

DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE COLECTIVO EN LA ZONA NORTE Y SUROESTE DE NOPALA DE VILLAGRÁN EN EL ESTADO DE HIDALGO

DESIGN OF COLLECTIVE TRANSPORT ROUTES IN THE NORTH AND SOUTHWEST AREA OF NOPALA DE VILLAGRÁN IN THE STATE OF HIDALGO

Lujan Maturano Sandy ^a, Bravo Toribio Anajely ^b, Valdivieso Ramírez Gerardo ^b

^{a, b} Tecnológico Nacional de México/ITSOEH, División de Ingeniería en Logística, Paseo del Agrarismo 2000, Carr. Mixquiahuala – Tula km2.5, Mixquiahuala de Juárez, C.P. 42700, Hidalgo, México. slujan@itsoeh.edu.mx

RESUMEN. En la presente investigación se analiza el diseño de una nueva red de ruta de transporte público en el municipio de Nopala de Villagrán en el Estado de Hidalgo, a través del programa de ordenamiento de transporte convencional propuesto por la secretaría de movilidad y transporte en el Estado de Hidalgo. En este contexto se tiene como objetivo el estudio de factibilidad para el concesionamiento de nuevas rutas de transporte colectivo que ha involucrado en mejorar la movilidad y facilitar el transporte en los usuarios, sin embargo un factor importante que impacta la movilidad en el municipio son las escasas vías de comunicación que conectan con los municipios aledaños contando solo con caminos y libramientos de terracería por lo que el municipio carece de la movilidad continua y eficiente para sus habitantes. A partir de la investigación realizada se ha identificado una nueva red de rutas de transporte público a través de la demanda así como identificar las zonas de ascenso y descenso y recorrido de las rutas específicamente en el itinerario y derrotero. La metodología aplicada fue a través del diseño del procedimiento de identificación y propuestas de nuevas rutas mediante métodos de dimensionamiento que involucra el número de unidades óptimas de operación y programación de servicios como factibilidad técnica del diseño de ruta.

Palabras clave: diseño de ruta, transporte público, usuarios.

ABSTRACT. This research analyzes the design of a new public transportation route network in the municipality of Nopala de Villagrán in the State of Hidalgo, through the conventional transportation planning program proposed by the Ministry of Mobility and Transportation in the State from Hidalgo. In this context, the objective is to study the feasibility of concessioning new public transport routes, which has involved improving mobility and facilitating transportation for users. However, an important factor that impacts mobility in the municipality is the limited communication routes that connect with the surrounding municipalities, only having dirt roads and bypasses, so the municipality lacks continuous and efficient mobility for its inhabitants. Based on the research carried out, a new network of public transport routes has been identified through demand, as well as identifying the ascent and descent areas and routes of the routes specifically in the itinerary and route. The methodology applied was through the design of the identification procedure and proposals for new routes through sizing methods that involve the number of optimal operation units and service programming as technical feasibility of the route design.

Key words: route design, public transport, users.

INTRODUCCIÓN

El sistema de transporte convencional de Hidalgo otorga servicios de transporte público convencional que atiende las necesidades en materia de movilidad para contribuir al desarrollo de servicios de transporte eficiente, accesible, seguro e innovador para mejorar la calidad de vida y competitividad en la región, pero existen localidades en el municipio de Nopala de Villagrán donde el servicio de transporte es insuficiente careciendo de la red de rutas y transporte público ¹.

El sistema de transporte colectivo de pasajeros tiene un papel importante como servicio de movilidad para ofrecer un servicio sostenible de desplazamiento a la ciudadanía de la cabecera municipal, aportando al

crecimiento económico y conexión a los pobladores con servicios esenciales como educación, salud, actividades laborales, servicios básicos, entre otros.

Los pobladores de las localidades del norte y suroeste del municipio de Nopala de Villagrán, han atravesado dificultades que no permite la movilidad eficiente y continua para atender sus actividades diarias al no tener acceso de servicio público colectivo y sin conexión entre las demás localidades optando por otras alternativas como el servicio particular o en algunos casos individual generando altos costos tarifarios repercutiendo en su economía al no poder cubrir el costo, debido a los bajos recursos económicos que presenta la sociedad ².

Cabe hacer mención que el servicio individual no es accesible para todos los usuarios residentes de las diferentes localidades del municipio, debido a que las unidades particulares se mantienen en un sitio específico en espera del cliente, siendo que no todos tienen la accesibilidad acercarse al punto o sitio de ubicación de las unidades que ofrecen el servicio por lo que algunos usuarios se ven obligados a caminar distancias considerables para obtener el servicio.

Las actuales rutas de transporte público colectivo no conectan con todas las localidades entre sí, y a su vez con la cabecera municipal, siendo la cabecera municipal la que conecta con otros municipios vecinos. En este sentido otro factor que impacta la movilidad en el municipio en mención es la naturaleza de las escasas vías de comunicación, tanto estatales como federales que conectan con las localidades del municipio, contando únicamente con caminos y libramientos de terracería o empedrados.

Por medio de la plataforma del Sistema de Información Georreferenciada de Transporte Convencional de Hidalgo (SIGTCH), no se encontró información sobre el acceso de rutas y unidades de transporte colectivo en las localidades del noroeste y suroeste de Nopala de Villagrán que se encuentren en operación ofreciendo servicio a las localidades de la cabecera municipal.

Lo anterior determina que no hay registros de solicitudes de concesiones de transporte en modalidad de servicio colectivo parte falta de conocimiento en relación al procedimiento, requerimientos y formalidades al otorgamiento de concesiones a los interesados en ofrecer el servicio.

A través de la Secretaría de Movilidad y Transporte de Hidalgo., se realizó este trabajo de investigación integrando los elementos necesarios para identificar una nueva red de rutas de transporte público para satisfacer la demanda del servicio, mediante un estudio de factibilidad que dio cobertura a las localidades del municipio que no cuentan con el servicio de transporte convencional ¹.

Dicha propuesta de apertura de una nueva red de rutas de transporte público colectivo se centra en el análisis de un estudio de factibilidad que ha dado

cobertura a las localidades que no cuentan con el servicio propuesto a través de la gestión de la Secretaría de Movilidad y Transporte. Como parte de la investigación

METODOLOGÍA

De acuerdo al desarrollo de la investigación presenta un enfoque de tipo cualitativo e inductivo que parte de una realidad por descubrir y entender, así como la forma de pensar y actuar del municipio en cuanto a la situación actual del sistema de transporte que existe en Nopala de Villagrán y las posibles rutas a existir para solucionar los problemas de movilidad ³.

El método de la presente investigación es de tipo inductivo. Como refieren los autores (Hernández et al., 2014), las investigaciones cualitativas están basadas en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas). De este modo, se hace el desarrollo de un análisis sobre el sistema de transporte utilizado en el estado para el concesionamiento de rutas de transporte para el municipio de Nopala.

En cumplimiento del objetivo el tipo de diseño fue investigación-acción, la cual consiste en analizar y solucionar problemáticas específicas de una sociedad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad) para dar cumplimiento a la cobertura de nuevas redes de transporte público satisfaciendo la demanda de servicio requerida.

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo debido a que se determinó la búsqueda de las cualidades y propiedades fundamentales sobresalientes para la identificación y diseño de rutas 10PNL Y 11PNL mediante parámetros como la densidad poblacional y principales localidades atendidas a alas rutas correspondientes de acuerdo a la plataforma INEGI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo de esta investigación se dio como resultado al objetivo planteado, la identificación de la demanda del servicio con base a la densidad de la población por unidad de superficie (localidades) para la generación de una nueva red de rutas de transporte público colectivo.

De acuerdo a la página del INEGI en su apartado de Mapa Digital de México (Sistema de consulta), las principales localidades con mayor densidad poblacional por unidad de superficie, las rutas propuestas a activar partirán de la cabecera municipal. Dentro de la zona de estudio se detectó que la localidad de San Sebastián Tenochtitlán es la única localidad ubicada al Norte del municipio de Nopala de Villagrán con la mayor densidad poblacional con 2409 habitantes, así mismo ganándole a la cabecera municipal que cuenta con 1155 habitantes ⁴.

La cabecera municipal es el centro en el cual la ruta partirá desde ese punto, como se muestra en la Figura 1.

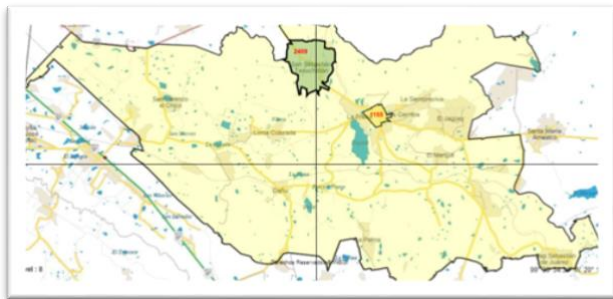


Figura 1. Demanda con base a la densidad poblacional zona Norte de Nopala de Villagrán.

Esta localidad se contempló como parte del origen-destino y viceversa para la ruta a activar. Los resultados obtenidos para la zona Suroeste se obtienen lo siguiente: Las localidades ubicadas al Suroeste del municipio con mayor demanda de servicio con base a la densidad poblacional son las localidades de La Presa con 422 habitantes, Loma Colorada con 286 habitantes, Humini con 239 habitantes, Dañu con 249 habitantes y por último Puerto Dañu con 179 habitantes. La cabecera municipal es el centro en el cual la ruta partirá desde ese punto. Se contemplaron estas localidades como parte del origen-destino y viceversa para la ruta a activar, como se muestra en la Figura 2.

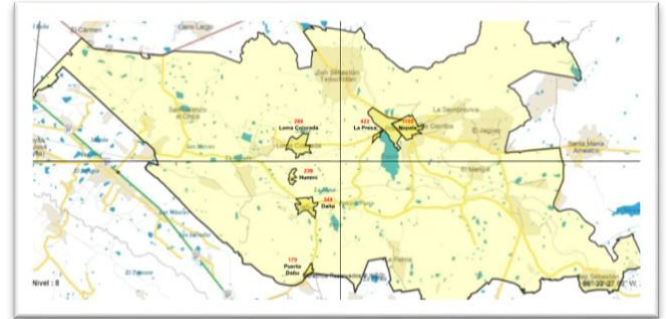


Figura 2. Demanda con base a la densidad poblacional Zona Suroeste de Nopala de Villagrán.

A continuación, se muestran las propuestas de los croquis con las ubicaciones de las rutas de la Zona Norte y Suroeste del municipio de Nopala de Villagrán.

Croquis Zona Norte (Ruta 12 NPLC). Para la identificación y medición longitudinal de la ruta, para esta ruta conectará la cabecera municipal con la localidad de San Sebastián Tenochtitlán siendo estos los lugares de origen/destino y viceversa.

Croquis Zona Suroeste (Ruta 13 NPLC). Para la identificación y medición longitudinal de la ruta, esta ruta conectará la cabecera municipal con las localidades de La Presa > Loma Colorada > Humini > Dañu y Puerto Dañu, esta última localidad es el punto de inicio/cierre del recorrido de la ruta y las localidades por el cual la ruta atravesará son los puntos de origen/destino y viceversa de los usuarios,

Características técnicas de la ruta Zona Norte (12 NPL C). A continuación, se muestra la tabla 1, la descripción de las características técnicas de la ruta en la zona Norte de Nopala de Villagrán, este municipio conforma parte de la región Tula-Tepeji, la submodalidad adecuada para la operación de unidades es tipo "Rural" de acuerdo con lo establecido en el artículo 51 de la Ley de Movilidad y Transporte ⁵.

Tabla 1. Características técnicas de la ruta 12 NPL C.

Municipio:	Nopala de Villagrán	
Región:	TULA-TEPEJI (Nopala pertenece a esta región, como se muestra en la figura 3)	
Modalidad:	Colectivo	
Submodalidad propuesta:	RURAL (de acuerdo al artículo 51 de la Ley de Movilidad y Transporte)	
Clave mnemotécnica propuesta:	12 NPL C (continuación de serie alfanumérica basado en registros históricos)	
Longitud de ruta	6.3	Kilómetros
Kilómetros federales detectados	0	Kilómetros
Kilómetros estatales detectados	5.5	Kilómetros
Tramo de terracería	0	Kilómetros
Tramo pavimentado	6.3	Kilómetros
Tramo empedrado	0	Kilómetros
Tiempo de recorrido sin paradas de ida	11	Minutos
Tiempo de recorrido sin paradas de regreso	11	Minutos
Paradas detectadas en ida y regreso	10	Paradas
Tiempo estimado por parada	1	Minuto
Tiempo estimado de ciclo completo	32	Minutos
Velocidad media de la ruta	20	Km*Hr
Velocidad de marcha máxima alcanzada	30	Km*Hr

Características técnicas de la ruta Zona Suroeste (13 NPL C).
Tabla 2. Características técnicas de la ruta 12 NPL C.

Municipio:	Nopala de Villagrán	
Región:	TULA-TEPEJI (Nopala pertenece a esta región, como se muestra en la figura 3)	
Modalidad:	Colectivo	
Submodalidad propuesta:	RURAL (de acuerdo al artículo 51 de la Ley de Movilidad y Transporte)	
Clave mnemotécnica propuesta:	13 NPL C (continuación de serie alfanumérica basado en registros históricos)	
Longitud de ruta	16.1	Kilómetros
Kilómetros federales detectados	0	Kilómetros
Kilómetros estatales detectados	1.24	Kilómetros
Tramo de terracería	0	Kilómetros
Tramo pavimentado	12.6	Kilómetros
Tramo empedrado	3.5	Kilómetros
Tiempo de recorrido sin paradas de ida	34	Minutos
Tiempo de recorrido sin paradas de regreso	34	Minutos
Paradas detectadas en ida y regreso	30	Paradas
Tiempo estimado por parada	1	Minutos
Tiempo estimado de ciclo completo	98	Minutos
Velocidad media de la ruta	20	KM*HR
Velocidad de marcha máxima alcanzada	30	KM*HR

Identificación de itinerario y derrotero de las rutas. A continuación, se muestran los itinerarios y derroteros de las rutas en las zonas Norte y Suroeste del municipio de Nopala de Villagrán, en el cual se identificaron la secuencia de los puntos de la trayectoria que define, direcciona y describe el camino que va a ser recorrido las rutas.

Itinerario y derrotero ruta Zona Norte (12 NPL C). Se describe en la Figura 3, las principales calles, avenidas, entre otros, por donde recorre la ruta desde su punto de origen hasta su punto destino y viceversa.

ITINERARIO			
<p>IDA *** ITINERARIO: I.C. BASE PRESIDENCIA MUNICIPAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN HIDALGO --- CONT. NORTE POR CARR. HIDALGO HACIA CARR. REFORMA --- V.I. CONT. CARR. REFORMA --- V.D. A GÓMEZ FARIAS --- V.I. 1ª INTERSECCION HACIA PINO SUÁREZ --- V.D. CONT. CARR. VICENTE VILLAGRÁN/HGO 21 --- CONT. CARR. HGO 21 --- V.D. BENITO JUÁREZ --- SAN SEBASTIÁN TENICHTITLÁN HIDALGO.</p> <p>REGRESO *** SAN SEBASTIÁN TENICHTITLÁN HIDALGO --- CONT. SUROESTE HACIA CARR. HGO 21 --- V.I. CONT. CARR. HGO 21 --- V.I. CONT. CARR. PINO SUÁREZ --- V.D. GÓMEZ FARIAS --- V.I. REFORMA --- CONT. HIDALGO --- PRESIDENCIA MUNICIPAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN HIDALGO C.C.</p>			
I.C.	V.I.	C.C.	C.IERRE DE CIRCUITOS
BLVD.			
V.D.	V.U.	CONT.	CONTINUA
SIN.	SIN NOMBRE		
DERROTERO			
NOPALA DE VILLAGRÁN (CABECERA) – SAN SEBASTIAN TENOCHTITLAN			

Figura 3. Itinerario y derrotero de la ruta de la zona Norte de Nopala (12 NPL C).

Itinerario y derrotero ruta Zona Suroeste (13 NPL C). Como se muestra en la Figura 4, a través de la herramienta de Google Maps, se describió cada una de las vías públicas por las que deben circular las unidades del servicio de transporte público de pasajeros por sentido, que une el punto de salida y otro de llegada en la ruta establecida. Es decir, se describieron las principales calles, avenidas, etc.; por donde recorre la ruta desde su punto de origen hasta su punto destino y viceversa.

ITINERARIO			
<p>IDA ** ITINERARIO: I.C. BASE (CABECERA) PRESIDENCIA MUNICIPAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN --- CONT. GÓMEZ FARIAS HACIA PINO SUÁREZ --- CONT. NORTE POR HIDALGO HACIA REFORMA --- V.I. CON DIRECCION A REFORMA --- V.D. A GÓMEZ FARIAS --- V.I. EN LA 1ª INTERSECCION HACIA PINO SUÁREZ --- CONT. CARR. PINO SUÁREZ HACIA CARR. LA PRESA --- V.D. A CARR. EL CEDAZO --- CONT. CARR. LA PRESA --- V.I. --- V.D. CONT. POR CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- V.I. --- V.D. --- V.I. HACIA CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- V.D. CON DIRECCION A CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- V.D. --- V.I. --- PUERTO DAÑU NOPALA DE VILLAGRÁN HGO.</p> <p>REGRESO ** EL PUERTO DAÑU NOPALA DE VILLAGRÁN --- CONT. CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- SURESTE --- V.I. CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- V.I. A CARR. DAÑU-ENCINILLAS --- V.D. --- V.I. --- CONT. CARR. LA PRESA HACIA NOPALA --- V.D. --- V.I. --- V.D. CARR. LA PRESA --- CONT. CARR. LA PRESA --- CONT. CARR. EL CEDAZO --- CONT. CARR. LA PRESA --- CONT. PINO SUÁREZ HACIA GÓMEZ FARIAS EN CENTRO --- V.I. --- CONT. PINO SUÁREZ --- CONT. GÓMEZ FARIAS --- CONT. CARR. HIDALGO --- GÓMEZ FARIAS --- V.I. --- REFORMA --- V.D. --- HIDALGO --- V.I. BASE PRESIDENCIA MUNICIPAL DE NOPALA DE VILLAGRÁN C.C.</p>			
I.C.	V.I.	C.C.	C.IERRE DE CIRCUITOS
BLVD.			
V.D.	V.U.	CONT.	CONTINUA
SIN.	SIN NOMBRE		
DERROTERO			
NOPALA DE VILLAGRÁN (CABECERA) - LA PRESA - LOMA COLORADA - HUMINI - DAÑU - EL PUERTO DAÑU			

Figura 4. Itinerario y derrotero de la ruta de la zona Norte de Nopala (13 NPL C).

Identificación de paradas de ascenso y descenso de usuarios. Por usos y costumbres de la población del municipio, los usuarios suelen solicitar a los conductores el descenso en cualquier parte provocando la demora de los tiempos de traslado, por lo que se tomó en cuenta realizar los itinerarios donde se especifiquen las paradas autorizadas por el organismo con la finalidad de acostumar a los usuarios a solo ascender y descender en puntos específicos.

A través de la herramienta de Google Maps, se llevó a cabo la medición del número de paradas de ascenso y descenso de usuarios para la ruta Norte de Nopala, tomando en cuenta técnicamente la separación entre cada una de las paradas, recomendando sea a una distancia entre 300 a 500 metros siendo esta una medida para minimizar el desgaste de la unidad.

Las coordenadas son expresadas en el sistema UTM en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

1 Paradas de ascenso y descenso en ruta Zona Norte (12 NPLC). A continuación, se muestra la figura 5, con los resultados obtenidos de las ubicaciones de los puntos de ascenso y descenso de usuarios para la ruta de la zona Norte, en el cual se obtienen lo siguiente:

RUTA	DIRECCIÓN	ENTRE	X	Y
12 NPL C	CENTRO, 42470 NOPALA, HGO.	FRENTE A JARDIN DE NIÑOS JOSE MARIA PINO SUÁREZ CARR. PINO SUÁREZ Y CALLE PROF. BENJAMIN GARCIA URIBE	20.253736	-99.850587
12 NPL C	VICENTE VILLAGRÁN 1015, CENTRO, 42470 NOPALA, HGO.	CARR. HGO21 FRENTE A LIENZO CHARRO DE REGIONALES DE NOPALA	20.254477	-99.854272
12 NPL C	HGO 21, CENTRO, 42474 NOPALA, HGO.	CARR. HGO21 FRENTE A COBAEH NOPALA	20.279178	-99.883829
12 NPL C	COL. EL CALVARIO, SAN SEBASTIÁN TENOCHTITLÁN, HGO.	CARR. HGO21 ENTRE CALLE EMPEDRADA FRENTE A PLACA DE OBRA PÚBLICA	20.280287	-99.888248
12 NPL C	HGO 21, NOPALA, 42486 NOPALA, HGO.	CARR. HGO21 Y CALLE BENITO JUÁREZ FRENTE A KIOSKO	20.252447	-99.847483

Figura 5. Ubicación de paradas de ascenso y descenso de usuarios ruta Zona Norte de Nopala de Villagrán (12 NPL C)

Paradas de ascenso y descenso en ruta Zona Suroeste (13 NPL C). A continuación, se muestra la figura 6 con los resultados obtenidos de las ubicaciones de los puntos de ascenso y descenso de usuarios para la ruta de la zona Suroeste, en el cual se obtienen lo siguiente:

RUTA	DIRECCIÓN	ENTRE	X	Y
13 NPL C	CENTRO, 42470 NOPALA, HGO.	POR EL JARDIN DE NIÑOS JOSE MARIA PINO SUÁREZ ENTRE CALLE PINO SUÁREZ Y CALLE PROF. BENJAMIN GARCIA URIBE	20.250447	-99.651447
13 NPL C	PINO SUÁREZ, CENTRO, 42470 NOPALA, HGO.	CRUCERO POR LA UNIDAD DEPORTIVA CARR. PINO SUÁREZ ANTES DE LLEGAR A LA CALLE DE PETROLEOS MEXICANOS	20.248065	-99.657014
13 NPL C	CENTRO, 42474 NOPALA, HGO.	POR LA CARRETERA PINO SUÁREZ Y CALLE CAM. AL DESTELLO	20.248352	-99.660133
13 NPL C	42481 NOPALA, HGO.	POR CARRETERA PINO SUÁREZ HACIA CARRETERA LA PRESA ANTES DE CRUZAR LAS VIAS DEL TREN	20.247919	-99.662057
13 NPL C	DOMICILIO CONOCIDO, LA PRESA, NOPALA DE VILLAGRÁN, NOPALA, HGO.	CARRETERA LA PRESA FRENTE A LA CAPILLA DE SAN FRANCISCO DE ASIS	20.247919	-99.662057
13 NPL C	LA PRESA, NOPALA, HGO.	CARRETERA LA PRESA ENTRE CALLE EMPEDRADA Y PLACAS DE OBRAS PÚBLICAS	20.240723	-99.690292
13 NPL C	CARR. LA PRESA 27, 42474 HGO.	CARRETERA LA PRESA ENTRE CALLE DE TERRACERÍA	20.241122	-99.707102
13 NPL C	LOMA COLORADA, NOPALA DE VILLAGRÁN, HGO.	CARRETERA LA PRESA ENTRE CALLE DE TERRACERÍA Y TIENDA DE ABARROTOS	20.225295	-99.711596
13 NPL C	LOMA COLORADA, NOPALA DE VILLAGRÁN, HGO.	LIBRAMIENTO EMPEDRADO HACIA CARRETERA DAÑU-ENCINILLAS ANTES DE LLEGAR A HUMINI	20.219828	-99.714539
13 NPL C	HUMINI, NOPALA DE VILLAGRÁN, HGO.	LIBRAMIENTO EMPEDRADO HACIA CARRETERA DAÑU-ENCINILLAS	20.208944	-99.706202
13 NPL C	HUMINI, NOPALA DE VILLAGRÁN, HGO.	LIBRAMIENTO EMPEDRADO HACIA CARRETERA DAÑU-ENCINILLAS POR ESTANQUE DE PESCA	20.20646	-99.704112
13 NPL C	DAÑU, NOPALA DE VILLAGRÁN, HGO.	CARR. DAÑU-ENCINILLAS FRENTE A ESCUELA PRIMARIA BENITO JUAREZ	20.204541	-99.702335
13 NPL C	CARR. DAÑU-ENCINILLAS, 42480 HGO.	CARR. DAÑU-ENCINILLAS FRENTE A KIOSKO	20.178019	-99.701286
13 NPL C	CARR. DAÑU-ENCINILLAS, HIDALGO	CARR. DAÑU-ENCINILLAS CON ENTRADA HACIA TELESECUNDARIA 64	20.252447	-99.647483
13 NPL C	EL PUERTO DAÑU, DE VILLAGRÁN, HGO.	CARR. DAÑU-ENCINILLAS FRENTE A PARROQUIA SAN JOSÉ	20.238532	-99.710076

Figura 6. Ubicación de paradas de ascenso y descenso de usuarios ruta Zona Norte de Nopala de Villagrán (13 NPL C).

Ubicación de bases en ruta Zona Norte (12 NPLC). Cada una de las rutas propuestas tienen como origen/destino la cabecera municipal, por el cual se recomienda que la base de unidades colectivas esté situada en la zona centro, en este caso en la Plaza Principal, cuyas coordenadas son 20.25203547882679, -99.64476745964814.

La localidad de San Sebastián Tenochtitlán es el origen/destino de los usuarios que viajan a la zona norte de Nopala, es por ello, que se recomienda que la base de unidades colectivas esté situada en el centro de la localidad, específicamente en alrededor del jardín de la comunidad, sus coordenadas son 20.280104208826003, -99.68816676550482 y cuyo espacio es amplio para el arribo de las unidades,

Ubicación de bases en ruta Zona Suroeste (13 NPLC). Cada una de las rutas propuestas tienen como origen/destino la cabecera municipal, por el cual se recomienda que la base de unidades colectivas esté situada en la zona centro, en este caso en la Plaza Principal, cuyas coordenadas son 20.25203547882679, -99.6447674596481.

Identificación de número de unidades a operar en ruta Zona Norte (12 NPL C). El tipo de unidades a operar en la ruta, serán vagonetas con capacidad máxima de 17 pasajeros incluyendo al conductor, el tiempo de recorrido de la ruta es de 32 minutos a una velocidad de 30 km, el cual se estima tentativamente 62 pasajeros por hora y cuyo cálculo de dimensionamiento en base a la metodología del autor Molinero da como resultado el requerimiento de 4 vehículos necesarios para operar en la ruta, como se muestra en la figura 7 (Molinero Molinero y Sánchez Arellano 2002)⁶.

Definición	Concepto	Simbología	Unidad de Medida	Datos	Observación
Prever una capacidad adecuada que permita cumplir con la demanda. Otorgar cierta frecuencia mínima con el fin de mantener un servicio	Intervalo	I	minutos	11.52	(Factor Calculable)
Número de asientos disponibles para transportar	Capacidad Vehicular	Cv	pasajeros	17	(No se contemplan pasajeros de pie)
Se presenta en la sección de máxima demanda siendo el mayor abastecimiento de usuarios como un parámetro	Volumen de Diseño	P	pasajeros/hora	62	(Factor Variable)
Total de minutos de O-D y D-O (Origen - Destino y Destino - Origen)	Tiempo de Recorrido	tr	minutos	32	(Factor Variable)
Velocidad por medio de una unidad, en la cual se incluye los tiempos de paradas y demoras	Velocidad de Operación	Vo	km	30	(Factor Variable)
Es el tiempo de recorrido más tiempo en paradas y su tiempo en base	Tiempo de Ciclo	tc	minutos	42	(Factor Variable)
Cociente del número de pasajeros en un vehículo	Factor de Ocupación	α	---	0.7	valor predeterminado (valor truncado a 0.7)
Vehículos Necesarios				4	

Figura 7. Ruta 12 NPL C (Zona Norte) > Método de Molinero (Programación del Servicio).

Identificación de número de unidades a operar en ruta Zona Suroeste (13 NPL C). El tipo de unidades a operar en la ruta Zona Suroeste (13 NPL C), serán vagonetas con capacidad máxima de 17 pasajeros incluyendo al conductor, el tiempo de recorrido de la ruta es de 98 minutos a una velocidad de 30 km, el cual se estima tentativamente 24 pasajeros por hora y cuyo cálculo de dimensionamiento en base a la metodología del autor Molinero ⁶ da como resultado el requerimiento de 3 vehículos necesarios para operar en la ruta, como se muestra en la Figura 8.

Metodo de Molinero (Programación del Servicio)					
Definición	Concepto	Simbología	Unidad de Medida	Datos	Observaciones
Prever una capacidad adecuada que permita cumplir con la demanda. Ofrecer cierta frecuencia mínima con el fin de mantener un servicio	Intervalo	i	minutos	29.750000	(Factor Calculable)
Número de asientos disponibles para transportar	Capacidad Vehicular	Cv	pasajeros	17	(No se contemplan pasajeros de pie)
Se presenta en la sección de máxima demanda siendo el mayor aboraje de usuarios como un parámetro	Volumen de Diseño	p	pasajeros*hora	24	(Factor Variable)
Total de minutos de O-D y D-O (Origen - Destino y Destino - Origen)	Tiempo de Recorrido	tr	minutos	98	(Factor Variable)
Velocidad por medio de una unidad, en la cual se incluye los tiempos de parada y demoras	Velocidad de Operación	Vo	km	30	(Factor Variable)
Es el tiempo de recorrido mas su tiempo en base	Tiempo de Ciclo	tc	minutos	98	(Factor Variable)
Cociente del número de pasajeros en un vehículo	Factor de Ocupación	α	***	0.7	(valor predeterminado)
Vehículos Necesarios				2	(Valor truncado o redondeado)

Figura 8. Ruta 13 NPL C (Zona Suroeste) > Método de Molinero (Programación del Servicio).

Identificación de número de unidades a operar en ruta Zona Norte (12 NPL C). El cálculo de dimensionamiento con base a la metodología de los autores Jhonn Jairo y Carlos Alberto González Calderón da como resultado el requerimiento de 4 unidades necesarias para operar en la ruta en Zona Norte (12 NPL C) con una longitud de 6.3 km y el tiempo de recorrido de 42 minutos, cuya unidad a operar será tipo vagoneta con una capacidad de 17 pasajeros incluyendo al conductor, el cual se estima tentativamente 62 pasajeros transportados por hora en un ciclo/viaje, como se muestra en la **Figura 9**.

Metodo de Jhonn Jairo y Carlos Alberto González Calderón				
Concepto	Simbología	Datos	Requisitos	Valores
Longitud de la Ruta	Km	6.3	Velocidad Comercial	0.20
Tiempo de recorrido	Min	32	Índice de Pasajeros por	9.84127
Pasajeros transportados en un viaje	Pasajeros*1Hr	62	Frecuencia Requerida	3.65
Demanda por el servicio	Pasajeros*1 Ciclo	62	Intervalo	8.8
Capacidad Ofrecida de la Unidad	Usuarios	17	Vehículos Necesarios	4
Periodo de Operación	Min	32		

Figura 9. Ruta 13 NPL C (Zona Norte) > Método de Molinero (Programación del Servicio).

Identificación de número de unidades a operar en ruta Zona Suroeste (13 NPL C).

El cálculo de dimensionamiento en base a la metodología de los autores Jhonn Jairo y Carlos Alberto González Calderón, da como resultado el requerimiento de 2 unidades necesarias para operar en la ruta en Zona Suroeste (13 NPL C) con una longitud de 16.1 km y el tiempo de recorrido de 98 minutos, cuya unidad a operar será tipo vagoneta con una capacidad de 17 pasajeros incluyendo al conductor, el cual se estima tentativamente 24 pasajeros transportados por hora y 27 pasajeros transportados en un ciclo/viaje, como se muestra en la **Figura 10**.

Metodo de Jhonn Jairo y Carlos Alberto González Calderon				
Concepto	Simbología	Datos	Requisitos	Valores
Longitud de la Ruta	Km	16.1	Velocidad Comercial	0.16
Tiempo de recorrido	Min	98	Índice de Pasajeros por	1.49068
Pasajeros transportados en un viaje	Pasajeros*1Hr	24	Frecuencia Requerida	1.59
Demanda por el servicio	Pasajeros*1 Ciclo	27	Intervalo	61.7
Capacidad Ofrecida de la Unidad	Usuarios	17	Vehículos Necesarios	2
Periodo de Operación	Min	98		

Figura 10. Ruta 13 NPL C (Zona Suroeste)> Método de Jhonn Jairo y Carlos Alberto González Calderón.

CONCLUSIONES

Al realizar el diseño de rutas de transporte colectivo en la zona norte y suroeste del municipio de Nopala de Villagrán, se concluye que es factible para las dos zonas debido al incremento poblacional, atendiendo en promedio general a la mayoría de la población de 12 años en adelante. Atenderá 2 localidades de las cuales ambas son de alta concentración poblacional en la zona norte y en la zona suroeste 4.atenderá 6 localidades, de las cuales 1 es de alta concentración poblacional y 5 de mediana concentración poblacional.

La propuesta soluciona la problemática que viven los pobladores de la cabecera municipal, apegándose a la normatividad aplicable respecto a la Ley de caminos y puentes federales.

AGRADECIMIENTOS Y/O RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a la Secretaría de Movilidad y Transporte de Hidalgo para el desarrollo de la investigación y facilitar la información y elementos pertinentes para efectos de la información.

REFERENCIAS

1. Secretaría de Movilidad y Transporte (SEMOTH). Funciones de la Secretaría de Movilidad y Transporte. s.f. Recuperado el 12 de Octubre de 2023 <https://movilidadytransporte.hidalgo.gob.mx/>.
2. Instituto de Estadística y Geografía (INEGI). Espacio y Datos de México > Nopala de Villagrán. 03 de Mayo de 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?aq=13044>.
3. Hernández, Roberto Sampieri, Carlos Fernández Collado, y Pilar Baptista Lucio. Metodología de la Investigación. McGraw Hill/ Interamericana Editores S.A de C.V., 2014.
4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Espacio y Datos de México > Nopala de Villagrán. 03 de Mayo de 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?aq=13044>.
5. Ley de Movilidad y Transporte para el Estado de Hidalgo y su Reglamento. Pachuca de Soto, 2019.
6. Molinero Molinero, Angel, y Ignacio Sánchez Arellano. «Programación de Servicio.» En Transporte Público, Planeación, Diseño, Operación y Administración, de Angel Molinero Molinero. Ciudad de México: Fundación ICA, A.C., 2002.