computacional en el optimizador CPLEX 2.9, donde a mayor

cantidad de nodos, mayor será la dificultad de cálculo. Con los resultados obtenidos, el autor concluye que el modelo resuelve la optimalidad de 198 a 203 instancias reportadas, donde se mejoró en 56 instancias, con soluciones de calidad en tiempos de cómputo aceptable.

Rocha et. al (2020) presentaron el trabajo titulado “Diseño de una actividad lúdica para enseñanza del problema de máxima cobertura: Instala el hospital”. El trabajo presentó el uso de la lúdica como enseñanza de herramientas de investigación operativa, como el método de máxima cobertura, representado en la localización de hospitales. El objetivo de este trabajo fue plantear la posibilidad de construir actividades didácticas para la enseñanza de problemas de ingeniería desde una forma entretenida como es la cibernética. El presente trabajo de investigación fue un estudio de tipo descriptivo y cualitativo, que permitió dividir el pensamiento en 4 niveles: Nivel axiológico, donde se construye el modelo. Nivel semiológico, donde se reciben los mensajes sobre el estado de construcción del modelo. El siguiente nivel es epistemológico, donde se presenta la visualización lúdica de la construcción de elementos del modelo y el nivel ontológico, donde se aprecia la simbolización de los conceptos como objeto de aprendizaje. Los resultados obtenidos evidenciaron la buena recepción e identificación de los participantes con el objetivo de la lúdica, teniendo una mayor comprensión del escenario general y reubicando aquellos hospitales que podrían brindar mejor resultado. Los resultados obtenidos permitieron concluir la aplicación metodológica y diseño lúdico de herramientas como el modelo de máxima cobertura permitió enseñar de forma agradable conceptos a estudiantes y que se relacionan con términos de ingeniería, potenciando e incentivando su competitividad.

Gutierrez y Taipe (2020) presentaron el trabajo titulado “Propuesta para la ubicación de estaciones de bicicletas públicas mediante la metodología de Máxima Cobertura para la reducción de tiempos de viajes en el distrito de San Borja-Lima “. El objetivo del trabajo de tesis fue replantear la ubicación de estaciones de bicicletas mediante el método de máxima cobertura, para reducir el tiempo de viaje de los ciclistas en el distrito de San Borja. Para la aplicación del método de máxima cobertura, se requirieron datos como el mapa del distrito de San Borja, para sectorizar el espacio, considerando la población total. Se identificaron las estaciones de bicicleta y toma de tiempos de viajes con el

software Vissim 9. A partir de los datos y la aplicación del método de máxima cobertura, se presentaron 5 escenarios, desde 10 a 50 estaciones, considerando las áreas de mayor concentración de demanda. Los resultados obtenidos definieron la distancia recomendada de 230 metros y se cubrió el 60% de la demanda requerida. Con los resultados obtenidos, el autor concluyó que el tiempo de viaje simulado fue menor al tiempo actual, considerando también la nueva cantidad propuesta y la ubicación de las 30 estaciones. De la misma forma se propuso la interconexión de los distintos modos de transporte existentes.

Meza y Ureta (2021) presentaron el trabajo titulado “Optimización de las ubicaciones de estaciones de bicicletas existentes aplicando el método de máxima cobertura para la mejora de las condiciones de flujo de tránsito, Santiago de Surco, Lima 2021”. El presente trabajo fue trabajado con el método de máxima cobertura y el programa Vissim 9, donde fueron empleados los datos que se recopilaron, donde buscar resolver el problema de mejora de ubicación de estaciones de bicicletas. El objetivo del trabajo fue determinar si la optimización de la ubicación de las estaciones de bicicletas permitirá mejorar el flujo de tránsito, mediante el método de máxima cobertura. El presente trabajo de investigación fue un estudio cualitativo y de carácter descriptivo, donde luego de tomar el tiempo, recolección de datos, visualización de las estaciones existentes, se elaboró un modelo con el método de máxima cobertura, el cual se simuló en el programa Vissim 9. Los resultados obtenidos evidenciaron que el tiempo de viaje promedio entre las estaciones de punto de partida y llegada es de 7 minutos, teniendo como referencia dos puntos. Para la simulación que quieren proyectar, con tres puntos de referencia, el tiempo de viaje será de 6 minutos, con lo cual se plantea una nueva propuesta de ubicación de estaciones de bicicletas. Con los resultados obtenidos, los autores concluyeron que se pueden implementar 8 estaciones más para mejorar el tiempo de viaje entre puntos de partida y llegada, lo cual, a través de la simulación, puede reducirse hasta en 1 minuto del tiempo promedio actual.

2.2. Bases Teóricas

El problema de localización es un tema recurrente en la vida real, enfocado incluso en ámbitos fuera del empresarial, en este caso, el cual lo emplearemos con la finalidad de ubicar centros deportivos, con fines recreativos y de responsabilidad social en el aspecto de salud, con base en la práctica del deporte, para la comuna del distrito. En la primera parte enfocaremos la importancia del deporte y lo relevante que termina siendo la instalación de estos espacios para su práctica. De la misma forma se desarrolló la teoría de los problemas de localización, la cual ha tenido una serie de estudios, desarrollados por reconocidos investigadores, quienes brindan esta teoría fundamental que se utilizó para la localización de los centros deportivos de nuestro estudio de investigación.

2.2.1. Práctica Deportiva

La necesidad de la promoción de la vida sana y práctica del deporte, parte del reconocimiento de que la inactividad física es uno de los principales factores de riesgo de mortalidad en el mundo. La Organización Mundial de la Salud OMS (2002) hace énfasis en la relación de enfermedades cardiovasculares con el descuido, entre otros motivos, de la poca práctica deportiva, lo cual conlleva al aumento de sobrepeso y obesidad, ello es determinante en la posibilidad de enfermedades coronarias. A partir de ello, la OMS (2011) plantea una serie de recomendaciones mundiales sobre actividad física, con la finalidad de prevenir enfermedades no transmisibles (ENT), como las coronarias, basándose en los vínculos entre la frecuencia, duración, intensidad y la cantidad total de actividad física necesaria para prevenir las ENT.

La práctica deportiva, contribuye a una mejora de la salud en aspectos cardiorrespiratorios, del aparato locomotor, cáncer, metabólico y mental. En lo último mencionado, la salud mental, a causa de la pandemia Covid-19, es uno de los principales aspectos de la salud en la cual se debe realizar mayor énfasis. Si bien es cierto, la práctica del deporte colectivo se encuentra limitada, ello no debería restringir la práctica de deportes individuales o la ejecución de actividad física, la cual trae consecuencias positivas tanto en una preparación física como en una forma de sobrellevar el estrés causado por el confinamiento.

Rico-Gallegos et.al (2020) hacen referencia a los siguiente: “El estado de confinamiento puede causar una gama de síntomas psicopatológicos, afección al estado de ánimo, depresión, irritabilidad, etc., sumado a los otros aspectos considerados como problemas cardio respiratorios, metabólicos y la importancia de la actividad física, por ello el deporte debe adoptarse como un estilo de vida en nuestra rutina diaria”. (p.1).

La necesidad de generar espacios para la práctica de la actividad física, reflejados en la implementación de centros deportivos, se hace una necesidad relevante, como beneficio para mejorar la calidad de vida de los vecinos de la comuna del distrito. Es a partir de ello que se plantea los modelos de localización para la ubicación de estos espacios deportivos de tal forma que se pueda tratar de cubrir toda la población del distrito de Carabayllo.

2.2.2. Localización

Los problemas de localización se han desarrollado a lo largo de la historia por importantes referentes, tales como el alemán Johan Von Thunnen quien planteó en el año 1826 la teoría económica de la localización. Engler et. al (2005), resaltan que Von Thunnen referencia los factores que afectan la ubicación espacial de producciones agrícolas para abastecer a un determinado grupo de consumidores. En la teoría que plantea Von Thunnen se prioriza la determinación de ciertas zonas óptimas que, de acuerdo con las distintas características y pesos de los productos, se distribuyen alrededor de mercados o círculos con determinado centro de atención. El modelo que plantea Von Thunnen estudia las diferencias de costos con referencia a la diferencia de distancia con el mercado.

La teoría de localización industrial fue uno de los grandes avances y estudios del siglo XX, Bustos (1993) resalta que “el análisis de los modelos permite resaltar la delimitación de los aspectos fundamentales que actúan en los procesos de localización, así mismo, se establece las relaciones principales entre las variables y decisiones finales” (p.51). Sin embargo, Bustos (1993) explica que “hay limitaciones presentes en el proceso de localización, mediante la teoría de localización industrial” (p.51). Las principales limitaciones que se menciona son, que básicamente se terminan dejando de lado algunas variables en los modelos y que algunos modelos de localización no son enfocados para explicar una realidad, es decir se pretende

obtener estructuras óptimas de localización. Estos modelos servirán más para realizar trabajos de planificación, que para pronosticar.

Según Bustos (1993), a partir de las deficiencias de los métodos de la teoría de la localización industrial, “en los años 60 se introdujeron supuestos, acordes a la realidad económica y social” (p.52).

En los años siguientes surgieron otros estudios y métodos como el modelo de Christaller, que tuvo como autor a Walter Christaller en el año 1933. Según Quintana (2013), Christaller estipula una serie de supuestos, entre los que resaltan la jerarquización de elementos, es decir que cada elemento superior, es inferior en número a uno de menor jerarquía. Además, planteó el supuesto que existe un espacio isótropico, homogéneo el cual plantea un centro urbano que es atendido con bienes y servicios. El principal objetivo de este modelo es demostrar como los productos y servicios, comienzan a organizarse en el territorio dentro de la jerarquía urbana, es decir la localización óptima beneficia un espacio en igualdad de condiciones, las personas se ven beneficiadas por algún bien o servicio requerido. En esta teoría comienza a considerarse algunos conceptos de rango y umbral de mercado.

La formalización del modelo de Christeller estuvo a cargo de August Lösch (1940), el cual considera algunas variaciones a lo largo de la jerarquía como es el capital y abandona el supuesto que los centros de la misma jerarquía tenían las mismas funciones, hay una especialización productiva. Esta teoría es útil para entender más a realidad nuestra organización espacial

En el desarrollo de los estudios de localización se plantearon una serie de métodos y modelos los cuales, Daskin y Shilling (2002), clasificaron los mismos en “ocho modelos básicos para la solución de problemas de localización” (p.86). Daskin y Shilling (2002) resaltan que “los modelos de ubicación o también llamados de localización son específicos de aplicación” (p.86). Esto quiere decir que su forma estructural (objetivos, restricciones y variables) estará determinada por el problema de localización particular en estudio. En conclusión, no hay un modelo de ubicación general que sea apropiado para todos las potenciales o existentes aplicaciones a realizar. Para el desarrollo de este trabajo de tesis se explicará y utilizará dos de estos

ocho modelos básicos los cuales serán: El modelo de cobertura total y el modelo de máxima cobertura.

2.2.3. Programación Lineal

La programación lineal es una herramienta para resolver problemas de optimización, en la cual se representará una función objetivo, y una serie de restricciones lineales, esto se podrá verificar en el libro de Investigación de Operaciones de Winston (2005) con los siguientes conceptos:

a. **Suposición de proporcionalidad**. La programación lineal es la representación de la forma lineal de las funciones.

b. **Suposición de aditividad**. Referencia que cada variable de la función objetivo es independiente a las demás variables.

c. **Suposición de divisibilidad**. La suposición de divisibilidad consiste en que el conjunto de soluciones puede tomar como valor cualquier fracción, aunque en la vida real muchos casos se establecerán con valores enteros, es ahí donde se desprende la programación lineal entera.

d. **Suposición de certeza**. Se debe conocer con certeza la información y datos de los problemas a plantear y resolver con los métodos de solución de programación lineal. (p.49)

2.2.4. Modelo de Programación Lineal

La programación lineal es una herramienta para la solución de problemas la cual según Moya (1990), “cuenta con dos fases. La primera fase consiste en plantear el modelo matemático, que de forma general es expresado como enunciado. La segunda fase consiste en la resolución del problema de programación lineal por algún método de solución”. El modelo de programación lineal tiene la siguiente estructura que está desarrollada en la obra de Moya (1990).

2. **Función objetivo**. Se determina lo que se busca optimizar en el problema, maximizar algún beneficio o minimizar alguna pérdida, merma, tiempo o recurso, y

se representa como una función matemática, en la cual previamente ya están definidas las variables. (p.66)

3. **Restricciones funcionales**. En esta parte, se representan todas las limitaciones del problema que se consideran en el modelo mediante una expresión matemática. (p.67)

4. **Restricciones de no negatividad.** Estas restricciones son aquellas que los valores de las variables no pueden tomar valores menos que cero, no pueden ser negativos, si eso sucede, el problema estaría mal resuelto o no tendría sentido. (p.68)

2.2.5. Métodos de Solución al Problema de Programación Lineal

Para la solución de los problemas de programación lineal existen algunos métodos que Moya (1990) lo explica de la siguiente manera:

a. **Método Gráfico:** El método gráfico es uno de los principales métodos de solución de los problemas de Programación lineal. Consiste en los problemas de dos variables, se pueden resolver gráficamente, considerando que la solución debe estar en el espacio de recursos. (p.75)

b. **Método Analítico**: El método analítico es una extensión para la solución de problemas de Programación Lineal, en el cual los problemas mayores a dos variables tienen como única forma la solución del problema a través de este método. (p.119)

Entre los métodos más importantes está el método simplex, método de la big M, entre otros.

A partir de la solución de un problema de programación lineal sea por método gráfico o analítico, la solución puede ser fraccionaria, y es donde surge la programación lineal entera.

2.2.6. Programación Lineal Entera

La programación lineal entera es una extensión de la programación lineal, cuando se obliga a que las soluciones de los problemas de programación lineal deben ser enteras, lo explican De la Fuente y Priore (1996):

> Los principales métodos que se desarrollaron en la programación lineal entera

son el algoritmo de planos de cortes con su investigador R.Gomory desarrollado en 1958.Otro de los métodos importantes que se resaltan son el método de Branch and Bound que su desarrollo en el año 1960 por A.Lang y A.Doing, el cual trata sobre un método de ramificación y acotamiento .En el año 1965, E. Balas, propone el método de enumeración implícita o también conocido como el método de Balas. (p.1)

Según De la Fuente y Priore (1996) existen 3 tipos de problemas de programación lineal entera y son los siguientes:

- **Directos.** Las variables de decisión son cuantitativas enteras.
- **Codificados**. Las variables son de tipo binario.
- **Transformados**. Se producen cuando el análisis debe ser simultáneo. (p.1).

Por la naturaleza del problema y de los datos, este trabajo de tesis será un problema de programación lineal entera de tipo codificado, puesto que las variables serán de tipo binario.

2.2.7. Programación Entera Binaria

La programación entera binaria es un caso particular de la programación lineal entera. Sallán et. al (2002) explican que "la programación entera binaria es un modelo de programación matemática que tiene función objetivo y restricciones como cualquier modelo de programación lineal, pero se le ha impuesto la condición adicional de que las variables de decisión sean todas binarias". (p.107).

Es un caso particular de programación entera.

$$x_i = \begin{cases} 1, \text{ si la decisión } _i \text{ es si} \\ 0, \text{ si la decisión } _i \text{ es no} \end{cases}$$

Las variables de este tipo se llaman binarias.

2.2.8. Problemas de Cobertura (Set Covering).

Las investigaciones sobre este problema tienen como fundamento la localización de servidores de tal forma que logre cubrir de manera parcial o total la demanda. Se debe tomar en cuenta para la solución de estos problemas, aspectos tales como distancia, costos, etc.

Los problemas de cobertura se desprenden y pueden presentarse de dos maneras:

a. **Cobertura total**: En los años 70 Toregas et.al (1971), decidieron implementar un nuevo método de solución para la implementación óptima de servicios que lleguen a satisfacer la demanda de una población, esta sería denominada cobertura total. El método que presentaron tenía como finalidad la localización de servidores para la atención de emergencias. Posteriormente se consideró que este método de solución es aplicable para cualquier tipo de servicios, colegios, hospitales, etc.

Este modelo consiste en la ubicación de las instalaciones como un conjunto que cubre un problema. Los puntos potenciales donde serán ubicados los servicios están dentro de una distancia específica de cada punto de demanda. Toregas et.al (1971), consideraron, además una restricción para cada punto de demanda que requiere cobertura, por último, las restricciones de no negatividad propias de la programación lineal.

b. **Máxima cobertura**: El modelo para resolver problemas de máxima cobertura fue introducido por Church y ReVelle (1974), en el cual detallan que a través de la "examinación de la curva de costos-efectividad, se concluye que, para un número dado de instalaciones, pueden hallarse muchas soluciones de ubicación que cumplan con el requisito de cobertura" (p.102). El objetivo de este modelo será el de ubicar de tal forma los servicios que la menor cantidad de personas posibles se queden fuera de la distancia de servicio deseada.

Estos problemas se trabajan en la tesis a través de la programación lineal entera binaria.

2.2.9. El Modelo del Problema de Máxima Cobertura (MCLP)

Según la Universidad de Murcia (2004):

El problema de máxima cobertura es una variante del problema de cobertura total, el cual requiere que los nodos- demanda sean cubiertos al menos una vez por los servicios, dado que se contará con un parámetro definido de servicios disponibles, y que adicionar alguno más, generará un mayor costo para la instalación. (p.103-104).

Otros autores formularon el modelo de programación de máxima para la atención de llamadas para un determinado número de servidores. El modelo del problema de máxima cobertura está representado de la siguiente manera.

$máx = \Sigma f_i y_i$ (1)

$_i \in I$

$s.a.\ \Sigma x_i \geq y_i \quad \forall_i \in I$ (2)

$_j \in I$

$\Sigma x_j = p$ (3)

$_j \in I$

$x_i\ y_i \in \{0,1\} \quad \forall\ j \in J, \forall\ i \in I$ (4)

Donde las variables son parámetros aún no definidos

Son f_i: Población en el nodo i

Y_i {1, si el nodo i es cierto,
0, en caso contrario

p= El número de centros deportivos a ubicar.

De la misma forma Church y ReVelle (1974) afirma que:

> La función objetivo (1) maximiza el número de demandas que son atendidas por una estación ubicada a menos de la distancia S prefijada. Las desigualdades (2) exigen que un nodo i no puede ser cubierto mientras no se

haya posicionado al menos un centro deportivo en un lugar a distancia no superior a S. Con la igualdad (3) se asegura que el número de centros deportivos a ubicar sea p. Por último (4) explicita el carácter binario de las variables. (p.103-104).

Este modelo también lo utilizaremos con la finalidad de resolver nuestro problema en este trabajo de tesis, pero adaptando a la realidad del problema, considerando algunos aspectos importantes, como los datos con los que contamos, las variables y alguna restricción propia del sistema que se quiere resolver, como es que una variable tiene que estar definida como 1, es decir ya hay un centro deportivo en un determinado lugar. Además, en base al resultado del problema de cobertura total, indicaremos un parámetro de centro deportivo que se relacione con el resultado del primer modelo, pero considerando las condiciones de un problema real.

CAPÍTULO III – METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Sampieri (2004) Las investigaciones cualitativas desarrollan preguntas e hipótesis, antes, durante y después de la recolección y análisis de datos. La investigación se desarrolla de forma dinámica en sentido de hechos e interpretación, varía resultados de acorde a cada estudio que se realiza (p.7). La presente tesis es de investigación cualitativa, donde se recolecta, evalúa y examina datos, los cuales serán expresados en el método seleccionado, donde se expresa la realidad problemática.

3.2. Nivel de Investigación

El tipo de investigación es explicativa porque se busca explicar y/o determinar un fenómeno mediante los datos que fueron recolectados. (Sampieri,2004, p.7).

3.3. Diseño de Investigación

El trabajo de investigación es de diseño no experimental. El diseño no exper“Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Sampieri,2004, p.152).

El trabajo realizado es en tiempo transversal. “Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único”. (Sampieri,2004, p.154).

3.4. Población de Estudio

El presente trabajo de tesis se desarrolló con datos adquiridos del plan de Desarrollo Local Concertado del Distrito de Carabayllo al 2021 (Municipalidad De Carabayllo, 2016).

Los datos recogidos fueron necesarios para el desarrollo del trabajo, y se procesaron de tal forma que se generó una data específica para implementarse al modelo elegido para la solución.

La población obtenida en el año 2015 fue de 419696 habitantes, con un área de 424 km^2 y una densidad poblacional de 989 habitantes por km^2.

Tabla 2

Población Total Distrito De Carabayllo

Habitantes	Área en Km^2	Densidad Poblacional (Hab/Km^2)
419696	424 km^2	989

Fuente: Municipalidad de Carabayllo

3.5. Muestra

Los datos que se presentan en la tabla 2 son del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), los cuales son de suma importancia para la implementación del modelo y posterior aplicación. Estos datos representan las características de cada sector que compone el distrito de Carabayllo tales como la cantidad de manzanas, la población por sector, a su vez logramos identificar las delimitaciones y ubicaciones ideales como punto de demanda para la implementación de los centros deportivos. A continuación, en el desarrollo de este capítulo se apreciarán los datos netos que fueron posteriormente procesados, su significado y cómo incidieron en los modelos que se plantearon en el inicio.

Tabla 3

Estratificación del Distrito de Carabayllo

Estrato	Personas	Hogares	Manzanas
Alto	0	0	0
Medio Alto	1519	432	12
Medio	33941	9107	381
Medio Bajo	99835	26072	1688
Bajo	89256	24697	2989
Total	**224554**	**60308**	**5070**

Fuente: INEI

Los datos que se presentan en la tabla 2 reflejan las manzanas o calles que componen el distrito de Carabayllo. Estas manzanas están compuestas por una cantidad media de hogares, que, según el estudio de Planos estratificados del año 2016, esta es de 11.7. Para la consideración de personas totales en el distrito se prioriza una población entre 18 a 65 años, con una media de 4 personas por hogar. Estos datos reflejados en la tabla 3 se pueden visualizar en el mapa que se presenta en la figura 1, y que considera a estratos económicos del distrito (el color rojo representa a estrato bajo, el marrón representará al estrato medio bajo, el amarillo con tonalidad oscura representará al estrato medio, y el amarillo con tonalidad más clara representará el estrato medio alto).

Por convenir a nuestro trabajo de tesis, utilizaremos los mismos datos.

Estrato

Bajo-Color Rojo

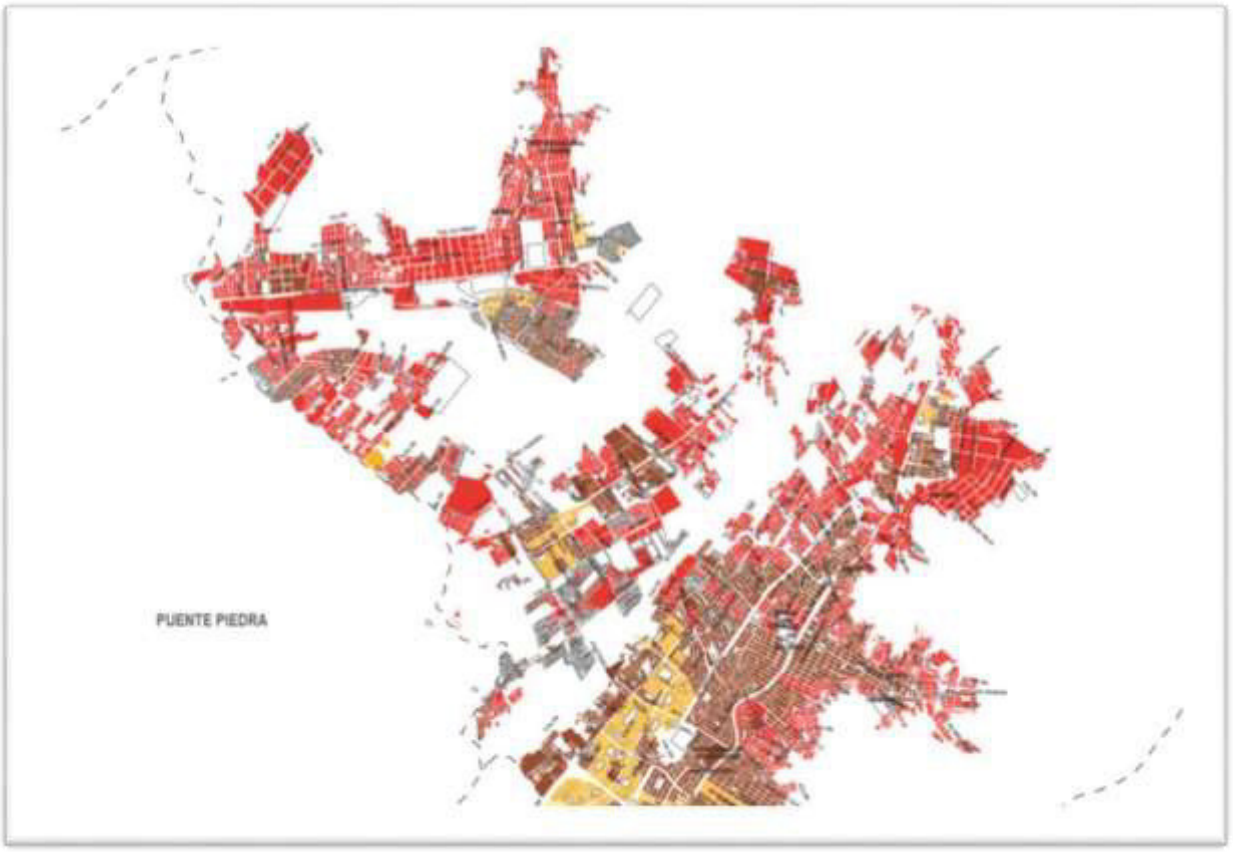
Medio bajo-Marrón

Medio-Amarillo tonalidad oscura

Medio alto-Amarillo tonalidad clara.

Figura 1

Mapa del distrito de Carabayllo, Población y Manzana.



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

Las imágenes de la figura 1, representan el mapa del distrito de Carabayllo sectorizado en 10 partes, lo cual será de utilidad para determinar los puntos de demanda en el planteamiento de los modelos para la solución del problema. Para lograr esta sectorización se tomaron en cuenta los datos del informe de Planos Estratificados del año 2016, que satisface las condiciones que se busca en la solución del problema. La sectorización facilita conocer y hacer un estudio profundo de las distintas zonas del distrito que lo componen, los puntos de demanda que pueden ser utilizados para la ubicación de otra clase de servidores y a su vez densidad poblacional.

3.6. Técnica e Instrumentos de Recopilación de Datos

Para la recopilación de la información se procedió con la búsqueda de estudios de estratificación de INEI y de planes de trabajo oficiales de la Municipalidad del Distrito, los cuales fueron contrastados con el estudio elaborado por el INEI. Se procedió a

delimitar los sectores del distrito. Del mismo modo, se agruparon a personas por hogares y manzanas, considerando una media de 4 personas por hogar, con lo cual se logró formar la población demandante por nodo y sector.

3.7. Procedimientos de Recopilación de Datos

Se procederá a recoger los datos, los cuales se recolectaron de un estudio de estratificación de los distritos de Lima Metropolitana realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2016, Google Maps y –Municipalidad de Carabayllo. A su vez, también determinar las limitaciones de nuestra área de estudio que en nuestro caso es el distrito de Carabayllo, basados en el mapa oficial del distrito. Para fines ilustrativos se presentará dos sectores de los 10 que se ha delimitado el mapa del distrito, en el cual se consideran potenciales lugares de ubicación de los centros deportivos.

Sector 1

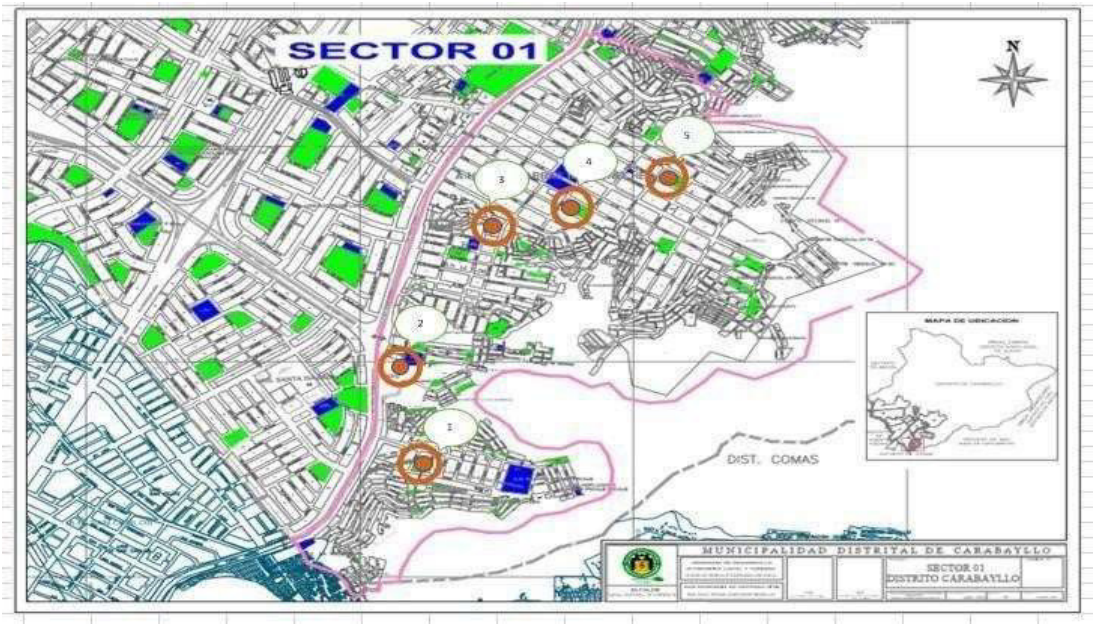
Este sector está delimitado por el distrito de Comas hacía el Sur, por el Norte con el sector 3,4 y 2, por el Oeste con el sector 2 y por el Este con el distrito de Comas.

Los puntos de demanda del sector 1 están ubicados entre las calles: 1.- Jr. Los Rosales, Jr. Los Eucaliptos, Jr. Los Sauces, 2.- Av. Túpac Amaru km 16, Pasaje Principal, 3.- Jr. Los Rosales , Jr. Santa Rosa, Jr. Tarma, 4.- Jr. Arequipa, Jr. Cusco, Jr.
Alfonso Ugarte, 5.- Jr. San Martín de Porres, Jr. Jorge Chávez, Jr. Mariscal Cáceres.

Este sector está delimitado por el sector 1 hacía el Este, con el sector 4, sector 7 y sector 6 por el Norte, por el Sur con el distrito de Comas y por el Oeste con el sector 7.

Figura 2

Sector 1



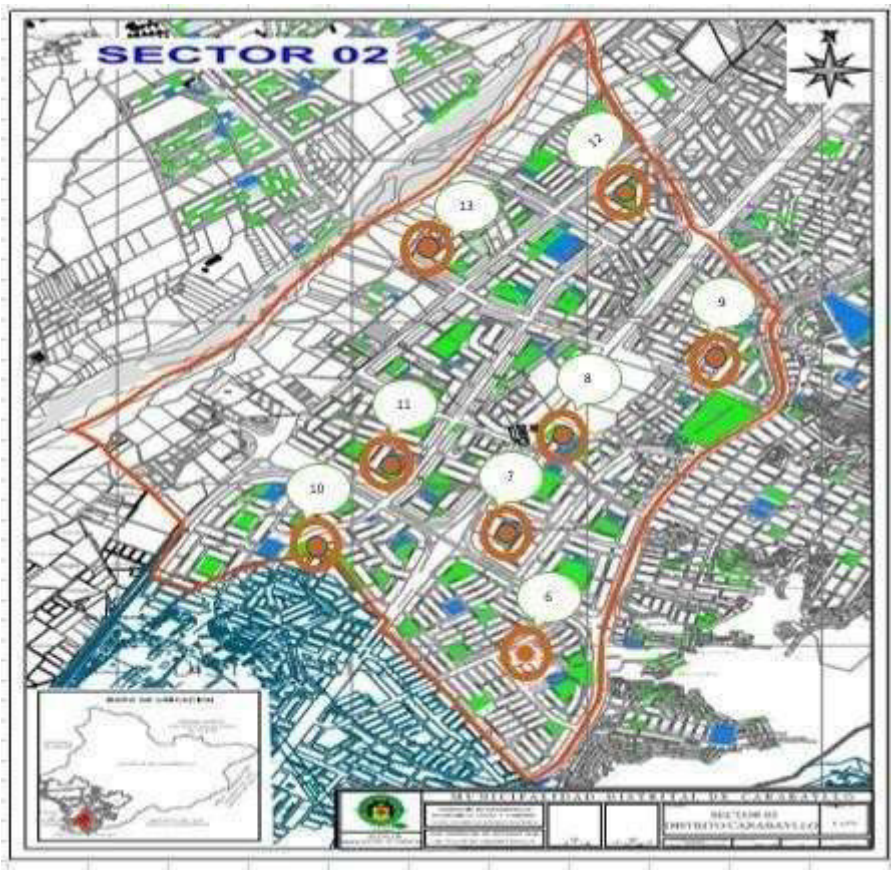
Fuente: Municipalidad de Carabayllo

Sector 2

Los puntos de demanda del sector 2 están ubicados entre las calles: 6.- Av. San Martín, Av. Micaela Bastidas, Av. María Parado de Bellido, Jr. Los Álamos, 7.- Jr. Augusto Salaverry, Jr. Juan Gonzalo Rose, Jr. José Santos Chocano, 8.- Av. Universitaria, Av. Prolongación Merino Reyna, Calle 10, 9.- Av. Parque Zonal, Jr. Los Algarrobos, Calle c, 10.- Av. Felipe Mendizabal, Av. Condocanqui, 11.- Jr. Santiago de Cárdenas, Ca. Pedro Ruiz, Ca. Pedro Paulet, Jr. Martinez de Puelles, 12.- Av. Trapiche Chillón, Calle y, Calle 9, 13.- Jr. San Clemente, Jr. Santa Rita, Jr. San Fabián.

Figura 3

Sector 2



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

Tal como en los sectores 1 y 2, se delimitaron 10 sectores en el amplio del distrito de Carabayllo, en los cuales se consideraron 37 potenciales puntos de ubicación de los centros deportivos. En el modelo de máxima cobertura se considera las notaciones i,j = 1,2,3 …37 para cada punto posible de ubicación que facilitará su implementación al modelo.

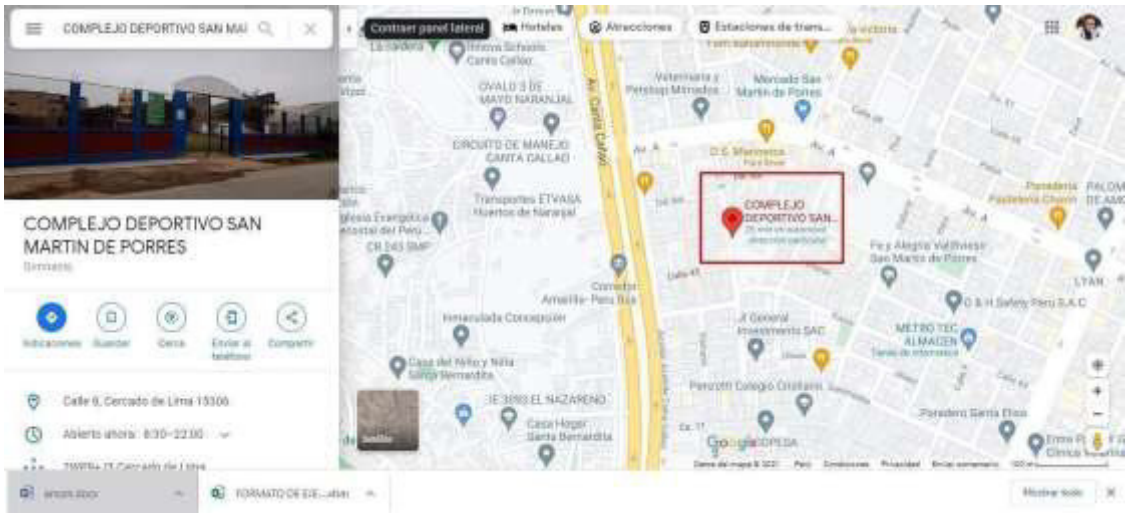
De la misma forma se considera para una mejor ubicación de los centros deportivos, la distancia promedio de los centros deportivos de tres distritos de Lima-Norte, cercanos al distrito de Carabayllo, el cual servirá como parámetro para el cálculo de la matriz de cobertura a utilizar en planteamiento del modelo de máxima cobertura.

A continuación, los centros deportivos del distrito de San Martín de Porres, por medio del Google Map.

Centros Deportivos en el distrito de San Martín de Porres

Figura 4

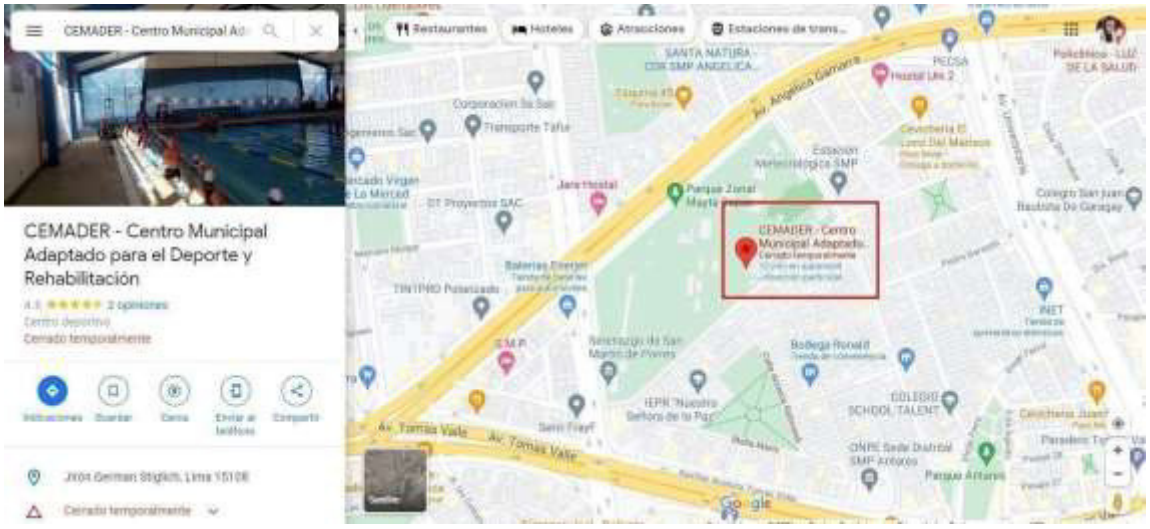
Complejo Deportivo San Martín de Porres



Ubicación: Calle 8, Cercado de Lima 15306. Fuente: Google Maps

Figura 5

CEMADER-Centro Municipal Adaptado para el Deporte y Rehabilitación



Nota. Ubicación: Jirón German Stiglich, Lima 15108. Fuente: Google Maps.

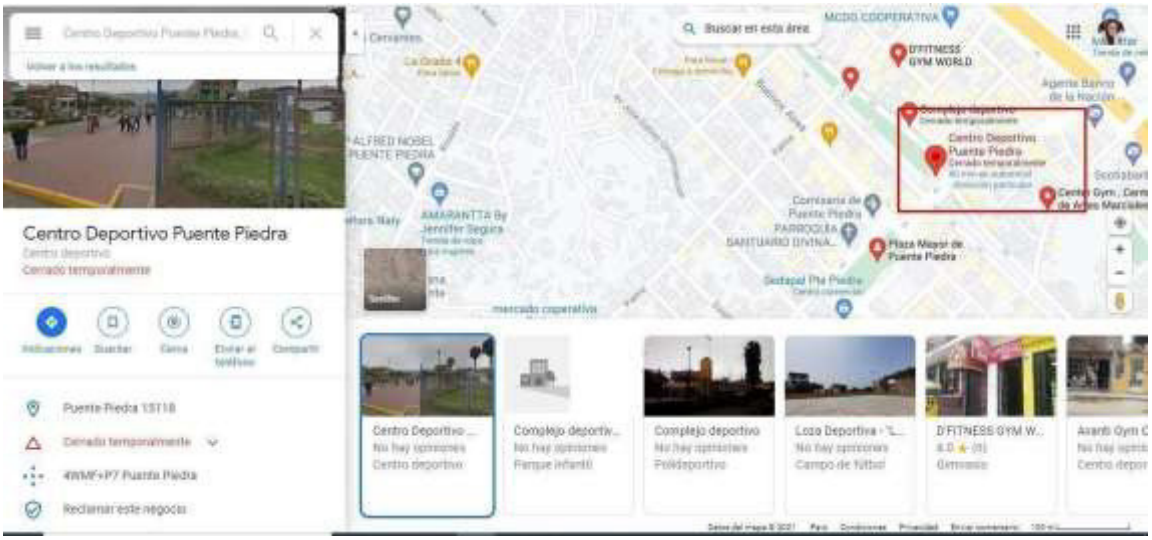
La distancia promedio de Centros Deportivos en el distrito de San Martin es:

2.34+1.34+5.17 = 8.85/3 = 2.95 km

Centros Deportivos en el distrito de Puente Piedra

Figura 6

Centro Deportivo Puente Piedra



Nota: Ubicación: Puente Piedra 15118. Fuente: Google Maps

Figura 7

Complejo Deportivo C.R.S.



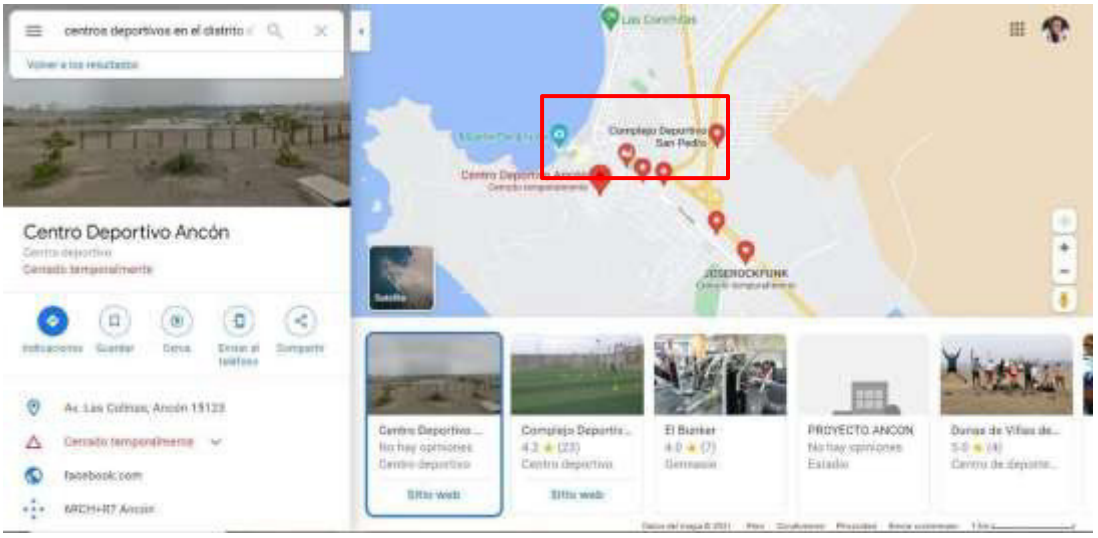
Nota. Ubicación: Pariacancha, Puente Piedra 15121. Fuente: Google Maps

La distancia promedio de Centros Deportivos en el distrito de Puente Piedra es:
4.01+3.28+1.87= 9.16/3= 3.05 km

Centros Deportivos en el distrito de Ancón

Figura 8

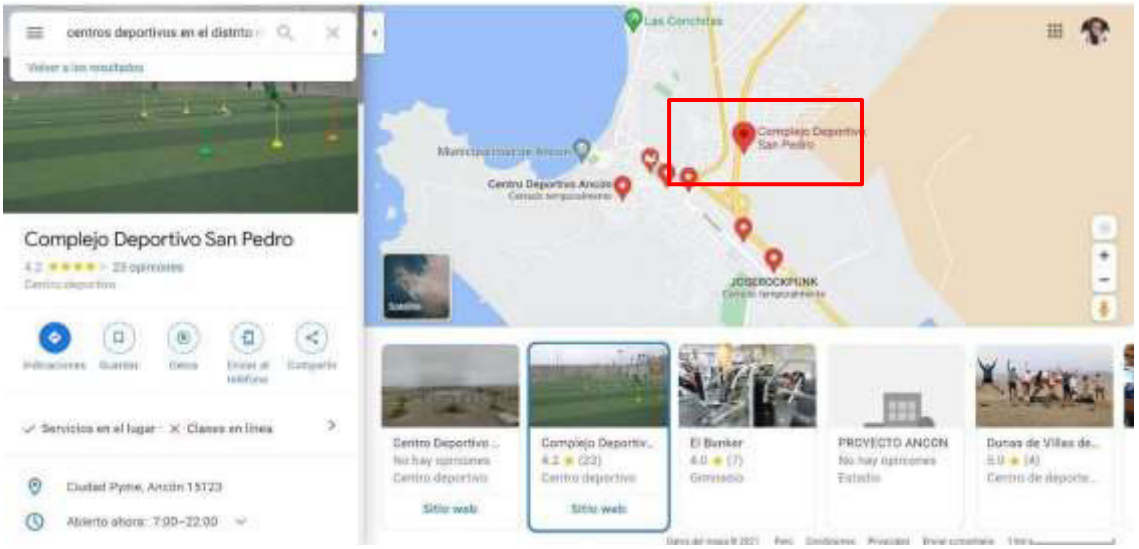
Centro Deportivo Ancón



Nota. Ubicación: Av. Las Lomas de Ancón, 15123. Fuente: Google Maps

Figura 9

Complejo Deportivo San Pedro



Nota. Ubicación: Mz D Lt. 4 ancón. Municipalidad Metropolitana de Lima, LIMA 01, 15123. Fuente: Google Maps

La distancia promedio de Centros Deportivos en el distrito de Ancón es:
1.54+0.791+6.73= 9.061/3= 3.02 km.

La distancia promedio entre los tres distritos es $2.95 + 3.05 + 3.02 = 9.02/3 = 3.006 \approx 3$ km. De lo expuesto anteriormente se presenta la siguiente Matriz de Distancia, expresada en kilómetros y será comparado cada elemento de ella con el parámetro S = 3 km, que en esta ocasión es el promedio de las distancias entre los Centros Deportivos de los tres distritos considerados.

3.8. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Matriz de Distancias

La siguiente matriz representa la distancia entre cada posible punto para localización de los nodos de centros deportivos. Estás distancias están expresadas en kilómetros.

Tabla 4

Matriz de Distancias

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	0,00	0,42	1,13	1,34	1,63	0,62	1,31	1,83	2,23	1,78	1,91	3,29	3,05	2,18	2,85	3,06	4,50	3,83	3,40	3,82	4,08	5,97	4,84	4,13	4,71	5,97	7,20	6,04	5,33	4,61	6,12	10,05	9,04	9,35	10,27	9,90	9,40
2	0,42	0,00	0,73	0,99	1,32	0,42	0,87	1,35	1,76	1,46	1,51	2,83	2,58	3,54	2,51	2,65	4,30	3,58	3,03	3,48	3,71	5,00	4,54	3,69	4,59	5,58	6,82	6,01	4,59	3,61	5,66	9,62	8,92	8,46	9,93	9,21	9,12
3	1,13	0,73	0,00	0,31	0,70	1,01	0,83	0,91	1,10	1,65	1,42	2,22	2,16	2,70	1,78	1,94	3,69	2,96	2,31	2,79	2,97	4,32	3,72	3,03	3,88	4,85	6,09	5,35	4,45	3,60	5,15	9,25	8,56	7,60	9,59	8,87	8,37
4	1,34	0,99	0,31	0,00	0,39	1,28	1,11	1,07	1,07	1,97	1,67	2,17	2,25	2,63	1,51	1,76	3,36	2,51	2,07	2,50	2,74	4,05	3,52	3,00	3,70	4,62	5,86	5,27	4,53	3,76	5,18	9,40	8,71	7,81	9,67	8,96	8,27
5	1,63	1,32	0,70	0,39	0,00	1,63	1,51	1,35	1,16	2,36	2,02	2,22	2,44	2,46	1,26	1,59	2,95	2,12	1,84	2,18	2,52	3,77	3,29	3,00	3,52	4,36	5,59	5,18	4,66	4,00	5,25	9,60	8,84	7,90	9,82	9,15	8,40
6	0,62	0,42	1,01	1,28	1,63	0,00	0,74	1,38	1,91	1,11	1,29	2,91	2,54	3,75	2,78	2,87	4,65	3,84	3,27	3,80	3,94	5,31	4,69	3,72	4,77	5,82	7,06	6,10	4,76	3,65	5,60	9,40	8,71	8,04	9,70	9,04	8,86
7	1,31	0,87	0,83	1,11	1,51	0,74	0,00	0,67	1,28	0,85	0,66	2,16	1,76	3,12	2,32	2,28	4,40	3,52	2,74	3,37	3,36	4,75	4,08	2,97	4,12	5,25	6,47	5,36	4,01	2,98	4,84	8,76	8,03	7,45	9,02	8,36	8,18
8	1,83	1,35	0,91	1,07	1,35	1,38	0,67	0,00	0,66	1,20	0,76	1,50	1,24	2,48	1,81	1,67	4,00	3,11	2,16	2,83	2,75	4,16	3,43	2,32	3,46	4,62	5,83	4,71	3,54	2,69	4,30	8,49	7,64	6,88	8,69	7,95	7,58
9	2,23	1,76	1,10	1,07	1,16	1,91	1,28	0,66	0,00	1,96	1,40	1,10	1,29	1,84	1,18	1,00	3,43	2,51	1,48	2,20	2,09	3,50	2,79	1,94	2,85	3,97	5,19	4,26	3,49	2,90	4,10	8,55	7,62	6,75	8,67	7,93	7,22
10	1,78	1,46	1,65	1,97	2,36	1,11	0,85	1,20	1,96	0,00	0,62	2,60	1,92	3,74	3,10	2,98	5,25	4,34	3,46	4,14	4,04	5,46	4,68	3,28	4,66	5,88	7,08	5,67	3,89	2,65	4,84	8,15	7,71	7,16	8,65	8,04	8,21
11	1,91	1,51	1,42	1,67	2,02	1,29	0,66	0,76	1,40	0,62	0,00	1,98	1,34	3,13	2,57	2,39	4,79	3,88	2,89	3,60	3,44	4,88	4,10	2,65	4,08	5,27	6,45	5,06	3,45	2,34	4,33	8,15	7,42	6,84	8,41	7,76	7,70
12	3,29	2,83	2,22	2,17	2,22	2,91	2,16	1,50	1,10	2,60	1,98	0,00	0,92	1,34	1,60	1,06	3,69	2,82	1,47	2,28	1,74	3,10	2,20	0,82	2,09	3,40	4,54	3,20	2,54	2,33	3,04	7,67	6,68	5,73	7,66	6,93	6,11
13	3,05	2,58	2,16	2,25	2,44	2,54	1,76	1,24	1,29	1,92	1,34	0,92	0,00	2,26	2,27	1,82	4,48	3,58	2,29	3,12	2,65	4,00	3,11	1,41	2,95	4,30	5,42	3,76	2,29	1,61	3,07	7,28	6,42	5,66	7,41	6,71	6,41
14	2,18	3,54	2,70	2,63	2,46	3,75	3,12	2,48	1,84	3,74	3,13	1,34	2,26	0,00	1,26	0,89	2,57	1,95	0,69	1,23	0,42	1,75	0,95	1,41	1,08	2,14	3,35	2,85	3,42	3,59	3,54	8,44	7,30	6,12	8,33	7,55	6,07
15	2,85	2,51	1,78	1,51	1,26	2,78	2,32	1,81	1,18	3,10	2,57	1,60	2,27	1,26	0,00	0,53	2,25	1,34	0,58	1,04	1,26	2,53	2,05	2,20	2,31	3,11	4,35	4,08	4,13	3,86	4,49	9,24	8,19	7,10	9,22	8,46	7,30
16	3,06	2,65	1,94	1,76	1,59	2,87	2,28	1,67	1,00	2,98	2,39	1,06	1,82	0,89	0,53	0,00	2,65	1,76	0,50	1,28	1,08	2,50	1,81	1,63	1,96	2,98	4,22	3,61	3,57	3,37	3,92	8,69	7,64	6,55	8,69	7,92	6,71
17	4,50	4,30	3,69	3,36	2,95	4,65	4,40	4,00	3,43	5,25	4,79	3,69	4,48	2,57	2,25	2,65	0,00	0,90	2,20	1,39	2,20	2,08	2,54	3,95	3,08	2,77	3,74	4,95	6,02	5,99	6,08	11,07	9,86	8,61	10,91	10,10	8,16
18	3,83	3,58	2,96	2,51	2,12	3,84	3,52	3,11	2,51	4,34	3,88	2,82	3,58	1,95	1,34	1,76	0,90	0,00	1,38	0,66	1,58	2,06	2,15	3,24	2,61	2,74	3,90	4,53	5,24	5,16	5,41	10,32	9,20	7,95	10,19	9,43	7,74
19	3,40	3,03	2,31	2,07	1,84	3,27	2,74	2,16	1,48	3,46	2,89	1,47	2,29	0,69	0,58	0,50	2,20	1,38	0,00	0,84	0,68	2,08	1,46	1,56	1,72	2,56	3,80	3,54	3,86	3,80	4,10	8,98	8,19	6,75	8,85	8,13	6,74
20	3,82	3,48	2,79	2,50	2,18	3,80	3,37	2,83	2,20	4,14	3,60	2,28	3,12	1,23	1,04	1,28	1,39	0,66	0,84	0,00	0,92	1,63	1,52	2,59	1,95	2,29	3,49	3,86	4,60	4,62	4,62	9,69	8,55	7,29	9,49	8,79	7,08
21	4,08	3,71	2,97	2,74	2,52	3,94	3,36	2,75	2,09	4,04	3,44	1,74	2,65	1,41	2,53	1,81	2,20	1,58	0,68	0,92	0,00	1,43	0,79	1,82	1,11	1,90	3,13	2,24	3,82	4,01	3,88	8,82	7,69	6,38	8,67	7,91	6,21
22	5,97	5,00	4,32	4,05	3,77	5,31	4,75	4,16	3,50	5,46	4,88	3,10	4,00	1,75	2,53	2,50	2,08	2,06	2,00	3,82	1,43	0,00	0,96	2,93	1,41	0,71	1,87	3,01	4,75	5,22	4,50	9,48	8,19	6,86	9,12	8,38	6,10
23	4,84	4,54	3,72	3,52	3,29	4,69	4,08	3,43	2,79	4,68	4,10	2,20	3,11	0,95	2,05	1,81	2,54	2,15	1,46	2,59	1,82	2,98	1,96	0,00	1,96	1,17	2,36	2,34	3,77	4,25	3,58	8,58	7,34	6,00	8,30	7,55	5,53
24	4,13	3,69	3,03	3,00	3,00	3,72	2,97	2,32	1,94	3,28	2,65	0,82	1,41	1,41	2,20	1,63	3,95	3,24	1,56	2,59	1,82	2,98	1,96	0,00	0,46	3,05	4,10	2,60	2,02	2,08	2,29	7,11	6,00	4,95	6,89	6,27	5,23
25	4,71	4,59	3,88	3,70	3,52	4,77	4,12	3,46	2,85	4,66	4,08	2,09	2,95	1,08	2,31	1,96	3,08	2,61	1,72	2,56	1,11	1,41	0,45	0,46	0,00	2,74	3,70	1,91	2,28	2,62	2,27	7,20	6,04	4,75	7,07	6,26	4,89
26	5,97	5,58	4,85	4,62	4,36	5,82	5,25	4,62	3,97	5,88	5,27	3,40	4,30	2,14	3,11	2,98	2,77	2,74	2,56	2,29	1,90	0,71	1,17	3,05	2,74	0,00	1,24	2,58	4,68	5,13	4,29	9,19	7,88	6,35	8,74	8,04	5,51
27	7,20	6,82	6,09	5,86	5,59	7,06	6,47	5,83	5,19	7,08	6,45	4,54	5,42	3,35	4,35	4,22	3,74	3,90	3,80	3,49	3,13	1,67	2,36	4,10	3,70	1,24	0,00	2,87	5,45	6,11	4,84	9,51	8,12	6,58	9,06	8,24	5,26
28	6,04	6,01	5,35	5,27	5,18	6,10	5,36	4,71	4,26	5,67	5,06	3,20	3,76	2,85	4,08	3,61	4,95	4,53	3,54	3,86	3,01	3,01	2,34	2,60	1,91	2,58	2,87	0,00	3,00	3,02	2,10	6,71	5,34	3,79	6,32	5,49	3,15
29	5,33	4,59	4,45	4,53	4,66	4,76	4,01	3,54	3,49	3,89	3,45	2,54	2,29	3,42	4,13	3,57	6,02	5,24	3,86	4,60	3,82	4,75	3,77	2,02	2,28	4,68	5,45	3,00	0,00	1,41	1,08	5,12	4,12	3,33	5,03	4,42	3,38
30	4,61	3,61	3,60	3,76	4,00	3,65	2,98	2,69	2,90	2,65	2,34	2,33	1,61	3,59	3,86	3,37	5,99	5,16	3,80	4,62	4,01	5,22	4,25	2,08	2,62	5,13	6,11	3,02	1,41	0,00	2,49	5,86	5,14	4,63	6,00	5,46	5,85
31	6,12	5,66	5,15	5,18	5,25	5,60	4,84	4,30	4,10	4,84	4,38	3,04	3,07	3,54	4,49	3,92	6,08	5,41	4,10	4,73	3,88	4,50	3,58	2,29	2,27	4,29	4,84	2,10	1,08	2,49	0,00	4,88	3,68	2,54	4,61	3,93	3,36
32	10,05	9,62	9,25	9,40	9,60	9,40	8,76	8,49	8,55	8,15	8,15	7,67	7,28	8,44	9,24	8,69	11,07	10,32	8,98	9,69	8,82	9,48	8,58	7,11	7,20	9,19	9,51	6,71	5,12	5,86	4,88	0,00	0,90	2,57	0,75	1,02	4,70
33	9,04	8,92	8,56	8,71	8,84	8,71	8,03	7,64	7,62	7,71	7,42	6,68	6,42	7,30	8,19	7,64	9,86	9,20	7,89	8,55	7,69	8,19	7,34	6,00	6,04	7,88	8,12	5,34	4,12	5,14	3,68	0,90	0,00	2,63	0,71	1,01	4,70
34	9,35	8,46	7,60	7,81	7,90	8,04	7,45	6,88	6,75	7,16	6,84	5,73	5,66	6,12	7,10	6,55	8,61	7,95	6,75	7,29	6,38	6,86	6,00	4,95	4,75	6,35	6,58	3,79	3,33	4,63	2,54	2,57	2,63	0,00	2,42	1,74	2,22
35	10,27	9,93	9,59	9,67	9,82	9,70	9,02	8,69	8,67	8,65	8,41	7,66	7,41	8,33	9,22	8,69	10,91	10,19	8,85	9,49	8,67	9,12	8,30	6,89	7,07	8,74	9,06	6,32	5,03	6,00	4,61	0,75	0,71	2,42	0,00	0,82	4,37
36	9,90	9,21	8,87	8,96	9,15	9,04	8,36	7,95	7,93	8,04	7,76	6,98	6,71	7,55	8,46	7,92	10,10	9,43	8,13	8,79	7,91	8,38	7,55	6,27	6,26	8,04	8,24	5,49	4,42	5,46	3,93	1,02	1,01	1,74	0,82	0,00	3,67
37	9,40	9,12	8,37	8,27	8,40	8,86	8,18	7,58	7,22	8,21	7,70	6,11	6,41	6,07	7,30	6,71	8,16	7,74	6,74	7,08	6,21	6,10	5,53	5,23	4,89	5,51	5,26	3,15	4,38	5,85	3,36	4,70	4,70	2,22	4,37	3,67	0,00

Fuente: Propia

3.8.2. Matriz de Cobertura

La siguiente matriz de cobertura expresa con valores 0 y 1, aquellas distancias de los nodos que sean menores o iguales que el valor estándar. En el caso que la distancia entre un punto de posible ubicación sea menor o igual al valor s, se colocará el valor 1, cumpliendo el requisito como un radio de cobertura, en el caso contrario se colocará 0. Este proceso será de vital importancia para el planteamiento del modelo para la localización mediante máxima cobertura de centros deportivos, dado que con la matriz de cobertura se expresa el conjunto de ubicaciones potenciales que puede servir el nodo i dentro de la distancia mínima.

Tabla 5

Matriz de Cobertura

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Propia

Con el cálculo de la matriz de cobertura se plantea el modelo de máxima cobertura en el software LINDO 6.1

Para que el programa resuelva el modelo con las variables binarias propias de las condiciones del problema, se procederá a declarar inmediatamente debajo de la terminación end, la denominación INT (valores enteros de las variables) tanto para las variables x e y como se colocará a continuación:

Figura 10

Modelo del caso con el método de máxima cobertura en el software lindo 6.1





Fuente: Software lindo 6.1

En las imágenes anteriores se presenta el modelo de máxima cobertura en el software LINDO 6.1, en lo cual en la parte inferior, la terminación INT para las variables es para definir los valores de las variables como enteros.

A continuación, se presenta el resultado del modelo de máxima cobertura planteado en el software LINDO 6.1.

Figura 11

Solución del Modelo de Máxima Cobertura Aplicado en el Caso de Ubicación de Centros Deportivos

```
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      58
OBJECTIVE VALUE =   173815.000

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

      1)      173815.0

 VARIABLE        VALUE          REDUCED COST
       X1         0.000000          0.000000
       X2         0.000000          0.000000
       X3         0.000000          0.000000
       X4         0.000000          0.000000
       X5         0.000000          0.000000
       X6         0.000000          0.000000
       X7         0.000000          0.000000
       X8         1.000000          0.000000
       X9         0.000000          0.000000
      X10         0.000000          0.000000
      X11         0.000000          0.000000
      X12         0.000000      -5176.000000
      X13         0.000000      -5176.000000
      X14         0.000000      -5176.000000
      X15         0.000000      -5320.000000
      X16         0.000000          0.000000
      X17         0.000000     -12141.000000
      X18         0.000000     -12141.000000
      X19         0.000000      -5320.000000
      X20         0.000000     -12141.000000
      X21         1.000000          0.000000
      X22         0.000000      -4872.000000
      X23         0.000000      -4872.000000
      X24         0.000000      -5176.000000
      X25         0.000000      -5176.000000
      X26         0.000000      -9984.000000
      X27         0.000000      -9984.000000
      X28         0.000000      -5560.000000
      X29         1.000000     -23670.000000
      X30         0.000000     -18480.000000
      X31         0.000000     -14470.000000
      X32         0.000000     -26290.000000
      X34         0.000000      -5120.000000
      X35         0.000000     -26290.000000
      X36         1.000000     -26290.000000
      X37         0.000000      -6570.000000
       Y1         0.000000      -6168.000000
       Y2         1.000000      -5250.000000
       Y3         1.000000      -6500.000000
       Y4         1.000000      -7235.000000
       Y5         1.000000      -6995.000000
       Y6         1.000000      -7850.000000
       Y7         1.000000      -4808.000000
       Y8         1.000000      -5070.000000
       Y9         1.000000      -4876.000000
      Y10         1.000000      -7980.000000
      Y11         1.000000      -4334.000000
      Y12         1.000000      -5340.000000
      Y13         1.000000      -4150.000000
      Y14         1.000000      -5605.000000
      Y15         1.000000      -4733.000000
      Y16         1.000000      -6234.000000
      Y17         0.000000          0.000000
      Y18         0.000000          0.000000
      Y19         1.000000      -8423.000000
      Y20         1.000000      -6128.000000
      Y21         1.000000      -8560.000000
      Y22         1.000000      -3664.000000
      Y23         1.000000      -5250.000000
      Y24         0.000000          0.000000
      Y25         1.000000      -4870.000000
      Y26         0.000000          0.000000
      Y27         0.000000          0.000000
      Y28         0.000000          0.000000
      Y29         1.000000          0.000000
      Y30         1.000000          0.000000
      Y31         1.000000          0.000000
      Y32         1.000000          0.000000
      Y33         1.000000          0.000000
      Y34         0.000000          0.000000
      Y35         1.000000          0.000000
      Y36         1.000000          0.000000
      Y37         0.000000          0.000000
```

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	-6821.000000
19)	0.000000	-5320.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000
23)	0.000000	0.000000
24)	0.000000	0.000000
25)	0.000000	-5176.000000
26)	0.000000	0.000000
27)	0.000000	-4872.000000
28)	0.000000	-5112.000000
29)	0.000000	-5560.000000
30)	0.000000	-9280.000000
31)	0.000000	-9200.000000
32)	0.000000	-5190.000000
33)	0.000000	-5090.000000
34)	0.000000	-6350.000000
35)	0.000000	-5120.000000
36)	0.000000	-6730.000000
37)	0.000000	-9120.000000
38)	0.000000	-6570.000000
39)	0.000000	0.000000
40)	0.000000	0.000000

Fuente: Software lindo 6.1

En las imágenes anteriores se presenta el reporte de resultados del modelo planteado y desarrollado mediante el método de máxima cobertura en el software LINDO 6.1. Los resultados serán explicados en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV – RESULTADOS

4.1. Presentación y Análisis de Resultados

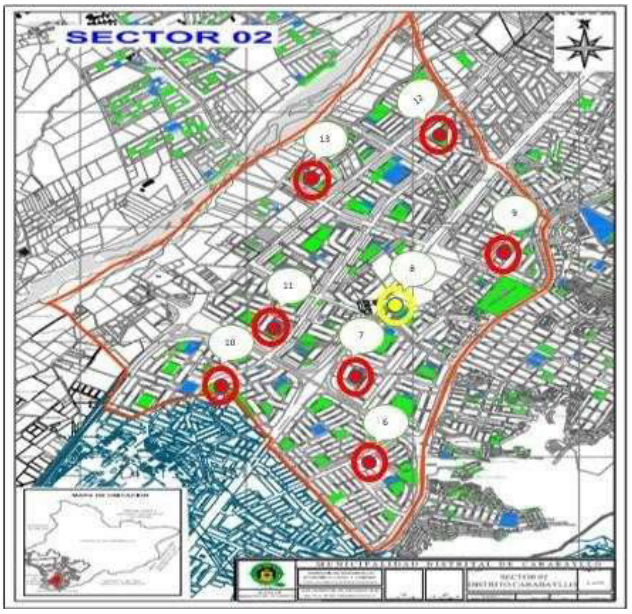
El software LINDO 6.1 tuvo resultado que los 4 centros deportivos a localizar será en los siguientes puntos de ubicación:

i. Sector 2

Para el sector 2, será necesario instalar un centro deportivo de los 8 posibles lugares de ubicación en Av. Universitaria, Av. Prolongación Merino Reyna, Calle 10, para poder satisfacer la demanda de personas en aquella parte del distrito.

Figura 12

Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 2



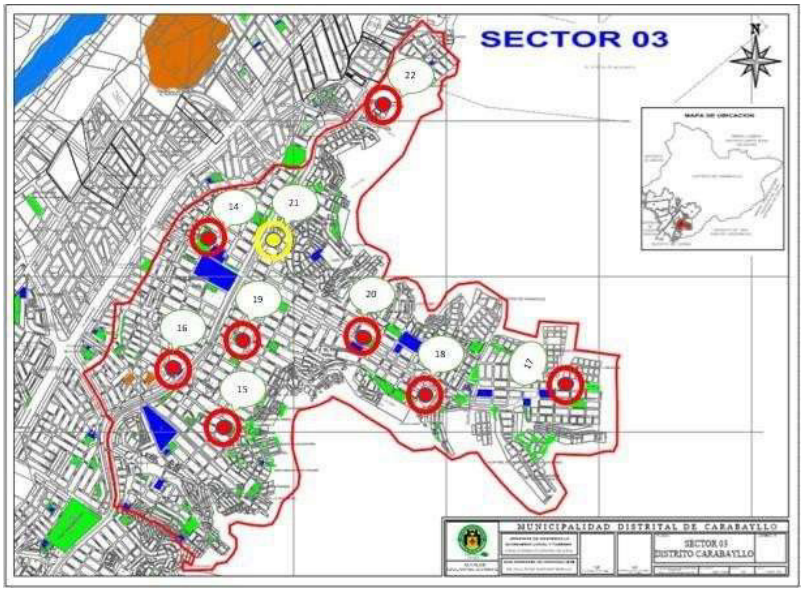
Fuente: Adaptación propia

ii. Sector 3

En el sector 3, actualmente el distrito de Carabayllo cuenta con un centro deportivo ubicado en la Av. Túpac Amaru, Jr. Candamo Este, Jr. Billinghurst Este, el cual se mantendrá y será de vital importancia para el cubrimiento de la demanda, tal como lo es hasta el momento, y se reafirmó en la solución del modelo de cobertura total. El Programa LINDO 6.1 no determina la ubicación de algún centro deportivo adicional para aquel sector.

Figura 13

Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 3



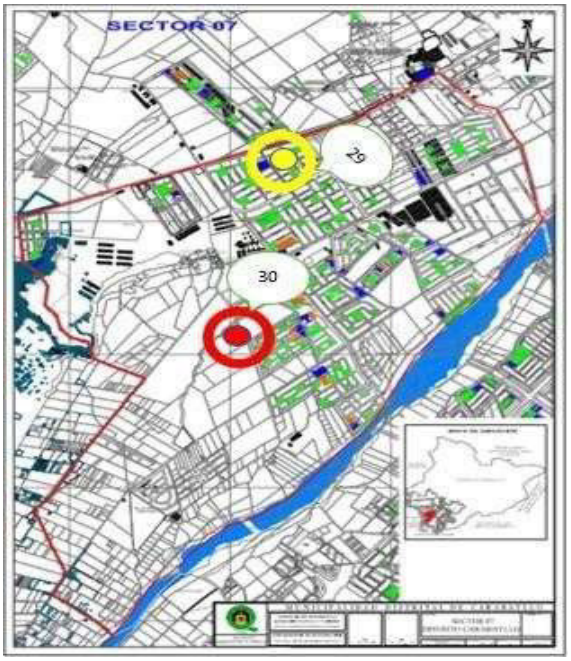
Fuente: Adaptación propia

iii. Sector 7

En el sector 7 será necesario implementar un centro deportivo de las dos ubicaciones posibles, dada en Jr. Las Magnolias, Jr. Las Florestas, Calle 5, Av. José Saco Rojas, la cual cubrirá la demanda que hay en el sector 7 y otros sectores colindantes.

Figura 14

Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 7



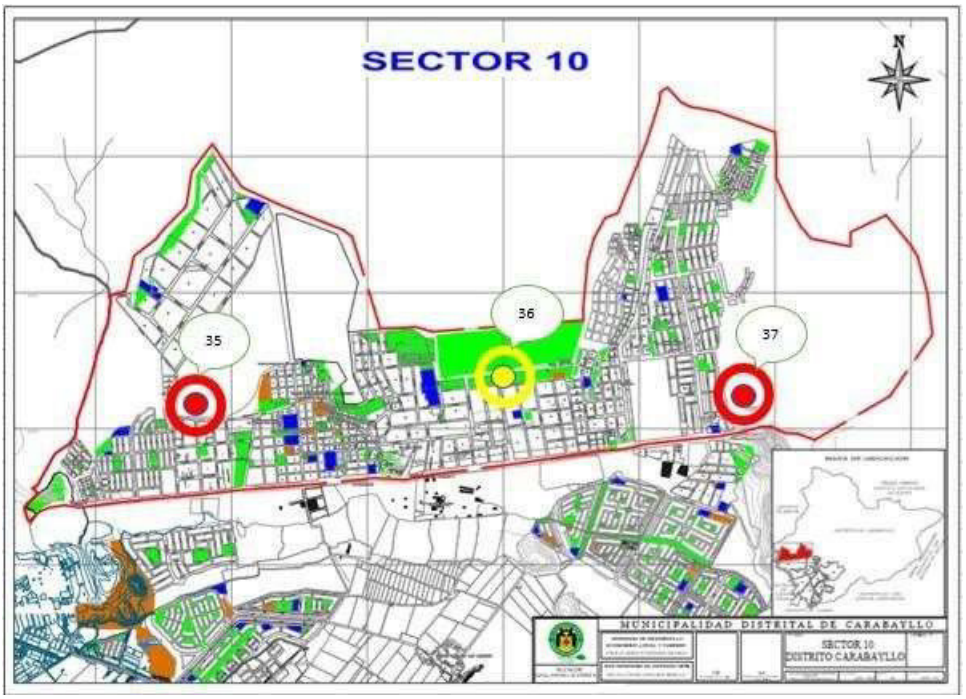
Fuente: Adaptación propia

iv. Sector 10

Según los resultados que nos brinda el modelo mediante el software LINDO 6.1, será necesario implementar un centro deportivo en las tres ubicaciones potenciales para el sector 10, en Av. Los Constructores, Av. Las Camelias, la cual permitirá cubrir la demanda en el propio sector y otros en un radio de cobertura de 3 km.

Figura 15

Localización de Centros Deportivos con el modelo de máxima cobertura Sector 10



Fuente: Adaptación propia

Los resultados presentados son producto de la búsqueda de información y el debido tratado de los datos, necesarios y adaptados a los requisitos y restricciones propios de los modelos planteados: Cobertura Total y Máxima Cobertura, esto fue resuelto por el programa LINDO 6.1, el cual nos brindó los resultados esperados.

La cantidad de personas que serán atendidas con la ubicación de estos centros deportivos está representada en un 77.40%

A continuación, se presentará el cuadro de los nodos atendidos, en el cual se apreciará el porcentaje que cubre cada centro deportivo a instalarse.

Tabla 6

Nodos cubiertos con la solución del modelo de máxima cobertura

Nodo i	Nodos Cubiertos	Población Cubierta
8	2	5250
	3	6500
	4	7235
	5	6995
	6	7850
	7	4808
	8	5070
	9	4876
	10	7980
	11	4334
	12	5340
	13	4150
21	14	5605
	15	4733
	16	6234
	19	8423
	20	6128
	21	8560
	22	3664
	23	5250
	25	4870
29	29	9280
	30	9200
	31	5190
36	32	5090
	33	6350
	35	6730
	36	8120
TOTAL		173815

Como se puede apreciar, el centro deportivo ubicado en el nodo 8 cubrirá el 40.50% de la demanda total requerida en el distrito, y esto ocurre por la cercanía de otros puntos de demanda con referencia al centro deportivo a ubicarse en el nodo 8.

El centro deportivo existente en el distrito de Carabayllo, cubrirá una demanda representada en el 30.76% de la población total, esto en un rango no menor al 3 km como se consideró en un inicio.

Los centros deportivos para ubicarse en el punto 29 y 36 representarán un cubrimiento del distrito en un 28.74%.

4.2. Pruebas de hipótesis

-Con el acceso al mapa oficial del distrito de Carabayllo y el conocimiento del distrito, se determinó los potenciales lugares tomando como referencia el espacio donde se pueden implementar estas obras. Esto para el cumplimiento de la primera hipótesis específica.

-Con la determinación de los potenciales puntos de ubicación de los centros deportivos, se procedió al cálculo de las distancias de los nodos, todos entre sí. El cual permite cumplir la segunda hipótesis específica.

-A partir del cálculo de la matriz de distancia, y tomando como referencia la distancia promedio de los centros deportivos de tres distritos cercanos al distrito de Carabayllo, se procedió a la comparación de las distancias con la distancia promedio referencial. Esto permitió el cálculo de la matriz de cobertura y por consiguiente el cumplimiento de la tercera hipótesis específica,

CAPÍTULO IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.-La aplicación del método de máxima cobertura determinó la ubicación adecuada de los centros deportivos en el distrito de Carabayllo.

2. La cantidad de centros deportivos, así como la distancia entre ellos fue referenciada de los centros deportivos de tres distritos de Lima-Norte, próximo al distrito de Carabayllo. La distancia de los centros deportivos del distrito de San Martín de Porres es de: 2.34 km, 1.35 km y 5.17 km. El distrito de Puente es de: 4.01 km, 1.87 km, y 3.28 km. En el distrito de Ancón la distancia de los centros deportivos es de: 1.54 km, 0.79 km y 6.73 km. El promedio de las distancias de los centros deportivos de los distritos es de 3 km, el cual será de referencia para el cálculo de la matriz de cobertura

3.- El cálculo de la matriz de cobertura permite el planteamiento del problema en programación lineal, con el enfoque del método de máxima cobertura, el cual ejecutado en el software LINDO 6.1, nos brinda el resultado de la localización adecuada de centros deportivos. Los cuatros centros deportivos deberán ser ubicados en los nodos: 8,29 y 36, manteniéndose el vigente centro deportivo en el nodo 21, esto permite cubrir al 77.40% de la población muestra utilizada en el método de máxima cobertura.

RECOMENDACIONES

1. Se espera que, con la implementación de 4 centros deportivos con radio de cobertura de 3 km, se cubra 77.40% de la población muestra establecida, eso quiere decir que el centro deportivo actual no es suficiente con respecto a la población establecida, cubriendo solamente el 30% de la muestra actual.

2. Se recomienda la implementación de los centros deportivos con la finalidad de promover la cultura deportiva en espacios a los cuales los vecinos puedan acceder con respecto a la distancia de estos.

3. Hacer estudios sobre el método de máxima cobertura en distintos rubros de la sociedad, el cual permitirá localizar servidores de tal forma que se pueda satisfacer la demanda de un público objetivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bermúdez, L., & Garzón, A. (2016) *Desarrollo de un modelo de optimización para la localización de centros de distribución multiproducto considerando el cálculo de área* [Tesis de pregrado]. Universidad Industrial de Santander. http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/165507.pdf.

Borras Rocher, F., & Pastor Ciurana, J. (2004). *Modelos Probabilísticos de Localización por Cubrimiento*. Universidad de Murcia.

Bustos,M. (1993). La Teoría de Localización: Una breve aproximación. *Estudios regionales,1*(35),51-76. http://www.revistaestudiosregionales.com/documentos/articulos/pdf399.pdf

CAF-Banco de Desarrollo de América Latina. (21 de marzo del 2017). *El deporte, gran aliado del desarrollo de América Latina.* https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/03/el-deporte-gran-aliado-del-desarrollo-de-america-latina/

Church.R., & ReVelle, C. (1974). The maximal covering location problem. *Paper of the Regional Science Association,*32(1*)*,101- 118.

Cornejo, C., Vargas, J., Aragón., & Serpa, V. (2013). *Localización de almacenes y distribución de ayuda humanitaria para atención de damnificados en casos de desastre naturales*. LACCEI.

Current. J., Daskin,M., & Schilling, D. (2002). *Discrete network location model,1*,81-18. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2455195/mod_resource/content/1/Daskin-discrete_location_models.pdf

De la Fuente, D & Priore, P. (1996). *Programación lineal entera y programación no lineal.*Universidad de Oviedo.

Engler.P., Deybe, D., Viceán, C., & Vicente,G (24-26 de octubre del 2005). *¿Es óptima la localización de la producción agropecuaria en el departamento de Paraná?* Aplicación del modelo de Von Thünen. XXXVI Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Adrogué, Argentina.

Gutierrez, J., & Taipe, W. (2020) *Propuesta para la ubicación de estaciones de bicicletas públicas mediante la metodología de Máxima Cobertura para la reducción de tiempos de viajes en el distrito de San Borja-Lima* [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/651947/Gutierrez_NJ.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Meza, A., & Ureta, K. (2021) *Optimización de las ubicaciones de estaciones de bicicletas existentes aplicando el método de máxima cobertura para la mejora de las condiciones de flujo de tránsito, Santiago de Surco, Lima 2021* [Tesis de pregrado] Universidad Privada del Norte. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27354/Meza%20Cadillo%2c%20Angela%20Syavilin%20-Ureta%20Bocanegra%2c%20Katherine%20Rosa%20Lucero.pdf?sequence=14&isAllowed=y

Mocholi, M., & Sala, R. (1993). *Programación lineal*, (1.ª ed.). TÉBAR FLORES, S.L.

Moya, M. (1990). *Investigación de Operaciones.*Universidad Estatal a Distancia.

Municipalidad de Carabayllo. (2016). *Plan de Desarrollo Local Concertado Del Distrito de Carabayllo al 2021* [Archivo pdf]. http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Plan%20de%20desarrollo%20local%20concertado%20al%202021%20del%20distrito%20Carabayllo_2016.pdf

Municipalidad de Carabayllo. (2021). *Reseña Histórica.* http://www.municarabayllo.gob.pe/Distrito.

Municipalidad de Carabayllo. (2021). *Lugares Turísticos.* http://www.municarabayllo.gob.pe/Distrito.

Organización Mundial de Salud. (2002*). Informe sobre la salud en el mundo 2002 - Reducir los riesgos y promover una vida sana.* https://www.who.int/whr/2002/en/whr02_es.pdf?ua=1.

Organization Mundial de Salud. (2010*). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud.* https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/OMS-Recomendaciones-mundiales-salud-2010.pdf.

Pacheco, C. (2015*) Estimación y localización de la cantidad adecuada de los depósitos de residuos en el bosque el Olivar de San Isidro mediante simulación de sistemas* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://hdl.handle.net/20.500.12672/3977

Quero, A. (15 de agosto del 2021). La falta de ejercicio físico, una nueva amenaza mundial. *El País.* https://elpais.com/ciencia/2021-08-16/la-falta-de-ejercicio-fisico-una-nueva-amenaza-mundial.html#:~:text=A%20nivel%20global%2C%20los%20problemas,millones%20provienen%20del%20sector%20p%C3%BAblico.

Quintana, L. (2013*). El Modelo de Christaller y Lösch* [Archivo PDF]. http://www.saree.com.mx/unam/sites/default/files/El%20modelo%20de%20Christaller%20y%20Losch.pdf

Quispe, J. (08 de mayo del 2021). Actividades físicas y deportivas en tiempos de pandemia. *El peruano.* https://elperuano.pe/noticia/120324-actividades-fisicas-y-deportivas-en-tiempos-de-pandemia.

Render, B., Stair, M., & Hanna, M. (2006*). Métodos cuantitativos para los negocios.*PEARSON EDUCACION.

Rico-Gallegos, C., Vargas,G., Poblete-Valderrama, F., Carrillo-Sánchez, J., Rico-Gallegos,J.,Mena-Quintana,B.,Cahaprro-Baeza,D., & Reséndiz Hernández, J. (2020). Hábitos de actividad física y estado de salud durante la pandemia Covid-19*. Revista Espacios,41*(42),1-10. https://www.revistaespacios.com/a20v41n42/a20v41n42p01.pdf

Rocha-González, J., Rodríguez-León, A., & Narvaez-Gómez, D. (2020). Diseño de una actividad lúdica para enseñanza del problema de máxima cobertura: Instala el hospital.*I+D Revista De Investigaciones,16*(1),180-198. https://doi.org/10.33304/revinv.v16n1-2021015

Sallán,J., Suñé, A., Fernández,V., & Fonollosa, J.(2002). *Métodos cuantitativos de organización industrial I*.Universidad Politécnica de Catalanyua.

Sampieri, R. (2004). *Metodología de la Investigación*. (6.ª ed.). McGRAW-HILL.

Solano-Pinzón, N., Pizon-Marroquín, D., & Guerrero, W. (2017). Modelos de localización de cámaras de vigilancia en una red de transporte público masivo. *Ingeniería y Ciencia*,*13*(25),71-93. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83550861003

Toregas, C., Swain, R., ReVelle,C., & Bergman,L. (1971) Location of Emergency Service Facilities. *Guidelines for the Practice of Operations Research,19*(6), 1363-1373. https://doi.org/10.1287/opre.19.6.1363.

Torres, D. (2017) *Localización óptima de capacitores en redes de distribución para mejorar la eficiencia energética del sistema eléctrico Chungar-Volcan* [Tesis de posgrado] Universidad Nacional del Centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3936/Torres%20Gutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad de Murcia (2004). *Avances en localización de servicios y sus aplicaciones.*Servicio de Publicaciones..

Winston. W, (2005). *Investigación de Operaciones.*Cengage Learning Editores S.A.

Anexo 1: Foto del Área Deportiva del Distrito de Carabayllo

Figura 16

Centro Deportivo Actual En El Distrito De Carabayllo



Fuente: Instituto Peruano Del Deporte

Anexo 2: Cuadro General De Sectorización Y Población Del Distrito De Carabayllo

Número de Sector	Número de manzanas	Calles sectorizadas	Punto de demanda	Población por sector
1	648	Jr. Pacífico (distrito Comas) , Av. Túpac Amaru,Jr. Pampamarca,Comité Vecinal N°77, Ampliación del Comité Vecinal N°71 Ampliación del Comité Vecinal N°74, Comité Vecinal 52, Comité Vecinal N°79, Comité Vecinal N°76, Comité Vecinal N°62, Agrupación familiar Estrellitas , Ampliación la Vos de Israel, A.H.Ampliación Ramiro Priale, Comité Ampliación. AAHH. Lomas de San Felipe.	Jr.Alfonso Ugarte, Jr.Saenz Peña, Jr.Arequipa, Jr.Cusco	32168
2	854	Av.Túpac Amaru, Jr. Pacífico, A.H.Los Geranios, Av.Diego Meza, Autopista Chillón-Trapiche, Av.Los Rosales, Río Chillón, Av.Camino Real.	Av. San Martín, Av.Micaela Bastidas, Av.María Parado de Bellido, Jr.Los Alamos.	44408
3	1166	Av.Túpac Amaru, Av. Camino Real, Jr.Pampamarca, Asoc.De Vivienda Nicanor Arteaga de Dominguez, Las Lomas de Carabayllo, Prog.Residencial Los Jardines de Carabayllo 4 ta Etapa, A.H.Lomas de San Antonio,Agrup.Las Flores de San Antonio, ICOVID, Grupo de Familias Sol de Carabayllo, Agrup. De moradores Eliane Karp de Toledo, Agrup. Familiar 11 de mayo, A.H. Sol Naciente Segunda Etapa, Agrup de familias Alto Perú, Agrup. De Nuevo Porvenir, Ampl.A.H.San Gabriel, Ampliación del Comité vecinal N°71,Jr. Pampamarca,Comité Vecinal N°77	Av.Túpac Amaru, Jr.Candamo Este, Jr.Billinghurst Este,	55488
4	554	Av.Camino Real, Río Chillón, Asoc.De Vivienda Nicanor Arteaga Dominguez, Las Lomas de Carabayllo, Asoc.Residencial Los Jardine de Carabayllo 4 ta Etapa, Urb.Progresiva Ampliación Pacayali, Av.Túpac Amaru, A.H.Lomas de San Antonio, A.H.Villa San Antonio, Chacras	Av.Santo Domingo, Programa de Vivienda el Bosque	15396
5	208	A.H.Lomas de San Antonio, Agrup. Las Flores de San Antonio, El Portal de Jicamarca, Pampa San Antonio, Asoc.De Futuros propietarios de los Terrenos de Torre Blanca, Río Chillón , Chacras	Av.Túpac Amaru km 23,	9984
6	152	Río Chillón, Av. Camino Real (Av. R), Programa de vivienda Praderas de Carabayllo 1 era Etapa, Asoc. Viv.El Paraíso de San Pedro de Carabayllo, Programa de vivienda Praderas de Carabayllo II, Monterrico, Av.José Saco Rojas, San Diego, Establo San Simón, Asoc. Viv.Virgen de la Puerta, Chacras.	Chacras	5560
7	385	Av. José Saco Rojas , Av.Camino Real, Río Chillón,Florida Programa de Vivienda Residencial Las Casuarinas , Chacras	Av.Perimétrica, Urb.Los Sauces II Etapa	18480
8	173	Av.José Saco Rojas , A.H.Pancha Paula, Centro Poblado el Pacífico, Av.Santa María, Monterrico, Prog.Viv. Las Praderas de Carabayllo II, Asoc. Viv. El Paraíso de San Pedro de Carabayllo, Prog.Vivi. Las Praderas de Carabayllo 3era Etapa	Asociación de vivienda Santa María- Santa Inés	5190
9	345	Centro Poblado El Pacífico, Agrup. Los Girasoles, Av.Lomas de Carabayllo (Av.Vía Periurbana), Av.Lomas de Carabayllo (Ex Huarangal), A.H.Las Casuarinas de San Pedro, Chacras	Agrupación familiarSanta Cruz	16560
10	595	Av.Lomas de Carabayllo (Av.Vía Periurbana), Av.Lomas de Carabayllo (Ex Huarangal), A.H.Las Casuarinas de San Pedro, Chacra.	Av.Los Constructores, Av.Las Camelias	21420

Anexo 3: Cuadro General De Sectorización Y Población Del Distrito De Carabayllo

Número de Sector	Posibles Puntos de Ubicación	ubicación	Número de manzanas	Calles sectorizadas	Población por Punto de Demanda	Población por sector
1	1	Jr.Los Rosales, Jr.Los Naranjos, Jr.Los Sauces	648	Jr. Pacífico (Ex Trinchera Comas), Av. Túpac Amaru,Jr. Pampamarca,Comité Vecinal N°73, Ampliación del Comité Vecinal N°73 Ampliación del Comité Vecinal N°74, Comité Vecinal 52, Comité Vecinal N°79, Comité Vecinal N°76, Comité Vecinal N 62, Agrupación Familiares Huallinos, Ampliación la Voz de Israel, A.H.Ampliación Ramiro Prialé, Comité Ampliación. AA.HH. Lomas de San Felipe.	6068	32068
	2	Av. Túpac Amaru Km 19, Parque Principal			5250	
	3	Jr.Los rosales, Jr.Santa Rosa, Jr.Tarma			6500	
	4	Jr.Arequipa, Jr.Cuzco,Jr.Alfonso Ugarte			7255	
	5	Jr.San Martin de Porres, Jr.Loreto Chávez,Jr. Mariscal Cáceres			6895	
2	6	Av.San Martín, Av. Micaela Bastidas, Av. María Parado de Bellido, Jr.Los Alamos.	854	Av.Túpac Amaru, Jr. Pacífico, A.H.Los Geranios, Av. Diego Mesa, Autopista Chillón-Tupac Ha, Av.Los Rosales, Río Chillón, Av.Camino Real.	7850	44408
	7	Jr.Augusto Salaverry,Jr.Juan Gonzalo Rose,Jr.Jose Santos Chocano			4808	
	8	Av.Universitaria, Av. Prolongación Mariño Reyna, Calle 30			5070	
	9	Av.Parque Zonal, Jr.Los Algarrobos, Calle C			4876	
	10	Av.Felipe Mendizabal,Av. Condoraanqui			7980	
	11	Jr.Santiago de Cabalemi, Ca.Pedro Ruiz,Ca.Pedro Paulet,Jr.Manzanos de Pueblos			4334	
	12	Av.Tupac Ha chillón, Calle X, Calle 9			5340	
3	13	Jr. San Clemente, Jr.Santa Rita, Jr.San Fabián	1056	Av.Túpac Amaru, Av. Camino Real, Jr.Pampamarca, Asoc. De Vivienda Nicanor Arteaga de Domingues, las lomas de Carabayllo, Proy.Residencial los Jardines de Carabayllo 4 ta Etapa, A.H.Lomas de San Antonio,Agrup.Las Flores de San Antonio, ICOVIQ Grupo de familias Solidarias Carabayllo, Agrup. De moradores Flaire Marpufe Toledo, Agrup. Familiar 28 de mayo, A.H. Sol Naciente Segunda Etapa, Agrupde familias Alto Perú, Agrup. De Nuevo Poblamiento, Ampl.A.H.San Gabriel, Ampliación del Comité Vecinal N°73,Jr. Pampamarca,Comité Vecinal N°77	4950	55488
	14	Jr.Ayacucho, Av.Manuel Prado			5865	
	15	Jr.Los tulipanes, Jr.Los Jazmines, Jr.Trebol,Jr.Rosales			4733	
	16	Av.Túpac Amaru,Jr.Los geranios, Jr.Los Laureles			6234	
	17	Av.María Parado de Bellido, Ca.José Carlos Mariátegui, Ca.José Balta, Ca.Andrés Avelino Cáceres			6825	
	18	Av.Manuel Prado, Jr.Sechin, Jr.Cesar Vallejo			5320	
	19	Av.Simón Bolivar, Av.José Bolivar,Av.Manuel Cotrina, Av.Nicolás de Piérola			8423	
	20	Jr.Chimpu Ocllo,Jr.José Santos Chocano,Av.Manuel Prado, Jr.Mariscal Benavides			6038	
	21	Av.Túpac Amaru, Jr.Candamo Este, Jr.Billinghurst Este.			8560	
	22	Junta de Roces Ironicos del predio Sta.María Fundo San José de Carabayllo			3664	
4	23	Av.Santa Elena, Av.Vargas Machuca	554	Av.Camino Real, Río Chillón, Asoc. De Vivienda Nicanor Arteaga Domingues, las lomas de Carabayllo, Asoc. Residencial los Jardine de Carabayllo 4 ta Etapa, Urb.Progresiva Ampliación Arapal, Av.Túpac Amaru, A.H.Lomas de San Antonio, A.H.Villa San Antonio, Charras	5250	35296
	24	Av.Carrión Real, Av.Los Ángeles			5276	
	25	Av.Santo Domingo, Av.Manuel Prado,Programa de Vivienda el Bosque			4870	
5	26	Av.Túpac Amaru Km 23,Av.Universitaria	208	A.H.Lomas de San Antonio, Agrup. las Flores de San Antonio, El Portal de Jicamarca, Pampa San Antonio, Asoc. De futuros propietarios de los terrenos de Torre Blanca, Río Chillón, Charras	4872	9984
	27	Av. Tres, Av.Universitaria, Terreno Propio			5112	
6	28	Charras	352	Río Chillón, Av. Camino Real, Av.Rí, Programa de vivienda Praderas de Carabayllo 3 era Etapa, Asoc. Viv.El Parrado de San Pedro de Carabayllo, Programa de vivienda Praderas de Carabayllo II, Monterrico, Av.José Saco Rojas, San Diego, Establo Santísimo, Asoc. Viv.Vigendel a Puerta, Charras.	5560	5560
7	29	Jr.Las Magnolias, Jr.Las Floristas, Calle 5, Av.José Saco Rojas	385	Av. José Saco Rojas, Av.Camino Real, Río Chillón, Florida Programa de Vivienda Residencial las Casuarinas, Charras	9380	18480
	30	Exterior de Av.Perimétrica, Urb.Los Sauces II Etapa			9100	
8	31	Asoc.tar Conde vivienda Santa María- Santa Inés	173	Av.José Saco Rojas, A.H.Pancha Rauda, Camino Poblado el Pacífico, Av.Santa María, Monterrico, Prog.Viv. las Praderas de Carabayllo II, Asoc.Viv. El Parrado de San Pedro de Carabayllo, Prog.Vivi. las Praderas de Carabayllo 3era etapa	5190	5190
9	32	Exterior de programa de vivienda Santa Rosa de Villa	345	Camino Poblado el Pacífico, Agrup. los Girasoles, Av.Lomas de Carabayllo (Av.Vía Peruritana), Av.Lomas de Carabayllo (Ex Huarangal), A.H.Las Casuarinas de San Pedro, Charras	5090	16660
	33	Agrupación familiar Santa Cruz			6350	
	34	Exterior de Urbanización de Villa Club 3, Av.Santa María			5120	
10	35	Av. la reina, AA.HH.Valle Hermoso	595	Av.Lomas de Carabayllo (Av.Vía Peruritana), Av.Lomas de Carabayllo (Ex Huarangal), A.H.Las Casuarinas de San Pedro, Charras.	6730	21430
	36	Av.Los Constructores, Av.Las Camelias			8320	
	37	Urbanización Villa Club V Etapa			6570	

Anexo 4: Sectores del Distrito de Carabayllo

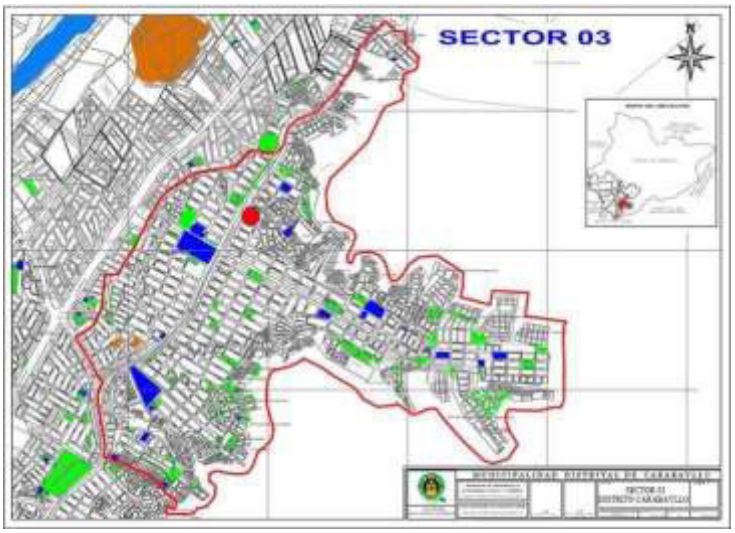
i.Sector 3

Este sector está delimitado por el Sur con el sector 1 y el distrito de Comas, por el Este con Asociaciones y juntas vecinales, por el Oeste con el sector 4, por el Norte con el sector 5 y sector 4.

Los puntos de demanda del sector 3 están ubicados entre las calles: 14.- Jr. Ayacucho, Av. Manuel Prado, 15.- Jr. Los tulipanes, Jr. Los jazmines, Jr. Trebol, Jr. Rosales, 16.- Av. Túpac Amaru, Jr. Los geranios, Jr. Los laureles, 17.- Av. María Parado de Bellido, Ca. José Carlos Maríategui, Ca. José Balta, Ca. Andrés Avelino Cáceres, 18.- Av. Manuel Prado, Jr. Sendai, Jr. Cesar Vallejo, 19.- Av. Simón Bolivar, Av. José Bolivar, Av. Manuel Odría, Av. Nicolás de Pierola, 20.- Jr. I. Chimpu Ocllo, Jr.José Santos Chocano, Av. Manuel Prado, Jr. Mariscal Benavides, 21.- Av. Túpac Amaru, Jr. Candamo Este, Jr. Billinghurst Este, 22.- Junta de Posesionarios del predio Sta. María Funde San José de Carabayllo.

Figura 17

Sector 3



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

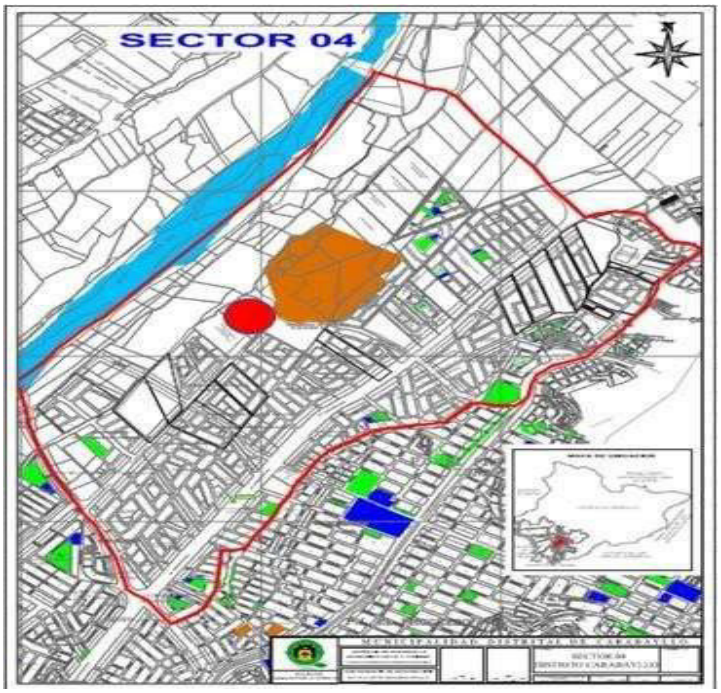
ii. Sector 4

Este sector está delimitado por el Sur con el sector 2 y sector 3, por el Este con el sector3, por el Norte con el sector 5 y sector 6, por el Oeste con el sector 8 y sector 7.

Los puntos de demanda del sector 4 están ubicados entre las calles: 23.- Av. Santa Elena, Av. Vargas Machuca, 24.- Av. Camino Real, Av. Los Ángeles, 25.- Av. Santo Domingo, Av. Manuel Prado, Programa de Vivienda el Bosque.

Figura 18

Sector 4



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

iii. Sector 5

Este sector está delimitado por el Sur con el sector 3, por el Este con Asociaciones, por el Oeste con el sector 4 y sector 6, por el Norte dirección a Canta.

Los puntos de demanda del sector 5 están ubicados entre las calles: 26.- Av.Túpac Amaru km 23,Av.Universitaria, 27.- Av.Tres,Av.Universitaria, Techo Propio.

Figura 19

Sector 5



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

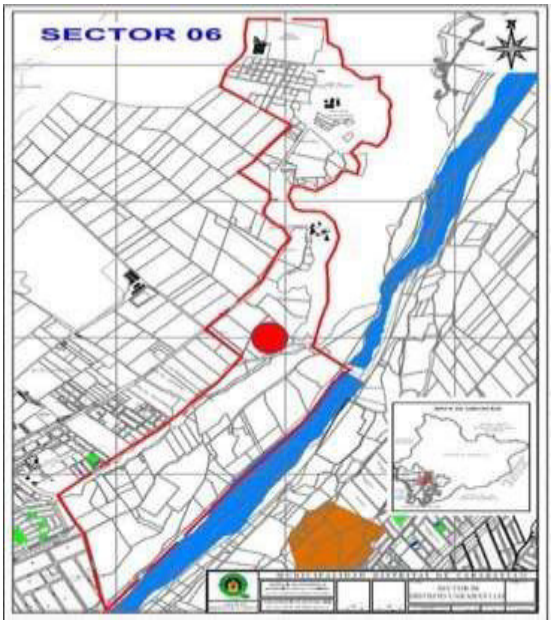
iv. Sector 6

Este sector está delimitado por el Sur con el sector 4, por el Este con el sector 4 y sector 5, por el Oeste con el sector 8, por el Norte con dirección a Canta.

Los puntos de demanda del sector 6 están ubicados entre las calles: 28.- S/D

Figura 20

Sector 6



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

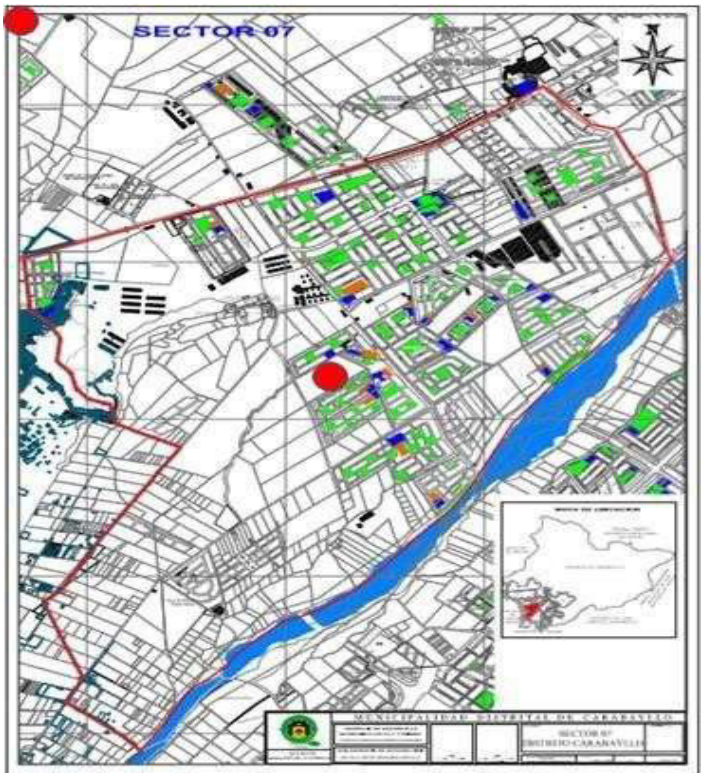
v. Sector 7

Este sector está delimitado por el Norte con el sector 8, por el Oeste con el distrito de San Martín de Porres, por el Sur con el sector 2 y por el Este con el sector 4 y sector 6.

Los puntos de demanda del sector 7 están ubicados entre las calles: 29.- Jr.Las Magnolias, Jr.Las Florestas, Calle 5, Av.José Saco Rojas, 30.- Exterior de Av.Perimétrica, Urb.Los Sauces II Etapa.

Figura 21

Sector 7



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

vi. Sector 8

Este sector está delimitado por el Norte sector 9, por el Sur con el sector 7, por el Este con el sector 6 y por el Oeste con el distrito de Puente Piedra.

Los puntos de demanda del sector 8 están ubicados entre las calles: 31.- Asociación de vivienda Santa María- Santa Inés.

Figura 22

Sector 8



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

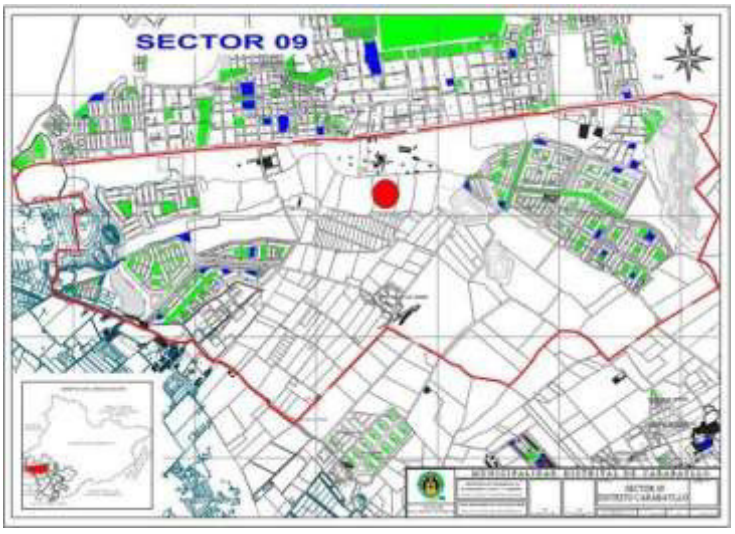
vii. Sector 9

Este sector está delimitado por el Norte sector 10, por el Sur con el sector 8, por el Este con el sector 6 y por el Oeste con el distrito de Puente Piedra.

Los puntos de demanda del sector 9 están ubicados entre las calles: 32.- Exterior de programa de vivienda Santa Rosa de Villa, 33.- Agrupación familiar Santa Cruz, 34.- Exterior de Urbanización de Villa Club 1, Av.Santa María.

Figura 23

Sector 9



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

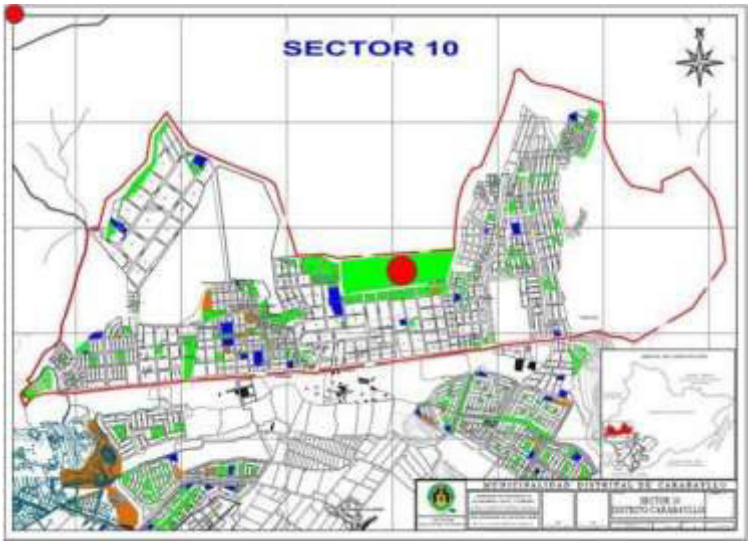
viii. Sector 10

Este sector está delimitado por el Norte con el distrito de Puente Piedra, por el Sur con el sector 9, por el Este con grupo de asociaciones, y por el Oeste con el distrito de Puente Piedra.

Los puntos de demanda del sector 10 están ubicados entre las calles: 35.- Av.La mina, AA.HH.Valle Hermoso, 36.- Av.Los Constructores, Av.Las Camelias, 37.- Urbanización Villa Cub V Etapa.

Figura 24

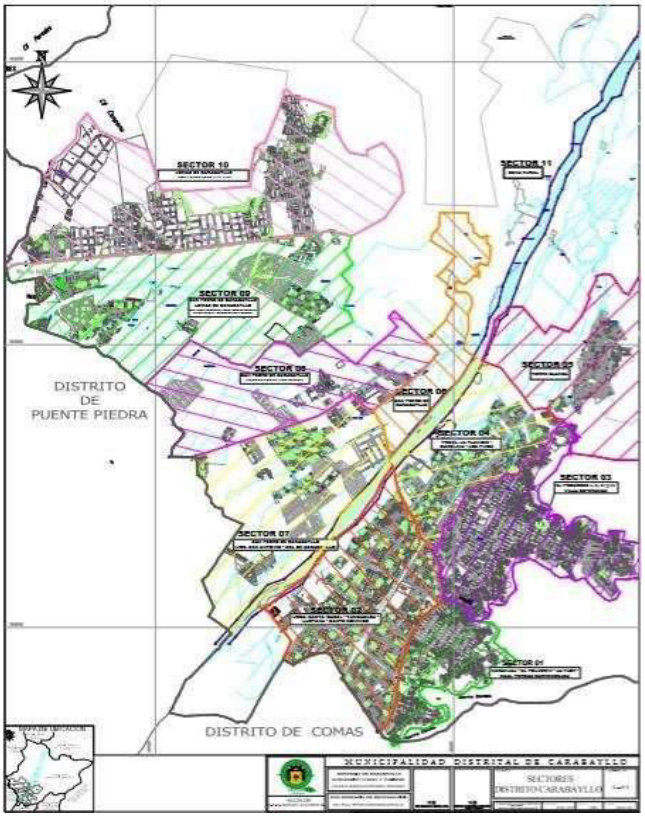
Sector 10



Fuente: Municipalidad de Carabayllo

Figura 25

Mapa total de la Municipalidad de Carabayllo



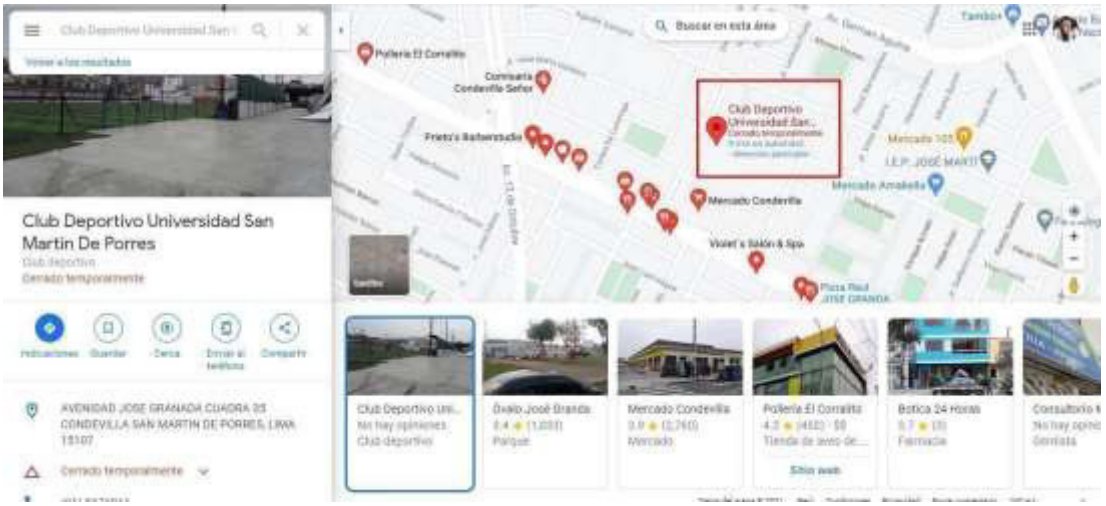
Fuente: Municipalidad de Carabayllo

Anexo 5: *Distancia de Centros Deportivos*

1. Distancia de Centros Deportivos en el Distrito de San Martin De Porres.

Figura 26

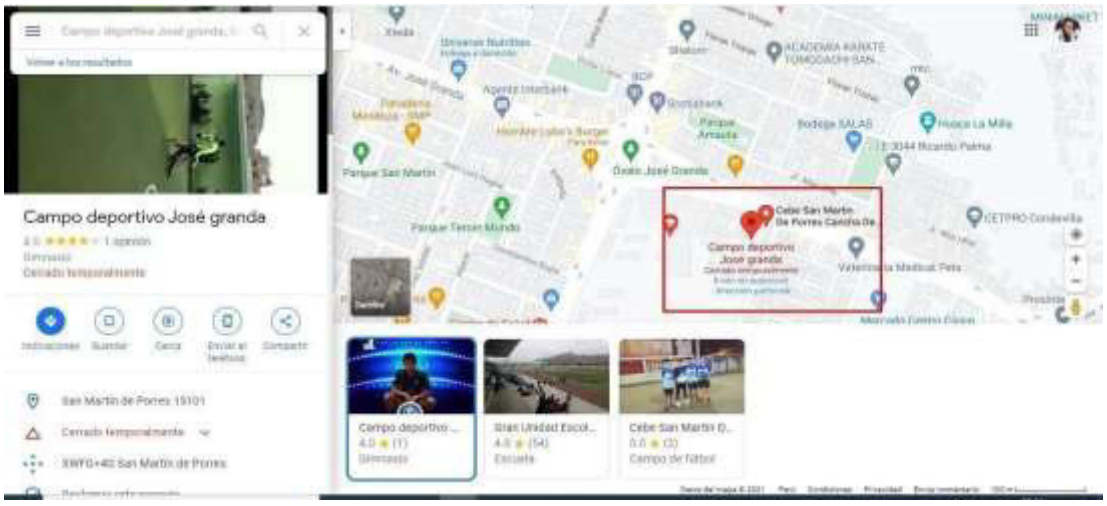
Club Deportivo Universidad San Martin De Porres



Nota: Ubicación: Avenida José Granada Cuadra 35 Condevilla San Martin de Porres, Lima 15107. Fuente: Google Maps

Figura 27

Campo deportivo José Granda

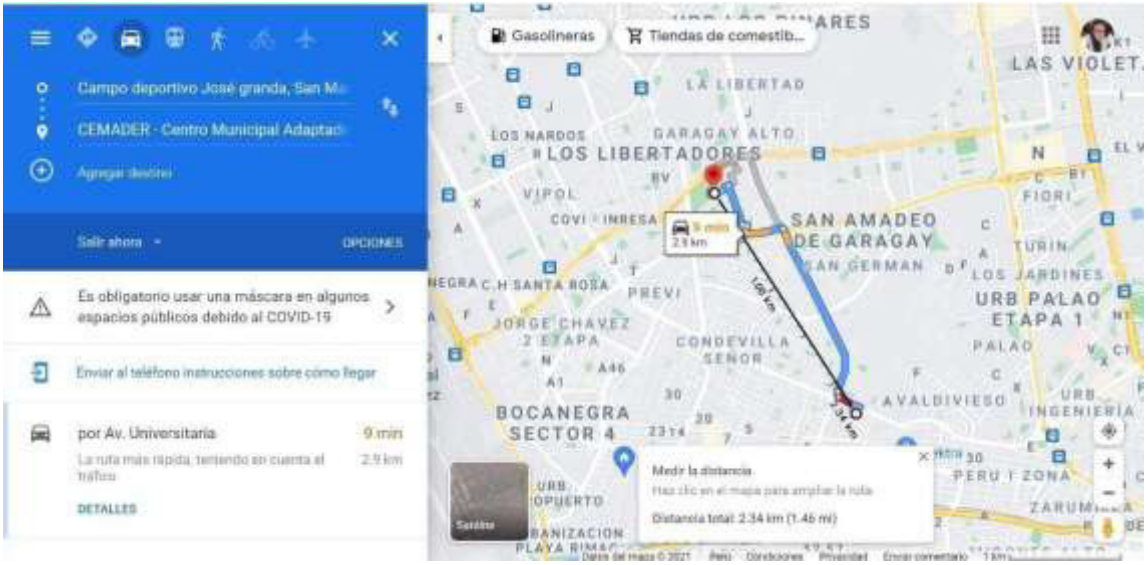


Nota: Ubicación: San Martín de Porres 15101. Fuente: Google Maps.

Se halla la distancia a través del Google Maps, siendo mi punto fijo para tomar las distancias CEMADER.

Figura 28

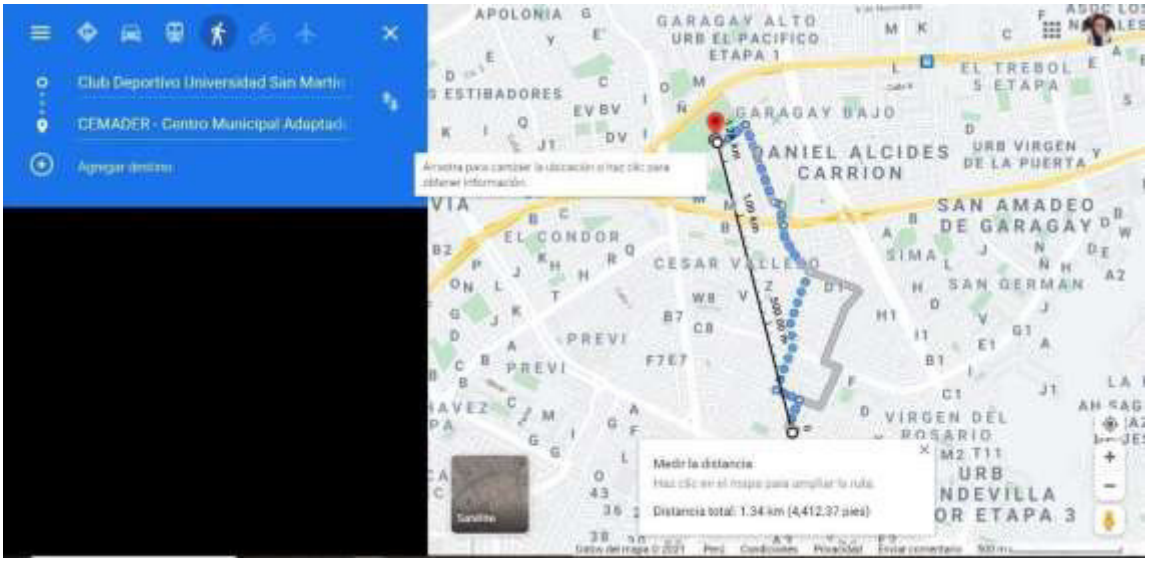
Distancia entre CEMADER al Campo Deportivo José Granda



Nota: La distancia de CEMADER al Campo Deportivo José Granda es 2.34 Km. Fuente: Google Maps.

Figura 29

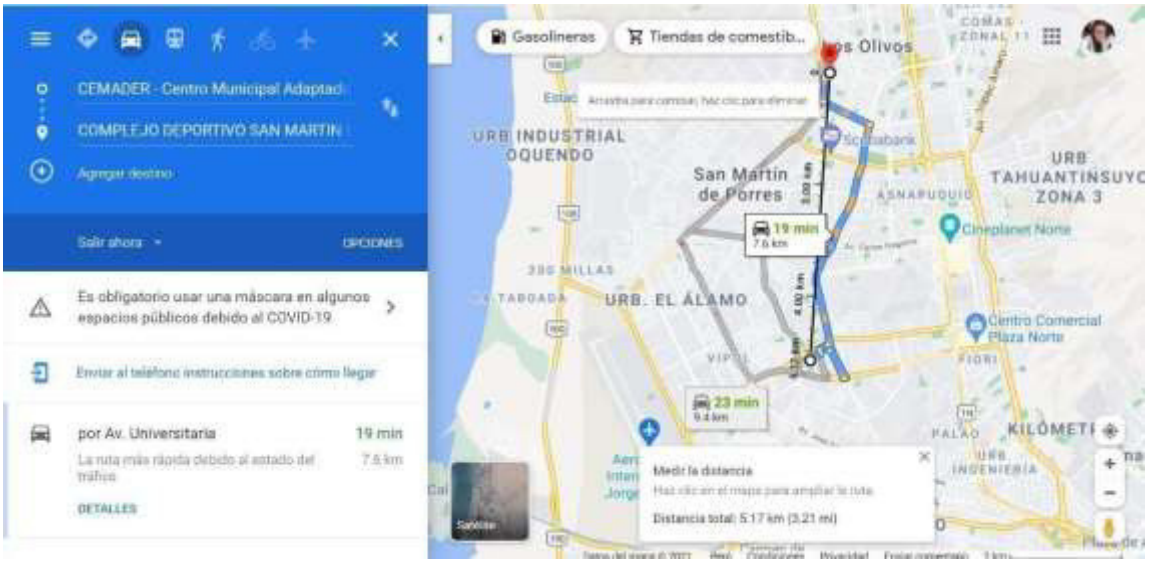
Distancia entre CEMADER al Club Deportivo Universidad San Martin de Porres



Nota: La distancia de CEMADER al Club Deportivo Universidad San Martin de Porres es 1.34 Km. Fuente: Google Maps

Figura 30

Distancia entre CEMADER al Complejo Deportivo Universidad San Martin de Porres

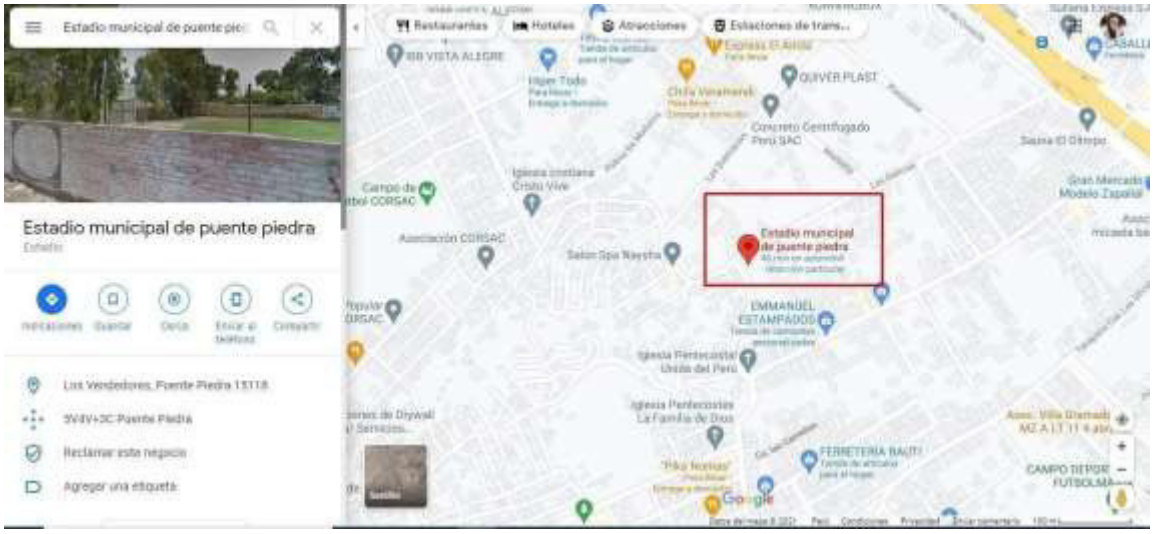


Nota: La distancia de CEMADER al Complejo Deportivo Universidad San Martin De Porres es 5.17 Km. Fuente: Google Maps.

2. Distancia de Centros Deportivos en el distrito de Puente Piedra

Figura 31

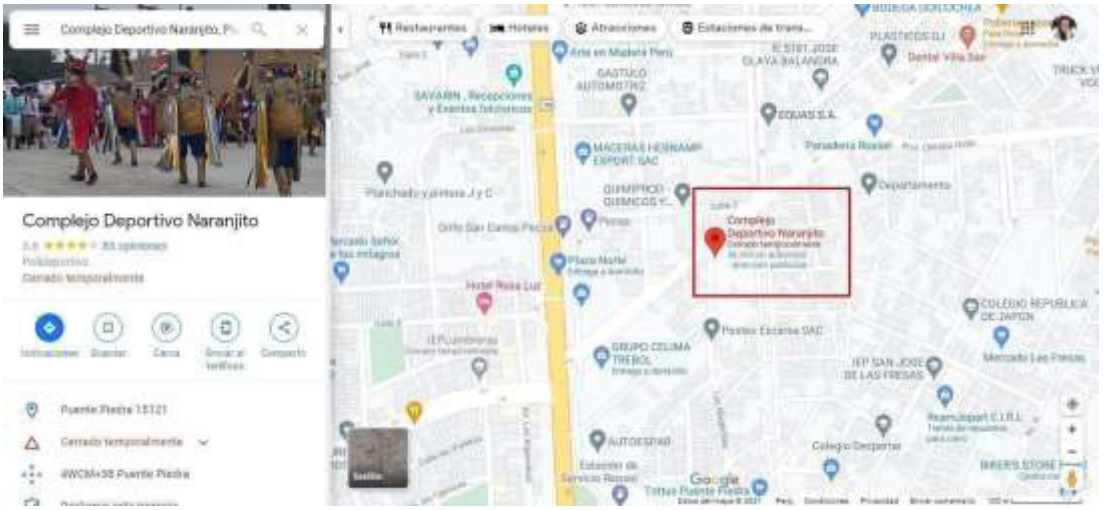
Estadio municipal de Puente Piedra



Nota. Ubicación: Los Vendedores, Puente Piedra 15118. Fuente: Google Maps.

Figura 32

Complejo Deportivo Naranjito



Nota. Ubicación: Puente Piedra 15121. Fuente: Google Maps

Se halla la distancia a través del Google Maps, siendo el punto fijo para tomar las distancias Centro Deportivo Puente Piedra.

Figura 33

Distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Estadio Municipal de Puente Piedra



Nota: La distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Estadio Municipal de Puente Piedra es 4.01 Km. Fuente Google Maps.

Figura 34

Distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo C.R.S. Pariacancha



Nota. La distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo C.R.S. Pariacancha es 3.28 Km. Fuente: Google Maps

Figura 35

Distancia del Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo Naranjito, Fuente: Google Maps

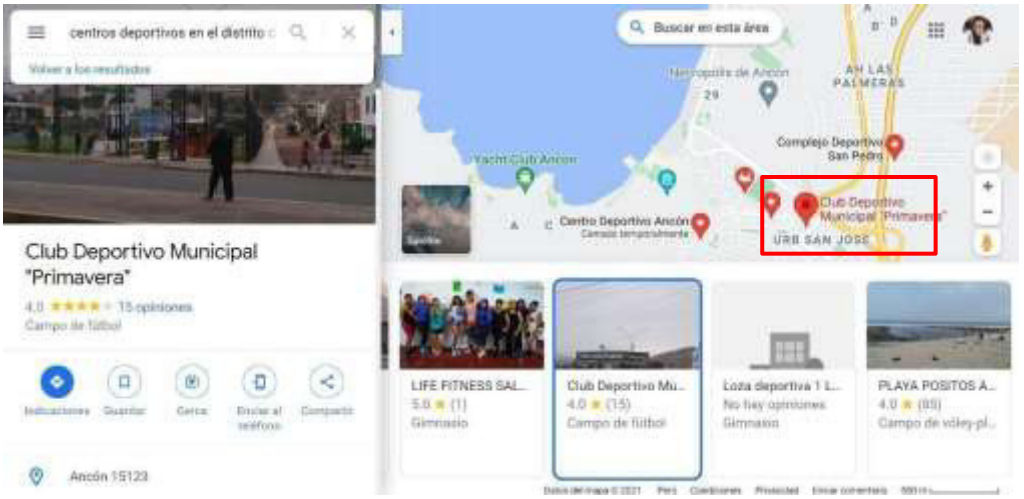


Nota: La distancia de Centro Deportivo Puente Piedra al Complejo Deportivo Naranjito es 1.87 Km. Fuente Google Maps.

3. Distancia de Centros Deportivos en el Distrito de Ancón

Figura 36

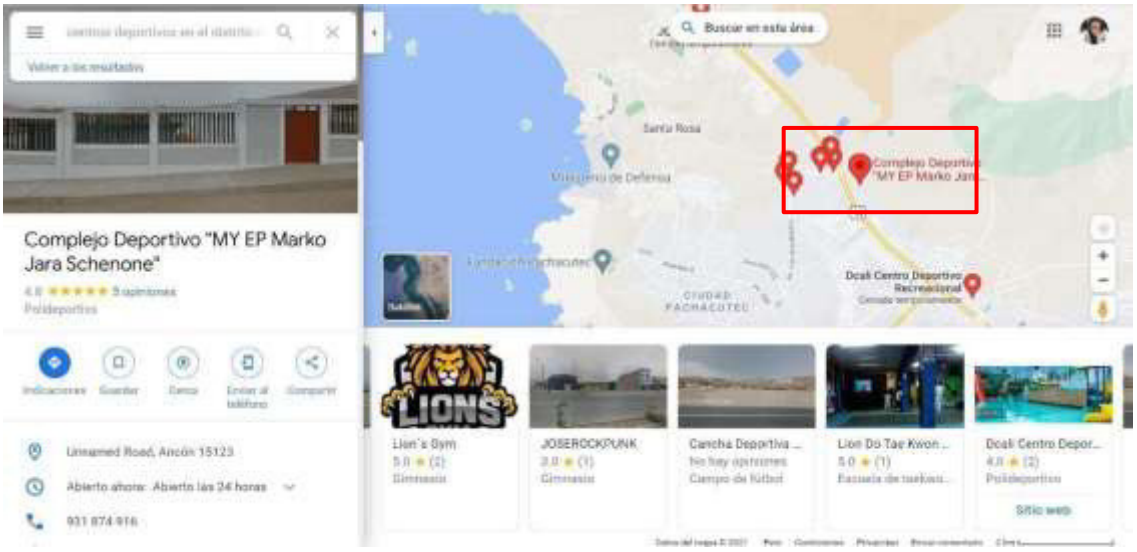
Club Deportivo Municipal "Primavera", Ancón 15123



Fuente: Google Maps

Figura 37

Complejo Deportivo "MY EP Marko Jara Schenone"



Nota. Ubicación: Unnamed Road, Ancón 15123. Fuente: Google Maps

Se halla la distancia a través del Google Maps, siendo el punto fijo para tomar las distancias el Centro Deportivo Ancón.

Figura 38

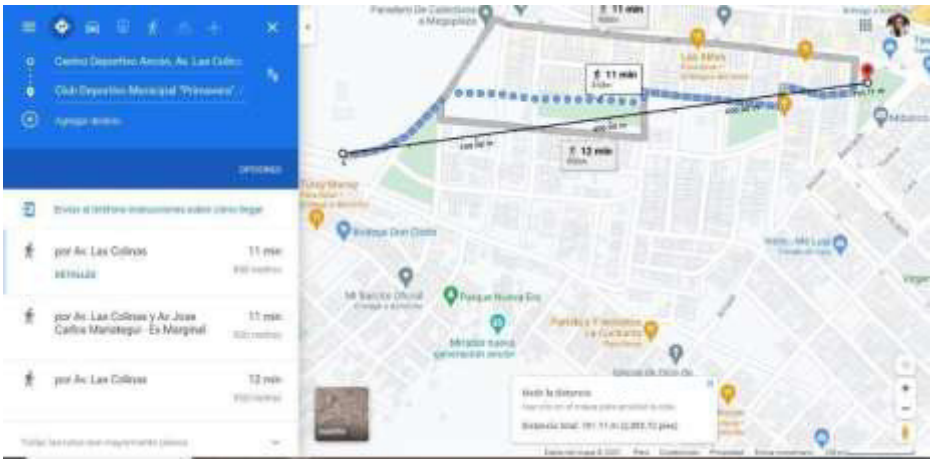
Distancia del Centro Deportivo Ancón al Complejo Deportivo San Pedro



Nota. La distancia del Centro Deportivo Ancón al Complejo Deportivo San Pedro es 1.54 Km. Fuente Google Maps.

Figura 39

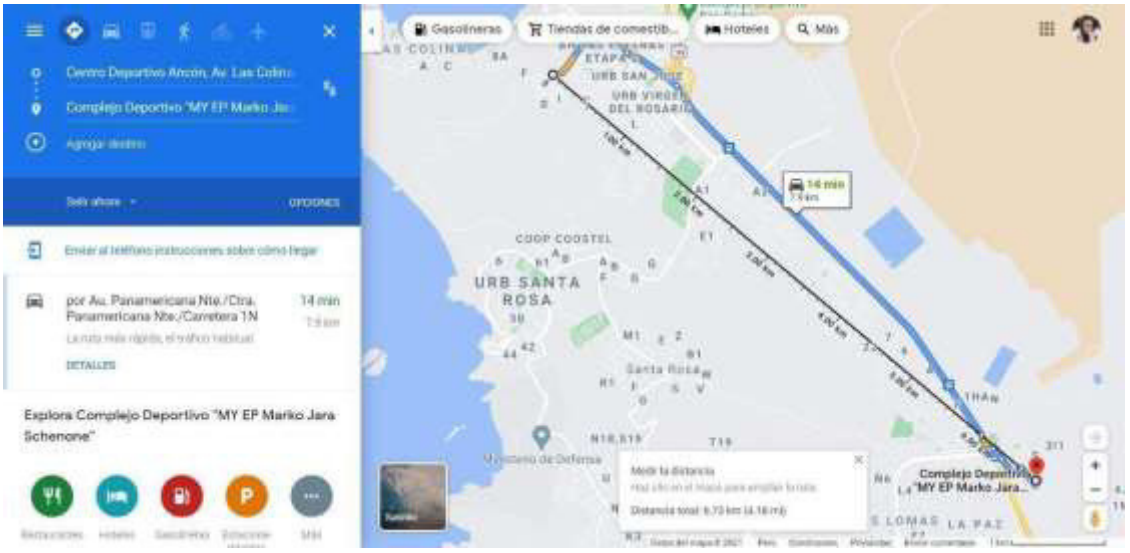
Distancia de Centro Deportivo Ancón al Club Deportivo Municipal "Primavera"



Nota. La distancia de Centro Deportivo Ancón al Club Deportivo Municipal "Primavera", es 0.791 Km. Fuente Google Maps.

Figura 40

Distancia de Centro Deportivo Ancón al Complejo Deportivo "MY EP Marko Jara Schenone".



Nota. La distancia del Centro Deportivo Ancón a Complejo Deportivo "MY EP Marko Jara Schenone" es 6.73 Km. Fuente Google Maps.