



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUATUSCO

ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UN PUNTO DE COMPRA A LA EMPRESA GABBE RECICLADOS

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERIA INDUSTRIAL

PRESENTA:

BRISA AYMETH REYES PEÑA

DIRECTOR DE TRABAJO RECEPCIONAL:

MI. MIGUEL ANGEL SOLIS JIMENEZ

HUATUSCO, VER.

MAYO 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ingeniero Miguel Ángel Solís Jiménez por su apoyo y asesoría para la realización de este proyecto.

Agradezco a Gabbe Reciclados por haberme brindado un lugar donde realizarme profesionalmente, así seguir creciendo en conocimientos y lograr ser mejor profesional día a día.

Agradezco al instituto tecnológico superior de Huatusco por orientarme en todo el proceso para lograr culminar mis residencias profesionales, el cual es un logro que me deja satisfecha para seguir adelante en mis estudios.

Agradezco a mis maestros por transmitirme sus conocimientos y enseñanzas a lo largo de la carrera, ayudándome día a día a ser mejor alumna con ética y profesionalismo.

DEDICATORIAS

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Vinicio y Margarita quienes con su amor, esfuerzo y paciencia me han ayudado a motivarme para cumplir este sueño, gracias por el apoyo incondicional, por los consejos de echarle ganas, trabajar, tener valentía; por guiarme por caminos correctos, no temer a las adversidades porque Dios me ayuda y está conmigo en todo momento. Gracias por creer en mí y no dejarme sola en este escalón de mi vida. Le doy gracias a toda mi familia que de alguna manera aportó con su granito de arena, a mis hermanos, cuñadas y personas conocidas que me brindaron su apoyo, oraciones y palabras de aliento.

Mi novio Jesús por su apoyo incondicional en la carrera, por mostrarme la virtud de ser paciente y no rendirme, por apoyarme cuando más lo necesite, por enseñarme muchas herramientas para aplicarlas en mi diario escolar, por extenderme su mano en los momentos más difíciles, su tiempo y disposición gracias.

Y finalmente a mis amigos por apoyarme durante mi estancia en la carrera, por brindarme su amistad y compartir conmigo sus conocimientos, por su amabilidad y su empatía, Héctor, Brian y Uriel gracias.

RESUMEN

El presente proyecto crea una propuesta para la viabilidad de localización de un centro de compra a la empresa Gabbe Reciclados de residuos sólidos urbanos (RSU), la propuesta se enfoca en obtener un punto óptimo de localización en la zona sur de Huatusco, posteriormente la determinación de rutas para el transporte para la recolección de los residuos sólidos urbanos generados de la zona sur de Huatusco.

Mediante tres metodologías logísticas: carga – distancia, centro de gravedad y P mediana se define el punto óptimo para la localización del centro de compra, con ayuda de un estudio de mercado para determinar la cantidad de productos que podrían ser reciclados, la aceptación y difusión del proyecto. Una vez hecho el análisis e investigación de la viabilidad de la localización, se observó en primer lugar una aceptación de participación del 97% de la población perteneciente a la zona de influencia del proyecto, se obtuvo un punto óptimo de localización para el centro de reciclaje que se evaluó a partir de tres métodos logísticos diferentes y se determinaron cuatro rutas que abarcan la zona sur de Huatusco, para llevar a cabo la recolección itinerante, donde se aprovecha el tonelaje y la distancia a recorrer por el vehículo.

ABSTRACT

The present project creates a proposal for the feasibility of locating a purchase center for the company Gabbe Reciclados de solid urban residuals (RSU), the proposal focuses on obtaining an optimal point of location in the southern zone of Huatusco, later determining of transportation routes for the collection of urban solid waste generated in the southern zone of Huatusco.

Through three logistics methodologies: load - distance, center of gravity and P median, the optimal point for the location of the purchase center is defined, with the help of a market study to determine the amount of products that could be recycled, acceptance and diffusion of the project. Once the analysis and investigation of the feasibility in the southern zone had been carried out, an acceptance of participation of 97% of the population belonging to the area of influence of the project was observed in the first place, an optimal point of location was obtained for the center of recycling that was evaluated from three different logistics methods and four routes were determined that cover the southern zone of Huatusco, to carry out the itinerant collection, where the tonnage and the distance to be traveled by the vehicle are used.

Índice de Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	1
DEDICATORIAS.....	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I ANTEDECENTES	2
1.1 Estado del arte	2
1.2 Planteamiento del problema.....	10
1.3 Justificación	11
1.4 Objetivos	12
1.4.1 Objetivo general.....	12
1.4.2 Objetivos específicos.....	12
1.5 Hipótesis.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Estudio de mercado	13
2.1.1 Segmentación de mercado.....	14
2.2 Muestreo	15
2.2.1 Tipos de muestreo.....	15
2.2.2 Muestra	20
2.3 Universo o población.....	21
2.4 Tamaño de muestra en poblaciones finitas	23
2.5 Localización de instalaciones	25
2.6 Métodos de localización.....	27
2.6.1 Método de centro de gravedad	28
2.6.2 Método carga – distancia	30
2.6.3 Método de p mediana.....	31
2.7 Diseño de rutas para vehículos	33
2.7.1 Puntos de origen y destino diferentes	34
2.7.2 Puntos múltiples de origen y destino.....	38
2.7.3 Puntos coincidentes de origen y destino	40
2.8 Principios de una buena programación y diseño de rutas.....	42
2.8.1 Métodos de programación y diseño de rutas	43

CAPÍTULO III. DESARROLLO	45
3.1 Estudio de mercado	45
3.1.1 Fuentes primarias.....	45
3.1.2 Muestreo de población por estratos.....	47
3.2 Fuentes secundarias.....	54
3.2.1 Delimitación geográfica.....	55
3.2.2 Segmentación de mercado.....	56
3.3 Estudio técnico	58
3.3.1 Localización	58
3.3.2 Requisitos para la capacidad instalada	59
3.4 Diseño de ruta	60
3.5 Estructura organizacional.....	62
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	63
4.1 Análisis del estudio de mercado	63
4.1.1 Respuestas de la encuesta realizada.....	63
4.1.2 Análisis de la demanda.....	69
4.2 Comportamiento de la competencia	72
4.3 precio.....	74
4.2 Análisis del estudio técnico	75
4.2.1 Resultados de localización	75
4.3 Determinación de la capacidad instalada	82
4.3.1 Distribución y organización de la bodega de centro de compra.....	82
4.3.2 Equipos mínimos requeridos.....	85
4.3.3 Costo inicial de proyecto	87
4.3.4 Proceso productivo	88
4.3.5 Mantenimiento de equipo	88
4.3.6 Seguridad industrial	89
4.4 Elección de ruta.....	90
4.5 Diseño de ruta por agrupación.....	91
4.5.1 Ruta 1	91
4.5.2 Ruta 2	92
4.5.3 Ruta 3	93
4.5.4 Ruta 4	95

4.6 Estructura organizacional del centro de compra	98
4.6.1 Organigrama.....	98
4.6.2 Cargos y funciones	98
4.7 Estrategias de venta	101
4.7.1 Publicidad	102
CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....	104
BIBLIOGRAFÍA.....	106
Índice de Términos.....	109
ANEXOS	110
Anexo 1 - Encuesta del estudio de mercado.....	110
Anexo 2 - Ley de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y manejo especial para el estado de Veracruz Ignacio de la Llave	114

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo de representación del muestreo aleatorio estratificado. Fuente: Metodología de la investigación social cuantitativa, Pedro López y Sandra Fachelli.....	19
Figura 2. Representación de una muestra respecto a su población. Fuente: Metodología de la investigación social cuantitativa, Pedro López y Sandra Fachelli.....	22
Figura 3. Ejemplo de un problema de diseño de ruta para múltiples orígenes y destinos. Fuente: Logística Administración de la cadena de suministro, Ballou.....	38
Figura 4. Ejemplo de mala y buena secuencia de paradas. Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou.	41
Figura 5. Ejemplo de agrupación por volumen. Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou.....	42
Figura 6. Diseño de rutas d con el método de "barrido". Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou.....	44
Figura 7. Encuesta piloto. Elaboración propia	48
Figura 8. Encuesta a aplicar. Elaboración propia.....	54
Figura 9. Delimitación geográfica. Elaboración propia	55
Figura 10. Tipos de clientes. Elaboración propia	56
Figura 11. Distribución geográfica de puntos de reunión. Elaboración propia	61
Figura 12. Resultados de encuesta.....	63
Figura 13. Resultados de encuesta.....	64
Figura 14. Resultados de encuesta.....	65
Figura 15. Resultados de encuesta.....	66
Figura 16. Resultados de encuesta.....	68
Figura 17. Plano cartesiano, método Centro de gravedad. Elaboración propia.....	76
Figura 18. Ubicación método centro de gravedad. Elaboración propia.....	76
Figura 19 . Posición A matriz (método p mediana). Elaboración propia	78
Figura 20. Datos en Solver primera parte. Elaboración propia	80
Figura 21. Datos en Solver, segunda parte. Elaboración propia	81
Figura 22. Plano de la distribución del centro de compra. Elaboración propia	84
Figura 23. Equipo requeridos, herramienta y maquinaria. Elaboración propia	85
Figura 24. Equipos mínimos requeridos: equipo para empleados. Elaboración propia.....	86
Figura 25. Equipo mínimo requerido de limpieza. Elaboración propia	86
Figura 26. Costo inicial de proyecto. Elaboración propia.....	87
Figura 27. Agrupación por asignación de volumen. Elaboración propia	90
Figura 28. Ruta 1. Elaboración propia	91
Figura 29. Ruta 2. Elaboración propia	92
Figura 30. Ruta 3. Elaboración propia	93
Figura 31. Ruta 4. Elaboración propia	95
Figura 32. Distribución de rutas. Elaboración propia.....	97
Figura 33. Organigrama planteado al centro de compra. Elaboración propia	98
Figura 34. Cargos y funciones. Elaboración propia	101
Figura 35. Anexo 1	114
Figura 36. Anexo 2	116

Índice de Tablas

Tabla 1. Estado del arte. Elaboración propia.....	9
Tabla 2. Clasificación de las técnicas de muestreo. Fuente: Bhattacharyya, Gouri K. y Richard A. Johnson. Statistical concepts and.....	16
Tabla 3. Fortalezas y debilidades del muestreo. Fuente: Rubio, Arturo. “Técnicas de muestreo”. Asignatura en la Maestría de Estadística	18
Tabla 4. Nivel de confianza en Z calculado. Fuente: Elaboración propia.....	24
Tabla 5. Comunidades a analizar. Elaboración propia.....	46
Tabla 6. Comunidades a muestrear. Elaboración propia.....	47
Tabla 7. Calculo de P (probabilidad de éxito). Elaboración propia.....	49
Tabla 8. Tamaño de muestra. Elaboración propia	50
Tabla 9. Estratos por comunidad. Elaboración propia.....	50
Tabla 10. Peso aproximado a recibir de la zona. Elaboración propia.....	60
Tabla 12. Demanda de residuos en Potrerillo, Tlamatoca y Ixpila. Elaboración propia	69
Tabla 13 Demanda de residuos en Amatiopa, Capulapa y Michapa. Elaboración propia..	70
Tabla 14 Demanda de residuos en Carrizal, Altaluz y R. Ramírez. Elaboración propia.....	70
Tabla 15. Resultados de la demanda generada por comunidades (muestra). Elaboración propia.....	71
Tabla 16. Resultados de la demanda generada por la zona. Elaboración propia	72
Tabla 17. Competencia. Elaboración propia	73
Tabla 18. Lista de precios de RSU. Elaboración propia.....	74
Tabla 19. Aplicación de Centro de gravedad. Elaboración propia	75
Tabla 20. Aplicación método carga –distancia. Elaboración propia.....	77
Tabla 21. Matriz para la aplicación de P mediana. Elaboración propia.....	78
Tabla 22. Matriz de distancias P mediana. Elaboración propia.	79
Tabla 23. Restricciones para un solo nodo de atención. Elaboración propia.....	79
Tabla 24. Restricciones de cuantos centros atiende cada uno. Elaboración propia	80
Tabla 25. Resultados del método P mediana. Elaboración propia.....	82
Tabla 26. Proceso de compra. Elaboración propia.....	88
Tabla 27. Distancia mínima de la ruta 1. Elaboración propia.....	92
Tabla 28. Distancia mínima ruta 2. Elaboración propia.....	93
Tabla 29. Distancia mínima ruta 3. Elaboración propia.....	94
Tabla 30. Distancia mínima ruta 4. Elaboración propia.....	96
Tabla 31. Resultados de distancias mínimas para las rutas. Elaboración propia.....	96

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial es preocupante la generación de contaminación, ya que todas las actividades humanas generan residuos, que son el resultado de diversas actividades que el hombre realiza día con día y el rápido crecimiento de la población ah agravado los problemas relacionados con estos residuos, que se convierten en un problema a la hora de desecharlos.

Para ayudar a reducir la contaminación y proponer acciones de reúso, se necesita de proyectos que incentiven esta actividad, ya que a veces aun que las personas tengan la iniciativa o intención de colaborar se ven limitadas a realizar este tipo de actividades a falta de proyectos o instituciones que participen en actividades de recolección de residuos sólidos urbanos.

El objetivo del presente proyecto es proponer un punto óptimo de localización para un centro de compra para la empresa Gabbe Reciclados en la zona sur del municipio de Huatusco, acompañado de una metodología de ruta para los vehículos sobre la zona sur; con esto beneficiando a la empresa expandiendo su mercado y a la población de la zona sur de Huatusco, incentivando actividades de separación y colaboración con el uso de los residuos sólidos que se pueden reciclar; este proyecto beneficia en tres sectores: ambiental, económico y social.

CAPITULO I ANTEDECENTES

En el presente capítulo se define la estructura de la problemática de localización de la empresa Gabbe Reciclados, se expone la justificación del desarrollo de la presente investigación así como plantear los objetivos a los cuales se persiguen alcanzar.

1.1 Estado del arte

En este apartado se hace mención de algunas investigaciones en las cuales se tienen problemáticas semejantes a la que se mostrará en el presente proyecto, se presentan aquellas que se consideran tienen mayor parecido, con el fin de evaluar sus procedimientos y metodología empleadas por sus autores de manera que, sirvan de referencia y guía en el desarrollo del presente proyecto.

Titulo:	Propuesta de un modelo de localización de puntos de entrega voluntaria de residuos aprovechables y recolección selectiva en municipios de menos de 50.000 habitantes
Autor:	Juan Camilo Díaz Álvarez y Manuel Alejandro Millán Millán
Objeto de estudio y conclusiones:	La problemática que se presenta es la ubicación de puntos de entrega de residuos aprovechables, para su propuesta se utilizó el método logístico, centro de gravedad para obtener la localización, mediante un método matemático de ruteo (TSP+MTZ), con ayuda del software Solver, el autor eligió la ruta óptima para el traslado de los residuos, complementándolo con un estudio financiero. Como resultado de esta metodología se obtiene 17 puntos en los 48 barrios del municipio de Zarzal Valle de Cauca, el modelo de traslado optimo da una distancia de 2,658 km de recorrido; obteniendo beneficios remunerables económicos a partir del primer año de su implementación.

Bibliografía:	Juan Camilo Díaz Álvarez, M. A. (17 de Febrero de 2017). Google académico. Obtenido de: https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/13825/0567388.pdf?sequence=1
Título:	Una mirada en el futuro: “Propuesta de mejora para el manejo de desechos sólidos en el centro de la Municipalidad de Esmeraldas, Ecuador”
Autor:	Gianella Maribel Cevallos Chiriboga
Objeto de estudio y conclusiones:	La propuesta se enfoca en la búsqueda de la cantidad adecuada de contenedores, ubicación y recolección de los mismos de RSU en el barrio centro de la provincia de Esmeraldas, con ayuda del método P mediana se hace el análisis para la localización optima y para generar las rutas basadas en el método del problema de ATSP, en donde como resultado se obtienen dos casos: el primero se requiere 65 contenedores de 2.4m ³ y 8 rutas, para el segundo caso 49 contenedores de 3.2m ³ de capacidad y 7 rutas, ambos casos se minimiza la distancia de del usuario y del agente recolector de RSU
Bibliografía:	Chiriboga, G. M. (9 de Diciembre de 2015). Repositorio Digital USFQ. Obtenido de: https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4954
Título:	Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján

Autor:	Gustavo D.Buzai - Claudia A. Baxendale
Objeto de estudio y conclusiones:	En su trabajo el autor expone una solución mediante procedimientos con la ayuda de las tecnologías actuales y la asociación de los sistemas de información geográfica SIG y los sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial SADE, para darle una solución a la localización usando el método logístico del centroide o centro de gravedad, en el cual la solución obtenida fueron dos nuevas instalaciones a los 29 puntos como candidatos, la ayuda de estas herramientas SIG y SADE teórico - metodológicas permiten una aproximación a la solución de problemas de localización complejas.
Bibliografía:	Gustavo D. Buzai - Claudia A. Baxendale. (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGBen la ciudad de Luján. Obtenido de ocplayer.es/42939797-Modelos-de-localizacion-asignacion-aplicados-a-servicios-publicos-urbanos-analisis-espacial-de-escuelas-egb-en-la-ciudad-de-lujan.html
Título:	Un modelo de programación lineal entera mixta para el problema de ruteo de vehículos en el transporte escolar
Autor:	Nicole Diana Araya Sanhueza, Carlos Enrique Obreque Níñez y Germán Enrique Paredes Belmar.
	Los autores tienen la problemática de localizar una o varias rutas sobre una red, para el cual ocupan un modelo de Programación

Objeto de estudio y conclusiones:	Lineal Entera Mixta basado en Flujo Multicommodity, con ayuda de la herramienta de Solver Cplex, con AMPL. En esta investigación el objetivo es minimizar los costos del recorrido de cada bus y los costos de asignación de los estudiantes a sus respectivos paraderos y como resultado se resuelve instancias con redes de hasta 30 nodos, minimizando el costo de las rutas que la distancia total a caminar por los clientes del paradero.
Bibliografía:	Nicole Diana Araya Sanhueza, Carlos Enrique Obrique Níñez, Germán Enrique Paredes Belmar. (28 de Septiembre de 2012). Academia. Obtenido de Un modelo de programación lineal entera mixta para el problema de ruteo de vehículos en el transporte escolar: https://www.academia.edu/20147205/Un_modelo_de_programaci%C3%B3n_lineal_entera_mixta_para_el_problema_de_ruteo_de_veh%C3%ADculos_en_el_transporte_escolar
Título:	Problema de localización de bodegas y ruteo de vehículos resuelto mediante el optimizador de hiena manchada
Autor:	Wilmer D. Urango, Helman E. Hernández, Jorge M. López
Objeto de estudio y conclusiones:	En el artículo el objetivo principal es determinar la eficiencia de la metaheurística conocida como optimizador de hiena manchada en un problema de localización de bodegas y ruteo de vehículos con depósitos y vehículos capacitados, catalogado como un problema NP-Duro. Como resultado el algoritmo SHO es eficiente para resolver instancias de gran tamaño de localización de bodegas y ruteo de vehículos, por el contrario no es

	recomendable para instancias medianas o pequeñas, así mismo se puede mejorar utilizando heurísticas especiales.
Bibliografía:	Wilmer D. Urango, Helman E. Hernández, Jorge M. López. (2020). Scielo. Obtenido de Problema de localización de bodegas y ruteo de vehículos resuelto mediante el optimizador de hiena manchada: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642020000200195&lng=es&nrm=iso
Titulo:	Localización óptima de centros de acopio y ruteo de recolección de mango (mangifera indica - variedad de Colombia) en fincas del departamento del magdalena - Colombia
Autor:	Edwin Causado-Rodríguez, Frank Díaz-Armenta, Darwin Sánchez-González
Objeto de estudio y conclusiones:	La investigación pretende determinar la localización eficaz de un centro de acopio y ruta de recolección de mango, en la que los autores utilizaron el método logístico centro de gravedad y el método algorítmico de barrido o sweep se diseñó la ruta de recolección de mango definiendo las paradas y secuencias entre el centro de acopio y cada una de las fincas. Con estas metodologías se obtuvo la localización de 3 centros de acopio y una disminución de recorrido del 50% y un precio de venta a los campesinos podría llegar a un incremento del 50%
Bibliografía:	Edwin Causado-Rodríguez, Frank Díaz-Armenta, Darwin Sánchez-González. (4 de Octubre de 2018). CIFCA. Obtenido de Localización óptima de centros de acopio y ruteo de recolección

	de mango (mangífera indica - variedad de Colombia) en fincas del departamento del Magdalena - Colombia: http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxiii/docs/1.05.pdf
Titulo:	Localización óptima y confiable de instalaciones en una cadena de suministro
Autor:	Fernando González-Solano, Juan Escorcia-Caballero, Luis Patiño-Toledo
Objeto de estudio y conclusiones:	El objetivo del artículo es diseñar cadenas de suministro robustas que serán capaces de absorber los impactos negativos causados por eventos disruptivos, por medio de un modelo de programación entera no lineal que determina la ubicación óptima de los medios bajo los criterios de coste y fiabilidad. Los resultados muestran una mejora del 9,5% en la fiabilidad con un aumento del 9,8% del coste total del transporte de la cadena de suministro
Bibliografía:	Fernando González-Solano, Juan Escorcia-Caballero, Luis Patiño-Toledo. (4 de Diciembre de 2017). Redalyc. Obtenido de Localización óptima y confiable de instalaciones en una cadena de suministro: https://www.redalyc.org/pdf/772/77254022013.pdf
Titulo:	Ubicación y dimensionamiento óptimo de transformadores de distribución aplicando el modelo de P - mediana y resuelto a través del algoritmo colonia de hormigas
Autor:	Muñoz B., César Adrián; Toro O., Eliana M
Objeto de estudio y conclusiones:	En este trabajo se presenta una metodología para dar solución; entre los problemas que se destaca distribución espacial de los usuarios y localización de los transformadores, que por medio de un modelo matemático es resuelto usando un Algoritmo Colonia

	de Hormigas. La metodología es validada mediante la evaluación de dos sistemas de prueba de baja y alta complejidad matemática.
Bibliografía:	Muñoz B., César Adrián; Toro O., Eliana M. (Agosto de 2011). Redalyc. Obtenido de Ubicación y dimensionamiento óptimo de transformadores de distribución: https://www.redalyc.org/pdf/849/84922622051.pdf
Título:	Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 2: algoritmo genético, comparación con una solución heurística
Autor:	Guillermo González Vargas, Felipe González Aristizábal
Objeto de estudio y conclusiones:	Los autores presentan dos metodologías diferentes aplicadas al problema de ruteo; la primera consiste en algoritmo genético (GVR) buscando una solución óptima partiendo de una proporción alta de soluciones. Esta metodología se comparó con la solución heurística: agrupar primero, rutear después. Como resultado de la comparación de ambos métodos, la aplicación de la heurística resulta ser más efectiva debido a los resultados comparados con la otra metodología.
Bibliografía:	Guillermo González Vargas, Felipe González Aristizábal. (Abril de 1 de 2007). Redalyc. Obtenido de Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 2: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327120
Título:	Propuesta de ruteo de vehículos con flota heterogénea y ventanas de tiempo (hfvrtw) aplicada a una comercializadora pyme de la ciudad de Cali.

Autor:	Jairo Arboleda Zúñiga, John Alexander Gaviria-Gómez y John Alexander Álvarez-Romero.
Objeto de estudio y conclusiones:	En el artículo se muestra un problema de ruteo de vehículos, el modelo fue desarrollado en tres fases: caracterización del proceso actual de programación de ruta y distribución, adaptación del modelo matemático y solución del modelo por medio del método heurístico de ahorros, el cual se adapta de manera eficiente al problema. Como resultados se obtiene un 40% de disminución en el número de rutas, y 50% de distancia recorrida y en costos totales.
Bibliografía:	Jairo Arboleda Zúñiga, John Alexander Gaviria-Gómez, John Alexander Álvarez-Romero. (18 de Mayo de 2018). Fundación Universidad de América. Revista de Investigación, vol. 11. Obtenido de https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/download/178/177/

Tabla 1. Estado del arte. Elaboración propia

Todos los artículos analizados en la tabla anterior buscan mejorar el proceso de localización y ruteo de vehículos en algunos casos, a partir de la utilización de métodos matemáticos y heurísticos, se logró una mejoría con diversos grados de impacto obtenido, con lo que queda demostrado que el uso de herramientas logísticas y de optimización, pueden servir para llevar a cabo la realización del presente proyecto.

1.2 Planteamiento del problema

La empresa Gabbe Reciclados es una empresa enfocada al reciclaje de materiales sólidos, tomando en cuenta los problemas a los que se enfrenta la sociedad al medio ambiente, que busca fomentar la canalización de los desechos que aún se pueden reciclar y transformar.

En la empresa Gabbe Reciclados se encuentra con la problemática siguiente: la empresa no cuenta con un análisis e investigación para la posible creación de un punto de compra y recaudación de residuos sólidos (reciclables) en las comunidades del sur de la cabecera municipal, la cual tiene como finalidad el crecimiento de Gabbe Reciclados, su expansión territorial y comercial en la zona, actualmente solo se cuenta con un punto de compra que está ubicado en la cabecera del municipio misma que funge como planta base de la recicladora, lo que ha limitado su crecimiento en el mercado. La falta de análisis para una posible localización ha limitado la expansión de la empresa.

Por otra parte la contaminación que se genera de residuos sólidos urbanos no tiene un control ni un uso adecuado para reutilizar, ya son pocas las dependencias que apoyan a esta causa en la ciudad de Huatusco, y aun que las personas y comercios estén dispuestas a colaborar con esta actividad de reciclaje, no hay proyectos que beneficien esta actividad para las comunidades de alrededor de la ciudad de Huatusco zona sur.

1.3 Justificación

Hoy en día es evidente la problemática medioambiental que se tiene debido a diversas situaciones tales como la generación de residuos sólidos urbanos y el mal manejo que se le puede dar a estos.

Contar con proyectos que busquen mitigar este fenómeno fomentando la reutilización de los RSU es una manera de apoyar al medio ambiente, y por lo tanto, ayudar conservar los recursos naturales.

Es importante comentar, que la actividad de reciclaje no siempre es algo sencillo ya que aun cuando las personas puedan tener el deseo de participar en proyectos de este tipo, no existen los programas que beneficien esta actividad, de tal manera que no se fomenta.

El impacto de proyectos como este deja huella en el entorno natural, ya que diario son toneladas de residuos sólidos urbanos que son desechados y no se les da un segundo uso, el tener propuestas como crear centros de compra de estos residuos fomenta el buen uso de ellos, y por otra parte cabe mencionar que aporta a la sociedad un entorno más limpio; el crear puntos de compra de residuos sólidos urbanos ayuda a la sociedad generando empleos, fortaleciendo su economía y propiciando que más proyectos como estos se sumen a la causa.

Gabbe Reciclados es una empresa comprometida con el cuidado del medio ambiente, las propuestas de crear nuevos puntos de compra de éstos residuos tiene un impacto en la ciudad de Huatusco, ya que no se ha extendido su participación sobre el municipio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar un punto óptimo de localización de un centro de compra para la empresa Gabbe Reciclados que permita comercializar los residuos sólidos urbanos generados por las familias y comercios de la zona sur de la ciudad de Huatusco, Veracruz.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un estudio de mercado para la recolección de datos de los pobladores de la zona a evaluar
- Realizar un estudio técnico en el que se pueda definir la localización del centro de compra mediante diferentes métodos logísticos de localización.
- Diseñar una ruta de traslado en la zona a analizar, con el fin de aprovechar la localización obtenida.
- Definir una estructura organizacional del personal necesario con el fin de definir sus responsabilidades y funciones

1.5 Hipótesis

Utilizar herramientas de optimización y logísticas permitirán identificar el mejor punto para la localización de un centro de compra de productos de reciclaje en la zona sur de la ciudad Huatusco Veracruz.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Con la finalidad de sustentar los diferentes aspectos investigativos relacionados con el proyecto, se realizó una revisión bibliográfica a partir de la cual se obtuvo información relacionada con estudio de mercado, localización de plantas, estudio técnico de ruteos, normas ambientales, entre otros.

Marco Teórico o Marco Referencial, tiene como finalidad ofrecer al investigador una serie de enfoques, proposiciones y conceptos que permitan orientar la investigación. Según Sabino, C. (2002): “El cometido que cumple el marco teórico es el de situar a nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos (...) De tal modo que permiten orientar la búsqueda que ofrezca una conceptualización adecuada a los términos que utilizamos” (p. 69).

2.1 Estudio de mercado

Para analizar este concepto, es conveniente describir algunas definiciones más aceptadas y difundidas por expertos reconocidos.

Malhotra K. Naresh (1997) dice que: los estudios de mercado describen el tamaño, el poder de compra de los consumidores, la disponibilidad de los distribuidores y perfiles del consumidor.

Para Kotler, Bloom y Hayes (2004), el estudio de mercado consiste en reunir, planificar, analizar y comunicar de manera sistemática los datos relevantes para la situación de mercado específica que afronta una organización.

El estudio de mercado es: La recopilación, el análisis y la presentación de información para ayudar a tomar decisiones y a controlar las acciones de marketing (Geoffrey, 2003).

El concepto de estudio de mercado engloba muchas funciones para muchos propósitos diferentes, el estudio de mercado es un proceso en el cual se planifica, analiza y comunica datos relevantes sobre algún tema en específico, con la intención de recopilar esta información y hacer una buena toma de decisiones para el consumidor.

2.1.1 Segmentación de mercado

Kotler y Armstrong (2003), afirman que los consumidores pueden ser alcanzados de manera más eficiente y eficaz con productos que satisfagan sus necesidades únicas. Por su parte, Silk (2006) afirma que la segmentación del mercado, la elección de mercado y posicionamiento del producto son condiciones indispensables para el desarrollo de una exitosa estrategia de marketing, porque de esa manera, la organización centra sus esfuerzos en los clientes o potenciales.

Para la segmentación de mercado requiere que el investigador lo estructure y lo divida por etapas, sin embargo hay diferencias en cuanto a las etapas a seguir para la segmentación, tomando como referencia al autor Kotler el proceso de segmentación lo divide en tres etapas: primera periodo de levantamiento, segunda periodo de análisis y tercera periodo de clasificación de perfil, en comparación con los autores José Munuera y Isabel Rodríguez (2007) explican que el investigador selecciona una variable antes de aplicar el análisis, y considerando diversas variables explicativas, tratando de analizar cómo se relacionan a través de varias técnicas, entre las más empleadas se menciona: el método de Belson, el análisis de la varianza, la Chi-cuadrado, el método de Sonsquist y Morgan, el modelo de Canguilhem y el análisis discriminante.

2.2 Muestreo

Un muestreo es el proceso mediante el cual se selecciona un grupo de observaciones que pertenecen a una población, con el fin de realizar un estudio estadístico; en otras palabras es el procedimiento mediante el cual se toman a ciertos individuos que pertenecen a una población que está siendo sujeto de un análisis, el objetivo general de todo muestreo es llegar a conocer determinadas características de una población, a partir de una selección de unidades de ésta, con el menor coste posible en dinero, tiempo y trabajo, se puede aproximar al conocimiento de estas características sin necesidad de tener que obtener la información exhaustiva de toda la población. El muestreo es una herramienta necesaria por el hecho de que las poblaciones pueden ser demasiado grandes y no es factible tomar datos de todos los individuos. (Westreicher, G., 2021)

2.2.1 Tipos de muestreo

El diseño de una muestra puede seguir estrategias distintas que identifican diferentes tipos de muestreo. Las técnicas de muestreo se pueden clasificar por su forma de selección y por su nivel de complejidad. Una clasificación de las técnicas de muestreo según la forma de selección y el nivel de complejidad se presenta en la siguiente figura, en la que una primera distinción fundamental es la que los clasifica en función de si son probabilísticos o no.

Técnica	Forma de selección		Nivel de complejidad	
	Muestreo probabilístico	Muestreo no probabilístico	Muestreo simple	Muestreo complejo
Muestreo aleatorio simple	X		X	
Muestreo sistemático	X		X	
Muestreo aleatorio estratificado	X		X	
Muestreo por conglomerados sin sub muestreo	X			X
Muestreo por conglomerados con sub muestreo	X			X
Muestreo multietápico	X			X
Muestreo por fases	X			X
Muestreo por conveniencia		X	X	
muestreo por juicio		X	X	
muestreo "bola de nieve"		X	X	
muestreo por cuotas		X	X	

Tabla 2. Clasificación de las técnicas de muestreo. Fuente: Bhattacharyya, Gouri K. y Richard A. Johnson. Statistical concepts and

En el muestreo probabilístico, además, se puede considerar una distinción cuando los diferentes elementos de la muestra o bien son idénticos o similares y tienen la misma probabilidad de ser elegidas, o bien esta probabilidad es diferente. Así se diferencia entre muestreo con probabilidades iguales y muestreo con probabilidades desiguales. También el muestreo tiene implicaciones en función de si se trata de muestreo con reposición o sin reposición (o reemplazamiento).

Los autores Pedro López y Sandra Fachelli (2015) menciona que el muestreo probabilístico es aquel muestreo en que, de forma estricta, todas las unidades de la población tienen una probabilidad conocida de ser incluidas en la muestra y, por lo tanto, también se conoce la probabilidad de obtener cada una de las muestras mediante un procedimiento de aleatorización. Por el contrario el muestro no

probabilístico en este caso no se conocen las probabilidades de cada unidad de muestreo de pertenecer a la muestra. En la siguiente figura se muestran las fortalezas y debilidades de las técnicas de muestreo probabilístico.

Técnicas de muestreo probabilístico	
Fortalezas	Debilidades
Es aceptado con facilidad	Requiere de costosos marcos de muestreo
Asegura representatividad	
Asegura muestras insesgadas	Requiere de trabajos de campo costosos
Resultados son generalizables	
Permite calcular error de muestreo	
Permite hacer inferencias estadísticas	
Asegura el anonimato del entrevistado	
Personal de campo no especializado	
Puede ser supervisada	
Probabilidad conocida de elegir la unidad como parte de la muestra	
Técnicas de muestreo no probabilístico	
Fortalezas	Debilidades
Bajo costo y requiere menor tiempo	No permite calcular errores de muestreo
Elige solo las unidades requeridas	Sus resultados no son generalizables
permite encontrar información inesperada	Pueden ser rechazadas por los usuarios
diseño y cobertura flexible e informal	Puede haber sesgo en la selección
	No permite hacer inferencia estadística
	Requiere de personal muy especializado
	No asegura el anonimato del entrevistado
	La supervisión es difícil de realizar

	Probabilidad no conocida de elegir a la unidad como parte de la muestra
--	---

Tabla 3. Fortalezas y debilidades del muestreo. Fuente: Rubio, Arturo. "Técnicas de muestreo". Asignatura en la Maestría de Estadística

El muestreo aleatorio estratificado (MAE) es un método de muestreo que tiene la gran ventaja de permitir mejorar la precisión de las estimaciones en relación al muestreo aleatorio simple, es decir, disminuye el error muestral y de las estimaciones para un mismo tamaño de muestra, o bien reduce el tamaño para un mismo margen de error.

En el MAE se parte de la consideración de que la población no es homogénea según los objetivos de la investigación, y se trata de dividir a la población en categorías o grupos que tienen un interés analítico en función de una o más características o variables criterio de la población que definen la heterogeneidad.

Estos grupos son las subpoblaciones que definen los estratos. Desde el punto de vista de la investigación resulta fundamental que estas características se respeten de forma más o menos estricta en la muestra y así garantizar su representatividad en términos muestrales, a la vez que, con esta forma de proceder, como se ha mencionado, se consigue una ganancia en la reducción de la variabilidad y del error de las estimaciones que se hacen para toda la población.

Este tipo de muestreo, por otro lado, permite plantear y facilita la necesidad de efectuar estudios o estimaciones de características poblacionales a partir de la definición de subpoblaciones que se hacen corresponder con los estratos. Estas subpoblaciones objeto de estudio específico resultan representativas en sus respectivas submuestras con un grado de error aceptable que el MAE favorece, siempre que el tamaño de la muestra sea suficientemente grande.

En todo caso, el número de muestra necesario siempre será menor, para el mismo nivel de error muestral, que en el muestreo aleatorio simple. En consecuencia, se trata de un método que reporta un menor coste y es más eficiente también en este sentido. Pero, la cuestión crucial en este tipo de muestreo, que limita en la práctica

su aplicación generalizada, es la exigencia de disponer de la información de las variables criterio para todas las unidades de la población para clasificarlas en estratos poblacionales.

El método estratificado implica, por un lado, definir y construir los estratos poblacionales h donde se agrupan todas las unidades (un total de k estratos) de forma que todas sean asignadas a un estrato (criterio de exhaustividad, de forma que la unión de todos los estratos es igual a al número de unidades de la población) y cada una pertenezca a un solo estrato (criterio de exclusividad, la intersección entre dos estratos cualesquiera es nula).

A continuación, se extrae una muestra aleatoria independiente en cada uno de estos estratos (n_h). El número de unidades que se deben extraer de cada estrato viene determinado por el criterio de reparto que se aplique en función de un tamaño de muestra que es fijada, operación llamada de afijación de la muestra. Posteriormente, reunimos toda la información para obtener estimaciones globales de toda la población (Pedro López-Roldán, Sandra Fachelli, 2015).

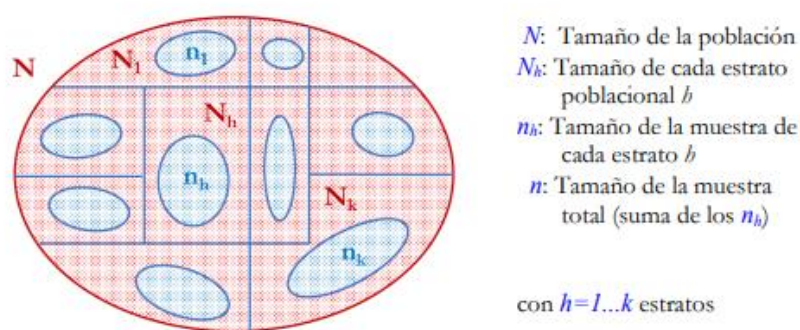


Figura 1. Ejemplo de representación del muestreo aleatorio estratificado. Fuente: Metodología de la investigación social cuantitativa, Pedro López y Sandra Fachelli

2.2.2 Muestra

El autor Ventura León (2017) describe a una muestra es entendida como un subconjunto de la población conformado por unidades de análisis, los autores Tamayo y Tamayo (2006) definen la muestra como: el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinadas caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada, en el caso de Palella y Martins (2008) definen la muestra como: una parte o el subconjunto de la población dentro del cual deben poseer características reproducen de la manera más exacta posible.

En otras palabras una muestra es un fragmento representativo de una población, de la cual se puede inferir los datos que el investigador dese obtener de esa población sin tener que analizar toda la población o universo, con el objetivo de obtener resultados válidos, dentro de unos límites de error y de probabilidad que se puedan determinar, el tamaño de la muestra se determina mediante n , algunas condiciones para las muestras de los autores Pedro López-Roldán Sandra Fachelli (2015) son las siguientes:

- Que comprendan parte del universo y no la totalidad.
- Que el tamaño de la muestra sea estadísticamente proporcionado a la magnitud del universo.
- Que se dé una ausencia de distorsión en la elección de los elementos de la muestra con el fin de evitar la introducción de sesgos que desvirtúen la representatividad.
- Que sea posible poner a prueba hipótesis sustantivas de relaciones entre variables.
- Que sea posible poner a prueba hipótesis de generalización, de la muestra en el universo, es decir, que sea representativa con un cierto grado de incertidumbre.

En este sentido las muestras se dice que son probabilísticas y cualquier cálculo con los datos muestrales son estimaciones de características o parámetros poblacionales.

Mediante la estadística descriptiva se alcanza el objetivo de describir la información estadística facilitando la tarea de análisis e interpretación de los datos mediante diversos cálculos (como los estadísticos descriptivos de la distribución de una variable y de las relaciones entre ellas), y se cumple así la condición 4 mencionada anteriormente.

Mediante la estadística inferencial se fundamenta los principios estadísticos que permiten alcanzar el objetivo de obtener generalizaciones estadísticas de la población a partir de la muestra, y se cumple así con la condición 5. La estadística inferencial (o estadística inductiva) habla de la significación de los cálculos en base al proceso de estimación de los parámetros poblacionales a partir de los estadísticos muestrales, fundamentándose en la Teoría de Probabilidades y la Teoría del Muestreo, que proporcionan los procedimientos por los que esta generalización o inferencia será posible.

2.3 Universo o población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) la población es: el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones, para (Arias, 2012) la define como población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de investigación, por otra parte los autores Palella y Martins (2008) expresan que la población es un conjunto de unidades de las que se desea obtener información sobre las que se va a generar conclusiones. Para Tamayo (2012) la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación

Analizado lo anterior, los autores coinciden que la población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades poseen una característica en común, se estudia y da origen a los datos de la investigación.

La población según su tamaño puede ser de dos tipos: población finita y población infinita, según (Castro, 2003):

Población finita: cuando el número de elementos que la forman es finito, por ejemplo el número de alumnos de un centro de enseñanza o grupo de clase. Población infinita: cuando el número de elementos que lo conforman es infinito o tan grande que pudiese considerarse infinito, como por ejemplo si se realizase un estudio sobre los productos que hay en el mercado, hay tantos y de tantas ciudades que esta población podría considerarse infinita

Explican los autores Pedro y Sandra (2015) que en particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de unidades del que se extrae la muestra, y universo hipotético o población objetivo, el conjunto poblacional al que se pueden extrapolar los resultados. Se denomina al tamaño de la población mediante N .

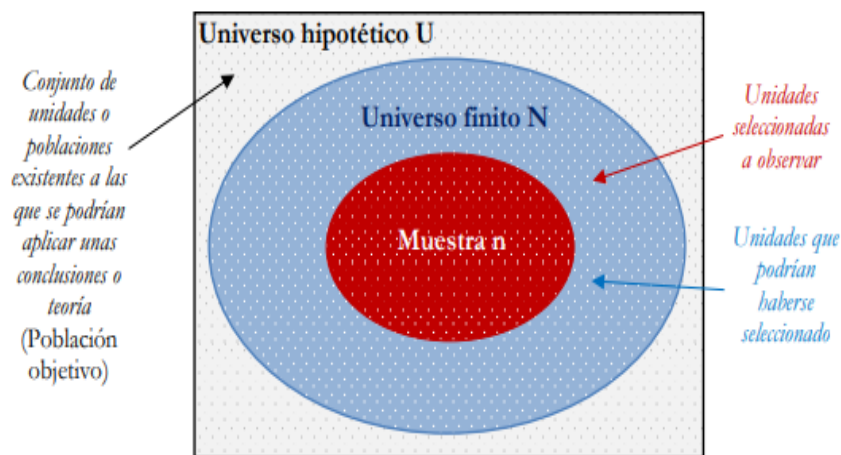


Figura 2. Representación de una muestra respecto a su población. Fuente: Metodología de la investigación social cuantitativa, Pedro López y Sandra Fachelli

Al hablar de poblaciones se establece la distinción entre una población finita y una infinita. Desde el punto de vista del muestreo, la distinción se basa en la importancia

relativa que tiene el tamaño de la muestra n en relación al tamaño de población N . Si el tamaño de la muestra es muy pequeño respecto a la de la población (habitualmente se admite que represente menos del 5%) se suele considerar infinita la población.

En cambio, si la muestra necesaria es considerable en relación a la población (por encima del 10% se suele considerar necesario, y entre un 5% y un 10% recomendable) se considera finita la población y se han de utilizar factores de corrección de población finita. Igualmente se considera que una población finita a toda población formada por menos de 100.000 unidades, e infinita a aquella que tiene 100.000 o más.

2.4 Tamaño de muestra en poblaciones finitas

El tamaño de una muestra debe ser representativa, esto define que todas las personas que forman parte de la población tengan las mismas oportunidades de ser seleccionadas y participar; también una muestra debe ser adecuada, esto define que la muestra debe definirse mediante cálculos estadísticos, de manera que se disminuya el margen de error en los resultados.

En las investigaciones donde la variable principal es de tipo cualitativo, que se reporta mediante la proporción del fenómeno en estudio en la población de referencia, la muestra se calcula mediante fórmulas, para poblaciones finitas e infinitas (Aguilar-Barojas, Saraí, 2005).

Para poblaciones finitas (cuando se conoce el total de unidades en observación que la integran), la fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{d^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Para poblaciones infinitas (cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10,000), la fórmula es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 pq}{d^2}$$

Donde:

- n : Es el tamaño de muestra buscado
- N : Tamaño de la población o universo
- Z : Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)
- d : Error de estimación máximo aceptado
- p : Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)
- q : $(1-p)$, probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

El nivel de confianza corresponde a la puntuación de z , es un valor constante para la ecuación, y el valor que se le asigna depende del analizador, entre los valores más comúnmente usados son los siguientes:

% Error	Nivel de Confianza	Valor de Z calculado en tablas
1	99%	2.58
5	95%	1.96
10	90%	1.645

Tabla 4. Nivel de confianza en Z calculado. Fuente: Elaboración propia

El margen de error es el porcentaje que equivale a una variación aceptable al obtener los resultados, es decir el margen de error demuestra que los datos no son exactos o precisos, por lo regular el margen de error puede ser controlado por eligiendo una muestra aleatoria y aumentando el tamaño de la muestra, lamentablemente este tipo de decisiones pueden llegar a ser limitantes. (QuestiónPro, s.f.).

2.5 Localización de instalaciones

El problema de la localización de instalaciones, es común tanto para empresas nuevas como para las ya existentes, este proceso es fundamental para el éxito de una empresa, las decisiones para la ubicación se fundamentan en una serie de criterios que se rigen por aspectos relacionados con las necesidades de la organización; los autores Chase, Jacobs y Aquilano (2000) explican que el proceso de seleccionar la ubicación de una instalación consiste en realizar un estudio sistemático para determinar el sitio que más conviene que certifique la eficacia y eficiencia de las operaciones.

Causas y tipos de decisiones sobre localizaciones:

En general, las decisiones sobre localización podrían catalogarse de infrecuentes, de hecho la frecuencia con que se presenta este tipo de problemas depende de varios factores, entre ellos podemos citar el tipo de instalaciones (es mucho más común en las tiendas o comercios que en las fábricas) o el tipo de empresa (las de servicios suelen necesitar más instalaciones que las industriales).

Entre las diversas causas que originan problemas ligados a la localización, podríamos mencionar:

- Un mercado en expansión que requerirá añadir nueva capacidad, lo cual habría que localizar ampliando las instalaciones ya existentes en un emplazamiento determinado o bien creando una nueva en algún otro sitio.
- La introducción de nuevos productos o servicios que conlleven una problemática similar a la anterior.
- Una contracción de la demanda, que puede requerir el cierre de instalaciones y/o reubicación de las operaciones.
- El agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas también pueden ser causa de la relocalización de las operaciones.
- La obsolescencia de una planta de fabricación por el transcurso del tiempo o la aparición de nuevas tecnologías, que se traduce a menudo en la creación de una nueva planta más moderna en algún otro lugar.

- La presión de la competencia que, para aumentar el nivel de servicio ofrecido, puede llevar a la creación de más instalaciones o a la relocalización de algunas existentes.
- Cambio en algún otro recurso como la mano de obra o los componentes subcontratados o en condiciones políticas o económicas de una región también son otras causas posibles de la relocalización.
- La fusión y adquisición entre empresas puede ser que algunas resulten redundantes o queden mal ubicadas con respecto a las demás.

Los motivos mencionados son solo algunos de los que puedan provocar la toma de decisiones sobre las instalaciones o al menos llevar a la empresa a analizar la relocalización de la misma. Las alternativas de localización pueden ser de tres tipos, las cuales pueden ser evaluadas por la empresa antes de tener una decisión definitiva:

- Expandir una instalación existente
- Añadir nuevas instalaciones en nuevos lugares
- Cerrar instalaciones en un lugar y abrir otras en otros sitios

Como existen diferentes tipos de problemas de localización, se ha desarrollado la siguiente estructura de clasificación:

- Localización de una nueva instalación
- Localización de múltiples fábricas y depósitos
- Localización de comercios competitivos al por menor
- Localización de servicios de emergencia

Factores que afectan las decisiones sobre la localización:

La localización de una instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de una empresa. Los gerentes de organizaciones de servicios y manufacturas tienen que sopesar muchos factores cuando evalúan la conveniencia de un sitio en particular la proximidad a clientes y proveedores, los costos de mano de obra y de transporte. Generalmente los siguientes pueden pasar

por alto cualquier factor que no cumplan por lo menos con las siguientes dos cuestiones:

- El factor tendría que ser sensible a la localización. Es decir, los gerentes no deben tener en cuenta un factor que no afecte sus decisiones en materia de localización.
- El factor debe tener fuertes repercusiones sobre la capacidad de la empresa para alcanzar sus metas.

Hay que tener en cuenta que también se pueden considerar otras cuestiones importantes que son poco valoradas, pudiendo a veces convertirse por sí mismo en el factor dominante o crítico sobre la elección de la localización. En este sentido tenemos: (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008):

- Zonas francas o zonas de libre comercio
- Escenario político
- Barreras gubernamentales
- Bloques comerciales
- Normas ambientales

2.6 Métodos de localización

Debido a la gran cantidad de factores involucrados en el análisis y selección de la localización, y añadiendo la posibilidad de plantear un gran número de posibles localizaciones, a priori nos lleva a plantear la utilización de más de un método para decidir la localización idónea de una instalación.

Entre los diferentes métodos de localización se pueden dividir como métodos cualitativos y cuantitativos, dentro de los métodos cualitativos se encuentra: Método de Delphi y el Layou entre otros; para los cuantitativos se encuentran: método de factores ponderados, método de carga – distancia, centro de gravedad, método de la P mediana entre otros.

2.6.1 Método de centro de gravedad

De los métodos existentes analizaremos el método de centro de gravedad por la sencillez y beneficios que se pueden obtener de él

Éste es un método simple y parcial que se limita a analizar un único factor de localización: el costo de transporte. Este método resulta especialmente idóneo en el caso de empresas cuyo objetivo particular sea el ampliar el servicio a usuarios, así como negocios cuyo giro principal sea la distribución de un producto o artículo determinado (Domínguez Machuca, 1995).

Para Heizer, J. y Render, B (2004) manifiestan que el método de centro de gravedad es una técnica matemática que se usa para encontrar la localización de un centro de distribución que minimice los costos de distribución. A su vez, este método de localización permite su fácil aplicación puesto que el origen del sistema coordenado y la escala usada son arbitrarios, siempre y cuando las distancias relativas se representen de manera correcta para su implementación, teniendo en consideración las instalaciones que ya existen, las capacidades de producción y volúmenes, la ubicación y distancias entre ellas; esto, bajo el supuesto de que los costos de transporte de entrada y salida son iguales y de que no incluye costos de envío especiales por menos que cargas completas (Ballou, 2004)

Una vez se tienen las localizaciones en el sistema coordenado, el centro de gravedad se determina mediante la aplicación de las ecuaciones siguientes (Heizer, J. y Render, B., 2004):

$$x = \frac{\sum_i d_{ix} Q_i}{\sum_i Q_i} \quad y = \frac{\sum_i d_{iy} Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Donde:

- d_{ix} = Coordenada x de la localización i
- d_{iy} = Coordenada y de la localización i
- Q_i = Cantidad de bienes que se mueven desde o hacia la localización i

Un punto importante el cual debe tenerse presente para una correcta toma de decisiones sobre localización, es el permitirse cruzar los distintos resultados alcanzados por los distintos métodos existentes y no únicamente en base a un solo resultado previamente de un solo método.

De la combinación de métodos de decisión, encontramos que para la aplicación del método del centro de gravedad, debemos partir del modelo carga-distancia. Someter a diferentes pruebas con este último modelo es relativamente sencillo si se aplica un proceso sistémico de búsqueda. Un buen punto de partida es precisamente el centro de gravedad del área seleccionada como objetivo y se realizan los siguientes pasos sucesivos:

- Se coloca las ubicaciones existentes en un sistema de cuadrícula con coordenadas. El objetivo es establecer las distancias relativas entre las ubicaciones. En las decisiones internacionales puede ser útil el uso de coordenadas de longitud y latitud.
- El centro de gravedad se encuentra calculando las coordenadas x e y que dan como resultado el costo mínimo de transporte. La coordenada x es el centro de gravedad, designada como x^* , se determina utilizando las coordenadas x (x_i), dividiendo los resultados entre las sumas de las cargas. La coordenada y denominada y^* , se determina en la misma manera, pero utilizando las coordenadas y en el numerador

Generalmente, esta localización no es la óptima para las medidas de distancia, pero no deja de ser un excelente punto de partida. Las puntuaciones carga-distancia de las localizaciones de esta zona pueden calcularse hasta que la solución se acerque a lo óptimo (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008).

2.6.2 Método carga – distancia

El método de carga-distancia es un modelo matemático que se usa para evaluar localizaciones con base en factores de proximidad. El objetivo es seleccionar una localización que minimice la suma de las cargas por la distancia que recorre la carga resumido de otra manera su objetivo se centra en que la mayor carga recorra la menor distancia. El tiempo puede usarse en lugar de la distancia, sí así se desea. Para aplicar el método se sigue el siguiente procedimiento:

Para calcular la puntuación carga-distancia, ld , correspondiente a una localización potencial dada, se usa la distancia real entre dos puntos cualesquiera usando un sistema GIS, y simplemente se multiplican las cargas que fluyen de y hacia la instalación por las distancias recorridas. O también se puede usar la distancia rectilínea o euclidiana, como una aproximación de la distancia, usando las coordenadas x y y . El tiempo de recorrido, el kilometraje real o las distancias rectilíneas cuando se un método de cuadrícula, son medidas apropiadas de la distancia. La fórmula de la puntuación ld es:

$$LD_A = \sum_i l_i d_{Ai}$$

Donde:

LD : es el valor de carga-distancia.

l_i : es la carga expresada en peso, número de viajes desde la localización propuesta al punto i .

D_i : es la distancia desde la localización propuesta (A) al punto i .

Las cargas pueden ser representadas por el número de viajes que se tiene que trasladar, o representado en toneladas, el objetivo es encontrar el punto donde el mayor peso recorra la menor distancia, reduciendo así costos. Tomando como respuesta la puntuación más baja es la más óptima. (KRAJEWSKI, RITZMAN, & MALHOTRA, 2008).

2.6.3 Método de p mediana

El problema de la p-mediana es uno de los modelos básicos en la teoría de localización discreta y se remonta al trascendental trabajo de Hakimi en 1964-1965. El objetivo del problema es localizar p instalaciones de manera que se minimice la suma de las distancias ponderadas o costes de transporte entre los vértices con demanda y las instalaciones seleccionadas. Al igual que la mayoría de los problemas de localización, está clasificado como NP-hard y, por ello, para resolverlo se suelen usar métodos heurísticos, ya que son capaces de dar rápidamente una aproximación a la solución. Por otro lado, se han desarrollado algoritmos que resuelven el problema en un tiempo polinomial cuando está planteado en forma de árbol. El problema de la p-mediana y sus extensiones son útiles para modelar muchas situaciones reales, como la localización de plantas industriales, almacenes e instalaciones públicas.

Método de la P mediana aplicado al problema de localización: Explicado de manera general el método de la p mediana para la localización, reside en asignarle a un grupo de clientes exactamente P grupos, esta cantidad de grupos representa un centro de servicio y es determinada a partir de P, en donde ambos (clientes y centros de servicio) están especialmente distribuidos.

Cada grupo está caracterizado por la ubicación de su mediana o centro de servicio, el grupo de clientes que lo conforman y por el costo asociado de acoger dicho grupo particular de clientes. En esta categoría de problemas no se especifican restricciones de capacidad para los centros de servicio, por lo que cada cliente es asignado a la mediana más cercana. Se puede utilizar una representación espacial discreta o de red. Se asume que los costos fijos para el emplazamiento de las instalaciones son idénticos y por lo tanto no son tomados en cuenta en la formulación del problema. Finalmente, el objetivo consiste en determinar los posibles centros de servicio que se requieren ubicar, habiendo sido asignado P, de

manera que se minimice la suma total de las distancias entre cada cliente y su centro de servicio.

A continuación se presenta la fórmula más clásica del problema de la P mediana:

$$\min \sum_{i \in N} \sum_{j \in J} C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j \in J} X_{ij} = 1, \quad \forall i \in N$$

$$\sum_{j \in J} Y_j = P$$

$$X_{ij} \leq Y_j, \quad \forall i \in N, j \in J$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in N, \quad Y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J$$

Donde:

- $N = \{1, \dots, n\}$ el conjunto de índices para los clientes.
- $J = \{1, \dots, m\}$ el conjunto de índices para las localizaciones potenciales de las medianas. Para cada (i, j) , $i \in N$, $j \in J$ sea C_{ij} el costo de asignación del cliente i a la mediana ubicada en la localización j .

Se definen las siguientes variables de decisión:

- Y_j . Tomará el valor de 1 si se ubica la mediana en la localización $j \in J$ y de 0 en otro caso.
- X_{ij} . Tomará el valor de 1 si el cliente $i \in N$ se asigna mediana ubicada en la localización $j \in J$ y de 0 en otro caso.
- Las restricciones (2) aseguran que cada cliente es asignado a una única mediana.
- La restricción (3) garantiza que se seleccionen exactamente P localizaciones para las medianas

- Las restricciones (4) aseguran que los clientes se asignen a una mediana sólo si esta ha sido seleccionada.
- Finalmente, el conjunto de restricciones (5) especifica que todas las variables de decisión son binarias

Esta formulación representa un total de n^2 variables y n^2+1 restricciones. (MUÑOZ B., 2011).

2.7 Diseño de rutas para vehículos

El transporte es una función clave en la cadena de suministro (Chopra, 2018) y tiene como función unir físicamente los clientes con los proveedores de un bien, sean materias primas, materiales semi - elaborados o productos terminados, permitiendo de esta manera el flujo de materiales y recursos entre las empresas de la cadena de suministro. Sin embargo, esta función no solo se encarga del desplazamiento de los materiales, sino que además contempla aspectos clave como la selección de la estrategia de transporte y distribución a implementar, el tipo de vehículo o modo de transporte a utilizar, la secuencia de las rutas y de los procesos de transporte, el uso de tecnologías de la información y la definición de las actividades de control de mismo; todo esto buscando minimizar los costos totales de la operación y satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a la entrega de los productos (Azmi, I., Abdul, H., Hussin, N., & Ibrahim, N., 2017)

Es importante tomar en cuenta los costos de transportación, ya que dos tercios de la red logística son ocupados por este; ayuda en la toma de decisiones reduciendo costos de transporte y brindando un mejor servicio al cliente encontrando los mejores caminos de la red (carreteras, líneas ferroviarias etc.) para esta situación se muestran tres tipos diferentes de hallar la ruta más óptima: cuando el punto de origen es diferente al punto de destino, cuando hay múltiples puntos de origen y destino y cuando los puntos de origen y destino son los mismos.

2.7.1 Puntos de origen y destino diferentes

Muchos problemas de planificación de rutas de distribución han encontrado alternativas de solución en la teoría de grafos, dado que se facilita su modelamiento por la similitud conceptual de las estructuras. Al igual que las rutas de distribución, los grafos son estructuras discretas que constan de vértices conectados mediante arcos.

El método de la ruta más corta: El método puede ser parafraseado como sigue: Nos dan una red representada por vínculos y nodos, donde los nodos son los puntos de conexión entre los vínculos, y los vínculos son los costos (distancias, tiempos o una combinación de ambos, formados como un valor promedio de tiempo y distancia) para pasar entre los nodos. Inicialmente, todos los nodos son considerados sin resolver, es decir, que todavía no se encuentran dentro de una ruta definida. Un nodo resuelto está dentro de la ruta. Si se comienza con el origen en forma de un nodo resuelto, entonces:

- Objetivo de la iteración n : Halle el nodo n más cercano al origen. Repita para $n = 1, 2, \dots$ hasta que el nodo más cercano sea el destino.
- Entrada para iteración n : Los nodos $(n - 1)$ son los más cercanos al origen, resueltos por iteraciones previas, que incluyen su ruta más corta y la distancia del origen. Estos nodos, más el origen, se llamarán nodos resueltos; los otros son los nodos no resueltos.
- Candidatos para el nodo n más cercano: Cada nodo resuelto que esté directamente conectado por una rama a uno o más nodos no resueltos suministra un candidato: el nodo no resuelto con la rama de conexión más cercana. Las uniones suministran candidatos adicionales.
- Cálculo del nodo n más cercano: Para cada nodo resuelto de esta manera y sus candidatos se suma la distancia que haya entre ellos y se añade la distancia de la ruta más corta a este nodo resuelto desde el origen. El candidato con la menor distancia total será el nodo n más cercano (las

uniones suministran nodos resueltos adicionales), y su ruta más corta es la que genera esta distancia.

Los diversos métodos de la ruta más corta llegan a una solución computarizada y precisa que se puede mantener en una base de datos. Las rutas de distancia absolutas más cortas no cuentan el tiempo que se tarda en atravesar la red, dado que la calidad de vehículos no se toma en cuenta, por lo contrario se determina el tiempo y distancia del viaje (Ballou, 2004)

A continuación se detallan algunos algoritmos implementados en grafos:

- Algoritmo de Dijkstra (camino mínimo): el problema de la ruta más corta se puede resolver utilizando programación lineal; sin embargo, debido a que el método simplex es de complejidad exponencial, se prefiere utilizar algoritmos que aprovechen la estructura en red que se tiene para estos problemas. Para ello, el algoritmo mantiene un conjunto S de nodos cuyos pesos finales de camino mínimo desde el nodo origen ya han sido determinados
- Algoritmo de Floyd-Warshall: el problema que intenta resolver este algoritmo es el de encontrar el camino más corto entre todos los pares de nodos o vértices de un grafo. Esto es semejante a construir una tabla con todas las distancias mínimas entre pares de ciudades de un mapa, indicando, además, la ruta a seguir para ir de la primera ciudad a la segunda. Existen varias soluciones a este problema, y los algoritmos a aplicar dependen también de la existencia de arcos con pesos o costos negativos en el grafo. En el caso de no existir pesos negativos, sería posible ejecutar V veces el Algoritmo de Dijkstra para el cálculo del camino mínimo, donde V es el número de vértices o nodos del grafo.
- Algoritmo de Bellman-Ford: soluciona el problema de la ruta más corta o camino mínimo desde un nodo origen, de un modo más general que el Algoritmo de Dijkstra, ya que permite valores negativos en los arcos. El algoritmo devuelve un valor booleano si encuentra un circuito o lazo de peso

negativo. En caso contrario calcula y devuelve el camino mínimo con su coste. Para cada vértice v perteneciente a V , se mantiene el atributo $d[v]$ como cota superior o costo del camino mínimo desde el origen s al vértice v .

- Algoritmo de Dijkstra (árbol mínimo): es un algoritmo de trayectoria más corta; rutea cada vehículo a lo largo de la trayectoria de longitud mínima (ruta más corta) entre los nodos origen y destino. Hay varias formas posibles de seleccionar la longitud de los enlaces. La forma más simple es que cada enlace tenga una longitud unitaria, en cuyo caso, la trayectoria más corta es simplemente una trayectoria con el menor número de enlaces. De una manera más general, la longitud de un enlace puede depender de su capacidad de transmisión y su carga de tráfico. La solución es encontrar la trayectoria más corta que contenga pocos enlaces no congestionados; de esta forma los enlaces menos congestionados son candidatos a pertenecer a la ruta.
- Algoritmo de Kruskal: el objetivo del algoritmo de Kruskal es construir un árbol (subgrafo sin ciclos) formado por arcos sucesivamente seleccionados de mínimo peso a partir de un grafo con pesos en los arcos. Un árbol (spanning tree) de un grafo es un subgrafo que contiene todos sus vértices o nodos. Un grafo puede tener múltiples árboles. La aplicación típica de este problema es el diseño de redes telefónicas. La manera formal de definir este problema es encontrar la trayectoria más corta para visitar cada punto, al menos una vez. Si se visitan todos los puntos exactamente una vez, lo que se tiene es un tipo especial de árbol. Si se tiene una trayectoria que visita algunos vértices o nodos más de una vez, siempre se pueden soltar algunos nodos del árbol. En general, el peso del árbol total mínimo es menor que el del viajante de comercio, debido a que su minimización se realiza sobre un conjunto estrictamente mayor.
- Algoritmo de Prim: consiste en dividir los nodos de un grafo en dos conjuntos: procesados y no procesados. Al principio, hay un nodo en el conjunto procesado que corresponde al equipo central; en cada interacción se

incrementa el grafo de procesados en un nodo (cuyo arco de conexión es mínimo) hasta llegar a establecer la conexión de todos los nodos del grafo a procesar. De la misma manera, se puede calcular el árbol de costo máximo.

- Algoritmo de Ford-Fulkersson: se puede considerar un grafo como una red de flujo, donde un nodo fuente produce o introduce en la red cierta cantidad de algún tipo de material, y un nodo sumidero lo consume. De igual modo que en redes eléctricas (Ley de Kirchhoff), la suma de flujos entrantes a un nodo debe ser igual a la suma de los salientes (principio de conservación de energía), excepto para el nodo fuente y el nodo sumidero. Por tanto, el problema de flujo máximo se enuncia como: ¿cuál es la tasa a la cual se puede transportar el material desde el nodo fuente al nodo sumidero, sin violar las restricciones de capacidad? (Paredes & al, 2018)

2.7.2 Puntos múltiples de origen y destino

Cuando haya puntos múltiples de origen que puedan servir a múltiples puntos de destinos hay un problema de asignación de los destinos a esos orígenes, así como también para hallar las mejores rutas entre ellos. Este problema ocurre, normalmente, cuando hay más de un vendedor, planta o almacén para servir a más de un cliente el mismo producto. Es aún más complicado cuando los puntos de origen están limitados por la cantidad de demanda total del cliente que puede suministrarse desde cada ubicación. A este tipo de problema se aplica con frecuencia una clase especial de algoritmo de programación lineal conocido como método de transporte. (Ballou, 2004)

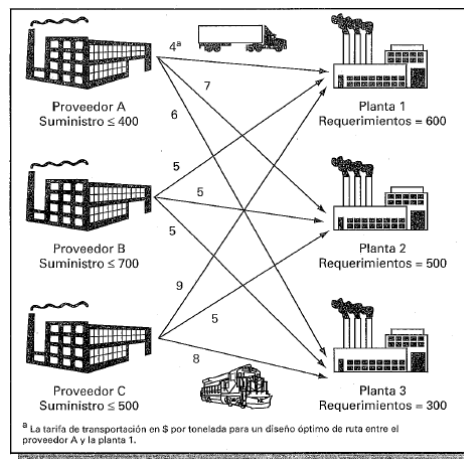


Figura 3. Ejemplo de un problema de diseño de ruta para múltiples orígenes y destinos. Fuente: Logística Administración de la cadena de suministro, Ballou

En su forma general, el problema de transporte, consiste en determinar las rutas a utilizar y las cantidades a enviar de manera que resulte en un costo de transporte mínimo (teniendo nodos de origen con suministros y nodos destino con demandas y conociendo los costos de transporte entre cada uno de los puntos de origen y destino) (Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., 1999).

Con ayuda de la computadora, los modelos matemáticos pueden resolverse utilizando una hoja de cálculo o un software matemático especial, hojas de cálculo, como Excel. No obstante, cuando el problema es extremadamente grande se recomienda utilizar paquetes de programación matemáticos especializados como el de Lindo.

Taha (2012) en su obra Investigación de operaciones dice lo siguiente:

Un modelo de transporte general con m orígenes y n destinos tiene $m + n$ ecuaciones de restricción, una por cada origen y cada destino. Sin embargo, como el modelo de transporte siempre está balanceado (suma de la oferta = suma de la demanda) una de las ecuaciones es redundante, por lo que el modelo se reduce a $m + n - 1$ ecuaciones independientes y $m + n - 1$ variables básicas. La estructura especial del problema de transporte permite asegurar una solución básica no artificial siguiendo uno de los métodos de transporte (pág. 188).

Puente y Gavilánez (2018) en su obra Programación lineal para la toma de decisiones manifiesta lo siguiente: Existen diferentes métodos de transporte entre los cuales se puede destacar:

Métodos de inicialización

- Método de la esquina noroeste
- Método del costo menor
- Método mutuamente preferente
- Método Vogel
- Método Russel

Métodos de optimización

- Método del cruce del arroyo
- Método MODI

2.7.3 Puntos coincidentes de origen y destino

Este tipo de problema de diseño de rutas es una extensión del problema de puntos separados de origen y destino, pero el requisito de que la vuelta no está completa hasta que el vehículo regresa a su punto de partida, añade una dimensión que lo complica. El objetivo es hallar la secuencia en la que los puntos deberían visitarse, de manera que se pueda reducir al máximo el tiempo o la distancia total del recorrido.

El problema de diseño de ruta de origen y destino coincidentes por lo general se conoce como problema del "agente viajero". Se han propuesto numerosos métodos para resolverlo. Encontrar la ruta óptima para un problema en particular no ha sido práctico para dichos problemas, cuando éstos contienen muchos puntos o se necesita hallar rápidamente una solución. El tiempo de cálculo en las computadoras más rápidas para métodos de optimización ha sido demasiado largo para muchos problemas prácticos. Los procedimientos de solución cognoscitiva, heurística o una combinación de optimización heurística han sido buenas alternativas.

Los puntos se relacionan espacialmente:

Pueden hallarse buenas soluciones para los problemas del agente viajero, de dimensión real, usando las capacidades de reconocimiento de patrones de la mente humana, se sabe que la buena continuidad de paradas se forma cuando los caminos de la ruta no se cruzan. Basado en este principio, un analista puede esbozar rápidamente un plan de ruta, en tanto que una computadora puede requerir muchas horas para hallarla.

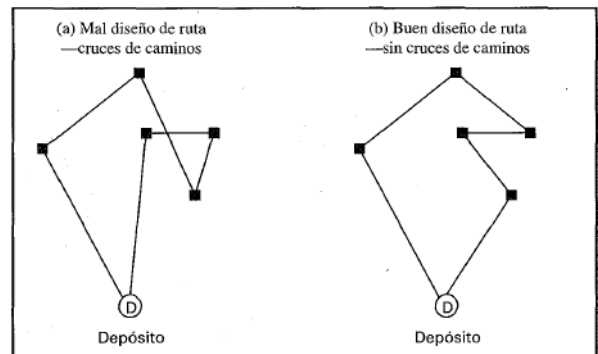


Figura 4. Ejemplo de mala y buena secuencia de paradas. Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou.

Puntos que no se relacionan espacialmente:

Cuando se tienen las coordenadas, las relaciones de espacio llegan a ser distorsionadas por razones prácticas, se deben especificar las distancias y tiempos exactos se tiene que recurrir a uno de los muchos procedimientos matemáticos sugeridos con los años para tratar este problema. Aunque las distancias entre paradas, o tiempos, puedan ser tan exactas como deseemos especificarlas, los procedimientos de solución tienden a dar respuestas aproximadas. (Ballou, 2004)

Por otra parte el problema del agente viajero o TSP por sus siglas en inglés (Travelling Salesmen Problem) es uno de los problemas más famosos y complejos de las ciencias computacionales y ha sido abordado por varias ramas de la ingeniería y por distintas razones, su principal aplicación es la de rutear desde distintas perspectivas, ya sea un proceso que lleva una secuencia específica o una distribución de carácter logístico en la que intervienen elementos del transporte, buscando la mejor ruta posible con criterios de economía en distancia o en costo. Proveer soluciones contribuye a mejorar tareas y procesos en distintos ámbitos, científicos e industriales, proponiendo alternativas para el mejor uso de los recursos (López, C.A.; Mendoza, J.A.; Cuartas, E. , 2008)

De acuerdo con De los Cobos (2010) se define el problema del agente viajero, dado un entero $n > 0$ y las distancias entre cada par de las n ciudades, estas distancias se da por medio de la matriz (d_{ij}) de dimensión $n \times n$, donde d_{ij} es un entero mayor o igual a cero. Un recorrido es una trayectoria que visita todas las ciudades exactamente una vez. El problema consiste en encontrar un recorrido con longitud total mínima. Una permutación π cíclica representa un recorrido, si se interpreta $\pi(j)$ como la ciudad después de la ciudad j , $j = 1, 2, \dots, n$.

2.8 Principios de una buena programación y diseño de rutas

A continuación se muestra los principios de una buena programación y diseño de rutas, explicado por el autor Ballou (2004)

- Cargar los camiones con volúmenes de parada que estén lo más cercanos unos de otros. Esto minimiza el tiempo total del viaje en la ruta. Como se muestra en la siguiente figura:

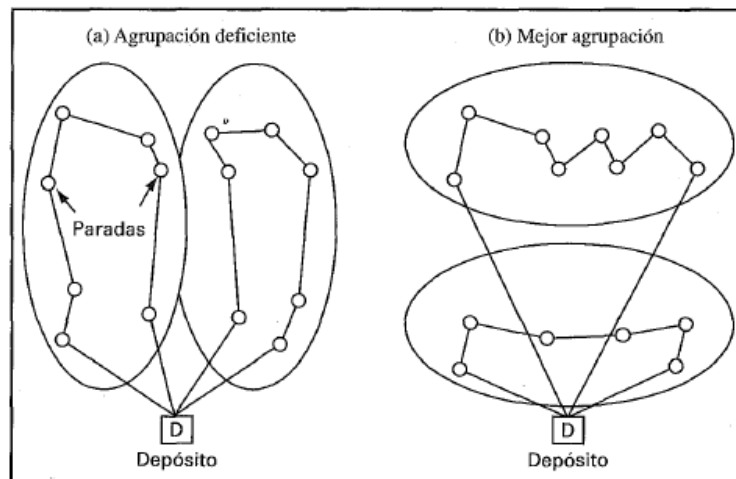


Figura 5. Ejemplo de agrupación por volumen. Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou

- Las paradas en diferentes días se deberían ordenar de tal manera que formen agrupaciones más estrechas.
- Construir rutas comenzando con la parada más lejana del depósito.

- La secuencia de paradas en una ruta por carretera debería formar una figura de lágrima.
- Las rutas más eficientes se construyen usando los vehículos más grandes disponibles.
- Las recolecciones deberían mezclarse dentro de las rutas de reparto, en vez de ser asignadas al final de las rutas.
- Una parada que se halla a gran distancia de una agrupación de ruta es buena candidata para un medio alternativo de reparto.
- Deberían limitarse las paradas restringidas por momentos oportunos.

Principios como estos pueden enseñarse fácilmente al personal de operaciones con el fin de obtener soluciones satisfactorias, los diseños de rutas desarrollados de esta manera pueden ofrecer mejoras sustanciales sobre otros métodos de programación y diseño de rutas no habituales.

2.8.1 Métodos de programación y diseño de rutas

El problema de hallar buenas soluciones para el problema de la programación y del diseño de rutas para los vehículos llega a ser más difícil cuando se colocan limitaciones adicionales al problema. Unas pocas consideraciones prácticas que se necesitan dar para el diseño de la ruta son el momento oportuno, múltiples camiones con diferentes capacidades de peso y volumen, tiempo máximo de conducción permitido en una ruta, entre otros. Un ejemplo de un método de programación es el de "barrido".

El método "de barrido" para el diseño de rutas de vehículos es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos manuales, incluso en problemas de gran tamaño. El método "de barrido" puede describirse como sigue:

- Localizar todas las paradas, incluyendo el depósito sobre un mapa o cuadrícula.

- Trazar una línea recta desde el depósito en cualquier dirección. Girar la línea en el sentido de las manecillas del reloj, o en sentido contrario, hasta que intersecte una parada. Hacer la pregunta: Si la parada insertada está incluida en la ruta, ¿se excederá la capacidad del vehículo? Si la respuesta es no, se procede con la rotación de la línea hasta intersectar la siguiente parada. Hacer la pregunta: ¿Excederá la capacidad del vehículo el volumen acumulado? Se usan los camiones más grandes primero. Si la respuesta es sí, se excluye el último punto y se define la ruta. Continuando el barrido de la línea, se empieza una nueva ruta con el último punto que fue excluido de la ruta previa. Se continúa con el barrido hasta que todos los puntos se hayan asignado a las rutas.
- Dentro de cada ruta se efectúa una secuencia de las paradas para minimizar la distancia. La secuencia puede lograrse aplicando el método de la gota de lágrima o usando cualquier algoritmo que resuelva el problema del "agente viajero".

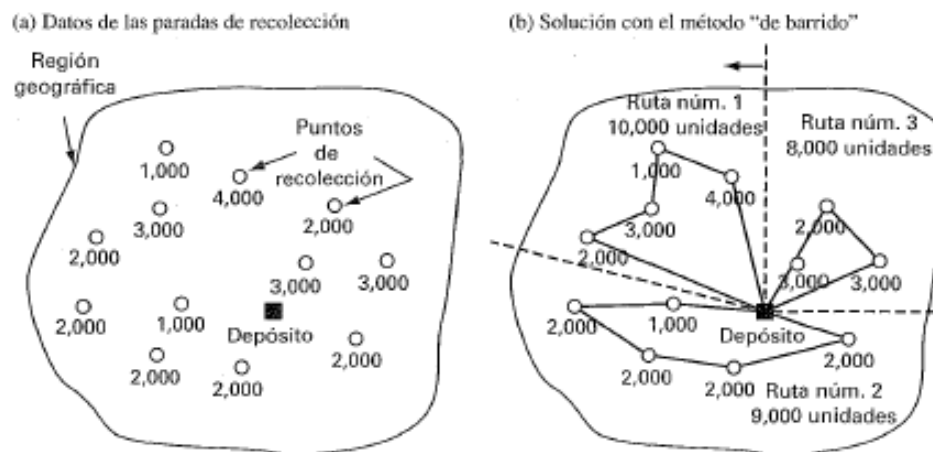


Figura 6. Diseño de rutas d con el método de "barrido". Fuente: Logística, administración de la cadena de suministro, Ballou

El método "de barrido" tiene la posibilidad de dar muy buenas soluciones cuando:

- 1) cada volumen de parada es una pequeña fracción de la capacidad del vehículo;
- 2) todos los vehículos tienen el mismo tamaño, y 3) no hay restricciones de tiempo en las rutas (Ballou, 2004).

CAPÍTULO III. DESARROLLO

En el siguiente capítulo se presenta los procedimientos a seguir, técnicas, herramientas logísticas, análisis de datos y otros datos estadísticos que se aplicaran para alcanzar los objetivos de este proyecto.

3.1 Estudio de mercado

Con el fin de realizar el estudio de mercado necesario para el análisis de viabilidad de este proyecto, se debe contar con toda la información necesaria para la ejecución y evaluación del mismo. A continuación se describen las fuentes de información que se tuvieron en cuenta para el análisis de este apartado

3.1.1 Fuentes primarias

Corresponden a los datos obtenidos directamente por el residente, este caso se hace referencia a información sobre las comunidades a analizar:

- Ixpila
- Michapa
- Amatiopa
- Rincón Ramírez
- Tlamatoca
- Carrizal
- Capulapa
- Altaluz
- Potrerillo (Balsa Puerca, Contrabando y Guadalupe)

En la siguiente tabla se muestra a grandes rasgos información sobre las comunidades a analizar: su población y distancia que hay de la cabecera municipal.

Comunidades a analizar		
Nombre	Población	Distancia de la cabecera municipal a la entrada de cada comunidad
Ixpila	1,591 habitantes	3.5 kilómetros
Michapa	803 habitantes	3.8 kilómetros
Amatiopa	1,157 habitantes	4.0 kilómetros
Rincón Ramírez	192 habitantes	6.2 kilómetros
Tlamatoca	1,771 habitantes	6.4 kilómetros
Carrizal	496 habitantes	8.4 kilómetros
Capulapa	1,009 habitantes	9.2 kilómetros
Altaluz	531 habitantes	8.9 kilómetros
Potreriillo	3,071 habitantes	10 kilómetros

Tabla 5. Comunidades a analizar. Elaboración propia

Cabe mencionar que las primeras 8 comunidades pertenecen a el municipio de Huatusco de Chicuellar y la comunidad de Potrerillo es vecina a estas, siendo parte del municipio de Ixhuatán del café, sin embargo por la ubicación geográfica que tiene esta comunidad se toma en cuenta para servicios de Huatusco.

Para poder analizar las opiniones, necesidades de la población con respecto a los residuos que se pueden reciclar, se llevara a cabo mediante una encuesta tomando como referencia un estrato de cada comunidad en el que se pueda obtener información relevante para la realización del proyecto.

3.1.2 Muestreo de población por estratos

Para llevar a cabo la encuesta en las comunidades destinadas, se necesita aplicar un muestreo estadístico, en el cual se pueda definir la cantidad de personas a encuestar por comunidad, o en su caso por familia.

El procedimiento es el siguiente:

Para llevar a cabo el muestreo se muestran los siguientes datos:

Comunidades a muestrear		
Nombre	Familias	Población
Ixpila	347	1,591 habitantes
Michapa	191	803 habitantes
Amatiopa	284	1,157 habitantes
Rincón Ramírez	45	192 habitantes
Tlamatoca	421	1,771 habitantes
Carrizal	126	496 habitantes
Capulapa	250	1,009 habitantes
Altaluz	134	531 habitantes
Potreriillo	770	3,071 habitantes

Tabla 6. Comunidades a muestrear. Elaboración propia

Para este procedimiento se eligen los siguientes criterios de cálculo

- Nivel de confianza
- Margen de error
- P: (Probabilidad de éxito)
- Q: (Probabilidad de fracaso)

Tomando en cuenta que el criterio $p=50\%$, sería el peor de los casos, para mejorar el porcentaje de este criterio, se llevara a cabo una prueba piloto la cual consiste en realizar una encuesta previa para verificar el éxito que se podría tener de la misma.

Para determinar el criterio P probabilidad de éxito se realiza una prueba piloto de 15 personas aleatoriamente para ver la probabilidad que se obtendría y asignarle su peso correspondiente al criterio P y Q con la tabla 7:

 Encuesta de aceptación de proyecto Prueba piloto a 15 personas aleatoriamente 											
Marque con una X su respuesta											
¿Cuál es la pauta de consumo de papel?											
¿Cuántos periódicos llegan a tu hogar?											
¿Con qué frecuencia llegan catálogos, revistas, libros y publicidad?											
Cantidad aproximada por semana											
¿Con que frecuencia llega cartón a tu hogar?											
Cantidad aproximada por semana											
Pauta de plástico ¿Qué tipo de envases llegan a tu hogar?											
Responda a cada una de las siguientes preguntas indicando la cantidad											
¿Botellas de plástico PET (botellas de agua, refrescos y otras bebidas)?											
¿Botellas de plástico HDPE (envases de lácteos, champús, perfumes, cremas, detergentes líquidos)?											
¿Botes, tarros, tarrinas, bandejas, de plástico?											
¿Latas de bebida (refrescos, cervezas)?											
¿Latas de conserva (atún, chiles etc.)?											
De los residuos que se generan en tu hogar ¿Qué materiales separas?											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SI	NO								
SI	NO										
Papel											
Envases											
Materia orgánica											
No separo nada											
Si hubiera un centro de acopio de reciclaje cercano, ¿vendería sus residuos?											
¿Usted tiene conocimiento de que los residuos sólidos se pueden reciclar?											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	SI	NO								
SI	NO										
¿Estaría dispuesto a separar sus residuos?											
¿Si hubiera un centro de acopio en una comunidad vecina, estaría dispuesto a vender sus residuos y con ello ayudar al medio ambiente?											

Figura 7. Encuesta piloto. Elaboración propia

Tomando en cuenta la formula y los criterios necesarios para su realización, se obtiene una probabilidad de 80% de aceptación, mismo dato que se le atribuye al criterio P, se hacen los cálculos, como se muestra en la siguiente tabla:

Número de personas		Aceptaron la propuesta (si=1 , no= 0)
1		1
2		1
3		1
4		0
5		1
6		1
7		1
8		1
9		1
10		1
11		1
12		1
13		1
14		0
15		0
Total:	15	12
Porcentaje:	80	

Tabla 7. Calculo de P (probabilidad de éxito). Elaboración propia

Al tener el número de p, se muestran los valores de los criterios a tomar en cuenta para la realización de los estratos

- Nivel de confianza: 93% = Z (1.81)
- Margen de error: 7%
- P: 80% (Probabilidad de éxito)
- Q: 20% (Probabilidad de fracaso)

Tamaño de la muestra (n)		
Estimar parámetros o prevalencia Poblaciones finitas		
Formula:		
$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$		
Tamaño de la población:	N	2568
Nivel de confianza:	Z	1.81
Proporción esperada:	p	0.8
Complemento de p "q":	q	0.2
Precisión o margen de error:	E	0.07
Tamaño de la muestra:	n	103

Tabla 8. Tamaño de muestra. Elaboración propia

En la tabla anterior se observa el tamaño de la muestra a encuestar tomando en cuenta todas las comunidades, de las cuales forman un total de 2,568 familias, obteniendo una muestra de 103 familias. Se presenta la tabla número 5 en la que se estratifica esa muestra para todas las comunidades, y muestra para cada comunidad.

Estratos por comunidad			
Nombre	Familias	Frecuencia Relativa	n=? Por comunidad
Ixpila	347	0.135	14
Michapa	191	0.074	8
Amatiopa	284	0.111	11
Rincón Ramírez	45	0.018	2
Tlamatoca	421	0.164	17
Carrizal	126	0.049	5
Capulapa	250	0.097	10
Altaluz	134	0.052	5
Potrerillo	770	0.300	31
Total:	2568	1.000	103
n	103		

Tabla 9. Estratos por comunidad. Elaboración propia

Como se observa el muestreo da un total de 103 familias a encuestar de las cuales 14 representan la comunidad de Ixpila, 8 para Michapa, 11 familias para Amatiopa, 2 para Rincón Ramírez, 17 en Tlamatoca, 5 en Carrizal, 10 familias en Capulapa, 5 en Alta Luz y por ultimo 31 familias en la comunidad de Potrerillo.

Como parte de las fuentes primarias, se hace referencia a la encuesta de aceptación con respecto al servicio que ofrece Gabbe Reciclados, esta encuesta va dirigida a los usuarios.

En esta encuesta se tomaron en cuenta aspectos como la pauta de consumo de papel, plásticos, habito para separar los residuos, disposición y aceptación para el centro de acopio de residuos reciclables. Se presenta el modelo de la encuesta aplicado para este proyecto.

Aceptación de proyecto, centro de compra de residuos reciclables

Generación de residuos reciclables, separación adecuada, iniciativa de venta para analizar la demanda de la zona

1.- ¿A qué comunidad pertenece?

- Ixpila
- Michapa
- Amatiopa
- Rincón Ramírez
- Tlamatoca
- Carrizal
- Capulapa
- Altaluz
- Potrerillo

2.- ¿Cuántas personas viven en su hogar?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

Pauta de consumo de papel, indique la cantidad de residuos que genera en una semana

3.- ¿Cuántos periódicos llegan a tu hogar, en una semana?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8)

4.- ¿Cuántos catálogos, revistas, libros y publicidad llega a tu hogar, en una semana?

(0) (1) (2) (3) (4) (5)

Catálogos

Revistas

Libros

Publicidad

5.- ¿Cuántos cartones llegan a su hogar, en una semana?

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (Más de 6 cartones)

Pauta de plástico, indique su respuesta tomando en cuenta una semana

6.- ¿Cuántas botellas de plástico PET, llegan a su hogar por semana, por ejemplo: botellas de agua, botellas de refrescos, botellas de aceite, botellas de salvo, (toda botella que sea transparente)

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)

7.- ¿Cuántas botellas de plástico HDPE, genera en su hogar por semana, por ejemplo: envases de lácteos (yogurt), champús para cabello, botellas de crema corporal, detergentes líquidos por ejemplo: suavitel, cloro, pinol (todos aquellos envases que el plástico es de color)?

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)

Envases de lácteos

Envases de champús

Botellas de cloro

Botellas de suavitel

Botellas de pinol

Otros

8.- ¿Cuántos envases de plástico duro genera en su hogar, por una semana? Por ejemplo: botes, tarros, bandejas

(0) (1) (2) (3) (4)

9.- ¿Cuántas latas se generan en su hogar, por una semana?

(0) (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (Más de 8)

Latas de cerveza

Latas de refresco

Latas de chiles

Latas de atún

Otras

10.- De los residuos que se genera en su hogar. ¿Cuáles separa?

() Papel () Plástico () Cartón () Materia inorgánica y orgánica () No separo nada

11.- ¿Usted tiene conocimiento de que los residuos sólidos se pueden reciclar?

() Sí () No

Si hubiera un centro de acopio cercano, en alguna comunidad vecina de esta zona y le pagaran económicamente por ellos, usted...

12.- ¿Estaría dispuesto a separar sus residuos?

() Sí () No

13.- ¿Estaría dispuesto a vender sus residuos? (con ello generaría un ingreso económico y ayudaría al medio ambiente)

() Sí () No

Figura 8. Encuesta a aplicar. Elaboración propia

3.2 Fuentes secundarias.

En el apartado de las fuentes secundarias corresponde a la información obtenida a partir de estudios e informes existentes elaborados por instituciones y empresas,

con los cuales se obtienen datos estadísticos e información relevante para el proyecto.

3.2.1 Delimitación geográfica

La zona geográfica en la que se prestara el servicio de compra de residuos reciclables, corresponde principalmente a las comunidades del sur de la cabecera municipal de Huatusco, se escoge esta zona debido a que la empresa Gabbe Reciclados está interesada en acaparar los residuos generados allí, ya que es una zona que ha tenido un auge de crecimiento en población y servicios y no cuentan con un servicio de compra de residuos, motivo por el que la empresa está interesada en instalar un centro de compra.

A continuación en la siguiente figura se muestra un mapa de la zona para una mejor comprensión.

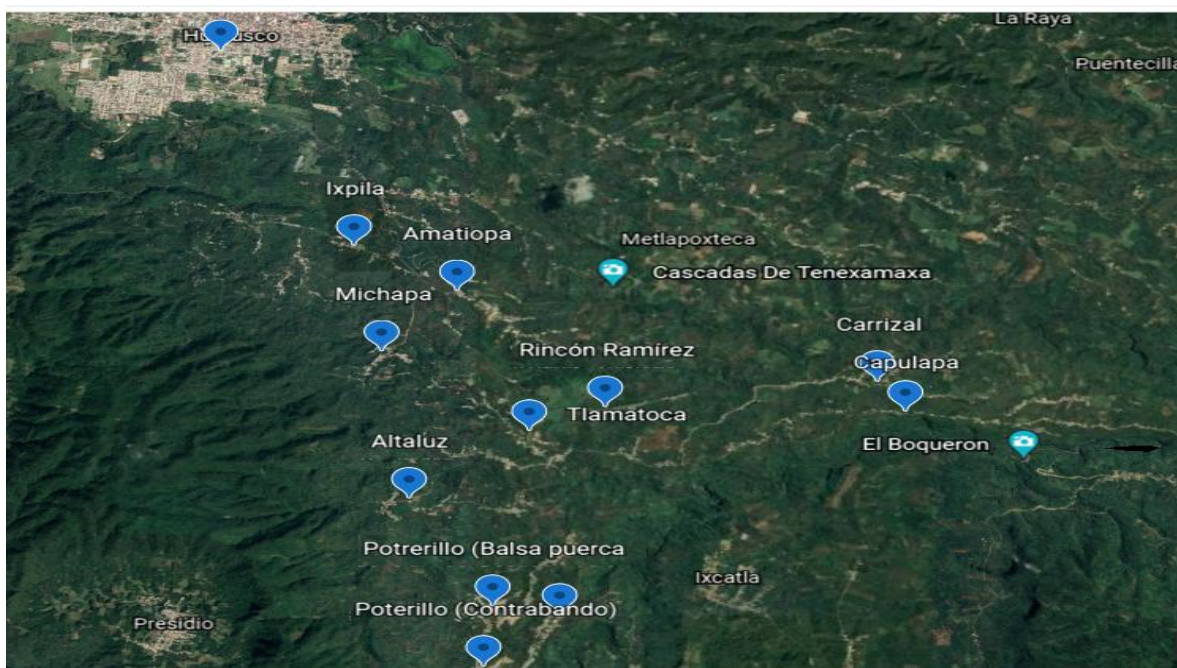


Figura 9. Delimitación geográfica. Elaboración propia

3.2.2 Segmentación de mercado

En el aporte realizado por Patricio Bonta y Mario Ferber, se define el segmento de mercado como “aquella parte del mercado definida por diversas variables específicas que permiten diferenciarla claramente de otros segmentos. A medida que se considera una mayor cantidad de variables para definir cualquier segmento de mercado, el tamaño del segmento se reduce y las características de este son más homogéneas" (Farber, 2004)

Para la segmentación de mercado se identifican los distintos tipos de clientes para saber cuál será el mercado objetivo. A continuación en la siguiente tabla se muestra un listado de clientes.

Tipo bodega	Actividad
Bodega de menor área, centro de acopio básico	Compra, separación, clasificación, embalaje y almacenamiento temporal y/o transporte a la planta de Gabbe Reciclados
Clientes	
1	Comerciantes (abarrotes, comida, servicios, etc.)
2	Escuelas de nivel básico (kínderes, primarias, secundarias, preparatorias)
3	Población en general
4	Otros (Iglesias, comités de eventos deportivos, etc.)

Figura 10. Tipos de clientes. Elaboración propia

Es necesario saber que dentro del mercado se tiene que analizar la demanda esperada de la zona, para saber cuánto de residuos sólidos urbanos se generan, de que tipos, así como también saber cuánto se genera por comunidad, por familia etc. Para que con esto se pueda tomar una referencia para aplicar los métodos logísticos en el desarrollo del presente proyecto, en el apartado de resultados se especifica más a fondo sobre los datos que se obtuvieron.

También es necesario tomar en cuenta la competencia que se tiene en la zona, sus precios, entre algunas otras cosas, se investigara sobre las recicladoras que ya se encuentran operando.

3.3 Estudio técnico

En este estudio se describe el proceso para la localización del centro de compra y tamaño del proyecto y sus requerimientos.

3.3.1 Localización

El estudio de localización se realizara por medio de los siguientes métodos:

- Método de centro de gravedad: este método es importante para tomar en cuenta las distancias recorridas y costos de transporte, útil para almacenes y centros de distribución, el cual será de ayuda para encontrar el punto de localización del centro de compra.
- Método de carga-distancia: este método es relevante para analizar las rutas, tomando en cuenta que las distancias mayores recorran con menor peso, por lo contrario a mayor peso menor carga. Sera útil para analizar los recorridos con relación al peso que transportaran
- Método p mediana: el objetivo de este método es colocar P instalaciones de forma que minimice la distancia media ponderada entre las vértices de demanda y los lugares donde se piensa instalar, las restricciones ayudan a que las instalaciones atiendan una demanda establecida de forma que se puedan generar varios casos de estudio según lo pida el problema

A continuación se describirá los requerimientos que se necesitan para la aplicación de cada metodología

- Centro de gravedad: para esta metodología se requiere saber los datos sobre la demanda que se espera obtener de las comunidades de la zona sur de Huatusco, este dato se obtendrá de los resultados de la encuesta y la contabilización de los residuos generados, ya que es un dato necesario para llevar acabo el método, seguido de los datos de altitud y longitud real de la posición de cada comunidad para poder ubicarlos en un plano cartesiano y con esto obtener el lugar más óptimo.

- Método carga – distancia: en este método como su nombre lo indica se requiere saber el peso de residuos sólidos urbanos reciclables que se generara de cada comunidad de la zona sur de Huatusco, mismo dato que también se obtendrá del análisis de la demanda generada en la zona, también se necesitara saber las distancias que hay en kilómetros de cada comunidad, esto con apoyo de las herramientas que se encuentran disponibles, por ejemplo google maps. Con estos dos datos se elige como localización optima la comunidad que genera más peso recorriendo la menor distancia.
- Método P mediana: para la aplicación de este se requiere como requisito tener una computadora y la herramienta de Excel, se necesitan los datos de altitud y longitud con la ayuda de google maps esto para ocupar como coordenadas, así como también se ocupa la herramienta de Solver misma que se encuentra en Excel, ya que esta herramientas servirá para poner las restricciones necesarias para el modelo. Con este método también se obtiene la ventaja de elegir cuantos lugares se pretender atender y cuantos pueden ser centros de compra (esto en caso de necesitar abrir más de un centro).

3.3.2 Requisitos para la capacidad instalada

Se requiere saber cuál será la comunidad óptima para la localización del centro de compra, con base a eso, se tendrá que elegir un lugar para determinar la construcción de dicha bodega, su tamaño, su distribución para clasificar los diferentes residuos sólidos urbanos reciclables de la zona, así como los requisitos requeridos para su operación, los costos que involucra el centro de compra, sus operaciones que se deberán de llevar acabo, el mantenimiento del equipo y su respectiva seguridad que debe de llevar. Todos estos datos se mostraran en el capítulo IV de resultados.

3.4 Diseño de ruta

Para obtener un mejor desempeño en la recolección ambulante, se presenta en este apartado un diseño de ruta por la zona con el objetivo de reducir costos en distancia – gasolina aprovechando a su máximo la capacidad del vehículo. Para el diseño de la ruta se analizará las especificaciones del vehículo que Gabbe Reciclados dispondrá al nuevo centro de compra, así como también se analizará el peso aproximado que se espera obtener de cada comunidad. Los datos se muestran en la siguiente tabla tomando en cuenta que el total de kilos estimados serán generados en un periodo de una semana.

Comunidad	Total kilos
Potreriillo	3437.43
Tlamatoca	2720.01
Ixpila	1411.51
Amatiopa	1580.18
Capulapa	1922.05
Michapa	1183.32
Carrizal	749.07
Altaluz	460.61
Rincón Ramírez	166.91
Total	13631.08

Tabla 10. Peso aproximado a recibir de la zona. Elaboración propia

Las especificaciones del vehículo que Gabbe Reciclados proporcionará al nuevo centro de compra, son las siguientes:

Ford F-150, transmisión automática de cuatro velocidades, motor V8 de 235 caballos de fuerza, promedio 13 millas por galón (20.9215 kilómetros por 3.78541 litros), con una capacidad de remolque máximo de 7,700 libras (3,492 kilos capacidad).

Como estrategia de la recolección ambulante se colocaran puntos estratégicos en cada comunidad, en donde haya más tránsito de personas; estos fungirán como puntos de reunión, por medio de la publicidad se dará a conocer con sus horarios, de manera que el vehículo no ambulara sobre toda la comunidad, llegara a un punto de reunión y ahí esperara a que las personas lleven sus residuos.

Los puntos de reunión se presentan en la siguiente figura.

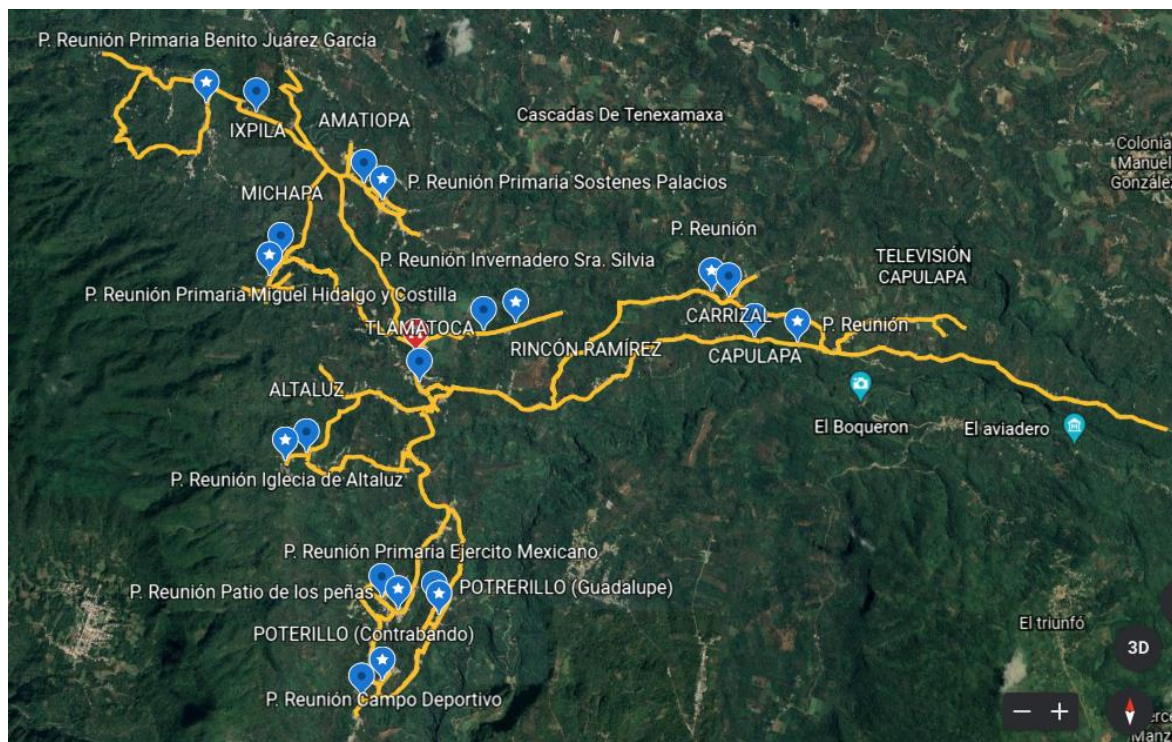


Figura 11. Distribución geográfica de puntos de reunión. Elaboración propia

En la figura 11 se muestra geográficamente las comunidades identificadas por un símbolo azul círculo en el interior; también se muestra los puntos de reunión identificados por un símbolo azul de estrella, se muestra la ruta en color amarillo y el símbolo en color rojo es la ubicación propuesta del centro de compra.

Tomando como referencia los principios de una buena programación y diseño de rutas, Ballou (2004) (cargar los camiones con volúmenes de parada que estén lo más cercanos unos de otros), de esta manera se buscara hacer rutas donde se

aproveche al máximo la capacidad de la camioneta tomando en cuenta las toneladas esperadas por las comunidades.

Para este análisis se llevara a cabo la metodología del barrido misma que se mencionó en el capítulo II del marco teórico, tomando en cuenta toda la zona sur de Huatusco, donde se pretende recolectar, esta metodología es de gran ayuda para obtener rutas en una zona, de manera que abarque conforme va recorriendo las manecillas del reloj, tomando en cuenta el tonelaje que ocupa la camioneta ya antes mencionada, al obtener las rutas, se llevara a cabo la metodología de la ruta más corta, con ayuda de diferentes herramientas como google maps, google earth, se localizaran todos los caminos posibles para que el vehículo pueda transitar, una vez teniendo todos los caminos o carreteras por las que se pueda transitar se aplicara la ruta más corta, con ayuda de las distancias recorridas se tomara en cuenta la más corta y óptima para el rutaje de la zona.

Tomando en cuenta que se tendrá ya la localización optima basado en las 3 metodologías (centro de gravedad, carga – distancia y P mediana) de ahí se partirá para llevar acabo lo antes descrito, en el capítulo IV se analizara el procedimiento y los resultados de dicho ruteo.

3.5 Estructura organizacional

Una vez teniendo las rutas optimas por las que el vehículo transitara, se definirá la estructura organizacional, las actividades que se necesitaran llevar acabo para un buen funcionamiento del centro de compra, para esto se realizara un organigrama del centro de compra, así como de definirán los cargos y funciones que conllevara cada persona y finalmente las estrategias de venta. Presentadas en el capítulo IV de resultados.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se analizarán los resultados obtenidos en la realización del proyecto.

4.1 Análisis del estudio de mercado

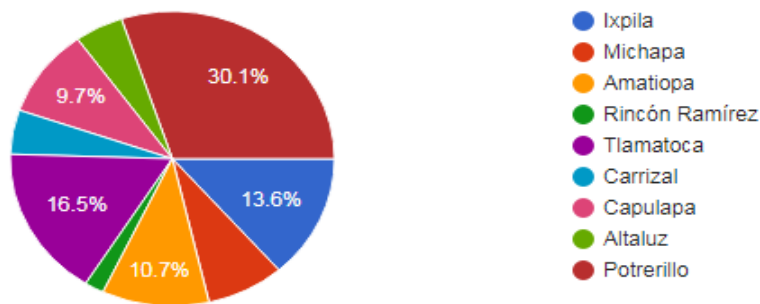
En este apartado se analizará como se comportó el mercado, en base a la encuesta que se aplicó a la población en las diferentes comunidades con el fin de obtener información relevante con los residuos sólidos urbanos generados en la zona.

4.1.1 Respuestas de la encuesta realizada

En las figuras 12 - 16 se muestran los resultados de la encuesta que se realizó a las 9 comunidades tomando en cuenta los estratos, para analizar el estudio de mercado.

¿ A qué comunidad pertenece?

103 respuestas



¿ Cuántas personas viven en tu hogar?

103 respuestas

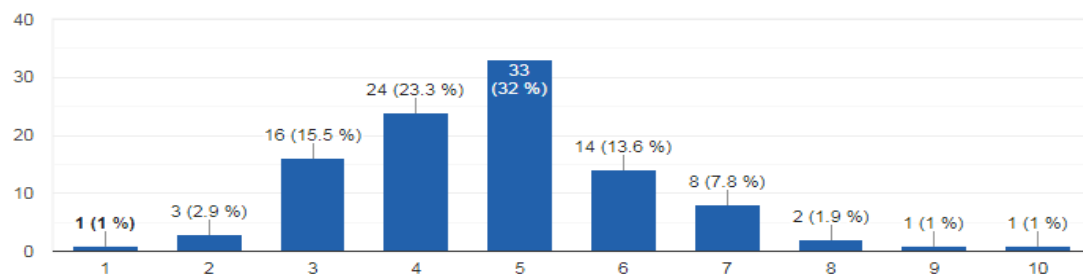
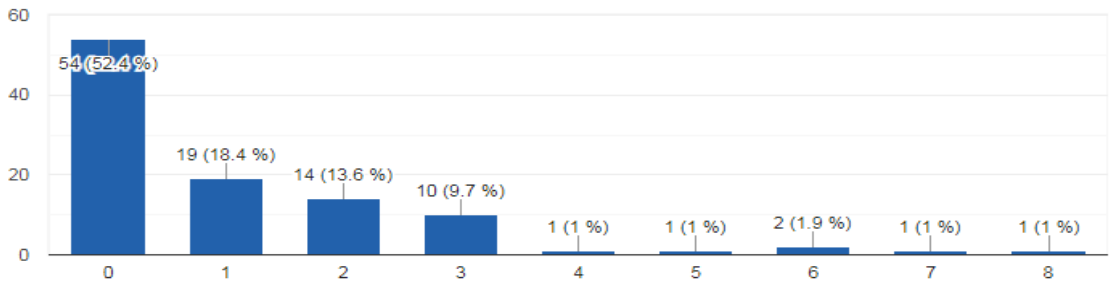


Figura 12. Resultados de encuesta

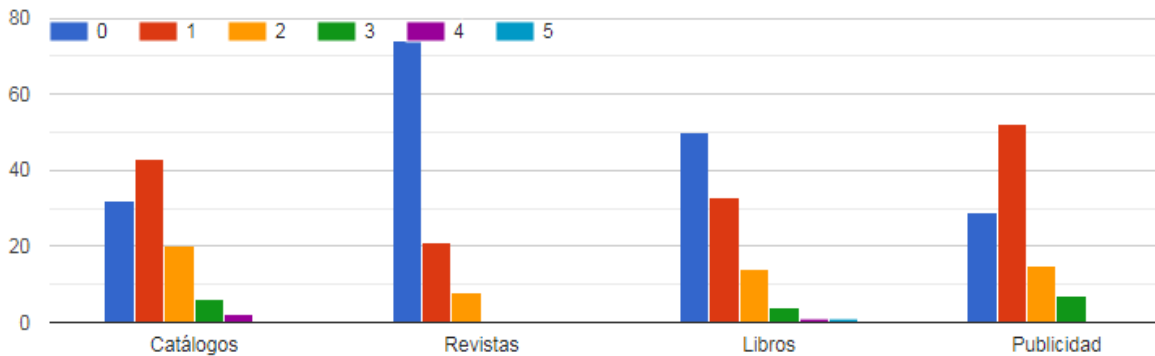
Pauta de consumo de papel, indique la cantidad de residuos que genera en una semana

¿ Cuantos periódicos llegan a tu hogar, en una semana?

103 respuestas



¿Cuántos catálogos, revistas, libros, y publicidad llega a tu hogar, en una semana?



¿ Cuántos cartón llegan a su hogar, por semana ?

103 respuestas

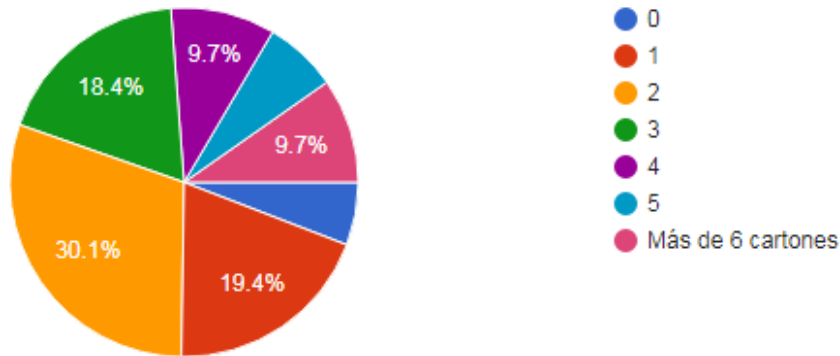
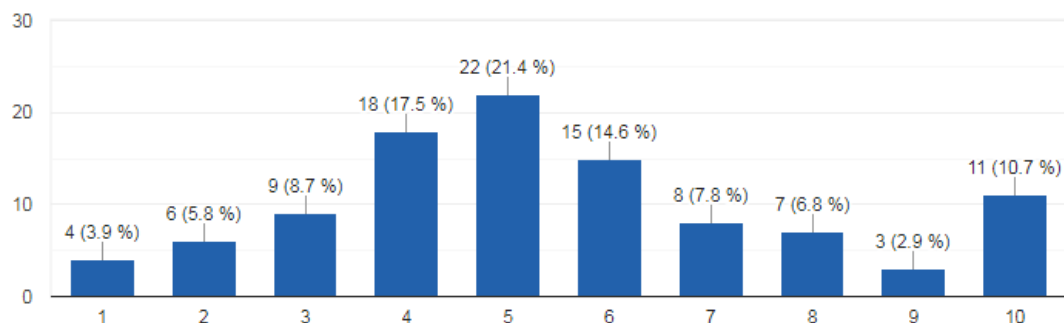


Figura 13.Resultados de encuesta

Pauta de plástico, indique su respuesta tomando en cuenta una semana

¿Cuántas botellas de plástico PET, llegan a su hogar por semana, por ejemplo: botellas de agua, refrescos, fabuloso, botellas de aceite, botellas de salvo, (plástico transparente)

103 respuestas



¿Cuántas botellas de plástico HDPE, genera en su hogar por semana, por ejemplo: envases de lácteos (yogurt), champús para el cabello, botellas de crema corporal, detergentes líquidos (suavitel, cloro, pinol), todos aquellos envases que el plástico es de color

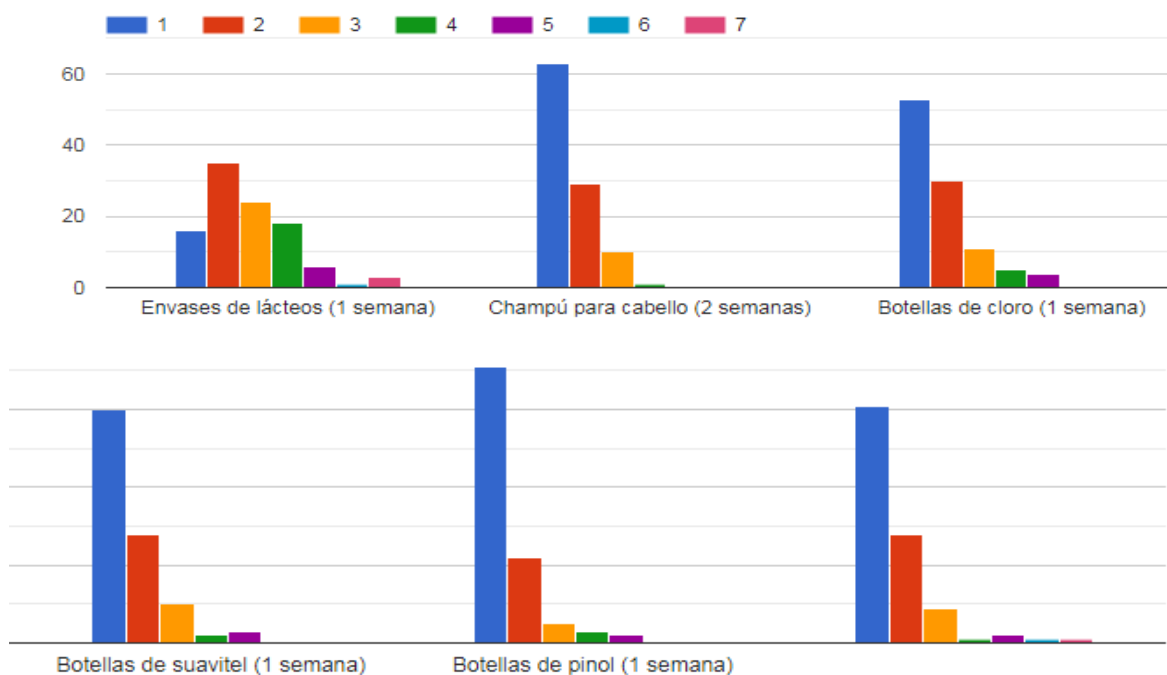
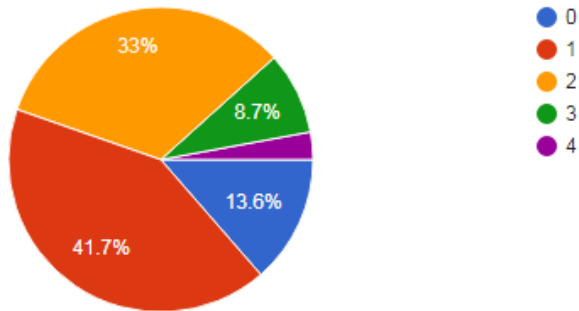


Figura 14. Resultados de encuesta

¿Cuántos envases de plástico duro, genera en su hogar por semana? Ejemplo: botes, tarros, bandejas

103 respuestas



¿Cuántas latas se generan en su hogar por semana?

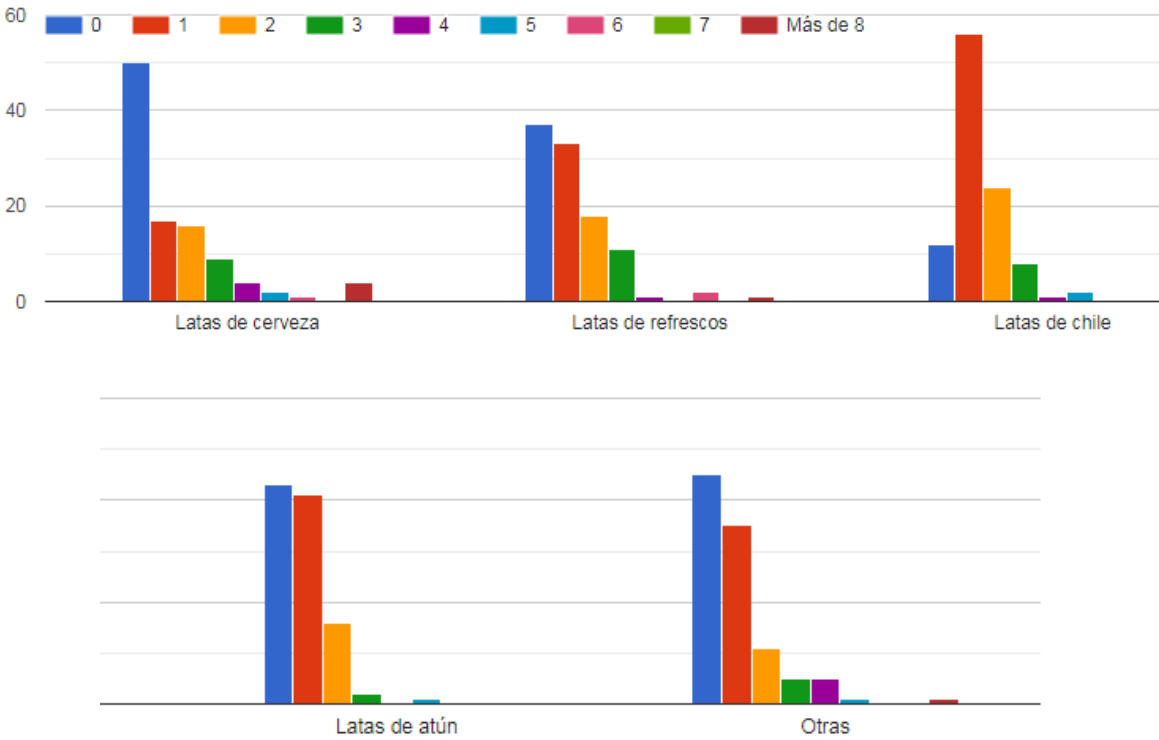
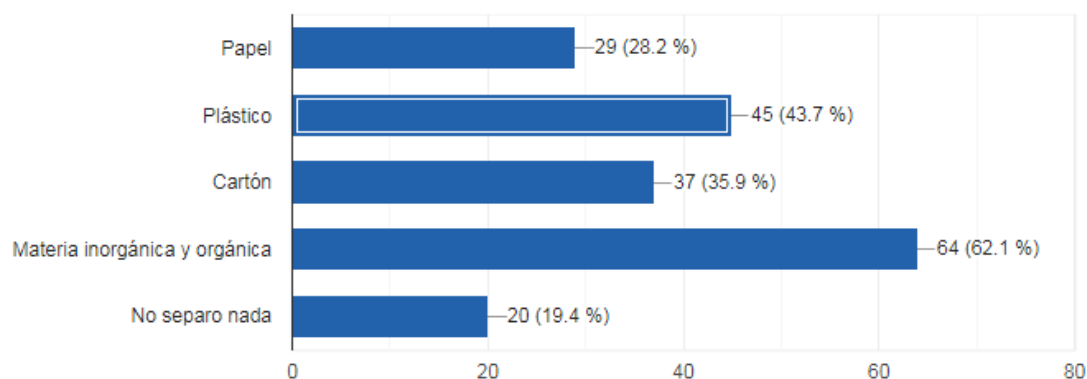


Figura 15. Resultados de encuesta

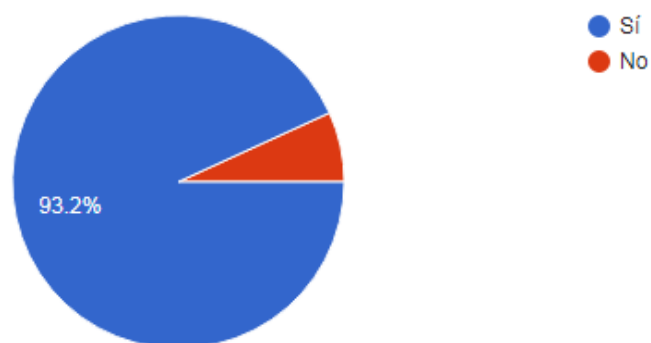
De los residuos que se generan en su hogar, ¿Cuáles separa?

103 respuestas



¿ Usted tiene conocimiento que los residuos sólidos se pueden reciclar?

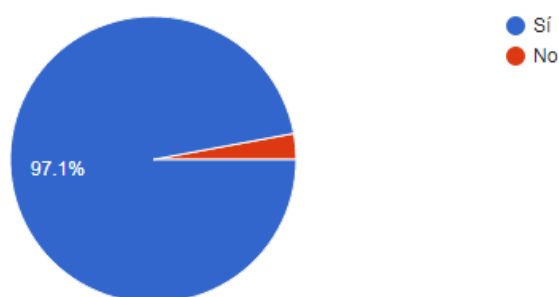
103 respuestas



Si hubiera un centro de acopio cercano, en alguna comunidad vecina de esta zona, y le pagaran económicamente por ellos, usted.....

¿ Estaría dispuesto a separar sus residuos?

103 respuestas



¿ Estaría dispuesto a vender sus residuos? (con ello generaría un ingreso económico y ayudaría al medio ambiente)

103 respuestas

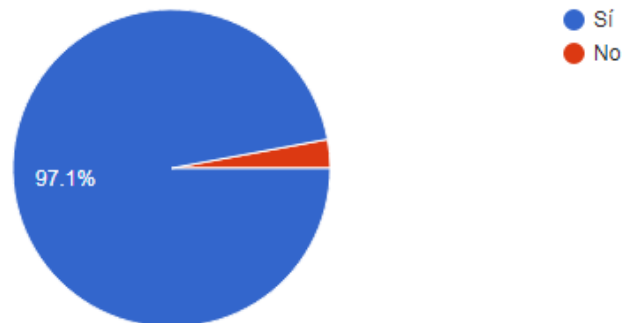


Figura 16. Resultados de encuesta

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores se obtuvo una buena respuesta de los usuarios por parte de la aceptación del proyecto, en promedio una familia genera 5 kilos de residuos reciclables en una semana, el 93.2 % tiene conocimiento que los residuos se pueden reciclar, el 97.1 % está dispuesto a colaborar con las actividades de separación y el 97.1 % tiene la iniciativa de colaboración vendiendo sus residuos al centro de compra que se está analizando. Este estudio toma en cuenta dentro de una probabilidad de que toda la población esté dispuesta a separar y vender, formando parte de la labor social.

4.1.2 Análisis de la demanda

Para este apartado, se analizara la demanda que se tiene de los residuos sólidos urbanos reciclables, tomando en cuenta la zona y sus oportunidades que pueden proveer a cada una de estas funciones.

En este proceso del análisis de la demanda, se observa los resultados de la encuesta realizada y se resaltan los datos del total de kilos generados que se espera obtener de cada una de las comunidades, los kilos generados por cada familia según su clasificación en papel, cartón, plástico Hdpe, plástico duro y aluminio.

Mediante la ayuda de una hoja de cálculo de Excel se aproximan las toneladas de residuos que se generaría en la zona, para llevar acabo la inferencia y con ayuda de los resultados de la encuesta, se contabilizó por comunidad la cantidad de residuos por clasificación y se multiplico por su peso. Esta aproximación ayudo para establecer las toneladas que se pretende recibir de la zona.

En la tabla 12, 13 y 14 muestra más específico, cuanto residuo (reciclable) se genera en cada comunidad de acuerdo a su clasificación, y el peso aproximado que genera una familia por comunidad, tomando en cuenta las muestras de cada lugar.

Generación de residuos reciclables por clasificación	Potreriillo (kilos por semana)	Kilos por familia	Tlmatoca (Kilos por semana)	Kilos por familia	Ixpila (Kilos por semana)	Kilos por familia
Papel	22.511	0.726	14.748	0.868	15.51	0.970
Cartón	85.2	2.748	73.200	4.306	34.8	2.175
Plástico PET	5.6	0.181	5.08	0.299	2.4	0.150
Plástico HDEP	9.65	0.311	7.060	0.415	3.910	0.244
Plástico duro	11.4	0.368	5.700	0.335	6.600	0.413
Aluminio	4.029	0.130	4.046	0.238	1.862	0.116
Total	138.390	4.464	109.834	6.461	65.084	4.068

Tabla 11. Demanda de residuos en Potrerillo, Tlmatoca y Ixpila. Elaboración propia

Generación de residuos reciclables por clasificación	Amatiopa (Kilos por semana)	Kilos por familia	Capulapa (Kilos por semana)	Kilos por familia	Michapa (Kilos por semana)	Kilos por familia
Papel	17.378	1.580	10.002	1.000	8.707	1.088375
Cartón	32.4	2.945	51.600	5.160	30	3.75
Plástico PET	2.28	0.207	2.840	0.284	1.64	0.205
Plástico HDEP	2.800	0.255	5.615	0.562	3.250	0.40625
Plástico duro	4.500	0.409	4.800	0.480	4.500	0.5625
Aluminio	1.846	0.168	2.025	0.203	1.466	0.18325
Total	61.204	5.564	76.882	7.6882	49.563	6.195375

Tabla 12 Demanda de residuos en Amatiopa, Capulapa y Michapa. Elaboración propia

Generación de residuos reciclables por clasificación	Carrizal (kilos por semana)	Kilos por familia	Altaluz (Kilos por semana)	Kilos por familia	R. Ramírez (Kilos por semana)	Kilos por familia
Papel	3.149	0.6298	2.382	0.4764	2.082	1.041
Cartón	20.400	4.08	9.600	1.92	3.600	1.8
Plástico PET	1.44	0.288	1.120	0.224	0.320	0.16
Plástico HDEP	1.660	0.332	1.500	0.3	0.420	0.21
Plástico duro	2.100	0.42	1.800	0.36	1.200	0.6
Aluminio	0.976	0.1952	0.785	0.157	0.326	0.163
Total	29.725	5.945	17.187	3.4374	7.948	3.974

Tabla 13 Demanda de residuos en Carrizal, Altaluz y R. Ramírez. Elaboración propia

Al analizar las tablas anteriores, se observa que la cantidad que genera una familia por semana es de 5 kilos aproximadamente promedio, en esa cantidad va incluido los diferentes residuos que se reciclan como lo son: papel, cartón, plástico pet, plástico Hdpe, plástico duro y aluminio. En la Tabla 15, se presentan los resultados generales a partir de los cuales se obtuvieron los datos del análisis de la demanda.

	Potrerillo 31 muestras		Tlmatoca 17 muestras		Ixpila 16 muestras		Amatiopa 11 muestras		Capulapa 10 muestras		Michapa 8 muestras		Carrizal 5 muestras		Altaluz 5 muestras		Rincón Ramírez 2 muestras	
	Cant. Sem	Peso/Kilos	Cant. Semanal	Peso/kilos	Cant. Seman	Peso/kilos	Cant. Seman	Peso/Kilos	Cant. Seman	Peso/Kilos	Cant. Semanal	Peso/Kilos	Cant. Semanal	Peso/Kilos	Cant.Semanal	Peso/Kilos	Cant. Semanal	Peso/Kilos
Papel																		
Periodico 224 grs	19	4.256	12	2.688	28	6.272	22	4.928	18	4.032	8	1.792	1	0.224	3	0.672	3	0.672
Cátalo go 150 grs	25	3.75	25	3.75	14	2.1	15	2.25	11	1.65	8	1.200	5	0.750	5	0.750	2	0.300
Revistas 150 grs	4	0.600	5	0.750	8	1.2	14	2.100	0	0	3	0.450	1	0.150	1	0.150	2	0.300
Libros 405 grs	23	9.315	12	4.86	11	4.455	16	6.48	7	2.835	10	4.05	4	1.62	1	0.405	2	0.81
Publicidad 135 grs	34	4.59	20	2.7	11	1.485	12	1.62	11	1.485	9	1.215	3	0.405	3	0.405	0	0
Total papel		22.511		14.748		15.512		17.378		10.002		8.707		3.149		2.382		2.082
Cartón																		
1.200 grs	71	85.2	61	73.2	29	34.8	27	32.4	43	51.6	25	30	17	20.400	8	9.600	3	3.600
Total cartón		85.2		73.2		34.8		32.4		51.6		30		20.400		9.600		3.600
Plástico Pet																		
botellas 40 grs	140	5.6	127	5.08	60	2.4	57	2.28	71	2.84	41	1.64	36	1.44	28	1.120	8	0.320
Total plástico pet		5.6		5.08		2.4		2.28		2.84		1.64		1.44		1.120		0.320
Plástico HDEP																		
Lácteos 20 grs	92	1.84	63	1.26	23	0.460	20	0.400	73	1.46	21	0.420	13	0.260	16	0.320	3	0.060
Champú 60 grs	41	2.46	28	1.68	19	1.14	13	0.780	25	1.500	15	0.900	5	0.300	7	0.420	2	0.120
Cloro 25 grs	50	1.25	39	0.975	19	0.475	14	0.350	26	0.650	15	0.375	12	0.300	6	0.150	2	0.050
Suavitel 35 grs	46	1.61	29	1.015	19	0.665	14	0.490	23	0.805	17	0.595	10	0.350	8	0.280	2	0.07
Pinol 30 grs	37	1.11	32	0.96	19	0.57	13	0.390	23	0.69	14	0.420	7	0.210	6	0.180	2	0.060
otros 30 grs	46	1.38	39	1.170	20	0.600	13	0.390	17	0.510	18	0.540	8	0.240	5	0.150	2	0.060
Total plástico HDEP		9.65		7.060		3.910		2.800		5.615		3.250		1.660		1.500		0.420
Plástico duro																		
Bandejas 300 grs	38	11.4	19	5.700	22	6.600	15	4.500	16	4.800	15	4.500	7	2.100	6	1.800	4	1.200
Total plástico duro		11.4		5.700		6.600		4.500		4.800		4.500		2.100		1.800		1.200
Aluminio																		
Latas de cerveza 14 grs	33	0.462	30	0.42	22	0.308	11	0.154	38	0.532	13	0.182	7	0.098	10	0.140	2	0.028
Latas de refrescos 14 grs	28	0.392	23	0.322	13	0.182	14	0.196	18	0.252	17	0.238	8	0.112	3	0.042	4	0.056
latas de chiles 40 grs	40	1.600	32	1.280	11	0.440	12	0.480	17	0.680	12	0.480	11	0.440	4	0.160	2	0.080
Latas de atún 41 grs	15	0.615	24	0.984	12	0.492	16	0.656	1	0.041	6	0.246	6	0.246	3	0.123	2	0.082
Otros 40 grs	24	0.96	26	1.040	11	0.440	9	0.360	13	0.52	8	0.32	2	0.08	8	0.32	2	0.08
Total aluminio		4.029		4.046		1.862		1.846		2.025		1.466		0.976		0.785		0.326
TOTAL EN KILOS		138.390		109.834		65.08		61.204		76.882		49.563		29.725		17.187		7.948

Tabla 14. Resultados de la demanda generada por comunidades (muestra). Elaboración propia

Al obtener los pesos por estrato de cada comunidad se aproxima el peso para toda la población tomando en cuenta la cantidad de habitantes en familias y se obtiene en la Tabla 16, la generación de residuos reciclables por semana por comunidad.

Generación residuos reciclables	Total de familias	Muestra de familias	Total kilos de la muestra	Total kilos por comunidad
Potreriillo	770	31	138.39	3437.43
Tlamatoca	421	17	109.834	2720.01
Ixpila	347	16	65.08	1411.51
Amatiopa	284	11	61.204	1580.18
Capulapa	250	10	76.882	1922.05
Michapa	191	8	49.563	1183.32
Carrizal	126	5	29.725	749.07
Altaluz	134	5	17.187	460.61
R. Ramírez	42	2	7.948	166.91

Tabla 15. Resultados de la demanda generada por la zona. Elaboración propia

4.2 Comportamiento de la competencia

Para analizar el comportamiento de la competencia, se investigó sobre las recicladoras que pertenecen al municipio, con el fin de obtener información relevante. Las recicladoras que se encontraron se ubicaron en la ciudad de Huatusco en la cabecera municipal, en la siguiente tabla se muestran un listado de las recicladoras encontradas, su nombre así como también su ubicación, debido a sus normativas de cada recicladora no se obtuvo más información

Recicladoras en el municipio de Huatusco
Recicladora sin nombre, ubicada en la avenida 6 poniente 0. Colonia centro
Compraventa de material de recicle, ubicada en la colonia Reserva Territorial
Compraventa de material de recicle, ubicada en la calle Rio Jamapa 144, colonia los manantiales
Compraventa de material para recicle, sin nombre. Ubicada en la calle 21 poniente 0, Fraccionamiento Reserva Territorial
Hualin Reciclaje. Ubicada en la calle 4 sur sin número, colonia Emiliano Zapata Ampliación

Tabla 16. Competencia. Elaboración propia

Cabe mencionar que de estas recicladoras solo 3 están operando con funciones y actividades parecidas a la recicladora Gabbe Reciclados, el resto corresponde a pequeños compradores que captan residuos pero no llevan a cabo actividades de separación, ni alguna otra del proceso; estos pequeños compradores venden los residuos a las otras recicladoras en este caso a Gabbe Reciclados, la ventaja que tiene Gabbe Reciclados es que es la única en la zona que cuenta con la maquina compresora, al tener este proceso en sus actividades los contratos van por cantidad de pacas, por lo que puede dar mejor precio que las demás.

4.3 precio

Los precios que se le asignaran a los materiales que se compraran en el nuevo centro de compra, dependerán de la cantidad de ventas que se opere en la bodega a instalar, también depende mayormente de los contratos con los que Gabbe Reciclados este firmando, de manera que al obtener un precio de venta se podrán fijar los precios de compra; como estrategia de Gabbe Reciclados el precio se varia cuando hay un exceso de material en la planta compactadora pues al tener mucho material para trabajar se satura la bodega por lo que los precios tienen a bajar, de manera contraria cuando el material para trabajar en bodega sea escaso, el precio de compra sube con la iniciativa de incentivar y motivar a los clientes obtener más residuos. Algunos de los precios en los que se mantiene los materiales al 1 de mayo del año en curso, se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Lista de precios para la compra			
Material	Precio por kilo	Rango	Fijo o variable
Pet cristal	\$11.00	\$4.00 - \$11.00	Variable
Hdpe	\$5.00	\$2.00 - \$5.00	Variable
Plástico duro	\$1.00	*	Fijo
Cartón	\$3.20	\$1.00 - \$3.20	Variable
Archivo muerto	\$2.00	\$1.20 - \$2.00	Variable
Aluminio	\$24.00	\$13.00 - \$24.00	Variable

Tabla 17. Lista de precios de RSU. Elaboración propia

Los residuos que se mencionan en el comportamiento de la demanda corresponden a los materiales que más predominan en la zona que se estará analizando, por lo que son los que se tomarán en cuenta para el análisis.

4.2 Análisis del estudio técnico

En este apartado se analizará los resultados del estudio técnico tomando en cuenta los métodos utilizados en el capítulo III.

4.2.1 Resultados de localización

Tomando en cuenta los tres métodos (centro de gravedad, carga – distancia y método de la P mediana) se describe los datos que se obtuvieron de cada metodología tomando en cuenta su procedimiento, ya explicado en el capítulo II marco teórico y los requisitos para el mismo en el capítulo III.

Método centro de gravedad:

Lugar	Número de kilos producidos	CX	CY	Producción CX	Producción CY
Ixpila	1411.51	-96.956637	19.120696	-136855.26269	26989.05361
Michapa	749.97	-96.942561	19.112019	-72704.01247	14333.44089
Amatiopa	1580.18	-96.951358	19.106747	-153200.59688	30192.09947
Rincón Ramírez	166.91	-96.930373	19.098434	-16178.64856	3187.71962
Tlamatoca	2720.01	-96.93814	19.094906	-263672.71018	51938.33527
Carrizal	749.07	-96.916211	19.101313	-72597.02617	14308.22053
Capulapa	1922.05	-96.909387	19.097988	-186264.68728	36707.28784
Altaluz	406.61	-96.94947	19.086105	-39420.62400	7760.60115
Potreriillo	3437.43	-96.938183	19.073411	-333218.21839	65563.51517
Sumatoria	13143.74			- 1274111.78663	250980.27355

Calculo de coordenada x

$$CX = \frac{-1274111.7866}{13143.74} = -96.93677649$$

Calculo de coordenada y

$$CY = \frac{250980.27355}{13143.74} = 19.09504247$$

Tabla 18. Aplicación de Centro de gravedad. Elaboración propia

En la Tabla 19 se mostró el procedimiento llevado a cabo, así como las coordenadas resultantes para la ubicación del centro de compra.

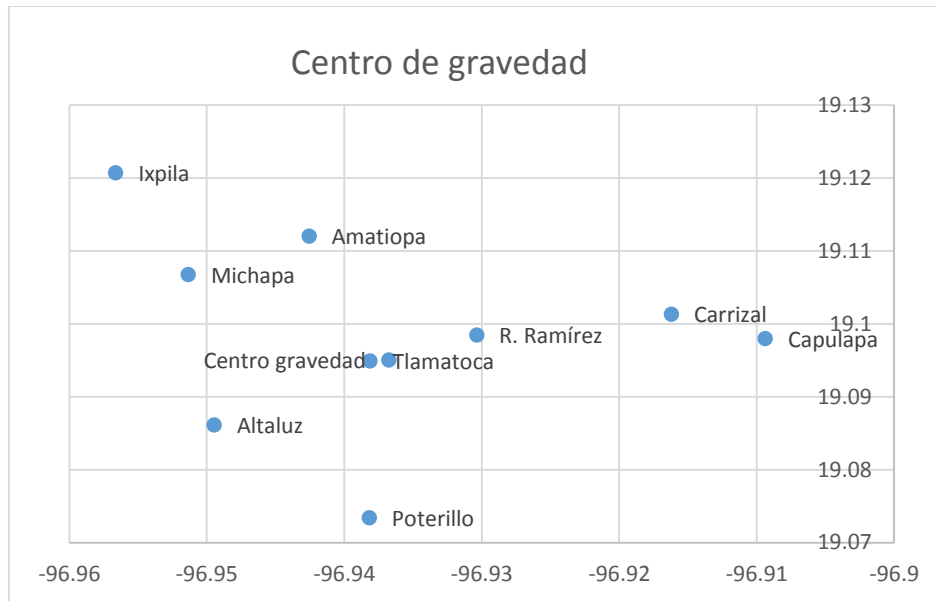


Figura 17. Plano cartesiano, método Centro de gravedad. Elaboración propia

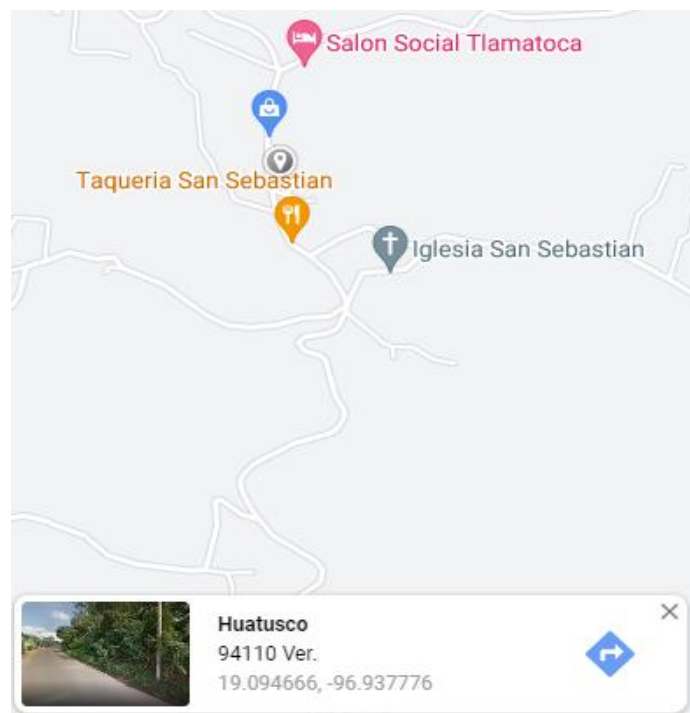


Figura 18. Ubicación método centro de gravedad. Elaboración propia

Como se observa en las figuras anteriores la comunidad donde debe de ubicarse el centro de compra corresponde a Tlamatoca.

Método carga – distancia:

Para este método, se realizó una matriz de las distancias de cada comunidad a analizar con sus respectivos pesos; esto para obtener el resultado de menor coste, que permita dar como respuesta el análisis de mayor carga, menor distancia. Como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

	Distancias entre los sitios en kilómetros									Total
	Ixpila	Michapa	Amatiopa	Rincón Ramírez	Tlamatoca	Carrizal	Capulapa	Altaluz	Potreriillo	
Producción :	1411.51	1183.32	1580.2	166.91	2720.01	749.07	1922.05	460.61	3437.43	
Ixpila	0	0.292	0.449	2.8	2.92	4.87	5.68	5.42	6.63	49316.689
Michapa	0.292	0	0.149	2.4	2.59	4.6	5.4	5.2	6.29	45934.416
Amatiopa	0.449	0.149	0	2.32	2.41	4.4	5.21	4.91	6	43948.502
Rincón Ramírez	2.8	2.4	2.32	0	0.202	2.21	3	2.7	3.81	32769.506
Tlamatoca	2.92	2.59	2.41	0.202	0	2	2.8	2.5	3.6	31434.511
Carrizal	4.87	4.6	4.4	2.21	2	0	0.800	1.3	2.10	34434.045
Capulapa	5.68	5.4	5.21	3	2.8	0.800	0	2.69	3.50	44626.103
Altaluz	5.42	5.2	4.91	2.7	2.5	1.3	2.69	0	1.9	41488.237
Potreriillo	6.63	6.29	6	3.81	3.6	2.1	3.5	1.9	0	45885.818

Tabla 19. Aplicación método carga –distancia. Elaboración propia

Al llevar a cabo la metodología carga – distancia se observa el resultado obtenido de la comunidad Tlamatoca, como lo indica el método se escoge la cantidad del total más pequeña, para que las comunidades de mayor carga recorran menor distancia.

Método de la p mediana:

Se presenta la siguiente matriz en donde las letras enlistadas de la A-I, representan los nombres de las comunidades, en las coordenadas X y Y se presentan la altitud y longitud tomadas de google maps (mismas que se ocuparon para los otros métodos). Los datos dentro de la matriz representan la distancia que hay entre cada una.

	Coordenadas		Distancia										
	X	Y		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
A	-96.956637	19.120696	x1	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	98.82
B	-96.942561	19.112019	x2	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	98.81
C	-96.951358	19.106747	x3	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	98.82
D	-96.930373	19.098434	x4	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	98.79
E	-96.93814	19.094906	x5	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02	98.80
F	-96.916211	19.101313	x6	0.04	0.03	0.04	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	0.04	98.78
G	-96.909387	19.097988	x7	0.05	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.00	0.04	0.04	98.77
H	-96.94947	19.086105	x8	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.00	0.02	98.81
I	-96.938183	19.073411	x9	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02	0.00	98.80

Tabla 20. Matriz para la aplicación de P mediana. Elaboración propia

El modelo normal realiza los cálculos y la posición A (matriz) entra en juego, es decir puede salir seleccionada como un centro de distribución

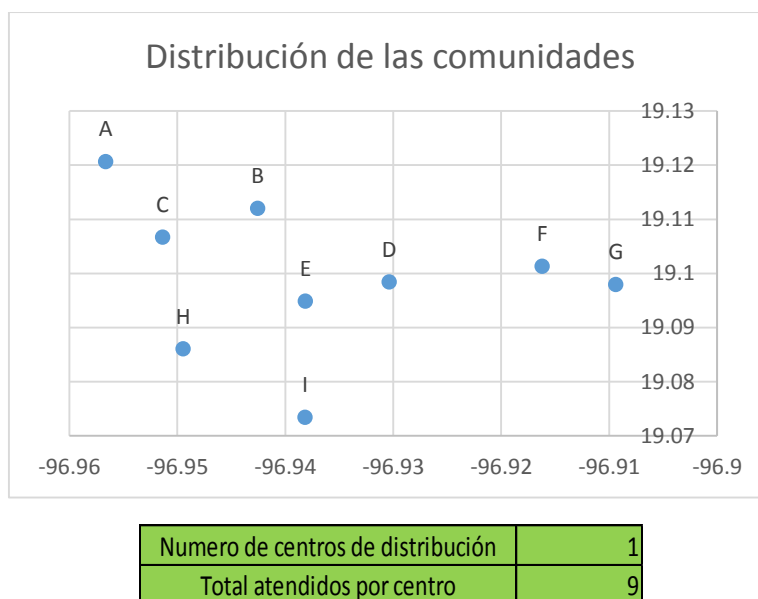


Figura 19 . Posición A matriz (método p mediana). Elaboración propia

En la Figura 19 se observa la distribución de las comunidades, así como el número de centros de distribución a necesitar, en el caso de este proyecto se ha tomado como referencia uno y 9 centros por atender tomando en cuenta las comunidades en las que se analizara.

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	98.82
2	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	98.81
3	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	98.82
4	0.03	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	98.79
5	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02	98.80
6	0.04	0.03	0.04	0.01	0.02	0.00	0.01	0.04	0.04	98.78
7	0.05	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.00	0.04	0.04	98.77
8	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.04	0.00	0.02	98.81
9	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04	0.02	0.00	98.80

Tabla 21. Matriz de distancias P mediana. Elaboración propia.

Para el cálculo de los resultados se hace uso de Solver; una herramienta que trae el programa de Excel, en donde se puede analizar una función ajustándola a diferentes variables de decisión para que cumpla con las celdas de restricción. Como se muestra a continuación.

Las restricciones con las que la función objetivo tiene que cumplir son las siguientes:

Restricciones para tener un solo nodo de atención																	
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9			Valor actual		RHS			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1		=	1		1			

Tabla 22. Restricciones para un solo nodo de atención. Elaboración propia

restricciones de cuantos centros atiende cada uno													
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9			Valor actual	RHS
1	-9	1	1	1	1	1	1	1	1	=		0	0
2	1	-9	1	1	1	1	1	1	1	=		0	0
3	1	1	-9	1	1	1	1	1	1	=		0	0
4	1	1	1	-9	1	1	1	1	1	=		0	0
5	1	1	1	1	-9	1	1	1	1	=		-1	0
6	1	1	1	1	1	-9	1	1	1	=		0	0
7	1	1	1	1	1	1	-9	1	1	=		0	0
8	1	1	1	1	1	1	1	-9	1	=		0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	-9	=		0	0

Tabla 23. Restricciones de cuantos centros atiende cada uno. Elaboración propia

La pestaña de Solver queda de la siguiente manera:

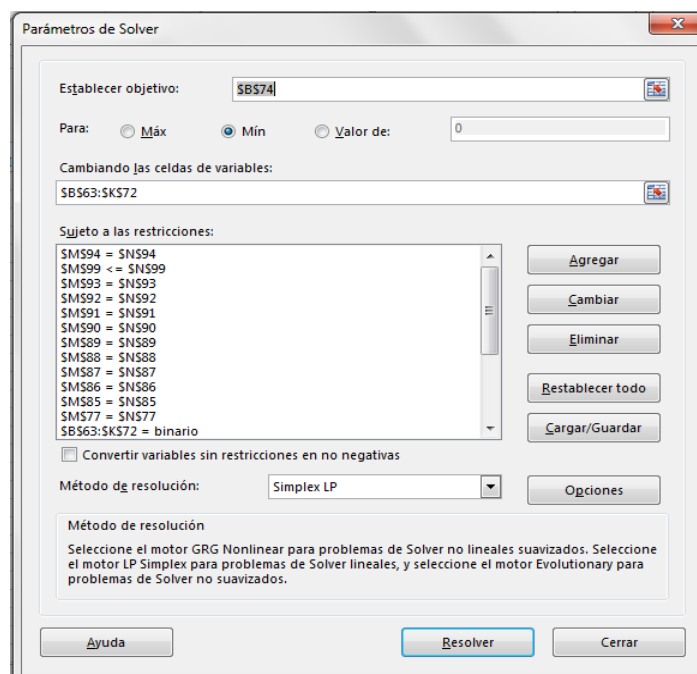


Figura 20. Datos en Solver primera parte. Elaboración propia

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: ☐ Máx ☒ Mín ☐ Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

- SMS86 = SNS86
- SMS85 = SNS85
- SMS77 = SNS77
- SB\$63:SK\$72 = binario
- SMS100 <= SNS100
- SMS101 <= SNS101
- SMS102 <= SNS102
- SMS103 <= SNS103
- SMS104 <= SNS104
- SMS105 <= SNS105
- SMS106 <= SNS106
- SMS107 <= SNS107
- SMS108 <= SNS108

☐ Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: Simplex LP

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda Resolver Cerrar

Figura 21. Datos en Solver, segunda parte. Elaboración propia

Después de darle la opción de resolver a la pestaña de Solver, se obtienen los siguientes resultados como se muestran en la tabla.

Resultados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	resultado Original del modelo	Suma de la planta a los centros de distribución								
Resultado	0.16329429	0.03173741	0.1950317		5					
					1					

- Oficina de notas: se requiere un pequeño espacio donde se tenga la documentación de aquellas ventas que se van realizando de manera diaria, así como la facilitación de un medio de comunicación para estar monitoreando los precios que se encuentran en la planta de Gabbe Reciclados, ya que cambian constantemente, de igual manera esta oficina servirá para guardar el dinero efectivo que se genere en la jornada laboral.
- Un baño: como parte de los servicios a los empleados se necesita que la bodega cuente con un sanitario.
- Área de peso: se requiere tener un área específica donde se pueda descargar el material y se pueda pesar, esta área tiene que estar cerca de la oficina y de la puerta donde llegaran los clientes, para evitar tiempos muertos.
- Áreas de clasificación y almacenaje: en el resto de la bodega, habrá un espacio determinado para cada material, con el fin de tener clasificado cada tipo de residuo, tener orden y limpieza; a pesar de que no esté dividido por alguna barrera o muro, debe estar limitado el espacio para cada material, los pesos más ligeros deben ir al fondo como lo es las botellas, y los pesos mayores deberán ir al frente como lo es el cartón y los libros, con el fin de facilitar su traslado. Los espacios deberán tener una señalética de acuerdo con el tipo de residuo, esto servirá para diferenciar los espacios dentro de la bodega.

Tomando en cuenta el análisis y los requerimientos en el capítulo, se determina la distribución del centro de compra a la empresa Gabbe Reciclados, se realiza el siguiente plano en la Figura 22.

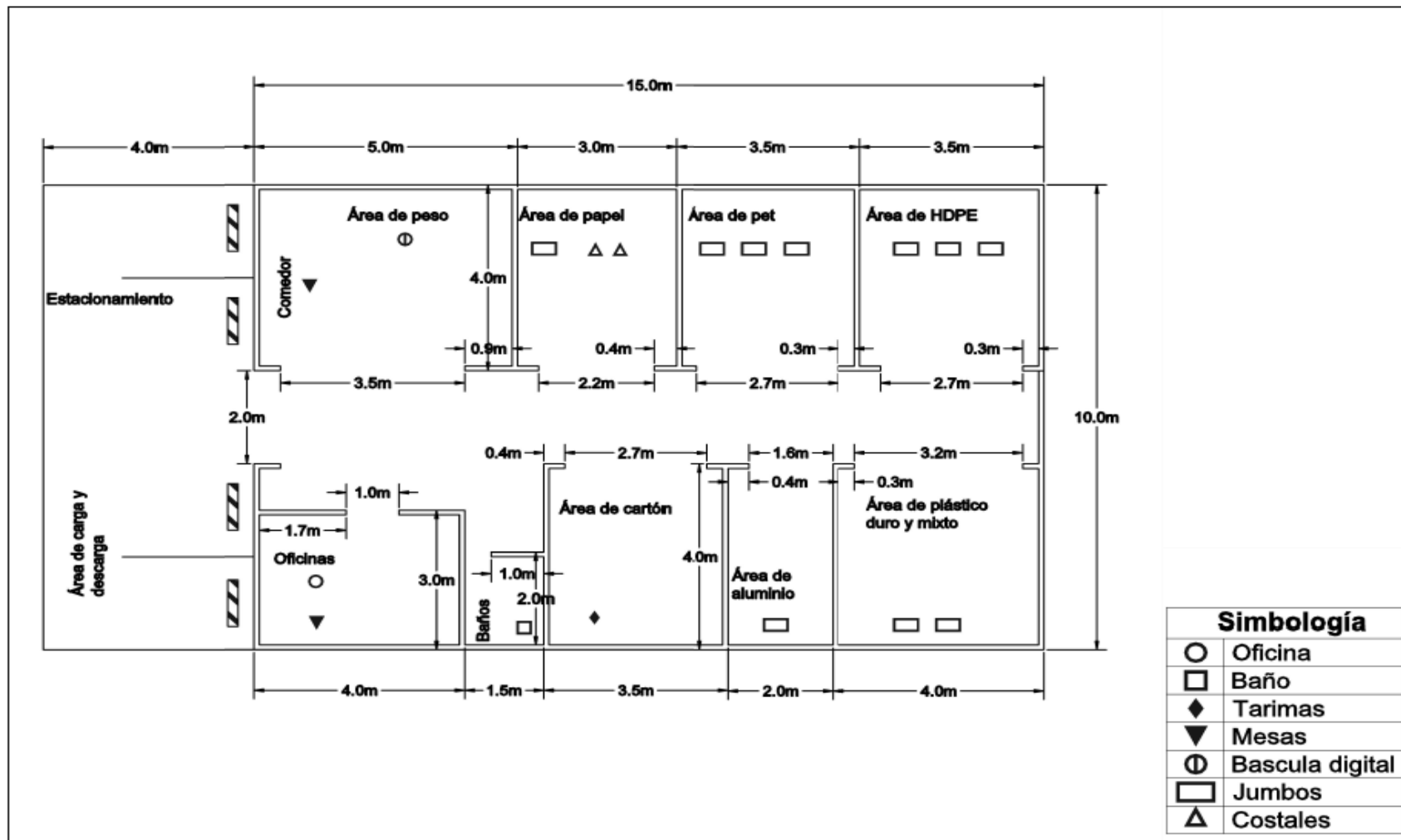


Figura 22. Plano de la distribución del centro de compra. Elaboración propia

4.3.2 Equipos mínimos requeridos

Maquinaria y herramienta			
Nombre	Cantidad	Descripción	Imagen
Mesa	2	Se requieren dos mesas, una para tener la documentación, generación de notas, agendas etc. La segunda mesa se requiere para que los empleados tengan un espacio para ingerir sus alimentos	
Bascula digital	1	La bascula digital de 1 ton. Sera requerida en bodega para pesar el material que llegue	
Bascula de gancho	1	Esta bascula se utilizara para hacer recorridos sobre la zona, estará en el carro recolector, con la finalidad de pesar aquellos materiales que sean de recolección	
Carretilla manual	1	Esta carretilla, servirá para trasladar el material que se encuentre en bodega y con ello facilitar las actividades a realizar	
Jumbos	15	En los jumbos se almacenara el plástico (según su clasificación) y el aluminio. Mismos en los que se trasladaran para la bodega compresora de Gabbe Reciclados	
Tarimas de madera	2	Las tarimas de madera, serán la base para almacenar el cartón y sus derivados, por ejemplo: las fibras cortas. Al ser un material que debe de cuidarse de la humedad y el agua	
costales	40	Los costales servirán como almacenamiento para el archivo según su clasificación: Blanco, de color, revista, libros, periódico, etc.,	
Rafia	2 madejas	La rafia se ocupara para sostener el cartón a la hora de ser trasladado a la bodega donde se compacta de Gabbe Reciclados	

Figura 23. Equipo requeridos, herramienta y maquinaria. Elaboración propia

Equipo para los empleados			
Nombre	Cantidad	Descripción	Imagen
Botas	1 par por empleado	Las botas forman parte del equipo de protección personal para los empleados	
Traje de Gabbe Reciclados	1 por empleado	Gabbe Reciclados cuenta con un traje para sus empleados diferenciado con el logo de la empresa	
Guantes	1 par por empleado	Los guantes son necesarios para los empleados como parte del equipo de protección personal, ya que están expuestos a diferentes	
Botiquín de primeros auxilios	1	El botiquín de primeros auxilios es importante, ya que al ser una bodega con actividades de reciclaje, pueden haber pequeños accidentes en el trabajo.	

Figura 24. Equipos mínimos requeridos: equipo para empleados. Elaboración propia

Equipo de limpieza			
Nombre	Cantidad	Descripción	Imagen
Escobas	2	Se necesitan para tener limpieza dentro de la bodega	
Cepillos	1	Se necesitan para tener limpieza dentro de la bodega	
Trapeador	1	Se necesitan para tener limpieza dentro de la bodega	
Jergas	2	Se necesitan para tener limpieza dentro de la bodega	
Jabón para manos y para limpieza	Varia**	Se necesitan para tener limpieza dentro de la bodega	
Gel antibacterial, cubre bocas	Varia**	Para la llegada de vendedores se necesita tener precauciones sanitarias por Covid 19	

Figura 25. Equipo mínimo requerido de limpieza. Elaboración propia

4.3.3 Costo inicial de proyecto

En este apartado se muestra el costo por construcción de la bodega, costo de terreno, así como los requerimientos con los que debe contar el centro de compra, costos con los que debe arrancar el proyecto.

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Terreno 10 m x 15 m	—	\$120,000.00	\$120,000.00
Construcción			
Material de construcción	—	\$110,320.00	\$110,320.00
Mano de obra	—	\$65,000.00	\$65,000.00
Instalación	—	\$10,000.00	\$10,000.00
Adecuación	—	\$8,000.00	\$8,000.00
Herramienta y equipo			
Mesas	2	\$650.00	\$1,300.00
Bascula digital	1	\$5,349.00	\$5,349.00
Bascula de gancho	1	\$3,000.00	\$3,000.00
Carretilla manual	1	\$1,300.00	\$1,300.00
Jumbos	15	\$100.00	\$1,500.00
Costales	40	\$19.00	\$760.00
Tarimas de madera	2	\$400.00	\$800.00
Rafia	2	\$130.00	\$130.00
Papelería	—	\$400.00	\$400.00
Equipo de protección personal			
Botas	3 pares	\$235.00	\$705.00
Uniforme	3		
Guantes	3 pares	\$198.00	\$594.00
Botiquín de primeros auxilios	1	\$1,300.00	\$1,300.00
Equipo de limpieza			\$180.00
Total			\$330,638.00

Figura 26. Costo inicial de proyecto. Elaboración propia

4.3.4 Proceso productivo

En la siguiente Tabla 26 se muestra las actividades del proceso de compra de residuos:

Actividad	Descripción
Descargue y separación de los residuos	Se descarga el material que llega a la bodega, y se separa según su tipo
Peso de los residuos	Finalizada la separación se pesa el material, anotando en una libreta las cantidades para su posterior nota
Generación de nota	Se genera la nota de venta, con ayuda de la libreta de anotaciones, se consulta el precio actualizado y se le entrega una copia al comprador y la nota original se queda en bodega
Clasificación y almacenaje	Los residuos que son comprados se clasifican según su tipo, y se almacenan en su área destinada, respetando las indicaciones para su almacenaje

Tabla 25. Proceso de compra. Elaboración propia

4.3.5 Mantenimiento de equipo

Bascula: la balanza será calibrada anualmente por la empresa fabricante o algún experto en el área.

Vehículos de transporte: los vehículos de transporte que se usaran para transportar los residuos del centro de compra a la planta de Gabbe Reciclados, se le dará un mantenimiento preventivo y correctivo de manera mensual, con el fin de evitar problemas de atraso en las entregas.

Herramienta de mano: Se dará una revisión mensual para aquellas herramientas de uso diario por ejemplo: carretillas. Con el fin de realizar las afinaciones y cambios que se requieran para su buen funcionamiento.

4.3.6 Seguridad industrial

El centro de compra deberá contar con los siguientes requerimientos:

- Seguridad e higiene industrial
- Limpieza, orden y aseo
- Rótulos y señalizaciones de seguridad y rutas de evacuación, así como la señalización de las áreas de trabajo
- Realizar un programa de capacitación para el personal sobre el control de riesgos y a la labor de realizar las actividades.
- Será necesario que el personal cuente con ropa de trabajo, zapatos de seguridad, guantes.

Con los requerimientos antes mencionados, se tendrá un ambiente seguro y cómodo para los trabajadores, de la misma manera las actividades que se realizaran dentro de la bodega se harán de forma ordenada y eficaz, dando como resultado un buen trabajo.

4.4 Elección de ruta

Para este apartado se muestra el proceso y los resultados del ruteo. En la siguiente figura se muestran los segmentos por peso/comunidad, para aprovechar la capacidad del remolque, reduciendo viajes aplicando el método de barrido.

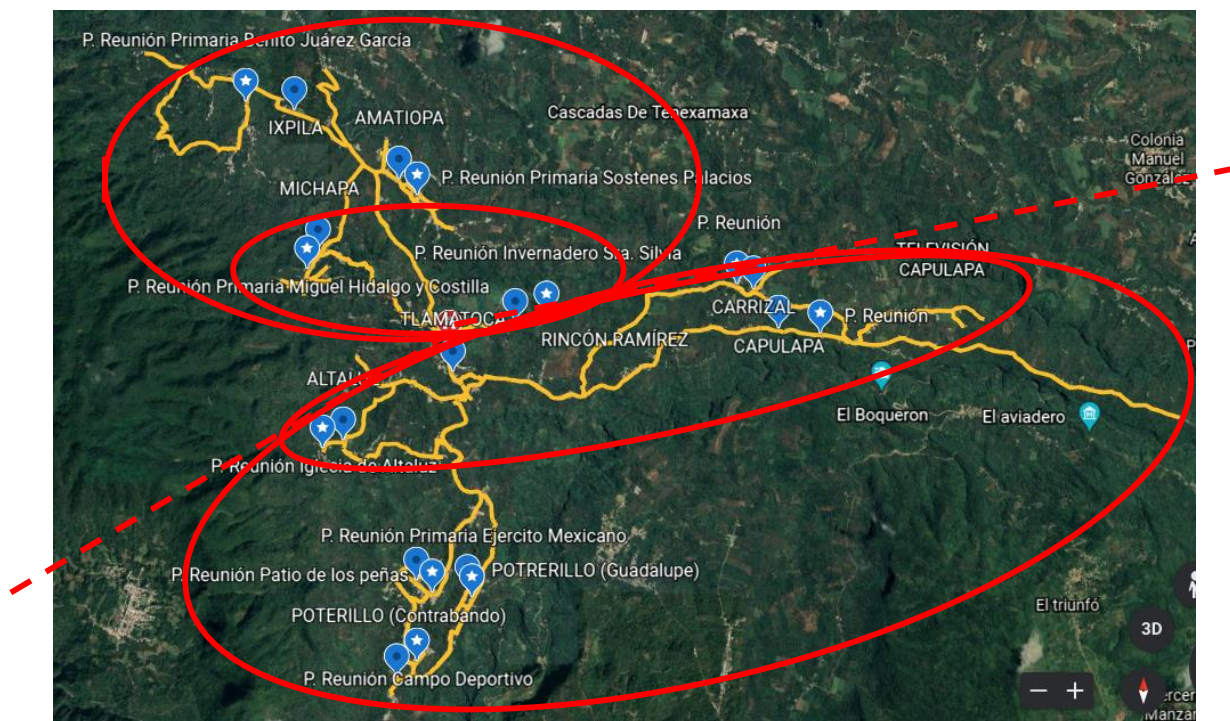


Figura 27. Agrupación por asignación de volumen. Elaboración propia

En la Figura 27 se muestra las agrupaciones por volumen, obteniendo un total de 4 rutas, las rutas que están a mayor distancia ocupan el máximo volumen de la camioneta aprovechando el peso que aguanta el remolque de la camioneta, siendo Ixpila y Amatiopa la ruta número 1 obteniendo un peso de 2,991 kilos aproximadamente que se espera obtener, la ruta número 2 conformada por Michapa y Rincón Ramírez con un peso de 1,349 kilos y una menor distancia al centro de compra, ruta número 3 conformada por Carrizal, Capulapa y Altaluz obteniendo un peso aproximado de 3,131 kilos y por ultimo Potrerillo la ruta número 4 con un peso aproximado de 3,437 kilos y 3 puntos de reunión.

4.5 Diseño de ruta por agrupación

Una vez obtenido la ruta por agrupación, se analizara la ruta a seguir por carretera tratando de reducir la distancia en la ruta más corta, geográficamente se asignaran nodos para distinguir las diferentes opciones sobre carretera y escoger la ruta más corta que contenga la menor distancia recorrida. Los nodos mostrados en las figuras son tomados en cuenta únicamente para su desplazamiento, es decir, para saber qué camino elegir.

4.5.1 Ruta 1

A continuación en la siguiente figura se muestra las diferentes opciones a seguir para la ruta 1 (Ixpila, Amatiopa), en la cual hay dos carreteras a seguir, una enmarcada de color naranja y otra enmarcada de color azul, ambas partiendo del centro de compra propuesto.

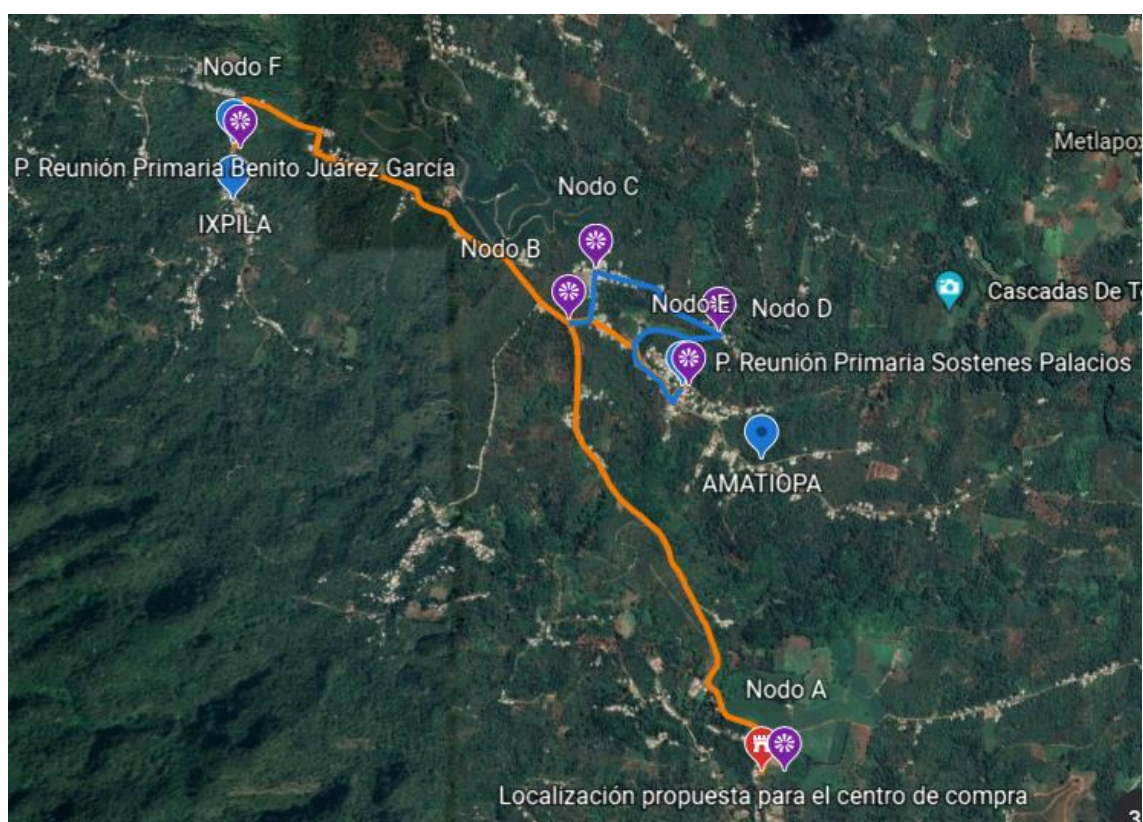


Figura 28. Ruta 1. Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra las opciones con las distancias para la ruta 1:

Elección de ruta, tomando en cuenta el retorno				
Ruta : 1	Comunidades: Centro de compra (Tlamatoca), Amatiopa y Ixpila			
Opciones	Red de nodos conectados cercanos	Distancia total involucrada	Distancia mínima	Elección
1	A - B - C - D - E - B - F - B - A	$2.34 + .306 + .636 + .798 + .692 + 2.05 + 2.05 + 2.34$	11. 212 Km	
2	A - B - E - B - F - B - A	$2.34 + .636 + .636 + 2.05 + 2.05 + 2.34$	10.052 Km	X

Tabla 26. Distancia mínima de la ruta 1. Elaboración propia

4.5.2 Ruta 2

Ruta 2 (Rincón Ramírez, Michapa), en la figura siguiente se muestran las opciones a seguir para la ruta dos, enmarcadas con dos opciones de carretera una de color azul y otra de color morado.

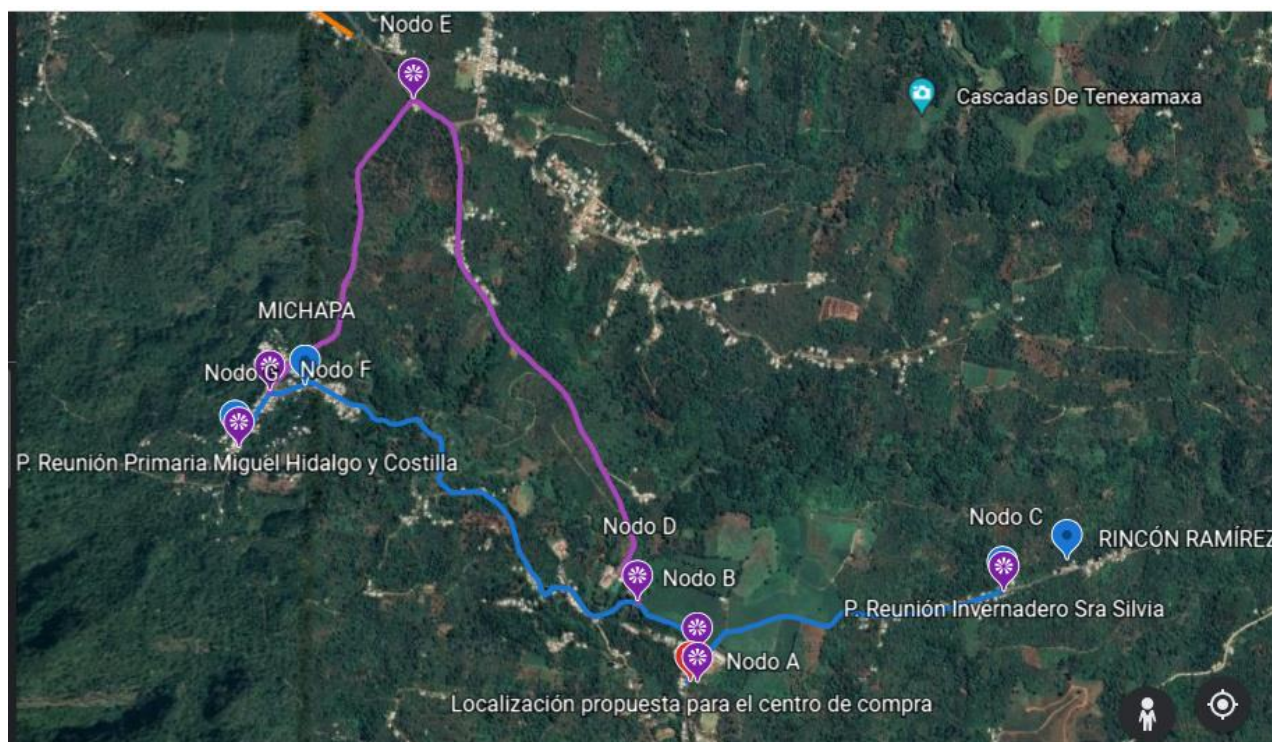


Figura 29. Ruta 2. Elaboración propia

En la figura anterior se muestra las posibles opciones para la ruta 2 y en la Tabla 30 se muestra la mejor opción a seguir de acuerdo a las distancias recorridas:

Elección de ruta, tomando en cuenta el retorno				
Ruta : 2	Comunidades: Centro de compra (Tlamatoca), Rincón Ramírez y Michapa			
Opciones	Red de nodos conectados cercanos	Distancia total involucrada	Distancia mínima	Elección
1	A - B - C - B - D - E - F - G - F - E - D - B - A	.101 + 1.21 + 1.21 + .295 + 2.08 + 1.25 + .224 + .224 + 1.25 + 2.08 + .295 + .101	10.32 Km	
2	A - B - C - B - D - E - F - G - F - D - B - A	.101 + 1.21 + 1.21 + .295 + 2.08 + 1.25 + .224 + .224 + 1.87 + .295 + .101	8.86 Km	
3	A - B - C - B - D - F - G - F - D - B - A	.101 + 1.21 + 1.21 + .295 + 1.87 + .224 + .224 + 1.87 + .295 + .101	7.4 Km	X

Tabla 27. Distancia mínima ruta 2. Elaboración propia

4.5.3 Ruta 3

Ruta número 3 (Carrizal, Capulapa y Altaluz), en la siguiente figura se muestra todas las opciones a analizar, Carrizal y Capulapa tienen la misma entrada por otra parte Altaluz también tiene dos entradas diferentes para llegar.

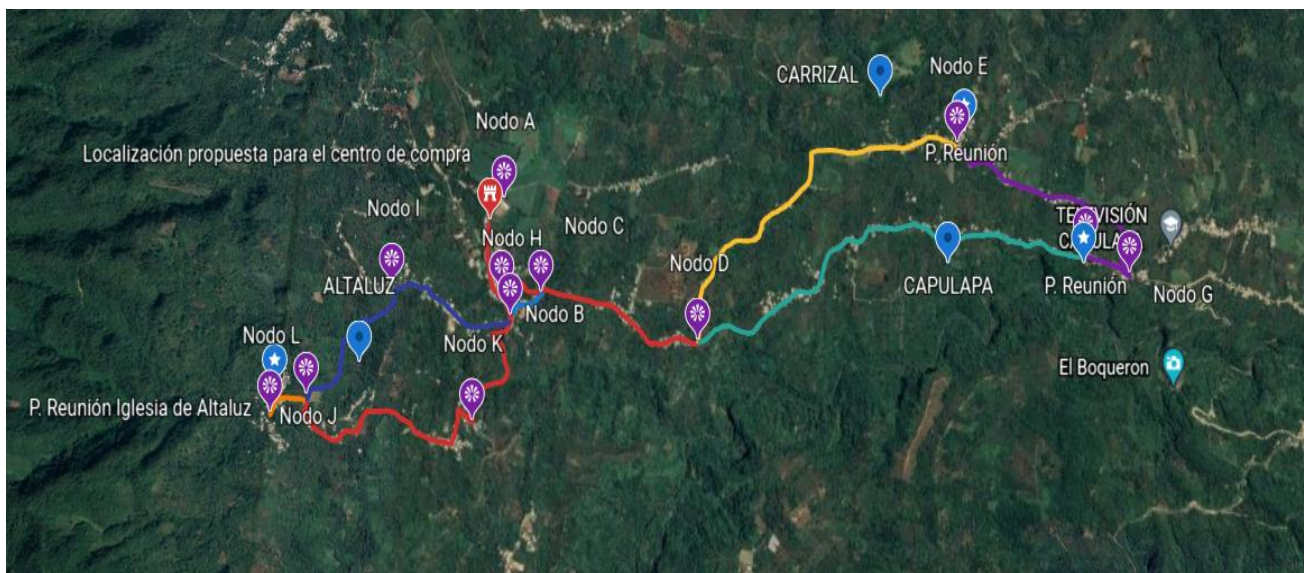


Figura 30. Ruta 3. Elaboración propia

En la Tabla 29 se muestra las posibles opciones de carreteras a tomar para la ruta 3.

Elección de ruta, tomando en cuenta el retorno				
Ruta : 3	Comunidades: Centro de compra (Tlamatoca), Carrizal, Capulapa y Altaluz			
Opciones	Red de nodos conectados cercanos	Distancia total involucrada	Distancia mínima	Elección
Carrizal, Capulapa				
1	A - B - C - D - E - D- F -D - C-B -H	.454 + .354 + 1. 32 + 2. 64 + 2.64 + 3. 16 + 3.16 + 1.32 + .354 + .169	15.571 km	
	A - B - C - D - E - D- F -D - C -H	.454 + .354 + 1. 32 + 2. 64 + 2. 64 + 3. 16 + 3.16 + 1.32 + .302	15.35 km	
2	A - B - H - C - D - E - D- F - D- C-B- H	.454 + .169 + .302 + 1.32 + 2.64 + 2.64 +3.16 +3.16 + 1.32 + .354 + .169	15.688 km	
3	A - B - H - C - D - E - D- F - D- C - H	.454 + .169 + .302 + 1.32 + 2.64 + 2.64 + 3.16 + 3.16 + 1.32 + .302	15.467 km	
4	A - B- C- D- E - G-F-D- C - B - H	.454 + .354 + 1.32 + 2.64 + 1.61 + .352 + 3.16 + 1.32 + .354 +.169	11.773 km	
5	A- B- C- D- E- G- F- D- C- H	.454 + .354 + 1.32 + 2.64 + 1.61 + .352 + 3.16 + 1.32 + .302	11.512 km	X
Prosigue a Altaluz (Siguiendo del nodo H)				
6	H - I - J - L - J - K - H	.923 + .990 + .293 + .293 + 1.64 + .893	5.032 km	
7	H - I - J - L - J - I - H	.923 + .990 + .293 + .293 + .990 + .923	4.412 km	X
8	H - K - J - L - J - K - H	.893 + 1.64 + .293 +.293 + 1.64 + .893	5.652 km	
Red de nodos a elegir				
9	A- B- C- D- E- G- F- D- C- H - I - J - L - J - I - H + A	.454 + .354 + 1.32 + 2.64 + 1.61 + .352 + 3.16 + 1.32 + .302 + .923 + .990 + .293 + .293 + .990 + .923 + .623	16.547 km	

Tabla 28. Distancia mínima ruta 3. Elaboración propia

4.5.4 Ruta 4

Ruta número 4 (Potrerillo), en esta ruta se maneja una sola comunidad por la demanda de residuos y se divide en 3 manzanas (Balsa Puerca, Contrabando y Guadalupe). En la siguiente figura se muestra las opciones de caminos.

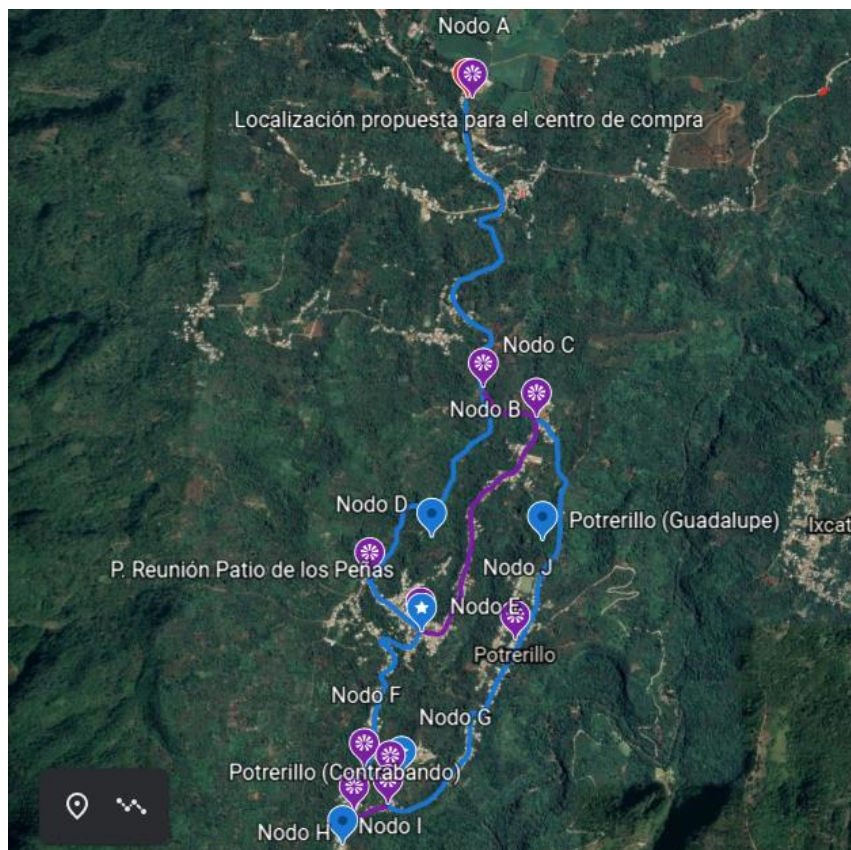


Figura 31. Ruta 4. Elaboración propia

En la Tabla 30 se muestra el proceso para el camino más corto de la ruta 4, mostrando las comparaciones de las distancias.

Elección de ruta, tomando en cuenta el retorno				
Ruta : 4	Comunidades: Centro de compra (Tlamatoca) y Potrerillo			
Opciones	Red de nodos conectados cercanos	Distancia total involucrada km	Distancia mínima (Km)	Elección
Potrerillo (Balsa Puerca)				
1	A - B - C - E	2.05 + .349 + 1.40	3.799	
2	A - B - D - E	2.05 + 1.35 + .397	3.797	X
Potrerillo (Contrabando)				
3	E - F - G - I	1.06 + .158 + .123	1.341	X
4	E - F - H - I - G - I	1.06 + .257 + .193 + .121 + .121	1.752	
Potrerillo (Guadalupe)				
5	I - J - C	1.25 + 1.36	2.61	X
Red de nodos a elegir				
6	A - B - D - E - F - G - I - J - C - A	2.05 + 1.35 + .397 + 1.06 + .158 + .123 + 1.25 + 1.36 + 2.05	9.798	

Tabla 29. Distancia mínima ruta 4. Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las distancias mínimas elegidas para el recorrido de cada ruta, tomando en cuenta el análisis

Distancias mínimas a recorrer		
	Comunidades involucradas	Distancia mínima en kilómetros
Ruta 1	Amatiopa y Ixpila	10.052 Km
Ruta 2	Rincón Ramírez y Michapa	7.4 Km
Ruta 3	Carrizal, Capulapa y Altaluz	16.547 Km
Ruta 4	Potrerillo (Balsa Puerca, Contrabando y Guadalupe)	9.798 Km

Tabla 30. Resultados de distancias mínimas para las rutas. Elaboración propia

Al llevar acabo el diseño de la ruta, se seleccionó la de menor distancia, esto con el fin de reducir tiempo, costo en gasolina, entre otras cosas, en mapa de la figura que se muestra a continuación es la selección de las 4 rutas que se optaron por elegir:

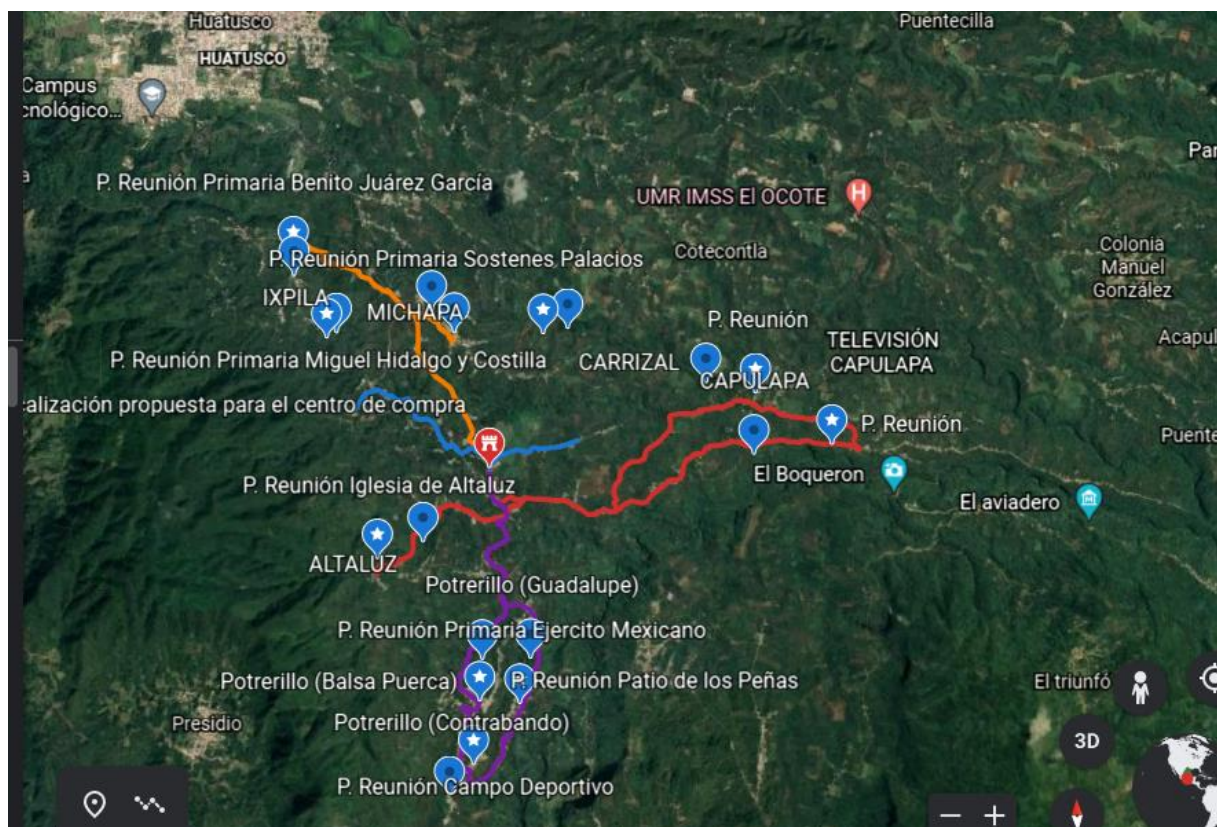


Figura 32. Distribución de rutas. Elaboración propia

Los colores que se muestran en la figura, representan cada ruta que se ha elegido, el color naranja representa la ruta número 1, el color azul representa la ruta número 2, el color rojo representa la ruta número 3 y por último el color morado representa la ruta número 4.

4.6 Estructura organizacional del centro de compra

4.6.1 Organigrama

Para el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases, se debe contar con un equipo que serán contratados para cumplir con labores específicas. El proceso de transporte (recolección ambulante) se usara una camioneta de las que ya cuenta Gabbe Reciclados a su disposición. Cabe mencionar que al ser un centro de compra de Gabbe Reciclados, el personal administrativo (Gerente general, secretaria y el área de finanzas) se ocupara el mismo personal que tiene la empresa.

A continuación en la siguiente figura se presenta el organigrama planteado para la ejecución.

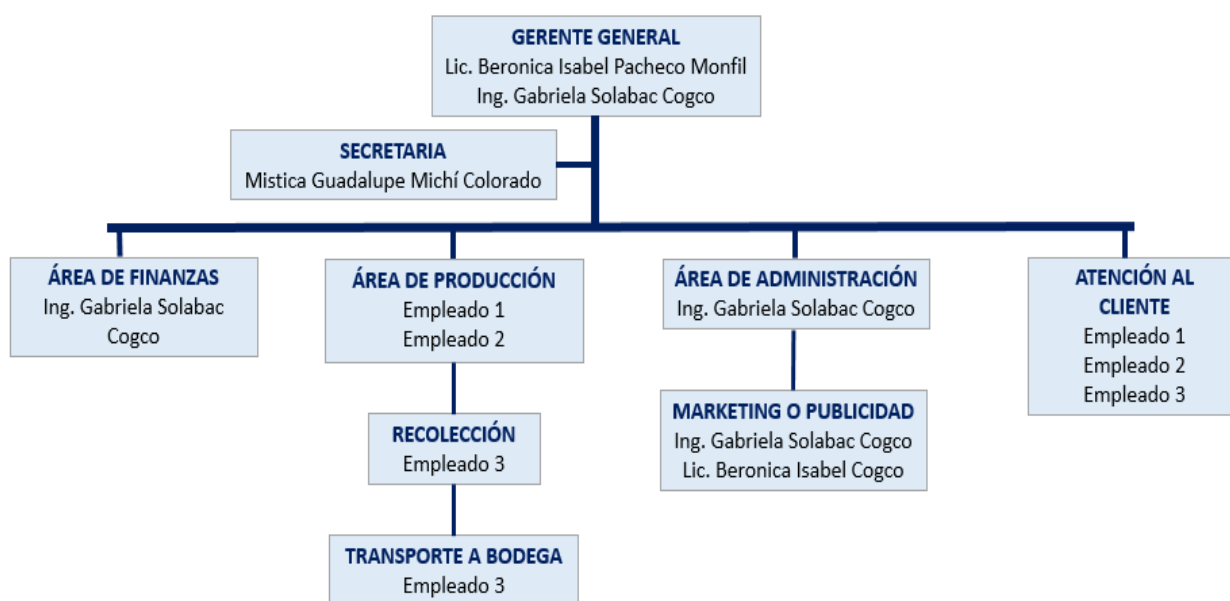


Figura 33. Organigrama planteado al centro de compra. Elaboración propia

4.6.2 Cargos y funciones

En la siguiente tabla se presentan las funciones que se deben desempeñar por cada uno de los participantes en el proceso.

FORMATO PARA DESCRIPCIÓN DE PUESTOS

Cargos	Funciones y/o actividades
Gerente general	*Desarrollar y ejecutar las estrategias empresariales de la compañía *Preparar e implementar amplios planes empresariales para lograr facilitar el logro de los objetivos *Asegurarse de que las políticas y las directrices legales se comuniquen en todos los niveles de la compañía y que se cumplan en todo momento.
Secretaria	*Llevar un registro revisando que las reuniones y/o actividades de la gerencia estén programadas y no interfieran con otras obligaciones *Enviar agendas e informes *Comprobar que las acciones acordadas se lleven a cabo *Tener una agenda actualizada incluyendo a los trabajadores de la empresa, clientes, proveedores.
Gerente de finanzas	*Financiamiento *Administración de riesgos *Supervisión de operaciones en el área de contabilidad y presupuestos *Elaboración de planes financieros
Producción	Empleado 1 y 2: * Descargar el material que llegue, separar según tipo, pesar el material que llegue según su clasificación, generar una nota de venta, posteriormente se realiza lo siguiente: Papel: se separa el papel blanco del de color y se archiva en costales de la misma manera las pastas de los libros (según su clasificación). Plástico: se separa según su clasificación se compacta con las manos para ocupar menos espacio y se almacena en sus diferentes jumbos según corresponda su clasificación. Cartón: Se hacen paquetes amarrados con rafia y se colocan sobre las tarimas de madera. Aluminio: Se compacta y almacena en su jumbo correspondiente.

	Las actividades pueden variar un poco dependiendo de los requisitos de la empresa compradora con la que se haga contrato
Recolección	Empleado 3: * Hacer el recorrido ambulante tomando en cuenta los días, los horarios, la ruta; pesar el material que compre con ayuda de una báscula de gancho, generar notas de venta. Agendar días y horarios para clientes mayoritarios que necesiten el servicio a domicilio.
Transporte a bodega	Empleado 3: *Trasladar el material que ya está como producto terminado a la bodega compactadora, llevar a cabo mantenimiento preventivo al vehículo, cargar gasolina. En momentos dados que no tenga recorridos por hacer puede ayudar a los empleados de bodega a realizar labores del proceso productivo
Administración	*Archivar documentos críticos de la empresa *Cobro a clientes *Pago a proveedores y empleados *Checar contratos vigentes con las empresas compradoras de residuos
Publicidad	*Administración de redes sociales * Planificar, dirigir y coordinar las actividades de publicidad y relaciones públicas de la empresa u organización.

Atención al cliente	Empleados 1, 2 y 3: *Dar información sobre los precios, los tipos de residuos que se compran, los días de recolección. Tratando aclarar cualquier duda que se tenga.
---------------------	--

Figura 34. Cargos y funciones. Elaboración propia

Las actividades antes mencionadas son necesarias para la ejecución del proyecto, para la selección de personal se buscara personas que preferentemente vivan en la comunidad de Tlamatoca con el fin de evitar atrasos en horarios, de igual manera se necesita una capacitación por alguno de los empleados que se encuentran en Gabbe Reciclados para poder explicar a los nuevos empleados con detalle las actividades, la manera en que se clasifica los residuos. La ventaja de tener un conductor de la zona es que tiene conocimiento de las carreteras y caminos.

Cumpliendo con un horario de 9:00 am a 5:00 pm, una hora de comida, un día de descanso a la semana; el cual se tomara el mismo día de la semana para todos los empleados; ya que en las actividades diarias tanto los empleados de bodega como el conductor no podrían faltar a sus actividades, lo que ocasionaría atraso en el proceso de recolección.

Para la correcta ejecución de las actividades respetando las normas de operación se muestra una tabla en el anexo 2.

4.7 Estrategias de venta

Para las estrategias de venta se llevaran a cabo diferentes actividades para promocionar el centro de compra, estas estrategias están orientadas a difundir y fortalecer la imagen de Gabbe Reciclados, tratando de desarrollar un referente. La cercanía al cliente es el activo clave de los negocios, en donde se vive en un mundo inmenso on-line.

En este apartado se muestran las diferentes estrategias para el nuevo centro de compra.

- Como parte de la promoción, se visitarán centros educativos de toda la zona (primarias, secundarias, bachilleratos) para exhibir el centro de compra, como parte de las estrategias, se presentará una propuesta dónde a las escuelas se les proporcione ayuda tangible (inmobiliario, herramientas de trabajo) a cambio de residuos que lo alumnos generen en los diferentes planteles.
- La segunda estrategia es la recolección ambulante sobre la zona, ya que al analizar la generación de residuos de una familia en el estudio de mercado antes mencionado, no es muy remunerable para las familias por el traslado, por lo que esta estrategia tiene el objetivo de que los clientes (familias) tengan la cercanía con el servicio, la recolección ambulante se realizara de la siguiente manera:

De las comunidades, se generara una agenda con fechas determinadas para cada una, la camioneta recolectora pasaría cada 8 días por cada comunidad, cabe mencionar que la camioneta que se ocupara será una de las que Gabbe Reciclados ya dispone.

4.7.1 Publicidad

Haciendo uso de las redes sociales, en donde actualmente mucha gente está involucrada diariamente, se pretende promocionar el nuevo centro de compra concientizando a los usuarios con la protección del medio ambiente y el uso de los residuos como productos estrechamente relacionado con los recursos sostenibles; aprovechando de esta herramienta se publicara los precios, los puntos de reunión de cada comunidad, horarios, los días de recolección y la correcta clasificación de los residuos a comprar.

Las aplicaciones que se pretende usar son las siguientes:

- Facebook
- Instagram

Ya que son muy demandadas y en su mayoría las personas de la zona cuenta con una o las dos aplicaciones, también se proporcionara un número de atención en caso de que se requiera información o se solicite el servicio a domicilio en alguna dependencia.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

En el presente apartado, se presentan las conclusiones a las cuales se llega en la realización del presente trabajo:

- Se analizó la situación actual de las comunidades que se requerían analizar, mediante un estudio de mercado, utilizando las herramientas de encuesta se determinó la cantidad de kilos de residuos sólidos urbanos reciclables así como también la aceptación de las personas al proponer un centro de compra, la encuesta se realizó por comunidad y para inferir datos, se utilizó la estadística mediante estratos, como resultados se obtuvo una buena aceptación por parte de los pobladores con un 97.1 % de aceptación y se obtuvo el dato de la zona; por familia se genera aproximadamente 5 kilos de residuos sólidos urbanos reciclables por semana.
- Para el estudio técnico apoyándose de los resultados de la encuesta, mediante 3 métodos: Centro de gravedad, carga distancia y P mediana se determinó que de las 9 comunidades que abarca la zona, Tlamatoca es la más apta para la ubicación, en ella se aprovecha la distribución de las comunidades así como también las toneladas que se generan por semana.
- Se determinó la capacidad a instalar, el costo por construcción, así como también la estructura organizacional, funciones y actividades que se deben de llevar a cabo para un buen arranque del proyecto, para lo cual se contemplan 3 empleados, uno de ellos un chofer y ayudantes de bodega. El costo por arranque del proyecto es de \$330 638.00.
- Para tener un mejor funcionamiento en el centro de compra se desarrollaron rutas para el traslado ambulante de los residuos, como parte de la estrategia de ventas se visitara cada comunidad para captar los residuos, mediante el uso de diferentes métodos logísticos (método del barrido y trasladó por agrupación) se determinó 4 rutas óptimas para la recolección de las 9 comunidades, ahorrando el coste de gasolina y aprovechando al máximo la capacidad del vehículo.

Como propuesta del proyecto se determina que Tlamatoca es la comunidad óptima para poner un centro de compra de reciclaje a la empresa Gabbe Reciclados, la demanda de la zona sur de Huatusco es positiva, se infiere estadísticamente 13,631.90 toneladas (esperando que toda la zona contribuya con la actividad de separar y vender) en tiempo de una semana, el proyecto es rentable ya que es muy demandante en la zona y al ser un nuevo negocio en la zona sur de Huatusco gana más fuerza al captar los residuos en las comunidades donde no se aplica esta actividad.

Recomendaciones: se recomienda hacer un estudio financiero para determinar el tiempo en el que el proyecto tenga su punto de equilibrio y empiece a generar ganancias.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de QuestiónPro: <https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>
- Kotler Philip, Bloom Paul, Hayes Thomas. (2004). *El Marketing de Servicios Profesionales. Primera Edición*. Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- A., R., & Beichner, R. J. (s.f.). *Física para Ciencias e Ingeniería* (Quinta ed., Vol. II). McGraw-Hill.
- Aguilar-Barojas, Saraí. (Agosto de 2005). *Redalyc*. Obtenido de Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T. (1999). *Contemporary Management Science*. Contemporary Management Science.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. (6ª Edición)*. Caracas: Editorial Episteme.
- Azmi, I., Abdul, H., Hussin, N., & Ibrahim, N. (12 de Octubre de 2017). *Logistics and supply chain management: the importance of integration for business processes*. Obtenido de MUTRFC Conference: https://www.researchgate.net/publication/322552669_Logistics_and_supply_chain_management_The_importance_of_integration_for_business_processes
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro. Quinta edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Barriento, J. (2010). El reciclaje en Venezuela: Muchas iniciativas y pocos resultados. Venezuela: Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas.
- CAMPINS ERITJA, M. (1994). La Gestión de los residuos peligrosos en la Comunidad Europea, J.M. Bosch. Editor S.A.
- Castro, M. (2003). *El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. (2ª Edición)*. Caracas : Uyapal.
- CHASE, JACOBS y AQUILANO. (2000). *Administración de la producción y operaciones Octava Edición*. México: Mc Graw Hill.
- Chopra, S. (2018). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and operation*. London : Pearson Education.
- Cultura., S. d. (2018). *Secretaría de Turismo y Cultura* . Obtenido de <http://www.veracruz.gob.mx/turismo/nuestro-estado/#:~:text=Veracruz%20se%20localiza%20en%20la,en%20el%20Golfo%20de%20M%C3%A9xico.&text=El%20nombre%20del%20estado%20es,nombre%20establecido%20por%20Hern%C3%A1n%20Cort%C3%A1s>

- De los Cobos, S.; Goddard, J.; Gutiérrez, M.; Martínez, A. (2010). *Búsqueda y Exploración Estocástica*. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Domínguez Machuca, J. A. (1995). *Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos*. España: McGraw Hill .
- Farber, P. B. (2004). En *Preguntas sobre marketing y publicidad*. (pág. 199). Grupo editorial norma.
- Fernandez, F. J. (s.f.). *google academico*. Obtenido de Estudio de mercado GUIA PARA LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE MERCADO:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yuskDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=que+es+un+estudio+de+mercado&ots=fHriagB6K0&sig=f0B8MMrSxxiFfsezChfySMTgkJo#v=onepage&q=que%20es%20un%20estudio%20de%20mercado&f=false>
- Geoffrey, R. (2003). *Principios de Marketing. Segunda Edición*. Thomson Editores.
- Heizer, J. y Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. Quinta Edición. México: Pearson Educación: Prentice Hall.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ª Edición)*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- José Luis Munuera Alemán, Ana Isabel Rodríguez Escudero. (2007). *Estrategias de marketing, un enfoque basado en el proceso de dirección*. Madrid: ESIC Editorial.
- Kotler, P.; Armstrong, G. (2003). *Principios de Marketing. 9. ed.* São Paulo: Prentice – Hall.
- KRAJEWSKI, L., RITZMAN, L., & MALHOTRA, M. (2008). *Administración de operaciones. Octava edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- López, C.A.; Mendoza, J.A.; Cuartas, E. . (2008). “Algoritmo para la exploración de todos los valores posibles en el problema del agente viajero (TSP). *Scientia et Technica* 14(39): 399–403.
- municipales, C. (2019). *Ceieg*. Obtenido de Huatusco: http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2019/06/Huatusco_2019.pdf
- MUÑOZ B., C. A. (Abril de 2011). *Scientia Et Technica [en línea]*. . Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84921327042>
- Naresh, M. K. (1997). *Investigación de Mercados Un Enfoque Practico. Segunda Edición*. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Palella, S. y Martins, F. (2008). *Metodología de la Investigación Cuantitativa (2ª Edición)*. Caracas: FEDUPEL.
- Paredes, C., & al, e. (2018). *Scielo*. Obtenido de Análisis del software Grafos, Op. cit.:
https://scholar.google.com/scholar?cluster=3947093872505999691&hl=es&as_sdt=2005&sciodt=0,5
- Pedro López-Roldán, Sandra Fachelli. (Febrero de 2015). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*. Obtenido de 1ra Edición:
https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf

- Puente, M. I., & Gavilánez, Ó. D. (2018). *Programación lineal para la toma de decisiones*. Riobamba ESPOCH: Dirección de publicaciones.
- SEMARNAT. (16 de Junio de 2004). *LEY DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL PARA EL ESTADO DE VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE*. . Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Veracruz/wo77544.pdf>
- Silk, A. J. (2006). *Qué es marketing*. 1. ed. São Paulo,: Artmed.
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones* . México : Pearson Educación.
- Tamayo y Tamayo, M. (2006). *Técnicas de Investigación*. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill.
- Tamayo, M. (2012). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa.
- Ventura-León, J. L. (27 de Junio de 2017). *Scielo*. Obtenido de ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014#:~:text=Sin%20embargo%2C%20una%20muestra%20es,caracter%C3%ADsticas%20que%20se%20pretenden%20estudiar.
- WIKIPEDIA. (s.f.). *Nodo*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Nodo>

Índice de Términos

- **Reciclaje:** Un proceso fisicoquímico mecánico de trabajo, que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado (basura), a un ciclo de tratamiento total y parcial para obtener una materia prima de un nuevo producto. (Barriento, 2010)
- **Residuos:** comprende todo bien u objeto que se obtiene a la vez que el producto principal, e incluye tanto los que han devenido inaprovechables ("desechos"), como los que simplemente subsisten después de cualquier tipo de proceso ("restos" o "residuos" propiamente dichos). (CAMPINS ERITJA, 1994)
- **Residuos sólidos urbanos:** Los residuos sólidos urbanos¹ son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole. (Semarnat)
- **Muestreo estratificado:** El muestreo estratificado es una técnica o procedimiento en la que se divide la población bajo estudio en distintos subgrupos o estratos. Una característica esencial de la estratificación es que cada elemento debe pertenecer a un único estrato, de modo que los estratos son excluyentes (no se superponen)
- **Nodo:** es un espacio en el que confluyen parte de las conexiones de otros espacios reales o abstractos que comparten sus mismas características y que a su vez también son nodos. Todos se interrelacionan de una manera no jerárquica y conforman lo que en términos sociológicos o matemáticos se llama red. Un nodo es un punto en el que una curva se interseca consigo misma. Lo que un nodo es concretamente, depende del tipo de redes a que nos refiramos. (WIKIPEDIA, s.f.)

ANEXOS

Anexo 1 - Encuesta del estudio de mercado



Aceptación de proyecto, centro de compra de residuos reciclables

Generación de residuos reciclables, separación adecuada, iniciativa de venta para analizar la demanda de la zona

¿ A qué comunidad pertenece? *

1. Ixpila
2. Michapa
3. Amatiopa
4. Rincón Ramírez
5. Tlamatoca
6. Carrizal
7. Capulapa
8. Altaluz
9. Potrerillo

¿ Cuántas personas viven en tu hogar?

- | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

Pauta de consumo de papel, indique la cantidad de residuos que genera en una semana

Descripción (opcional)

¿ Cuantos periódicos llegan a tu hogar, en una semana? *

- | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

¿Cuántos catálogos, revistas, libros, y publicidad llega a tu hogar, en una semana? *

- | | | | | | | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Catálogos | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Revistas | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Libros | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Publicidad | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

¿ Cuántos cartón llegan a su hogar, por semana ? *

1. 0
2. 1
3. 2
4. 3
5. 4
6. 5
7. Más de 6 cartones

Pauta de plástico, indique su respuesta tomando en cuenta una semana

Descripción (opcional)

¿Cuántas botellas de plástico PET, llegan a su hogar por semana, por ejemplo: botellas de agua, refrescos, fabuloso, botellas de aceite, botellas de salvo, (plástico transparente) *

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

¿Cuántas botellas de plástico HDPE, genera en su hogar por semana, por ejemplo: envases de lácteos (yogurt), champús para el cabello, botellas de crema corporal, detergentes líquidos (suavitel, cloro, pinol), todos aquellos envases que el plástico es de color *

	1	2	3	4	5	6	7
Envases d...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Champú p...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Botellas de...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Botellas de...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Botellas de...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otros (bot...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

¿Cuántos envases de plástico duro, genera en su hogar por semana? Ejemplo: botes, tarros, bandejas *

- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4

¿Cuántas latas se generan en su hogar por semana? *

	0	1	2	3	4	5	6	7	Más de 8
Latas d...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Latas d...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Latas d...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Latas d...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Otras	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

De los residuos que se generan en su hogar, ¿Cuáles separa? *

- ☐ Papel
- ☐ Plástico
- ☐ Cartón
- ☐ Materia inorgánica y orgánica
- ☐ No separo nada

¿ Usted tiene conocimiento que los residuos sólidos se pueden reciclar? *

- ☐ Sí
- ☐ No

Si hubiera un centro de acopio cercano, en alguna comunidad vecina de esta zona, y le pagaran económicamente por ellos, usted.....

Descripción (opcional)

¿ Estaría dispuesto a separar sus residuos? *

☐ Sí

☐ No

¿ Estaría dispuesto a vender sus residuos? (con ello generaría un ingreso económico y ayudaría al medio ambiente) *

☐ Sí

☐ No

Figura 35. Anexo 1

Anexo 2 - Ley de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y manejo especial para el estado de Veracruz Ignacio de la Llave

En este apartado se identificarán las principales leyes que se relacionen con el proceso del reciclaje y que deban ser tenidas en cuenta para la ejecución del proyecto, estas normas están basadas en la ley de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y manejo especial, en el estado de Veracruz.

A continuación en la siguiente tabla se muestran las leyes para la autorización, ubicación y especificaciones de instalaciones. (SEMARNAT, 2004).

Leyes a tomar en cuenta para la ejecución del proyecto	
Amortización o registro	Artículo 5. Los Ayuntamientos, de conformidad con lo dispuesto por la Ley Orgánica del Municipio Libre, esta Ley, demás leyes del Estado, Normas Oficiales Mexicanas y Normas Técnicas Ambientales, prestarán directamente, a través de sus correspondientes Organismos Operadores o de concesionarios, los servicios públicos de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos de su competencia; y al efecto tendrán las siguientes facultades: XXV. Autorizar, concesionar o contratar una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos urbanos, en términos de lo dispuesto por esta Ley, la Ley Orgánica del Municipio Libre y demás ordenamientos aplicables; Artículo 28. Los establecimientos para el reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán: I. Obtener registro para realizar dichas actividades, otorgado por la autoridad estatal competente; Artículo 31. La instalación y operación de las cadenas productivas que intervienen en la identificación, acopio, almacenamiento, transporte o cualquier otra actividad en preparación de los residuos para su reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento o disposición final, incluyendo grupos de personas de escasos recursos, microempresas familiares y pequeñas empresas que forman parte de las instalaciones para la recuperación de recursos, además de obtener autorizaciones en materia de impacto ambiental y uso del suelo deberán: I. Obtener registro de las autoridades municipales competentes; Artículo 32. La prestación de servicios de reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos requiere de autorización previa de la Secretaría y deberá sujetarse a lo dispuesto en esta Ley y los ordenamientos que de ella deriven. Artículo 35. Las personas interesadas en obtener autorizaciones para llevar a cabo los servicios a terceros para la reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos, según sea el caso, deberán presentar ante la autoridad correspondiente su solicitud de autorización, en donde proporcionen la siguiente información: I. Datos generales de la persona, que incluyan nombre o razón social y dirección completa; II. Nombre y firma del representante legal o técnico de la empresa; III. Descripción e identificación de los residuos que se pretenden manejar; IV. Usos del suelo autorizados en la zona donde se pretende instalar la empresa, planta o instalación involucrada en el manejo de los residuos y croquis señalando ubicación; V. Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de los residuos, en la operación de los procesos, equipos, medios de transporte y otros aspectos relevantes, según corresponda; VI. Programa de prevención y atención a contingencias o emergencias ambientales y accidentes; VII. Memoria fotográfica de equipos, vehículos de transporte e instalaciones cuya autorización se solicite, según sea el caso; VIII. Información de soporte técnico para evaluar la eficiencia y el desempeño ambiental potencial de los procesos o tecnologías a los que se someterán los residuos, así como elementos de información que demuestren que se propone, en la medida de lo posible, la mejor tecnología disponible; IX. Propuesta de seguros o garantías financieras que se requieran; X. Copia de los permisos de la autoridad de Tránsito en su caso; y XI. La que determinen el reglamento de la presente Ley y las Normas Oficiales Mexicanas, normas técnicas ambientales y demás normatividad que resulte aplicable.

Ubicación	Artículo 28. Los establecimientos para el reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán: II. Ubicarse en zonas apropiadas, de conformidad con lo dispuesto por el ordenamiento ecológico territorial y planes de desarrollo urbano, y en lugares que reúnan los criterios que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas y normas técnicas ambientales aplicables; Artículo 31. La instalación y operación de las cadenas productivas que intervienen en la identificación, acopio, almacenamiento, transporte o cualquier otra actividad en preparación de los residuos para su reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento o disposición final, incluyendo grupos de personas de escasos recursos, microempresas familiares y pequeñas empresas que forman parte de las instalaciones para la recuperación de recursos, además de obtener autorizaciones en materia de impacto ambiental y uso del suelo deberán: II. Ubicarse en zonas favorables para la realización de sus actividades de conformidad con la normatividad aplicable;
Especificaciones para instalaciones	Artículo 28. Los establecimientos para el reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberán: III. Operar de manera segura y ambientalmente adecuada, de conformidad con las leyes y regulación en la materia; IV. Contar con programas para prevenir y responder a contingencias o emergencias ambientales y accidentes; V. Contar con personal capacitado y continuamente actualizado; VI. Contar, en su caso, con garantías financieras para asegurar que, al cierre de las operaciones en sus instalaciones, éstas queden libres de residuos y no presenten niveles de contaminación que puedan representar un riesgo para la salud y el ambiente; Artículo 31. La instalación y operación de las cadenas productivas que intervienen en la identificación, acopio, almacenamiento, transporte o cualquier otra actividad en preparación de los residuos para su reutilización, reciclado, remanufactura, tratamiento o disposición final, incluyendo grupos de personas de escasos recursos, microempresas familiares y pequeñas empresas que forman parte de las instalaciones para la recuperación de recursos, además de obtener autorizaciones en materia de impacto ambiental y uso del suelo deberán: III. Operar de acuerdo con los lineamientos de buenas prácticas y medidas de seguridad y desempeño ambiental que establezcan las autoridades competentes; y IV. Proporcionar a las autoridades la información necesaria para integrar el sistema estatal de información sobre la gestión integral de residuos y la prevención y remediación de la contaminación de suelos. Artículo 33. Los responsables de la operación de las empresas que presten a terceros los servicios de reciclado, remanufactura, tratamiento y disposición final de residuos deberán: I. Contar con los permisos y autorizaciones correspondientes; II. Desarrollar sus proyectos y actividades de conformidad con la autorización otorgada por la Secretaría; III. Desarrollar sus proyectos y actividades considerando el volumen y características de los residuos que acopian o almacenan, la frecuencia de ingreso y salida de los residuos de sus instalaciones, la distancia que separa a éstas de las fuentes generadoras a las que atenderán y los sitios en donde se les dará destino final a los residuos; IV. Presentar un informe acerca del manejo y destino otorgado a los residuos de que se trate, con la periodicidad y en los formatos que se determine en las disposiciones legales aplicables; V. Capacitar, acreditar y mantener actualizada la capacitación de los trabajadores involucrados en el manejo de los residuos y la operación de los procesos, tecnologías y equipos que para tal fin se requieran; VI. Establecer y mantener actualizados los programas para prevenir y responder a contingencias o emergencias ambientales; VII. Otorgar fianza que asegure que, al cierre o suspensión de sus operaciones, no se dejen abandonados residuos o suelos contaminados con ellos y se realice la limpieza de dichas instalaciones, según corresponda, en los términos que establezca el reglamento; y VIII. Facilitar el acopio de materiales reciclables, realizando recorridos periódicos en las zonas en las que presten servicios.

Figura 36. Anexo 2

