



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE URBANO
PARA LA ZONA METROPOLITANA DE
CHETUMAL**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PLANEACIÓN**

**PRESENTA
GERARDO DANIEL LÓPEZ MONTEJO**

**DIRECTORA
DRA. MARIA LOURDES CASTILLO VILLANUEVA**

**ASESORES
DRA. BONNIE LUCIA CAMPOS CAMARA
DRA. HERLINDA SILVA POOT
DRA. MARÍA LUISA HERNÁNDEZ AGUILAR
DR. DAVID VELÁZQUEZ TORRES**



Chetumal, Quintana Roo, México, Agosto de 2016



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE URBANO PARA
LA ZONA METROPOLITANA DE CHETUMAL**

TRABAJO DE TESIS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DEL
PROGRAMA DE POSGRADO EN PLANEACIÓN Y APROBADA COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO

MAESTRO EN PLANEACIÓN

COMITÉ DE TESIS

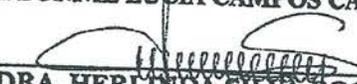
DIRECTORA:


DRA. MARIA LOURDES CASTILLO VILLANUEVA

ASESOR:


DRA. BONNIE LUCIA CAMPOS CÁMARA

ASESOR:


DRA. HERLINDA SILVA FOOT

ASESOR:


DRA. MARIA LUISA HERNÁNDEZ AGUILAR

ASESOR:


DR. DAVID VELAZQUEZ TORRES



Chetumal, Quintana Roo, México, Agosto de 2016



DEDICATORIA

*A Daniela y Frida, mi motivacion para
que todo mejore. Gracias por todo lo que
me siguen enseñando, las amo.*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, con los que siempre cuento, gracias por su cariño y apoyo.

A mi hermano, por quien no me dejo caer.

A mis tias Nela y Chabe, las quiero, gracias por educarme y apoyarme.

A mis hijas que me enseñan las cosas mas importante en la vida.

A ti, Genesis, por tu apoyo y comprensión infinita, te amo.

A la Universidad de Quintana Roo por la oportunidad de concluir mis estudios de Maestría

Al Centro de Información Geográfica por todo el crecimiento profesional que he podido lograr.

A la Dra. Maria Lourdes Castillo Villanueva, Directora de esta tesis y guia. Agradezco poder estar cerca de una persona de quien se puede aprender demasiado.

A mis compañeros del Centro de Información Geográfica, con quienes he compartido mas que trabajo.

Al Comité de Asesores: Dra. Bonnie Campos Camara, Dra. Herlinda Silva Poot, Dra. María Luisa Hernández Aguilar y Dr. David Velazques Torres, por todo su apoyo.

Contenido

Resumen	i
I.1. Objetivo general	iii
I.2. Objetivos específicos	iii
Introducción.	1
I. Diagnóstico del Sistema de transporte urbano de la zona metropolitana de Chetumal	6
I.1. Articulación de la red vial	6
I.2. Flota operacional	6
I.3. Rutas de servicio de transporte urbano	8
I.4. Ubicación de paraderos	9
I.5. Padrón de prestadores de servicio de transporte urbano	11
I.6. Encuesta opinión a los usuarios	15
II. Metodología del desarrollo de la EDMO	20
II.1. Diseño de la encuesta	20
II.2. Marco conceptual	21
II.3. Periodo de levantamiento	22
II.4. Método de levantamiento	22
II.5. Instrumento de captación	22
II.6. Cobertura geográfica	22
II.7. Diseño estadístico	25

II.8. Operativo	31
II.9. Procesamiento	33
III. Principales resultados de la EDMO	35
III.1. Vehículos	35
III.2. Hogares	37
III.3. Viajes	41
III.4. Viajeros	63
IV. Modelo del Sistema Integral de Transporte Urbano (SITU)	67
IV.1. Flujos de Origen-Destino	67
IV.2. Rutas internas y externas	77
IV.3. Demanda potencial	82
V. Conclusiones	84
Glosario de términos	87
Bibliografía	89
Anexos	91

Índice de Mapas

Mapa 1. Rutas de transporte urbano	8
Mapa 2. Ubicación de paraderos en el área de estudio	10
Mapa 3. Área de estudio	24
Mapa 4. Viajes producidos y atraídos en el área urbana de la ciudad de Chetumal por AGEB	44
Mapa 5. Viajes producidos, atraídos e internos por AGEB para la ciudad de Chetumal	49
Mapa 6. Viajes producidos, atraídos e internos con transbordo por AGEB en la ciudad de Chetumal	52
Mapa 7. Viajes totales realizados y el motivo de viaje por AGEB en el área urbana de Chetumal	57
Mapa 8. Red vial de las localidades de Chetumal y Calderitas	68
Mapa 9. Orígenes y destinos	69
Mapa 10. Zonas de atracción de los OD	70
Mapa 11. Número de viajes totales proyectados por zonas de concentración en Chetumal y Calderitas	71
Mapa 12. Flujos entre zonas de generación y atracción de viajes	72
Mapa 13. Categorías viales de Chetumal y Calderitas	73
Mapa 14. Costo de las vialidades de Chetumal y Calderitas	74
Mapa 15. Viajes proyectados por segmento vial en Chetumal y Calderitas	75
Mapa 16. Rutas en operación a julio de 2010 en Chetumal y Calderitas	78
Mapa 17. Rutas propuestas en Chetumal y Calderitas	78
Mapa 18. Rutas en operación a julio de 2010 para Chetumal y Calderitas	79
Mapa 19. Rutas propuestas para Chetumal y Calderitas	80
Mapa 20. Cobertura del sistema de transporte actual y cobertura del sistema de rutas propuesta para Chetumal y Calderitas	82

Índice de tablas

Tabla 1 Rutas de transporte urbano	14
Tabla 2. Medio de transporte más utilizado por localidad según opinión de usuarios	15
Tabla 3. Frecuencia de uso del transporte público por los viajeros	17
Tabla 4. Percepción de las tarifas del actual sistema de transporte	17
Tabla 5. Percepción del servicio de transporte público	18
Tabla 6. Percepción del tiempo de espera para abordar	18
Tabla 7. Percepción de la disponibilidad de información del servicio de transporte público	19
Tabla 8. Percepción de la frecuencia de paso del transporte público	19
Tabla 9. Cobertura geográfica y datos de población (INEGI, 2010)	23
Tabla 10. Representatividad de las localidades rurales	27
Tabla 11. Representatividad de las localidades urbanas	28
Tabla 12. Levantamiento de datos en toda el Área de Estudio	32
Tabla 13. Viviendas por localidad con disponibilidad de vehículo motorizado y su porcentaje	35
Tabla 14. Vehículos motorizados por localidad y su porcentaje	36
Tabla 15. Vehículos motorizados por localidad según tipo de vehículo y su porcentaje	36
Tabla 16. Porcentaje de vivienda por tenencia	38
Tabla 17. Hogares y porcentaje por condición de acceso a computadora e Internet	38
Tabla 18. Hogares y su porcentaje por condición de acceso a la televisión de paga	40
Tabla 19. Hogares y porcentaje por rangos de ingreso mensual	40
Tabla 20. Viajes en el área de estudio por localidad y su porcentaje	42

Tabla 21. Porcentaje de viajes con origen en el área de estudio por localidad	42
Tabla 22. Porcentaje de viajes con destino en el área de estudio por localidad	43
Tabla 23. Viajes de los residentes por tipo y modo de transporte	45
Tabla 24. Distribución porcentual de los viajes en un solo modo por localidad	47
Tabla 25. Viajes producidos, atraídos e internos por localidad	47
Tabla 26. Viajes y porcentaje por condición de transbordo	50
Tabla 27. Tramos de viaje y su porcentaje por modo de transporte	51
Tabla 28. Viajes y su porcentaje por los principales motivos de viaje	54
Tabla 29. Viajes producidos y atraídos por localidad según motivo de viaje	56
Tabla 30. Porcentaje de viajes en los hogares por rangos de ingreso	59
Tabla 31. Viajes por periodo de máxima demanda	60
Tabla 32. Tiempo promedio de duración de los viajes por localidad en el área de estudio	60
Tabla 33. Promedio de viajes por vivienda para las localidades del área de estudio	61
Tabla 34. Costo promedio del viaje por localidad por viajes generados y viajes atraídos	63
Tabla 35. Viajeros por localidad, su promedio por AGEB y localidad y hogar	64
Tabla 36. Porcentaje de los residentes por sexo y localidad	64
Tabla 37. Porcentaje de los residentes del área de estudio por grupos de edad y sexo	65
Tabla 38. Periodos de máxima demanda de viajes para el área de estudio	66
Tabla 39. Valoración por modos de transporte	76
Tabla 40. Valoración por motivos de viaje	76
Tabla 41. Longitud de las rutas en operación a julio de 2010 en Chetumal y Calderitas	77
Tabla 42. Longitud de las rutas propuestas para Chetumal y Calderitas	77

Tabla 43. Rutas a julio de 2010	81
Tabla 44. Rutas propuestas	81
Tabla 45. Viajes potenciales por ruta al día	83

Índice de graficas

Gráfica 1. Distribución de la flota operacional por flota concesionaria	7
Gráfica 2. Modo de transporte público más utilizado según opinión de usuarios y porcentaje	16
Gráfica 3. Motivos por los cuales no se utiliza el transporte público	17
Gráfica 4. Percepción del estado físico de los paraderos	19
Gráfica 5. Característica a mejorar en el sistema de transporte	20
Gráfica 6. Distribución porcentual de las encuestas (instrumento de muestreo) aplicada y capturada por localidad en la zona de estudio	30
Gráfica 7. Tipo de vehículo por localidad y su porcentaje	37
Gráfica 8. Disponibilidad de computadora e Internet	39
Gráfica 9. Disponibilidad porcentual de televisión de paga	39
Gráfica 10. Porcentaje de hogares por rangos de ingreso mensual	41
Gráfica 11. Distribución porcentual de viajes por tipo de transporte	45
Gráfica 12. Distribución porcentual de los viajes en un solo modo de transporte	46
Gráfica 13. Viajes producidos, atraídos e internos por localidad	48
Gráfica 14. Distribución porcentual de tramos de viaje por modo de transporte	51
Gráfica 15. Distribución porcentual de dos o más tramos de viaje por modo de transporte	53
Gráfica 16. Distribución porcentual de los viajes por los principales motivos	54
Gráfica 17. Distribución porcentual de los viajes por motivo según lugar de origen y destino	58
Gráfica 18. Promedio de viajes por vivienda y localidad	62

Resumen

Las rutas de transporte urbano son elementos intangibles que deben alcanzar determinados hitos (paradas) a través de una red (calles y avenidas), con características (anchura, tráfico, sentido, congestión, etc) son variables de un segmento de esa red a otro. (Salado García et al., 2006)

En la Zona Metropolitana de Chetumal (comprendida por las localidades de Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix) y Bacalar, existe una falta de conexión entre rutas de transporte público y la ubicación de paraderos no es la adecuada, esto genera lentitud en el servicio, caos vial y mayor contaminación ambiental.

Esto llevó al gobierno municipal (Ayuntamiento 2008-2011) y empresas privadas prestadoras del servicio de transporte (Grupo ADO) a financiar un estudio de movilidad urbana. Siendo la Universidad de Quintana Roo, a través del Observatorio Urbano Local de Chetumal (OULCH) y su Centro de Información Geográfica (CIG), la encargada de recabar información, observar el sistema de transporte y crear una propuesta de restructuración para el sistema de transporte urbano e interurbano de la Zona Metropolitana de Chetumal).

El proyecto se nombró como el *Estudio de Movilidad Urbana para el Diseño del Sistema Integral de Transporte Urbano*. El estudio se llevó a cabo de febrero a julio de 2010. Se recabaron datos en campo a través de la aplicación de una encuesta de origen-destino a los hogares de las localidades del área de estudio (EDMO) durante el mes de julio de 2010. Adicionalmente se recopiló información de diversas fuentes acerca de las rutas de transporte, infraestructura actual y concesionarios.

Con esta información se determinó que se realizan 95,131 viajes en un día típico en el área de estudio y que el número de viajeros para las localidades del área de estudio se divide de la siguiente forma:

-) Chetumal (38,458)
-) Bacalar (4,421)
-) Calderitas (3,780)
-) Subteniente López (620)
-) Huay-Pix (336)
-) Xul-Ha (561)

Éstos y otros resultados se encuentran integrados en un Sistema de Administración de Base de Datos y en un Sistema de Información Geográfica y se incluyen en este reporte en forma de tablas, cuadros, gráficas y mapas temáticos.

La participación de quien presenta este trabajo se dio durante todo el proceso. Una de las primeras actividades consistió en la creación del marco geográfico dentro del cual se seleccionarían las áreas muestra para la aplicación de la EDMO.

En el proceso de levantamiento de encuestas participó como coordinador de un grupo de encuestadores. Posteriormente fue el encargado de estandarizar la Base de Datos de los resultados de la EDMO y generar la cartografía temática de la diversa información generada por la misma encuesta.

Objetivo general

Diseñar el Sistema Integral de Transporte Urbano de las localidades de Chetumal, Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix para brindar mayor cobertura y frecuencia en el servicio, manteniendo la rentabilidad para los prestadores del servicio de transporte, respetando el desarrollo urbano y procurando el mejoramiento de la calidad de vida de la población de estas localidades.

Objetivos específicos

-) Describir el servicio actual del transporte público urbano y suburbano de Chetumal, Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix.
-) Estimar la demanda real del servicio de transporte público a través de un estudio de movilidad urbana.
-) Diseñar un sistema de rutas que interconecte de la manera más eficiente posible los puntos de origen y destino identificados en el estudio de movilidad. Este sistema de rutas debe incluir los paraderos correspondientes y la demanda aproximada esperada.

Introducción.

Un aspecto fundamental en la conformación urbana es el espacio, ya que da una manifestación concreta de la relación entre el ser humano y su entorno (Boudeville, 1961). Es en este dónde cada grupo socioeconómico y cultural se relaciona y define las dinámicas con las que construye el territorio, incluidas las de movilidad (Gutiérrez, 2010).

Un proyecto urbano debe atender retos en cinco ejes temáticos que son: buena base económica, infraestructura urbana, calidad de vida, integración social y gobernabilidad (Romero Mayo, 2012). En estos retos es en los que debe intervenir la planeación urbana.

La planeación urbana es un proceso que se lleva a cabo dentro de los límites previstos por la política y la administración que rigen la ciudad (Ramos, 1985). Este proceso da validez y credibilidad a la toma de decisiones; por otra parte, es el nivel de planificación más cercano al ciudadano. La importancia de esta planeación radica principalmente en brindar equilibrio en la oferta y demanda de vivienda y servicios urbanos (Romero Mayo, 2012).

La *geografía del transporte*, que estudia los sistemas de transporte, las redes de comunicaciones, los flujos de las personas y mercancías está teniendo un gran interés científico como puede verse en la producción de conocimiento sobre el tema (Albertos, 2007). Una de las principales líneas de estudio en la *geografía del transporte* es la movilidad urbana, que analiza los movimientos o traslados cotidianos de la población; lo que delimita funcionalmente las áreas urbanas.

El análisis de la movilidad urbana como uno de los principales componentes urbanos ofrece una perspectiva socioeconómica y espacial de los individuos de una urbe (Montezuma, 2003) ya que se centra en las personas pero también en su entorno, los motivos de los desplazamientos, costos, tiempos y en los medios de transporte. En resumen, de la accesibilidad de las áreas funcionales de la ciudad (Valdés, 2011).

La movilidad, como práctica social conjuga deseos y necesidades de desplazamiento y la capacidad de satisfacerlos (Gutiérrez, 2010) y es también, un derecho de las personas que trasciende la eficiencia de llegar de un lugar a otro en el menor tiempo posible e incumbe el disfrutar de la experiencia de moverse (Ascher, Lévy, & Allemand, 2005). Es un concepto importante cuando se habla de sostenibilidad urbana ya que es un elemento estructural y de funcionamiento de una ciudad (Salado García et al., 2006). El capital de movilidad de las personas tiene decisiva intervención sobre su capital social, pudiendo reducirlo, limitarlo (impedirlo) o canalizarlo (Orfeuil, 2004).

En los últimos decenios la movilidad urbana ha sufrido grandes cambios generando nuevos modelos donde las distancias medias de recorrido son mayores, los motivos de los viajes son más diversos y la localización de las actividades productivas es focalizada (Lizárraga Mollinedo, 2006). Según Albertos (2007) actualmente no existe una relación directa como la que había en la década de los noventa, entre la intensidad de la movilidad y el nivel socioeconómico.

Estos cambios en los patrones de movilidad se reflejan en el aumento del tiempo y dinero para realizar los desplazamientos cotidianos. Estas condiciones afectan en mayor medida a los pobres que se trasladan en peores condiciones, con mayores tiempos y con frecuencia con más de un transbordo (PNUMA, 2003).

Por otra parte, el transporte es fundamental para integrar un territorio, ya que las redes se extienden en el territorio e interconectan diferentes puntos y regiones, y repercuten en la localización de actividades. Por lo tanto, un desequilibrio en estas redes ocasiona en un desequilibrio social y territorial.

En América Latina, los principales factores que dan las condiciones a la movilidad urbana son, de acuerdo a Montezuma (2003), el crecimiento urbano acelerado sin planificación, la

desarticulación de la movilidad y la concentración de las actividades productivas de la ciudad, que ocasiona segregación socioeconómica y espacial.

En México, actualmente, la falta de integración del transporte con la planeación del desarrollo urbano, sin prever la conectividad, ha sido la causa principal del modelo desarticulado de movilidad que predomina en las ciudades con los siguientes aspectos negativos: descenso en la productividad económica, impacto en la salud de los habitantes y en la calidad de vida y el deterioro ambiental (ONU-Hábitat, 2015).

Las ciudades de Quintana Roo, a pesar de las diferencias en la conformación socioeconómica y espacial, tienen sistemas de transporte urbano desarticulados donde un existe una movilidad realmente planeada. La gran mayoría de los desplazamientos se realizan en vehículos particulares y los esfuerzos de las instancias gubernamentales se han centrado en la mejora de la infraestructura física del transporte (unidades de transporte y vías de comunicación).

Existen esfuerzos importantes, sobre todo de organizaciones civiles tales como el colectivo “Movilidad Urbana de Cancún (MUC)” que promueven la movilidad urbana no motorizada en ciudades como Cancún ya que según este colectivo Cancún tiene un modelo de movilidad urbana insostenible debido a la falta de planeación en el sistema vial, el sistema de transporte y la falta de fomento a la movilidad no motorizada.

La ciudad de Chetumal se encuentra establecida sobre un área inadecuada por su susceptibilidad a accidentes y riesgos hidrometeoro lógicos tales como huracanes y por la susceptibilidad a inundaciones sin embargo su posición geopolítica y nivel de desarrollo la hacen apta para el desarrollo humano (Romero Mayo, 2012). En relación a su sistema de transporte Romero (2012) lo califica como anárquico y bajo el control de sindicatos corruptos. Algunas de las organizaciones ciudadanas de la ciudad, promueven la movilidad urbana no motorizada e intentan concientizar a

la población acerca del respeto a las normas de vialidad, aunque sus resultados no son significativos aún.

El procedimiento utilizado para diagnosticar la movilidad urbana fue realizar una encuesta de origen-destino a hogares durante el periodo de febrero a julio de 2010 en la ZMCH. De igual manera se recopiló información de las rutas de transporte y se construyó una Base de Datos Geoespacial con información de la infraestructura vial del área de estudio. Los datos arrojados en la EDMO fueron digitalizados en una base de datos a la que se le dotó de referencia geográfica, es decir, la ubicación de trayecto de los viajes y las condiciones socioeconómicas de las personas que realizaron los viajes fueron plasmados en mapas vectoriales dentro de un sistema de información geográfica. Por último, se incluye la propuesta de un sistema de rutas más eficiente, con mejor cobertura geográfica y mayor accesibilidad por parte de los usuarios.

El desarrollo lógico del Proyecto se muestra en los siguientes capítulos: **Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Zona Metropolitana de Chetumal**. En este capítulo se describen las condiciones de la infraestructura vial (red de vialidades y paraderos) de la zona de estudio, se hace un inventario de la flota operacional de vehículos para el transporte público, la ubicación de paraderos y el padrón de prestadores de servicio; por último, se muestran algunos resultados respecto a la valoración de los usuarios respecto a las condiciones del transporte público.

En el segundo capítulo llamado **Metodología del desarrollo de la EDMO** es donde se muestra el proceso de la EDMO, desde su diseño conceptual, el cálculo de la muestra, la cobertura geográfica del levantamiento y el desarrollo del operativo del mismo. Por último, se muestra el proceso de captura y creación de la Base de Datos con los resultados de la EDMO.

En el tercer capítulo denominado **Principales resultados de la EDMO** se muestran las estadísticas resultado de la EDMO divididas en 4 secciones: Vehículos, Hogares, Viajes y

Viajeros. Con tablas y gráficas se describen las condiciones socioeconómicas de la población en el área de estudio y las características de los viajes (modos, motivos y medios de transporte).

El penúltimo capítulo, **Modelo del Sistema Integral de Transporte**, se hacen uso de los datos recabados en la encuesta incluyéndolas en el Sistema de Información Geográfica con datos de la infraestructura vial actual. Se analizan los viajes realizados y se propone un nuevo sistema de rutas de transporte urbano que comparado con el anterior aumenta la accesibilidad en un 10%.

En el capítulo de **Conclusiones** señalan las aportaciones más importantes del Proyecto realizado, consideraciones y recomendaciones para que la movilidad en la ZMCH sea más sustentable.

I. Diagnóstico del Sistema de transporte urbano de la zona metropolitana de Chetumal

I.1. Articulación de la red vial

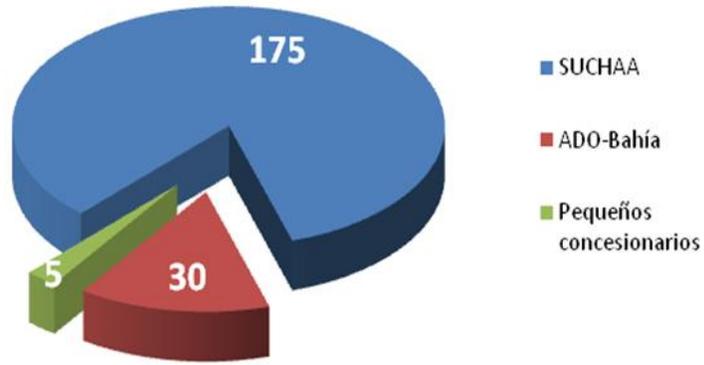
La red vial del área de estudio está compuesta por 883 tramos con un total de 732.4 kilómetros de vías de comunicación (MAPA 8), clasificadas como:

- Carreteras Federales. Vía de comunicación pavimentada para el tránsito del transporte terrestre que interconecta el territorio de diferentes entidades federativas.
- Vialidades principales (20). Son las vialidades destinadas a conducir el tránsito de la manera más fluida posible y con el menor número de obstáculos.
- Vialidades secundarias (31). Son las avenidas o calles de tránsito interno de una zona cuyas características permiten la comunicación de dichas zonas con vialidades principales y colectoras.
- Vialidades colectoras (33). Vías de comunicación que reciben tránsito de las calles y lo enlazan a las vialidades principales y secundarias. No pueden ser cerradas.
- Calles (799). Es un espacio que permite la circulación de personas y/o vehículos y proporciona acceso a edificios y hogares que se encuentran a ambos lados

I.2. Flota operacional

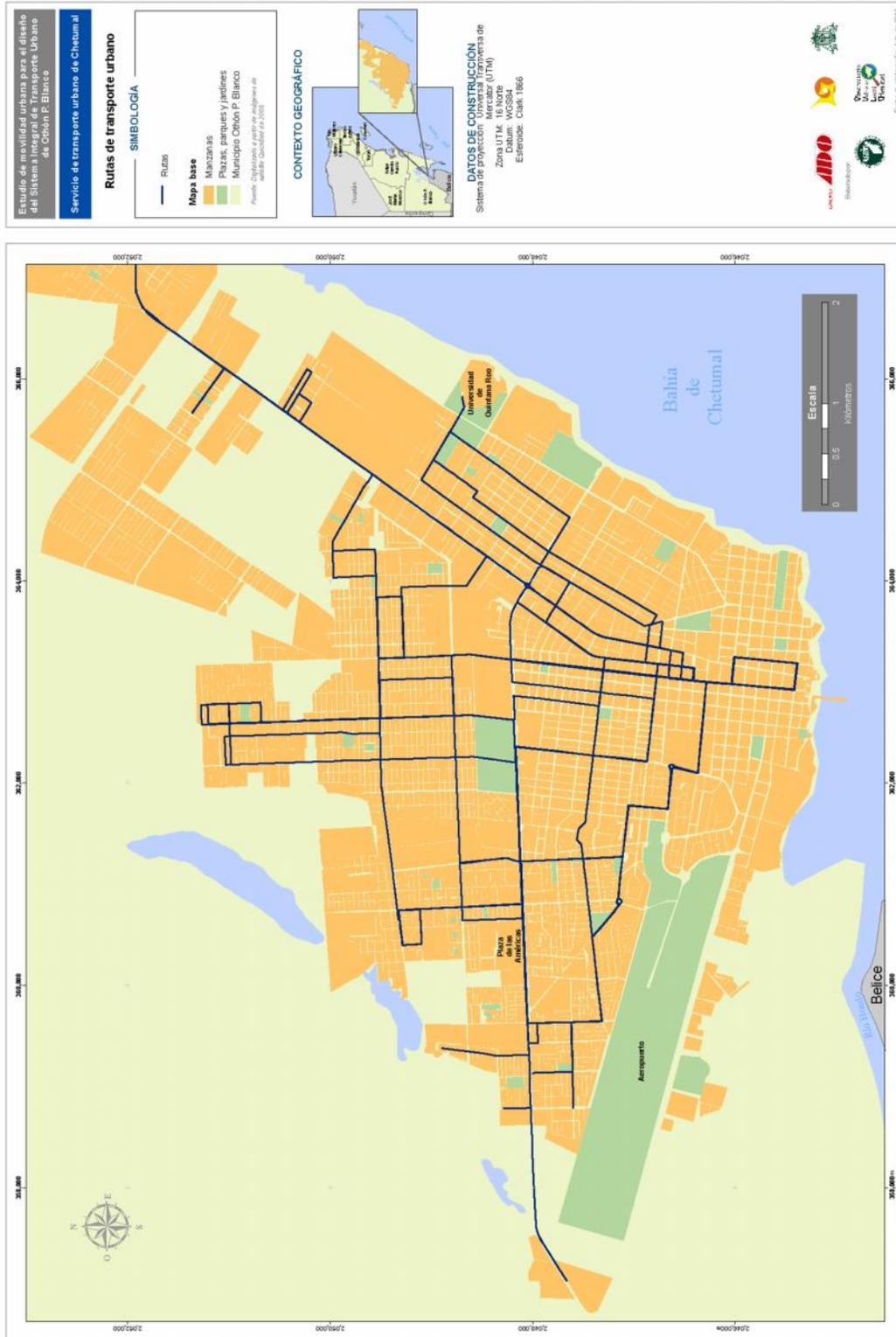
La flota que presta el servicio de transporte público en el área de estudio es de 210 vehículos, siendo el más utilizado de la marca NISSAN®-Tipo Sedán, perteneciente al SUCHAA.

La flota operacional por prestador de servicio es la siguiente:



Gráfica 1. Distribución de la flota operacional por empresa concesionaria.

I.3. Rutas de servicio de transporte urbano



Mapa 1. Rutas de transporte urbano

I.4. Ubicación de paraderos

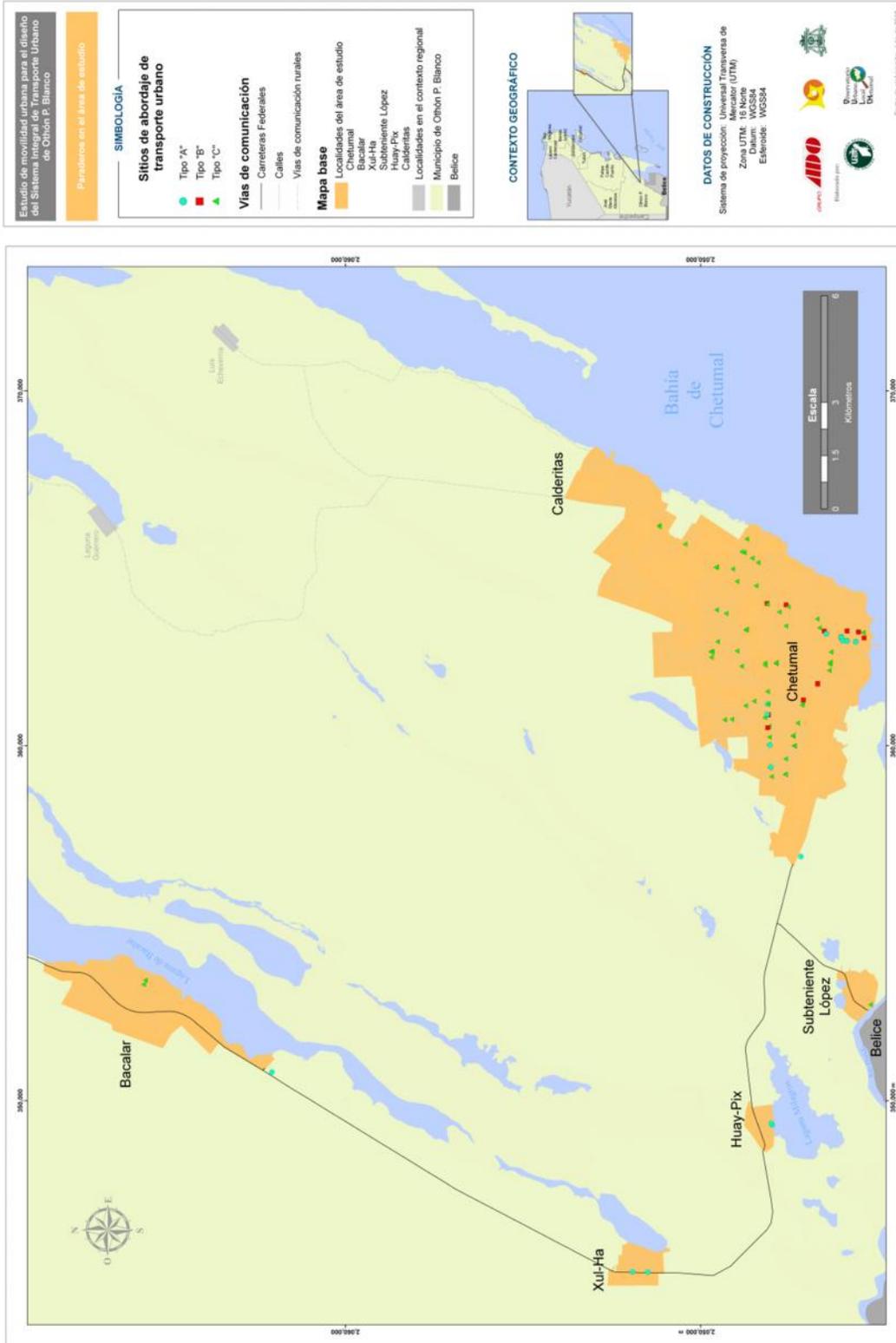
Se recorrieron las seis localidades con la finalidad de ubicar, georreferenciar y fotografiar los paraderos existentes. Se entiende por “paradero” aquel espacio público de uso social, colectivo y multifuncional que se caracteriza principalmente por su accesibilidad, que funciona como una referencia física visible del sistema de transporte urbano, y que debe ser el lugar de contacto entre el usuario y las unidades prestadoras del servicio.

En Chetumal, los paraderos son utilizados principalmente por los denominados “camiones urbanos” y las “combis”, ya que los taxis permiten ascenso y descenso de pasajeros en cualquier lugar.

En las otras cinco localidades (Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix) existen algunos paraderos aislados, pero esto se debe a la menor cantidad de rutas internas.

Para efectos de este proyecto los paraderos fueron clasificados de la siguiente forma:

-) Paradero Tipo “A”. Es aquél que se encuentra ubicado en un punto estratégico de la ciudad, y cuenta con una bahía o acotamiento de ascenso y descenso para que los pasajeros puedan abordar y/o descender de la unidad con seguridad.
-) Paradero Tipo “B”. Es el paradero identificado por un letrero de señalización, no tiene acotamiento.
-) Paradero Tipo “C”. Este tipo de paradero no cuenta con letrero de señalización ni bahía de ascenso y descenso, sin embargo, derivado del uso cotidiano y la concentración de pasajeros, se utilizan como paradero.



Mapa 2. Ubicación de paraderos en el área de estudio

I.5. Padrón de prestadores de servicio de transporte urbano

En el área de estudio, el padrón autorizado de prestadores de servicio de transporte urbano está integrado por 5 organizaciones; las rutas que ésta cubren son:

) Grupo ADO-BAHÍA

-) Calderitas
-) Bosque
-) Forjadores
-) Proterritorio
-) Lagunitas
-) Solidaridad
-) Payo Obispo

) Sindicato Único de Choferes de Automóviles de Alquiler (SUCHAA)

-) Bosque
-) Calderitas
-) Proterritorio
-) Solidaridad
-) Lagunitas
-) Forjadores-Bugambilias
-) Payo Obispo
-) Forjadores-San Francisco
-) Fraccionamiento Arboledas-Plaza Las Américas

) Autotransportes Santa Elena S. A. de C. V.

-) CRIQ-Mercado Nuevo

) Transporte Gómez Rivero

-) Millenium

) **Transporte Urbano CIMÁ**

) Urbana Bacalar I

) Urbana Bacalar II

La Tabla 8 muestra información detallada de las veinte rutas:

SINDICATO ÚNICO DE CHOFERS DE	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERS DE	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERS DE	GRUPO ADO S.A de C.V.	Empresa							
Proterritorio	Calderitas	Bosque	Payo Obispo	Solidaridad	Laguinitas	Protterritorio	Forjadores	Bosque	Calderitas		Nombre de la ruta
3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	Costo normal (\$)
3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	Costo fin de semana (\$)
3	3	3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo estudiante (\$)
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo capacidades diferentes (\$)
3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	Costo jubilado (\$)
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo INAPAM (\$)
2.5	2.5	2.5	N/D	Costo otro (\$)							
2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	Sistema de cobro
2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	Sistema de control
M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	Turnos de lun-vie
M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	Turnos fin de Semana
35	55	30	60	60	60	50	50	50	72	72	Tiempo promedio (Minutos)
18	15	18	13	15	15	15	15	16	11	11	Número de vueltas
14	14	23	23	23	38	86	84	81	360	360	Número pasajeros promedio por

TRANSPORTE URBANO CIMÁ	TRANSPORTE GÓMEZ RIVERO	AUTOTRANSPORTE SANTA FIENSA S. A. DE C. R. I. Q. - Mercado nuevo	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Arboledas - Plaza Las Américas	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Forjadores - San Fco.	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Payo Obispo	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Forjadores - Bugambillas	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Lagunitas	SINDICATO ÚNICO DE CHOFERES DE Solidaridad	Empresa
3	3	3	3	3	3	3	3	3	Nombre de la ruta
3	3	3	3	3	3	3	3	3	Costo normal (\$)
3	3	3	3	3	3	3	3	3	Costo fin de semana (\$)
3	3	3	3	3	3	3	3	3	Costo estudiante (\$)
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo capacidades diferentes (\$)
3	3	3	3	3	3	3	3	3	Costo jubilado (\$)
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo INAPAM (\$)
2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Costo otro (\$)
2	2	2	2	2	2	2	2	2	Sistema de cobro
2	2	2	2	2	2	2	2	2	Sistema de control
M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	Turnos de lun-vie
M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	M-V	Turnos fin de Semana
40	40	0	40	43	38	43	43	43	Tiempo promedio (Minutos)
13	12	0	15	24	15	16	14	16	Número de vueltas
17	20	0	15	28	14	20	23	14	Número pasajeros promedio por

Tabla 1 Rutas de transporte urbano

I.6. Encuesta opinión a los usuarios

Esta encuesta fue aplicada a los usuarios en cada una de las seis localidades que comprenden este estudio: Chetumal, Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix. Con el propósito de obtener la imagen del servicio de transporte urbano se incluyó en la *Encuesta Domiciliaria de Movilidad 2010* (EDMO 2010) la sección: “Percepción del servicio de transporte público”. Se contemplaron aspectos como:

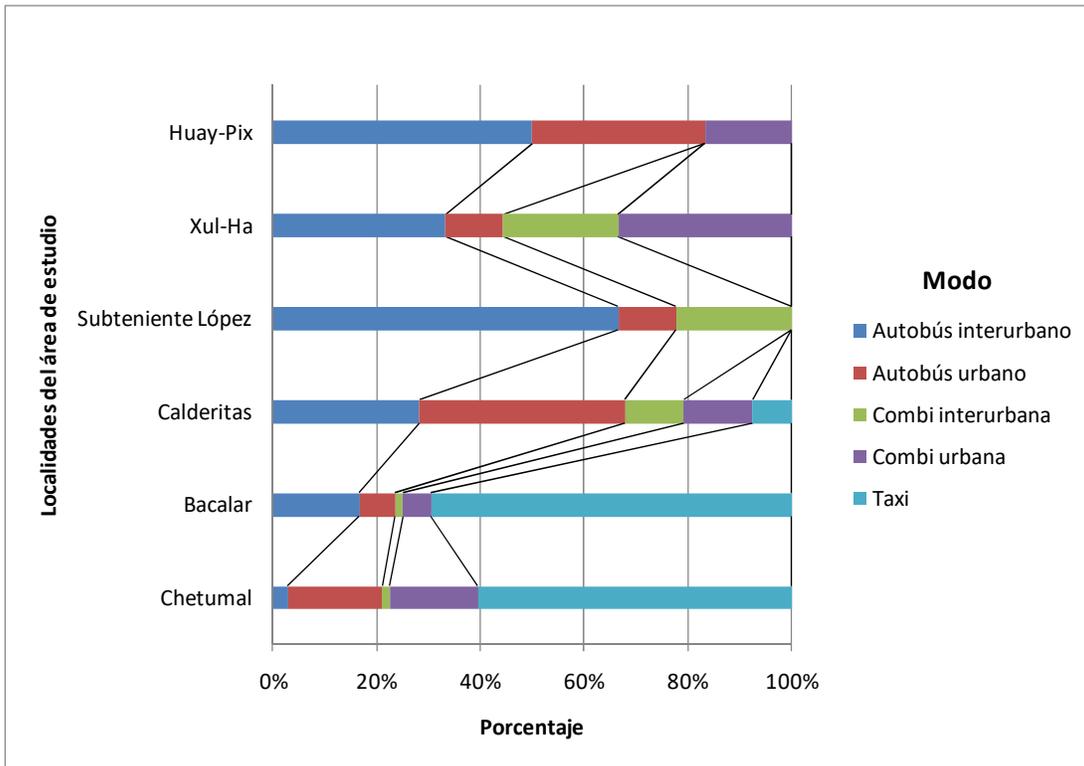
-) Uso del transporte público.
-) Costo (bajo, justo, elevado).
-) Incremento de tarifas.
-) Limpieza de las unidades.
-) Tiempo de espera.
-) Seguridad.
-) Comodidad (estado de las unidades y los asientos, iluminación y ruido).
-) Estado físico de los paraderos.
-) Frecuencia de uso.

En la tabla siguiente se desglosa el porcentaje de los viajes por modo de transporte.

Localidad	Autobús interurbano	Autobús urbano	Combi interurbana	Combi urbana	Taxi	Total
Chetumal	2.23%	13.88%	1.12%	12.92%	46.09%	76.24%
Bacalar	1.91%	0.80%	0.16%	0.64%	7.97%	11.48%
Calderitas	2.39%	3.35%	0.96%	1.12%	0.64%	8.45%
Subteniente López	0.96%	0.16%	0.32%	0.00%	0.00%	1.44%
Xul-Ha	0.48%	0.16%	0.32%	0.48%	0.00%	1.44%
Huay-Pix	0.48%	0.32%	0.00%	0.16%	0.00%	0.96%
Total	8.45%	18.66%	2.87%	15.31%	54.70%	100.00%

Tabla 2 Medio de transporte más utilizado por localidad según opinión de usuarios.

Los resultados de esta sección arrojaron que el 77.41% de los entrevistados alguna vez ha utilizado el transporte público. El taxi es el medio de transporte más utilizado en el área de estudio (54.70%), seguido del autobús urbano (18.66%) y la combi urbana (15.31%) (Tabla 2).



Gráfica 2. Modo de transporte público más utilizado según opinión de usuarios y porcentaje.

En Chetumal, más de la mitad de los entrevistados utilizan el taxi como medio de transporte, seguido del autobús (13.88%) y la combi urbana (12.92%). También en Bacalar, el taxi es el medio más utilizado (7.97%), pero el autobús interurbano ocupa el segundo lugar.

En las localidades restantes el modo de transporte más demandado es el autobús interurbano, lo cual podría deberse a que el centro urbano más próximo es la ciudad de Chetumal. En el caso de Subteniente López se puede suponer que la influencia de la “Zona Libre de Belice”, cercana a la localidad, causa el mayor número de viajes en autobús interurbano.

Por otra parte, del total de personas encuestadas el 77.41% utiliza el transporte público; la frecuencia de uso se describe en la Tabla 2.

Frecuencia	Porcentaje
1 vez a la semana	17.54%
2 veces a la semana	11.80%
3 veces a la semana	13.08%
4 veces a la semana	9.41%
5 veces a la semana	19.30%
Más de 5 veces	28.87%
Total general	100.00%

Tabla 3. Frecuencia de uso del transporte público por los viajeros.

Del 22.59% que no emplea el transporte público, el 51% argumentó que los tiempos de recorrido son muy largos y el 17% que las rutas pasan muy lejos de su domicilio (Gráfica 3).



Gráfica 3. Motivos por los cuales no se utiliza el transporte público.

En relación al costo actual del transporte público, el 65.55% consideró que es elevado, sin embargo, un porcentaje importante de usuarios (43.54%) pagaría más por un mejor servicio (Tabla 3).

Opinión de los usuarios sobre la tarifa del servicio de transporte			
Tarifa actual	Baja	Justa	Elevada
	9.41%	25.04%	65.55%
Disponibilidad a pagar más por un mejor servicio	Sí	No	No sé
	43.54%	36.20%	20.26%

Tabla 4. Percepción de las tarifas del actual sistema de transporte

Al preguntar a los usuarios sobre el estado físico de las unidades de transporte público solamente el 1.59% considera que están en buenas condiciones. El 45.61% opinó que se encontraba en un estado regular.

Para evaluar la calidad del servicio se consideraron cinco aspectos: estado físico, limpieza, seguridad, comodidad y trato del conductor. La mayoría de los usuarios califican la calidad del servicio de regular a buena.

La evaluación de estos cinco aspectos se concentra en la siguiente tabla:

Respuesta	Estado físico	Limpieza	Seguridad	Comodidad	Trato conductor
	Porcentaje				
Muy bueno	1.6	2.2	1.9	1.8	2.9
Bueno	37.0	37.3	28.2	34.5	42.6
Regular	45.6	44.6	47.0	48.2	40.7
Malo	12.8	12.9	17.2	3.2	11.2
Muy malo	3.0	2.8	5.6	12.4	2.7
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Tabla 5. Percepción del servicio de transporte público.

La Tabla 6 muestra la percepción de los usuarios en relación al tiempo de espera para abordar una unidad de transporte público. Cabe señalar que sólo un 0.16% indicó una espera mayor a 60 minutos y corresponde a usuarios encuestados en las localidades rurales.

(Minutos)	Porcentaje de opinión
0 a 15	61.24%
16 a 30	32.38%
31 a 45	4.63%
46 a 60	1.59%
Más de 60	0.16%
Total general	100.00%

Tabla 6. Percepción del tiempo de espera para abordar.

Otro aspecto considerado en la encuesta, es el acceso a la información de tarifas, rutas y frecuencia de paso de unidades con los siguientes resultados:

Disponibilidad	Porcentaje de opinión
Muy buena	0.80%
Buena	22.17%
Regular	53.75%
Mala	16.11%
Muy mala	7.18%
Total general	100.00%

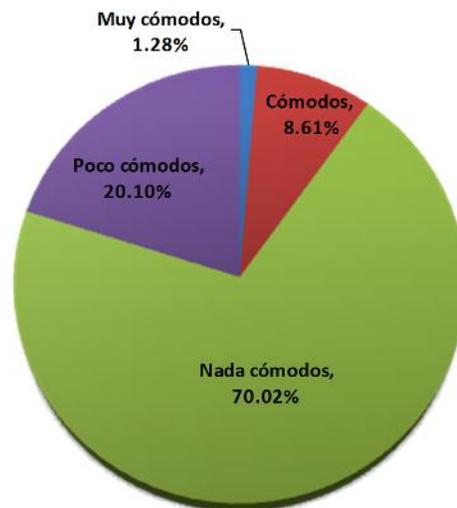
Tabla 7. Percepción de la disponibilidad de información del servicio de transporte público.

La frecuencia de paso de las unidades se calificó como regular por cerca de la mitad de los usuarios (Tabla 8).

Frecuencia de paso	Porcentaje de opinión
Muy buena	6.38
Buena	27.91
Regular	47.53
Mala	13.72
Muy mala	4.47
Total general	100.00%

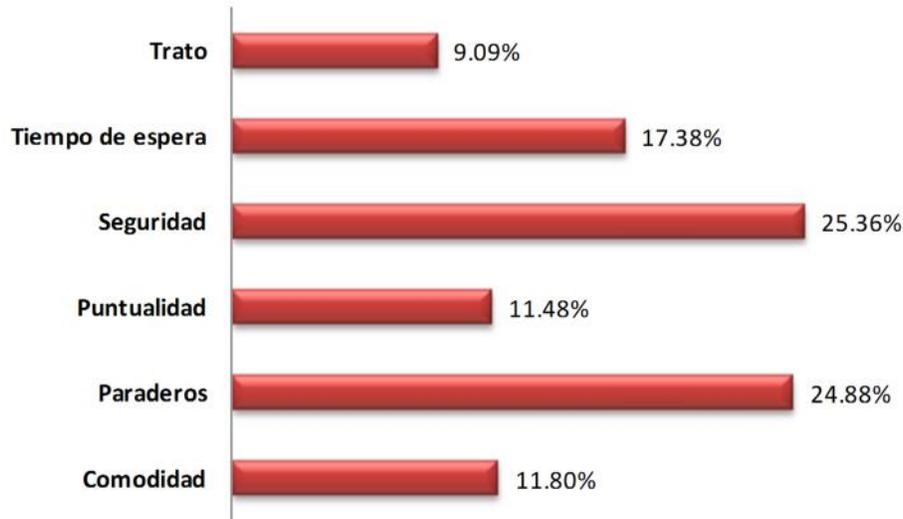
Tabla 8. Percepción de la frecuencia de paso del transporte público.

El estado físico de los paraderos se evaluó como poco o nada cómodos por la mayoría de los usuarios (90.12%) (Gráfica 4).



Gráfica 4. Percepción del estado físico de los paraderos.

Finalmente, se preguntó a los usuarios que característica del servicio preferirían mejorar, las opciones presentadas fueron: comodidad, puntualidad, trato, seguridad, paraderos y tiempo de espera. Las principales opciones elegidas fueron seguridad y paraderos (Gráfica 5).



Gráfica 5. Característica a mejorar en el sistema de transporte.

II. Metodología del desarrollo de la EDMO

II.1. Diseño de la encuesta

Experiencias internacionales

Con la finalidad de incorporar procesos metodológicos descritos en el estudio de la movilidad urbana, se revisaron algunas experiencias nacionales y de otros países. Los casos de estudios que se revisaron fueron: Chile y España, a nivel internacional, y a nivel nacional los de la Zona Metropolitana del Valle de México, Chihuahua, Colima y Ensenada.

Encuesta piloto

Realizar estudios sobre la movilidad urbana requiere conocer la proporción de la población que hace uso del sistema de transporte público o privado, al no existir estudios previos, la aplicación de una encuesta piloto era lo más adecuado. En los meses de abril y mayo 2010 se aplicó una encuesta piloto en las localidades de estudio y se obtuvieron los datos estadísticos necesarios

para realizar el diseño muestral, evaluar el instrumento de recopilación de datos y la estrategia operativa.

Encuesta

Para analizar la movilidad urbana en las localidades de Chetumal, Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha se diseñó una encuesta que permitió recopilar la información necesaria.

II.2. Marco conceptual

Población objetivo. Habitantes de las localidades de Chetumal, Bacalar, Calderitas, Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix, residentes en el hogar que cumplieran con la condición de tener cinco años o más de edad.

Unidad de selección. Viviendas particulares en casas independientes ubicadas en colonias ó fraccionamientos y casas multifamiliares delimitadas en bloque abierto o privadas.

Unidades de observación.

Hogares: Se constituyen por una o más personas unidas o no por lazos de parentesco que residen habitualmente en la misma vivienda y se sostienen de un gasto común para la alimentación. Los hogares podían ser familiares o no familiares.

Residentes: Es el sitio en el cual generalmente pernoctan, preparan sus alimentos, comen y se protegen del ambiente.

Unidad de análisis: Viajes efectuados de lunes a viernes (se excluyeron fines de semana) realizados en transporte público o vehículo privado.

Informante adecuado: Jefe del hogar, cónyuge o persona mayor de 15 años que conozca los datos de los residentes de la vivienda.

II.3. Periodo de levantamiento

Tuvo una duración de tres semanas (julio de 2010). De acuerdo al muestreo estadístico, se aplicó la Encuesta para registrar los viajes, el número de habitantes y viviendas para las localidades del área de estudio.

II.4. Método de levantamiento

El método consistió en entrevistas cara a cara en viviendas seleccionadas en el muestreo estadístico. El criterio aplicado en el caso de viviendas seleccionadas en las cuales no se pudo recabar la información fue el levantamiento de la Encuesta en la vivienda más cercana de la misma manzana.

II.5. Instrumento de captación

El cuestionario se dividió en cuatro secciones que concentraron información sobre cinco grandes temas (Anexo 5):

1. Datos de identificación de la vivienda.
2. Datos de la familia.
3. Datos de los habitantes con 5 o más años de edad.
4. Desplazamientos realizados por los habitantes con 5 o más años de edad.
5. Percepción del servicio de los habitantes que utilizan el transporte público.

II.6. Cobertura geográfica

Las localidades se clasificaron en: 1) Localidades mayores a 2,500 habitantes como urbanas, y 2) Menores a 2,500 como localidades rurales, mismas que se conformaron mediante la agrupación de 107 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) para las primeras y 205 manzanas para las segundas.

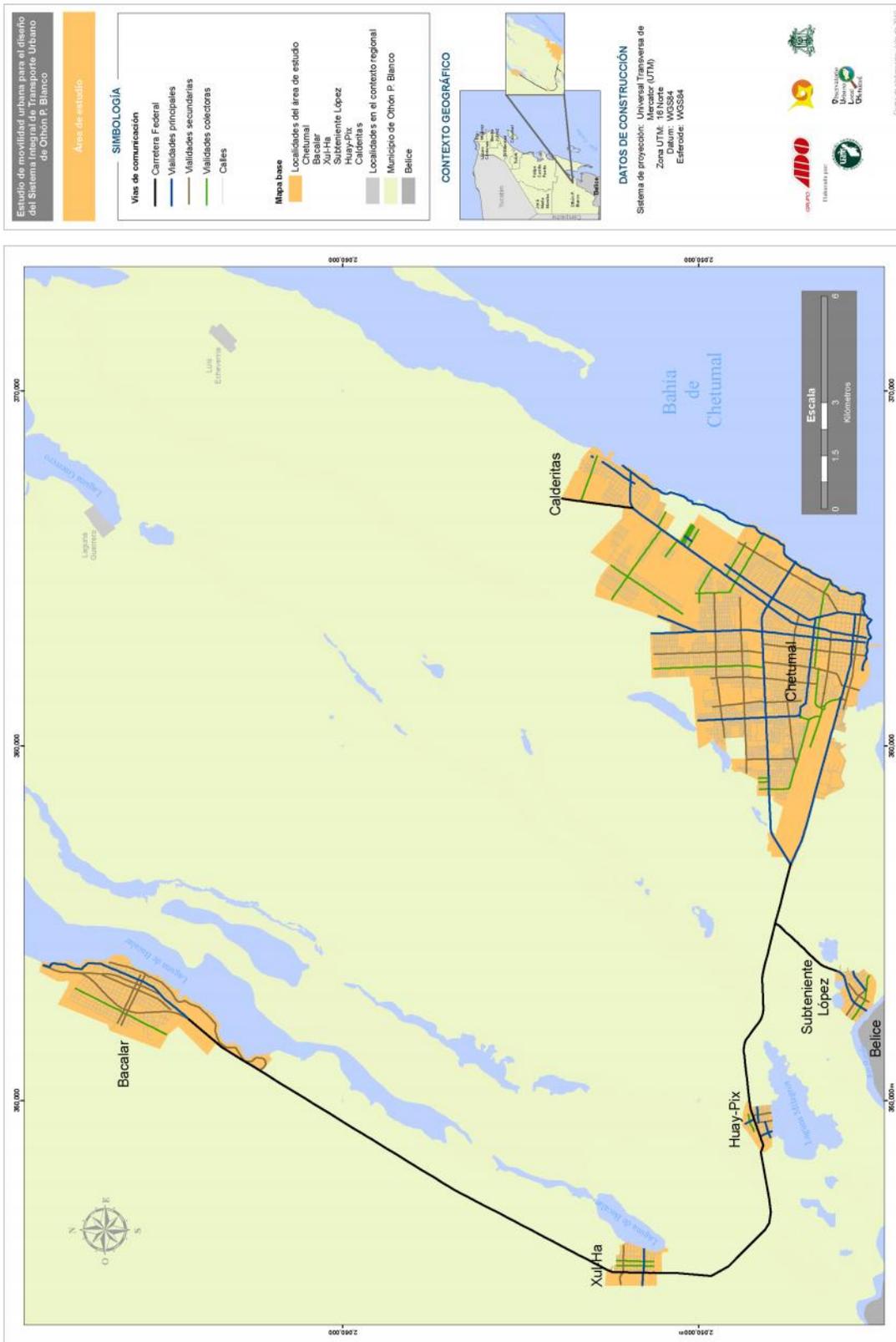
Cada localidad urbana se conformó por un conjunto de AGEBS contemplados en el Marco Geoestadístico del INEGI. Debido al crecimiento que ha tenido la localidad de Chetumal, fue

preciso agregar 6 polígonos con las mismas características que los 80 AGEBS que existen en el II Censo de población y vivienda (INEGI, 2005) a fin de incluir a las nuevas áreas urbanas que se localizan al norte de la ciudad.

Localidad	Población total*	Viviendas habitadas*	Promedio de ocupantes	Tipo de localidad	AGEBS	Manzanas*	Manzanas habitadas*
Chetumal	148,524	38,296	3.84	Urbana	86	2,349	2,097
Bacalar	9,833	2,231	3.84	Urbana	16	253	227
Calderitas	4,446	1,066	3.84	Urbana	5	136	114
Subteniente López	1,890	472	3.84	Rural	-	76	66
Xul-Ha	1,838	448	3.84	Rural	-	64	53
Huay-Pix	1,526	336	3.84	Rural	-	65	57
Total	168,057	42,849	3.84		107	2,943	2,614

* Datos estimados.

Tabla 9. Cobertura geográfica y datos de población (INEGI, 2010).



Mapa 3. Área de estudio.

II.7. Diseño estadístico

El marco de muestreo empleado en la EDMO 2010 lo conforman información cartográfica generada en el Centro de Información Geográfica, imágenes de satélite 2010 y los registros de vivienda del II Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI, 2005).

Se definió que el diseño muestral sería bietápico. La primera etapa correspondió a un diseño por estratos donde cada estrato es equivalente a una localidad. Para Chetumal, Calderitas y Bacalar (localidades urbanas) se determinó llevar a cabo un diseño con éste tipo de muestreo, donde los estratos correspondieron a las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) definidas por INEGI con las manzanas como unidades de muestreo. Las encuestas se aplicaron a todas las viviendas en cada una de las manzanas seleccionadas. En este caso las AGEB estaban clasificadas por nivel socioeconómico.

Al interior de cada localidad y en una segunda etapa se definió un diseño muestral específico, considerando entre otros factores su condición de localidad urbana o rural. En el caso de las localidades rurales (Subteniente López, Xul-Ha y Huay-Pix) se asume que existe homogeneidad respecto a la variable a estimar (*total de personas mayores de cinco años en la localidad y que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado*), tanto entre manzanas como al interior de éstas. Se determinó aplicar un diseño aleatorio por conglomerados. Cada manzana fue definida como un conglomerado.

El estudio llevado a cabo implicaba estimar el número de personas mayores de cinco años que viajan al menos una vez a la semana en algún transporte público o privado, por lo cual la población objetivo se definió como el número de personas mayores de cinco años que habitan en la zona de estudio. De esta población objetivo el interés era conocer cuántos viajan al menos una vez a la semana en un medio de transporte público o privado. Esta variable de interés fue denominada como Y, esto es:

Y = Número de personas mayores de cinco años en la zona de estudio (Chetumal, Calderitas, Bacalar, Subteniente López, Huay-Pix, Xul-Ha) que viajan al menos una vez a la semana en un medio del transporte público o privado.

Considerando que cada localidad presenta distintas condiciones socio-económicas y de acceso a medios de transporte público, se deseaba conocer el número de personas mayores de cinco años en cada una de las 6 localidades de la zona de estudio que viajan al menos una vez a la semana en un medio del transporte público (Y_i), donde $i=1,2,3,4,5$ y 6 , se determinó que cada localidad sería un estrato.

Para ello se define:

Y_1 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Chetumal que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado.

Y_2 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Calderitas que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado.

Y_3 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Bacalar que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado.

Y_4 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Subteniente López que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público.

Y_5 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Huay-Pix que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado.

Y_6 =Total de personas mayores de cinco años en la localidad de Xul-Ha que viajan al menos una vez a la semana en algún medio del transporte público o privado

De lo expresado, se deduce que:

$$Y=Y_1+Y_2+Y_3+Y_4+Y_5+Y_6$$

Por lo cual una estimación para Y se puede obtener de sumar las estimaciones respectivas para cada Y_i , esto es,

$$\hat{Y} = \hat{Y}_1 + \hat{Y}_2 + \hat{Y}_3 + \hat{Y}_4 + \hat{Y}_5 + \hat{Y}_6$$

Para estimar cada Y_i se procede entonces a determinar el diseño muestral a aplicar en cada localidad.

Localidades rurales

Para las localidades rurales cada manzana constituyó un conglomerado. Se seleccionó una muestra aleatoria simple de manzanas y después se aplicó la encuesta en todas las viviendas de la misma, dando un total de 53 encuestas para el medio rural. El tamaño de las unidades de muestreo fue de entre 13 y 21 viviendas.

Localidad rural	Población total	Viviendas totales	Manzanas totales	Manzanas muestreadas		Total de viviendas incluidas en la muestra		Total de viviendas encuestadas	
				Número	%	Número	%	Número	%
Subteniente López	1,890	472	62	4	6.45	29	6.14	21	72.41
Xul Ha	1,838	448	51	3	5.88	28	6.25	13	46.43
Huay Pix	1,526	336	56	3	5.36	22	6.55	19	86.36
Total	5,254	1256	169	10	5.92%	79	6.29%	53	67.09%

Tabla 10. Representatividad de las localidades rurales.

Subteniente López

El muestreo estadístico dio como resultado que para la localidad de Subteniente López viajan un total de 1,023 personas con un error estimado de ± 297 y un nivel de confianza del 94%, es decir, un poco más del 54% de la población de Subteniente López de 5 años y más realizan al menos un viaje de lunes a viernes. Con esta muestra se cubrió el 6.14% de las viviendas totales de esta localidad.

Xul-Ha

El muestreo estadístico dio como resultado que para la localidad de Xul-Ha viajan un total de 204 personas con un error estimado de ± 33 y un nivel de confianza del 94%, es decir, un poco más del 11% de la población de Xul-Ha de 5 años y más realizan al menos un viaje de lunes a viernes. Con esta muestra se cubrió el 6.25% de las viviendas totales de esta localidad.

Huay-Pix

El muestreo estadístico dio como resultado que para la localidad de Huay-Pix viajan un total de 504 personas con un error estimado de ± 61 y un nivel de confianza del 95%, es decir, un poco más del 33% de la población de Huay-Pix de 5 años y más realizan al menos un viaje de lunes a viernes. Con esta muestra se cubrió el 6.55% de las viviendas totales de esta localidad.

Localidades urbanas

Para las localidades urbanas de Chetumal, Calderitas y Bacalar se determinó llevar a cabo un diseño de muestreo por estratos, donde los estratos correspondieron a las Áreas Geo-Estadísticas Básicas definidos por INEGI con las manzanas como unidades de muestreo. En este caso las AGEB se clasificaron por nivel socioeconómico. El muestreo dio como resultado 876 viviendas para las localidades urbanas. El total de la muestra dio como resultado 684 viviendas para Chetumal, 124 para Bacalar y 68 para Calderitas.

Localidad urbana	Población total	Viviendas totales	Manzanas totales	Manzanas muestreadas		Total de viviendas en la muestra		Total de viviendas encuestadas	
				Número	%	Número	%	Número	%
Chetumal	148,524	38,296	2,052	171	8.33	684	1.79	626	91.52
Bacalar	9,833	2,231	218	31	14.22	124	5.56	106	85.48
Calderitas	4,446	1,066	112	17	15.18	68	6.38	54	79.41
Total	162,803	41,593	2,382	219	9.19%	876	2.11%	786	89.73%

Tabla 11. Representatividad de las localidades urbanas.

Chetumal

Para el muestreo estadístico de la localidad de Chetumal se estimaron 86 AGEBS, pero el trabajo de campo dio como resultado solo 80, ya que se encontraron AGEBS sin viviendas habitadas o con distinto uso de suelo, que no corresponde al objetivo de este trabajo, por lo que se decidió excluirlos. Por tal motivo solo se alcanzó a cubrir el 91.5% de la muestra estimada, es decir 626 viviendas de 684, con una cobertura espacial del 93% de la ciudad. Los resultados de la encuesta aplicada arrojaron que en Chetumal se realizan 29,171 viajes con un error estimado de $\pm 3,808$ y un nivel de confianza del 94%, es decir, alrededor del 20% de la población de Chetumal de 5 años y más realiza al menos un viaje de lunes a viernes.

Bacalar

Para la localidad de Bacalar se encuestaron 31 manzanas de 15 de los 16 AGEBS calculados en el diseño estadístico para el levantamiento de datos, ya que, por no contener viviendas habitadas en su interior de uno de ellos, no se podía aplicar la encuesta. Se cubrió 106 viviendas de las 124 programadas (casi un 90%) de un total de 2,231 viviendas totales en la localidad contabilizadas en el II Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI,2005), aproximadamente un 6%. Esta localidad genera aproximadamente 2,813 viajes en un día típico.

Los resultados estadísticos arrojaron que en Bacalar viajan un total de casi 3,052 personas con un error estimado de ± 392 y un nivel de confianza del 87%, es decir, un poco más del 30% de la población de Bacalar de 5 años y más realizan al menos un viaje de lunes a viernes.

Calderitas

Para la localidad de Calderitas se cubrieron 4 AGEBS de los 5 que se tenían contemplados en el diseño estadístico, lo anterior porque no había viviendas habitadas hacia su interior de uno de ellos. La muestra incluyó 17 manzanas de 112; y 68 viviendas de 1,066 contabilizadas en el II Censo de Población y Vivienda 2005 (INEGI,2005), aproximadamente el 6.4% de las viviendas totales de la localidad. Finalmente, los resultados alcanzados fueron de 54 viviendas de las 68

previstas (casi el 80%), dando un total de 1,823 viajes generados de esa localidad en un día típico.

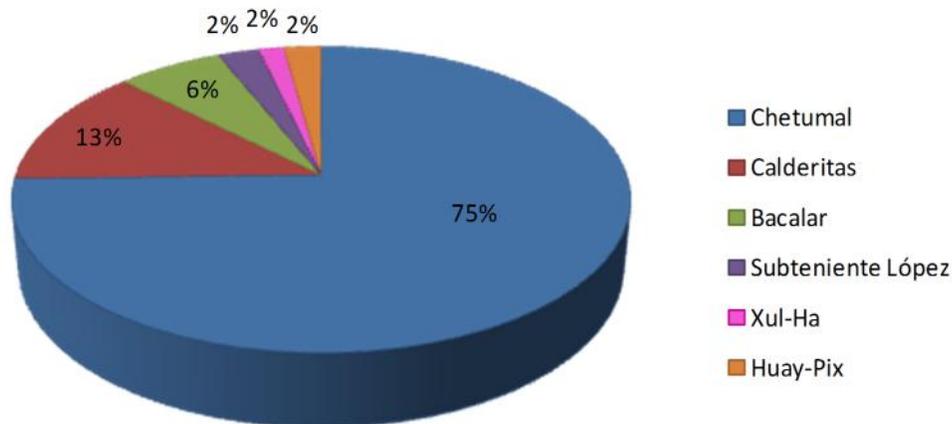
Los resultados estadísticos arrojaron que en Calderitas viajan un total de casi 2,240 personas con un error estimado de ± 390 y un nivel de confianza del 87%, es decir, más del 50% de la población de Calderitas de 5 años y más realizan al menos un viaje de lunes a viernes.

Zona Metropolitana de Chetumal

Finalmente, la estimación para Y se puede obtener de sumar las estimaciones respectivas para Y_i , esto es,

$$\hat{Y} = \hat{Y}_1 + \hat{Y}_2 + \hat{Y}_3 + \hat{Y}_4 + \hat{Y}_5 + \hat{Y}_6$$

Lo que da un total de 49,123 personas que viajan en la región de estudio, es decir casi 50,000 personas de 168,057 de 5 años y más que viajan al menos una vez a la semana en algún medio de transporte público o privado.



Gráfica 6. Distribución porcentual de las encuestas (instrumento de muestreo) aplicada y capturada por localidad en la zona de estudio.

II.8. Operativo

Estructura operativa

En la estructura operativa participó todo el personal adscrito al CIG, el cual constituye el equipo técnico del Observatorio Urbano de la ciudad de Chetumal (OULCH). La dirección de la EDMO 2010 estuvo a cargo de:

- 1 coordinador de la EDMO 2010
- 1 coordinador del sistema de captura
- 1 coordinador de zona
- 2 auxiliares de coordinador de zona
- 23 entrevistadores

Cabe señalar que los 23 entrevistadores se dieron a la tarea de registrar los datos recabados en campo a través de un sistema de llenado en línea, en el cual se encontraban los mismos formularios aplicados en la encuesta origen-destino.

Reclutamiento y capacitación

Para el entrenamiento de los encuestadores se utilizó como estrategia didáctica talleres de capacitación para el levantamiento en campo, la exposición interactiva de los reactivos del instrumento, uso de material didáctico (mapas y croquis de las localidades incluidas en el estudio) y retroalimentación constante.

Del mismo modo, al término del trabajo en campo, se les dio capacitación para el uso del sistema de captura de la EDMO 2010, apoyados de herramientas geotecnológicas, para la ubicación precisa de los orígenes y destinos de los viajeros, además de contar con personal experto en la sala de captura para asegurar la correcta integración de la información de campo.

En total, se capacitaron 70 personas, entre la fase piloto y la fase final. Siendo 23 las seleccionadas finalmente.

Levantamiento

El levantamiento se realizó en dos fases: 1) la fase piloto del 27 al 30 de abril de y 2) la fase final del 18 al 30 de junio de 2010. Se consideraron tres semanas para recabar la información, capturarla y procesarla para el cálculo de la muestra final del estudio, y tres semanas para la aplicación de la fase final y su captura.

Del total de viviendas consideradas, 876 para las localidades urbanas y 79 para las localidades rurales, se consiguió realizar 786 entrevistas completas en las localidades urbanas y 53 en las rurales. Es decir, para el ámbito urbano un 90% del marco de muestreo respondió satisfactoriamente a la entrevista, en tanto que para la zona rural fue un 67%. El 10% y 33% restante lo constituyen viviendas deshabitadas e inadecuadas para ser habitadas, no localizables con entrevista incompleta.

Localidades urbanas	Habitantes	Viviendas totales	Viviendas muestreadas	Viviendas encuestadas	
				Número	%
Chetumal	148,524	38,296	684	626	1.8
Calderitas	4,446	1,066	68	54	6.4
Bacalar	9,833	2,231	124	106	5.6
Total	162,803	5,528	876	786	2.1
Subteniente López	1890	472	29	21	72.41
Huay-Pix	1,526	336	22	19	86.36
Xul-Ha	1,838	448	28	13	46.43
Total	5,254	1,256	79	53	67.09

Tabla 12. Levantamiento de datos en toda el Área de Estudio.

Difusión

La estructura de comunicación más importante la conformó el propio personal operativo, toda vez que la relación interpersonal entre informantes y entrevistadores fue decisiva para el éxito de esta fase del proyecto. Los encuestadores llevaron consigo un oficio de presentación firmado por Coordinador Técnico del Observatorio Urbano Local de Chetumal, con el propósito de explicar al interrogado que el motivo de la encuesta era con fines de investigación por parte de la Universidad de Quintana Roo, asimismo se les proporcionaba un número telefónico para quejas y consultas. También portaron un gafete con los logotipos del Ayuntamiento de Othón P. Blanco, el Observatorio Urbano Local de Chetumal y la Universidad de Quintana Roo. Además, llevaron consigo materiales de apoyo como: planos, donde estaba señalada su área de levantamiento, croquis de las localidades, mapas con las calles y vías principales por localidad, entre otros. Las acciones de difusión, se realizaron a través de la radio, por ser el medio de comunicación masivo con mayor alcance. Con el apoyo del Departamento de Difusión y Comunicación Social de la Universidad de Quintana Roo, se realizó el “*Spot de Radio*” con una duración aproximada de 30 segundos.

La difusión se realizó del 18 al 30 de junio de 2010, en una de las estaciones locales pertenecientes al grupo Radorama. Además, desde el Centro de Información Geográfica se atendían las dudas y quejas; vía telefónica por parte de los entrevistados. Confirmar la identidad de los entrevistadores como personal autorizado para levantar la información fue la consulta más solicitada.

II.9. Procesamiento

Sistema de captura

La principal fuente de información para el análisis de la movilidad urbana actual fue la sección de “Desplazamientos realizados al día” en la Encuesta de Movilidad Urbana aplicada en el área de estudio. A fin de poder realizar análisis eficientes sobre esta información era necesario

almacenarla en un Sistema Administrador de Base de Datos (DBMS por sus siglas en inglés), que fuera capaz de manejar datos tabulares y geoespaciales.

Debido al volumen de información que debía ser ingresada al DBMS fue necesario crear un sistema en línea que facilitara el ingreso y validación de los datos. El sistema se desarrolló bajo una estructura cliente-servidor permitiendo el acceso a través de Internet. A causa de los riesgos que implica operar sobre la Web, se implementaron las siguientes medidas de seguridad:

-) Control del ingreso al sistema a través de un nombre de usuario y una contraseña.
-) Implementación de sesiones que desactivaban el ingreso durante periodos de inactividad en el sistema.
-) Encriptación de las contraseñas con codificación *Message-Digest Algorithm 5* (MD5) de 128 bits.
-) Registro de la hora de captura de la Encuesta.
-) Registro de la hora del inicio de sesión del encuestador.

El número de encuestas aplicadas fue 839 de las cuales 29 fueron descartadas por no aprobar el control de calidad previo a la captura. La captura de las 810 encuestas restantes se realizó del 5 de julio al 10 de agosto de 2010. Veintitrés personas ingresaron la información recabada en las localidades y asignaron las coordenadas de origen y destino de cada uno de los viajes; para obtener los dos pares de coordenadas geográficas, se utilizaron proyectos de información geográfica en *ArcGIS*® con datos del Centro de Información Geográfica, el servicio de *Google maps*® y *Google StreetView*®.

Se necesitaron de alrededor de 200 campos y de 15,765 registros para almacenar toda la información recopilada en la EDMO. Esta cantidad de registros se explica tomando en cuenta que cada encuesta guardaba los datos de todos los integrantes de una familia, y que cada uno de esos integrantes podía realizar más de un viaje y a su cada vez cada uno de esos viajes podía constar de más de una etapa.

III. Principales resultados de la EDMO

III.1. Vehículos

Disponibilidad de vehículos motorizados

Los resultados de la Encuesta indican que, de las 42,849 de viviendas que existen en el área de estudio, aproximadamente el 74% disponen de vehículo motorizado. Con respecto a la disponibilidad de vehículos motorizados en la vivienda, considerando automóviles y motocicletas, la encuesta expone que alrededor del 84% de las viviendas particulares habitadas en la ciudad de Chetumal disponen de al menos un vehículo motorizado (Tabla 13).

Localidad	Viviendas que cuentan con vehículos motorizados	Porcentaje del total de viviendas habitadas
Chetumal	31,935	83.39
Calderitas	1,033	46.30
Bacalar	593	55.66
Subteniente López	135	28.57
Xul-Ha	241	53.85
Huay-Pix	18	5.26
Total	33,955	73.90%

Tabla 13. Viviendas por localidad con disponibilidad de vehículo motorizado y su porcentaje.

Del total de vehículos motorizados la localidad de Chetumal es la que ostenta el más alto porcentaje de vehículos motorizados con el 88.25% de la zona de estudio, (Tabla 14).

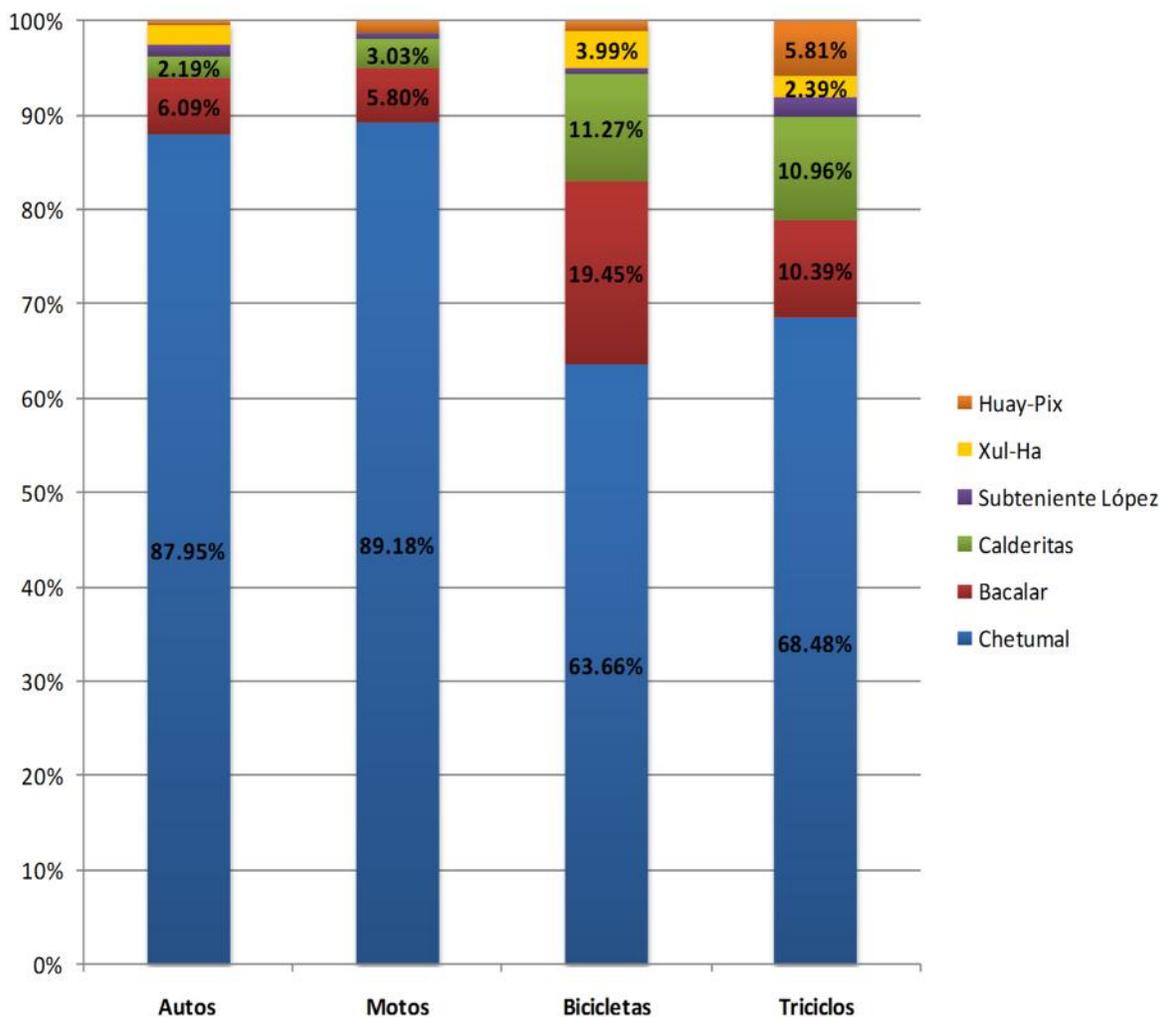
Localidad	Vehículos motorizados	Porcentaje
Chetumal	6,460	88.25
Bacalar	441	6.02
Calderitas	175	2.39
Xul-Ha	119	1.63
Subteniente López	84	1.15
Huay-Pix	41	0.56
Total general	7,320	100.00%

Tabla 14. Vehículos motorizados por localidad y su porcentaje.

La distribución de vehículos motorizados y no motorizados por localidad queda como se indica en la tabla y gráfica siguientes:

Localidad	Autos		Motos		Bicicletas		Triciclos	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Chetumal	4,906	87.95	1,554	89.18	1,355	63.66	487	68.48
Bacalar	340	6.09	101	5.80	414	19.45	74	10.39
Calderitas	122	2.19	53	3.03	240	11.27	78	10.96
Xul-Ha	119	2.13	-	-	85	3.99	17	2.39
Subteniente López	70	1.25	14	0.80	14	0.66	14	1.97
Huay-Pix	21	0.37	21	1.19	21	0.97	41	5.81
Total	5,578	100.00%	1,742	100.00%	2,128	100.00%	712	100.00%

Tabla 15. Vehículos motorizados por localidad según tipo de vehículo y su porcentaje.



Gráfica 7. Tipo de vehículo por localidad y su porcentaje.

III.2. Hogares

Situación de la vivienda

Para conocer la situación de la vivienda en el área de estudio, se definieron cinco tipos de tenencia de la vivienda: propia, rentada, sin pago, ilegítimo sin arrendamiento (la vivienda se encuentra en renta clandestinamente por persona(s) sin vínculos con el dueño legítimo de la propiedad) e ilegítimo sin arrendamiento (vivienda se encuentra ocupada por gente intrusa sin pagar ningún monto por habitar la vivienda y con desconocimiento total del dueño legal). De las viviendas propias, el 77.28% se localizan en la ciudad de Chetumal, el 13.09% en Bacalar y el 6.67% en Calderitas; el resto corresponde a las localidades rurales (Tabla 16).

Los resultados de la EDMO 2010 indican que, del total de viviendas en la región, 84.69% son propias, 10.74% rentadas y el resto se encuentran en otra situación (Tabla 18).

Localidad	Tenencia de la vivienda (%)					Total general
	Propia	Rentada	Sin pago	Ilegítimo con arrendamiento	Ilegítimo sin arrendamiento	
Chetumal	66.30	8.02	1.48	0.62	0.86	77.28
Bacalar	10.86	1.48	0.62	-	0.12	13.09
Calderitas	4.69	1.11	0.86	-	-	6.67
Subteniente López	0.99	0.12	-	-	-	1.11
Huay-Pix	0.74	-	-	-	-	0.74
Xul-Ha	1.11	-	-	-	-	1.11
Total general	84.69%	10.74%	2.96%	0.62%	0.99%	100.00%

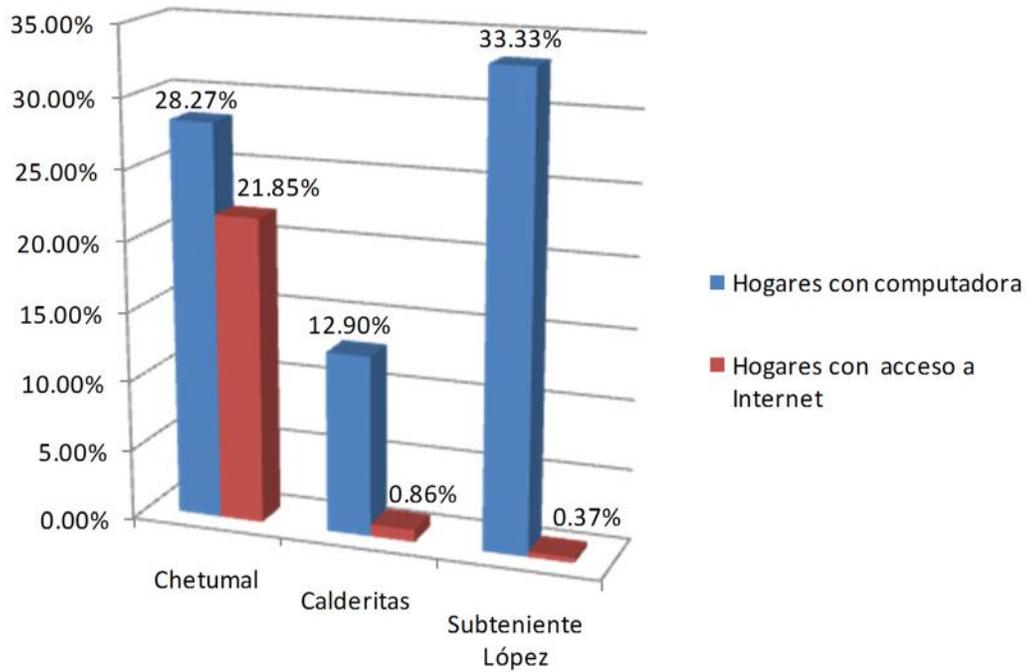
Tabla 16. Porcentaje de vivienda por tenencia.

Disponibilidad de computadora e internet

A través de la EDMO 2010 se ha estimado que la localidad de Chetumal dispone del mayor número de computadoras (28.27%) y conexiones a Internet (21.85%). En la tabla siguiente se muestran las localidades con mayor disponibilidad (Tabla 17).

Localidad	Hogares con computadora	Hogares con computadora y acceso a Internet
Chetumal	28.27%	21.85%
Calderitas	12.9%	0.86%
Subteniente López	33.33%	0.37%

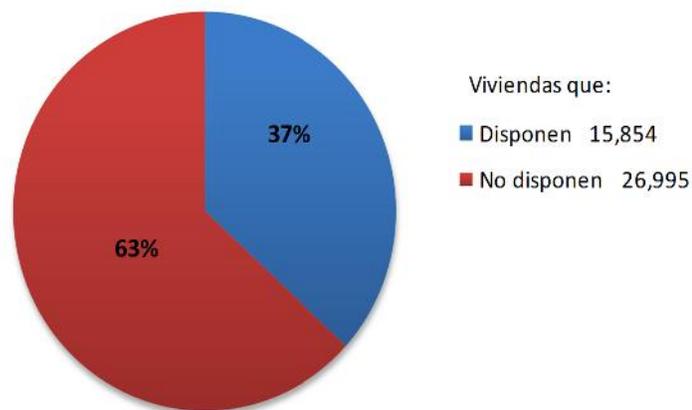
Tabla 17. Hogares y porcentaje por condición de acceso a computadora e Internet.



Gráfica 8. Disponibilidad de computadora e Internet.

Disponibilidad de televisión de paga

El 37% de los hogares de la región de estudio cuenta con el servicio de televisión de paga (Gráfica 9). Asimismo, en la ciudad de Chetumal los hogares que reciben la señal televisiva por cable o satelital son el 41.37% de, el resto carece del servicio de televisión de paga (Tabla 18). En las localidades rurales el porcentaje observado de acceso a televisión de paga es mínimo.



Gráfica 9. Disponibilidad porcentual de televisión de paga.

Localidad	Con servicio de TV de paga (%)	Sin servicio de TV de paga (%)
Bacalar	42.59	57.41
Chetumal	41.37	58.63
Calderitas	13.21	86.79
Xul-Ha	7.69	92.31
Huay-Pix	5.26	94.74
Subteniente López	4.76	95.24

Tabla 18. Hogares y su porcentaje por condición de acceso a la televisión de paga.

Por rangos de ingreso mensual

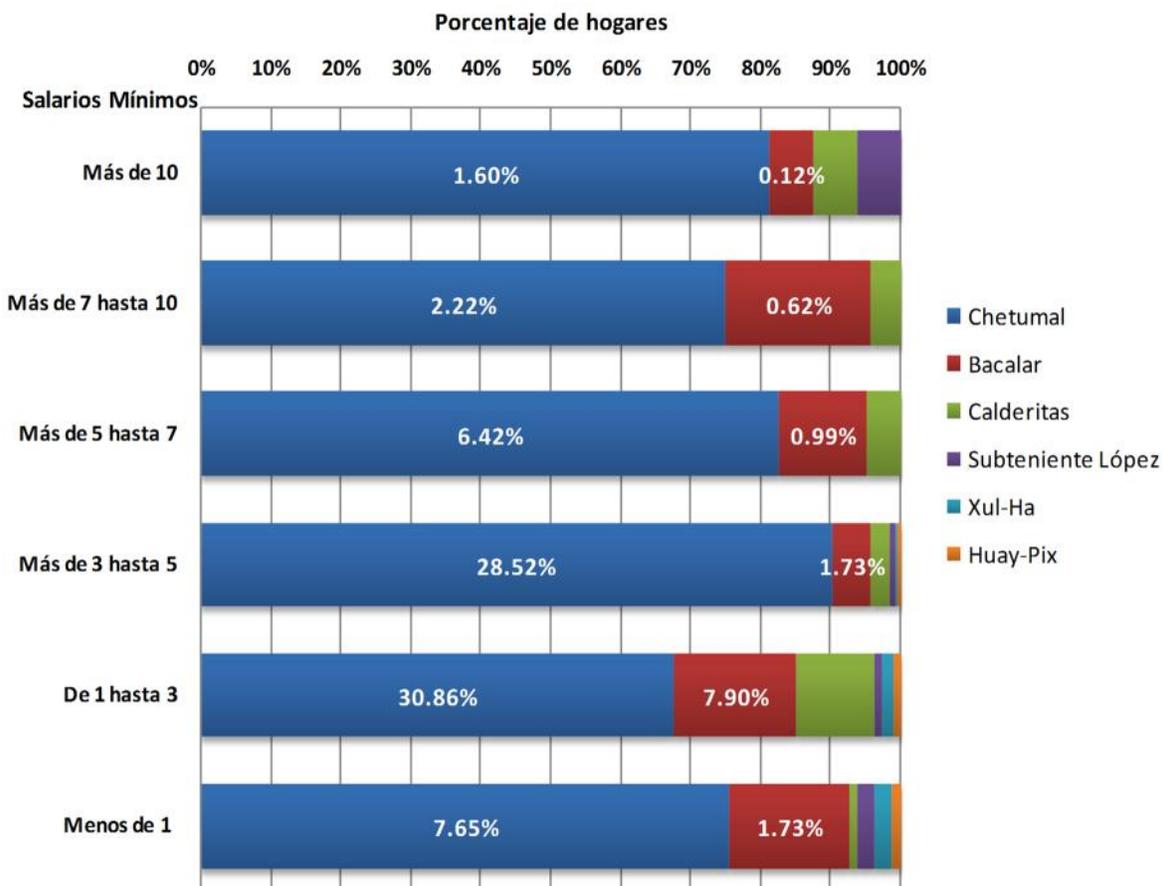
En el área de estudio existen aproximadamente 39,140 hogares (INEGI 2005), de los cuales 10.12% tienen un ingreso menor a 1 salario mínimo y 1.98% más de 10 salarios mínimos. En el resto de los hogares el ingreso mensual se encuentra entre 1 y 10 salarios mínimos (Tabla 19). Es decir, su ingreso mensual va de \$1,634.10 pesos mensuales (con base al tabulador correspondiente a Quintana Roo) hasta los \$16,341.00. Como se puede observar, en el cuadro y gráfico 6, Chetumal refleja el mayor ingreso mensual en salario mínimo (entre 1 y 3 salarios mínimos) ya que es la ciudad principal de la Zona Metropolitana del mismo nombre.

Rango de ingreso mensual SM*	Chetumal	Bacalar	Calderitas	Subteniente López	Xul-Ha	Huay-Pix	Total general
Menos de 1 SM	7.65	1.73	0.12	0.25	0.25	0.12	10.12
De 1 hasta 3 SM	30.86	7.90	5.06	0.49	0.74	0.49	45.56
Más de 3 hasta 5 SM	28.52	1.73	0.86	0.25	0.12	0.12	31.60
Más de 5 hasta 7 SM	6.42	0.99	0.37	-	-	-	7.78
Más de 7 hasta 10 SM	2.22	0.62	0.12	-	-	-	2.96
Más de 10 SM	1.60	0.12	0.12	0.12	-	-	1.98
Total general	77.28%	13.09%	6.67%	1.11%	1.11%	0.74%	100.00%

*Nota: Actualmente el salario mínimo para el estado de Quintana Roo es de \$1,634.10 pesos mensuales.

Tabla 19. Hogares y porcentaje por rangos de ingreso mensual.

En cuatro de las seis localidades de estudio se advierten ingresos de más de 10 salarios mínimos (Gráfica 10).



Gráfica 10. Porcentaje de hogares por rangos de ingreso mensual.

III.3. Viajes

De los 95,131 viajes que realizan los residentes del área de estudio a lo largo de un día hábil, 81% se originan en Chetumal (Tabla 26). Calderitas y Bacalar juntos generan 15,181 (16%), en el resto de las localidades los viajes producidos alcanzan 3,034 (Tabla 20).

Aproximadamente 98 de cada 100 viajes que se generan en la ZMCH tiene por destino alguna de las localidades del área de estudio considerados por la encuesta, mientras que 80 de cada 100 viajes que se generan en tales localidades tiene por destino la ciudad de Chetumal (Tabla 22).

Localidad	Viajeros	Porcentaje	Viajes	Porcentaje
Chetumal	38,458	79.83	76,916	80.85
Bacalar	4,421	9.18	7,621	8.01
Calderitas	3,780	7.85	7,560	7.95
Subteniente López	620	1.29	1,240	1.30
Huay Pix	336	0.70	672	0.71
Xul Ha	561	1.16	1,122	1.18
Total general	48,176	100.00%	95,131	100.00%

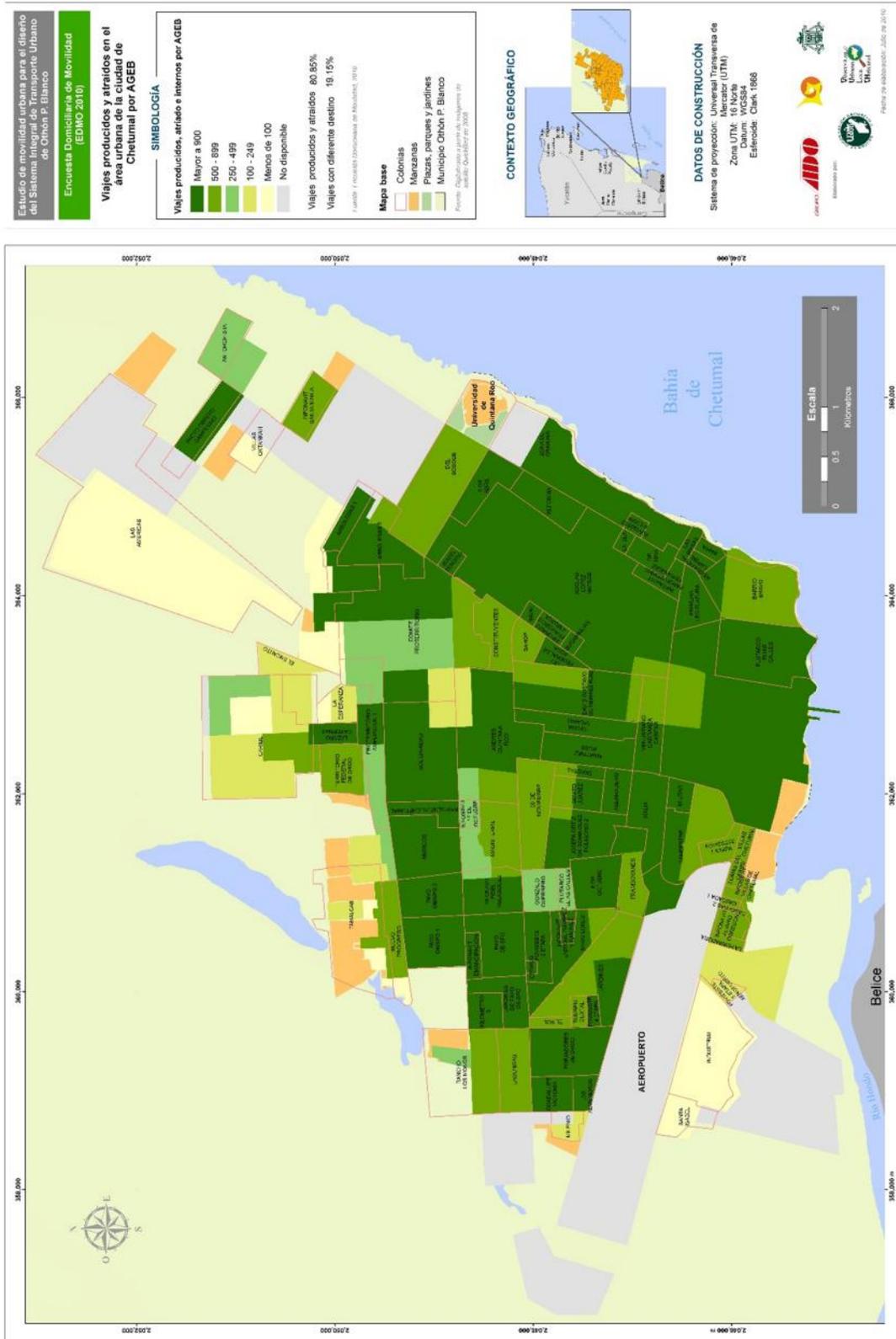
Tabla 20. Viajes en el área de estudio por localidad y su porcentaje.

Localidad origen	Viajes	
	Número	Porcentaje
Chetumal	75,953	79.84
Bacalar	11,033	11.60
Calderitas	5,957	6.26
Subteniente López	547	0.58
Huay-Pix	517	0.54
Xul-Ha	304	0.32
Fuera del área de estudio	577	0.61
Sin dato	243	0.26
Total general	95,131	100.00%

Tabla 21. Porcentaje de viajes con origen en el área de estudio por localidad.

Localidad destino	Viajes	
	Número	Porcentaje
Chetumal	76,044	79.94
Bacalar	10,942	11.50
Calderitas	5,866	6.17
Subteniente López	517	0.54
Huay-Pix	486	0.51
Xul-Ha	334	0.35
Fuera del área de estudio	733	0.77
Sin dato	213	0.22
Total general	95,131	100.00%

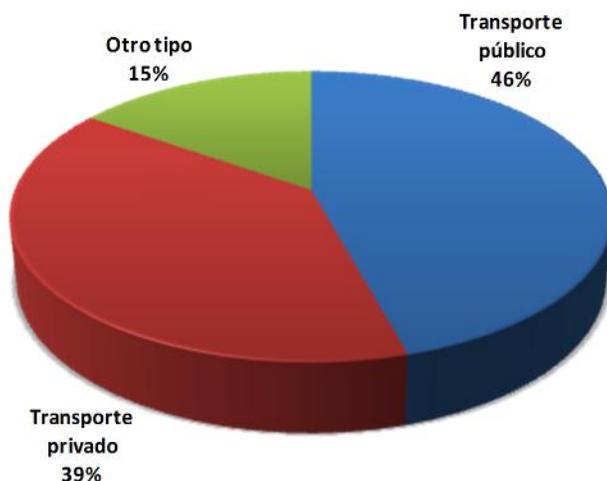
Tabla 22. Porcentaje de viajes con destino en el área de estudio por localidad.



Mapa 4. Viages producidos y atraídos en el área urbana de la ciudad de Chetumal por AGEB.

Viajes por tipo y modo de transporte

Los residentes del área de estudio efectúan casi 95,131 de viajes diariamente, de los cuales el 46% se realizan en transporte público, casi una tercera parte (39%) en transporte privado y el resto en algún otro tipo de transporte (Tabla 23).



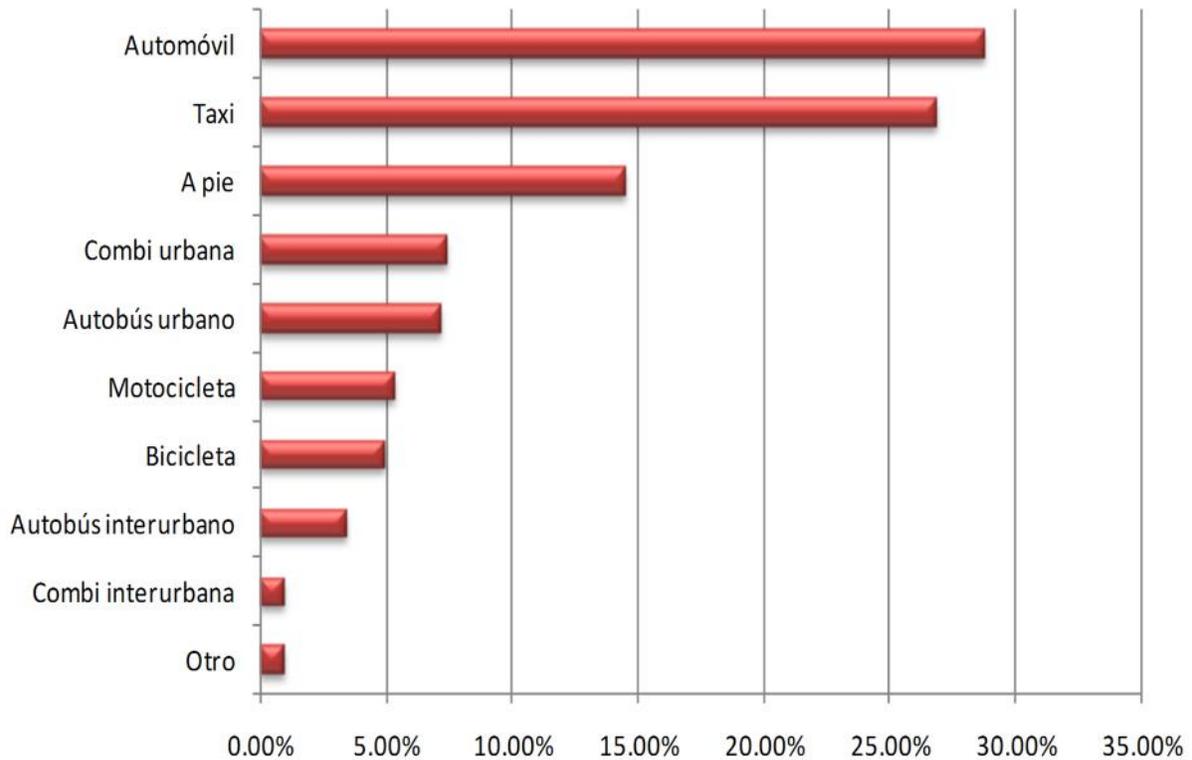
Gráfica 11. Distribución porcentual de viajes por tipo de transporte.

Tipo y modo de transporte	Porcentaje
Transporte público	45.66%
Taxi	26.81
Combi urbana	7.37
Autobús urbano	7.14
Autobús interurbano	3.42
Combi interurbana	0.93
Transporte privado	38.93%
Automóvil conductor	20.80
Automóvil acompañante	7.92
Motocicleta	5.31
Bicicleta	4.90
Otro tipo y modo	15.40%
Total general	100.00%

Tabla 23. Viajes de los residentes por tipo y modo de transporte.

Viajes en un solo modo

De los viajes en los que se utiliza un solo modo en transporte público, el taxi es el que más viajes concentra 26.81% y el autobús urbano con 7.14% (Tabla 24). Los menores porcentajes corresponden al autobús interurbano con 3.42%, y la combi interurbana con casi el 1%. En cuanto al transporte privado, el automóvil es el más utilizado de un solo modo, con el 28.72%; el resto se distribuye entre motocicleta (5.31%) y bicicleta (4.90%). Cabe mencionar que para las localidades rurales existe un número mayor de viajes realizado totalmente a pie, que, en las urbanas, ya que muchas de las actividades cotidianas en el ámbito rural se realizan al interior de la misma localidad.



Gráfica 12. Distribución porcentual de los viajes en un solo modo de transporte.

A nivel de localidad, Chetumal sigue siendo la ciudad que tiene el mayor porcentaje de uso de automóvil como medio de transporte (23.01%), seguida de Bacalar, pero con mucho menor proporción, 3.42%. Aún existen muchos tramos de viaje que se realizan a pie en cada una de las localidades. La combi interurbana es el medio de transporte que obtuvo el menor porcentaje.

Porcentaje de viajes por modo de transporte

Modo	Chetumal	Bacalar	Calderitas	Subteniente López	Xul-Ha	Huay-Pix	Total general
Automóvil	23.01	3.42	1.94	0.06	0.29	-	28.72
Taxi	23.38	2.58	0.58	0.15	0.12	-	26.81
A pie	7.51	4.00	2.84	0.00	0.06	0.06	14.48
Combi urbana	6.44	0.09	0.78	0.06	-	-	7.37
Autobús urbano	5.31	0.20	1.57	-	0.06	-	7.14
Motocicleta	4.29	0.61	0.41	-	-	-	5.31
Bicicleta	2.93	1.19	0.70	-	0.09	-	4.90
Autobús interurbano	1.16	0.46	1.10	0.41	0.06	0.23	3.42
Combi interurbana	0.17	0.12	0.46	0.06	-	0.12	0.93
Otro	0.55	0.20	0.17	-	-	-	0.93
Total general	74.76%	12.88%	10.56%	0.73%	0.67%	0.41%	100.00%

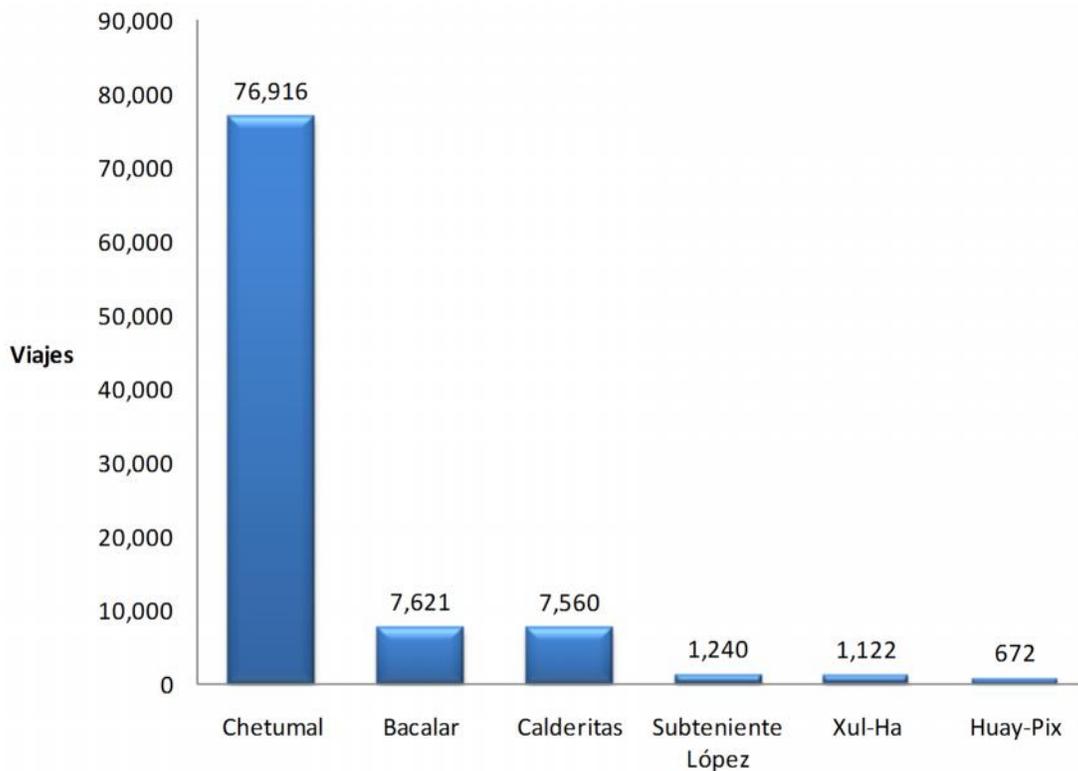
Tabla 24. Distribución porcentual de los viajes en un solo modo por localidad.

Viajes producidos, atraídos e internos por AGEB y localidad

La localidad que genera el mayor número de viajes (producidos, atraídos e internos) es Chetumal con el 80.85%, seguida de Bacalar con 8.01% y en último lugar de las áreas urbanas se ubica Calderitas con el 7.95%. Para las áreas rurales, la localidad de Huay-Pix, reportó el menor número de viajes producidos en la región de estudio, con menos de 1%, mientras que en el caso de Subteniente López se ubica en el primer sitio con 1.3 por ciento (Tabla 25 y Gráfica 13).

Localidad	Viajes totales	Porcentaje
Chetumal	76,916	80.85
Bacalar	7,621	8.01
Calderitas	7,560	7.95
Subteniente López	1,240	1.30
Xul-Ha	1,122	1.18
Huay-Pix	672	0.71
Total general	95,131	100.00%

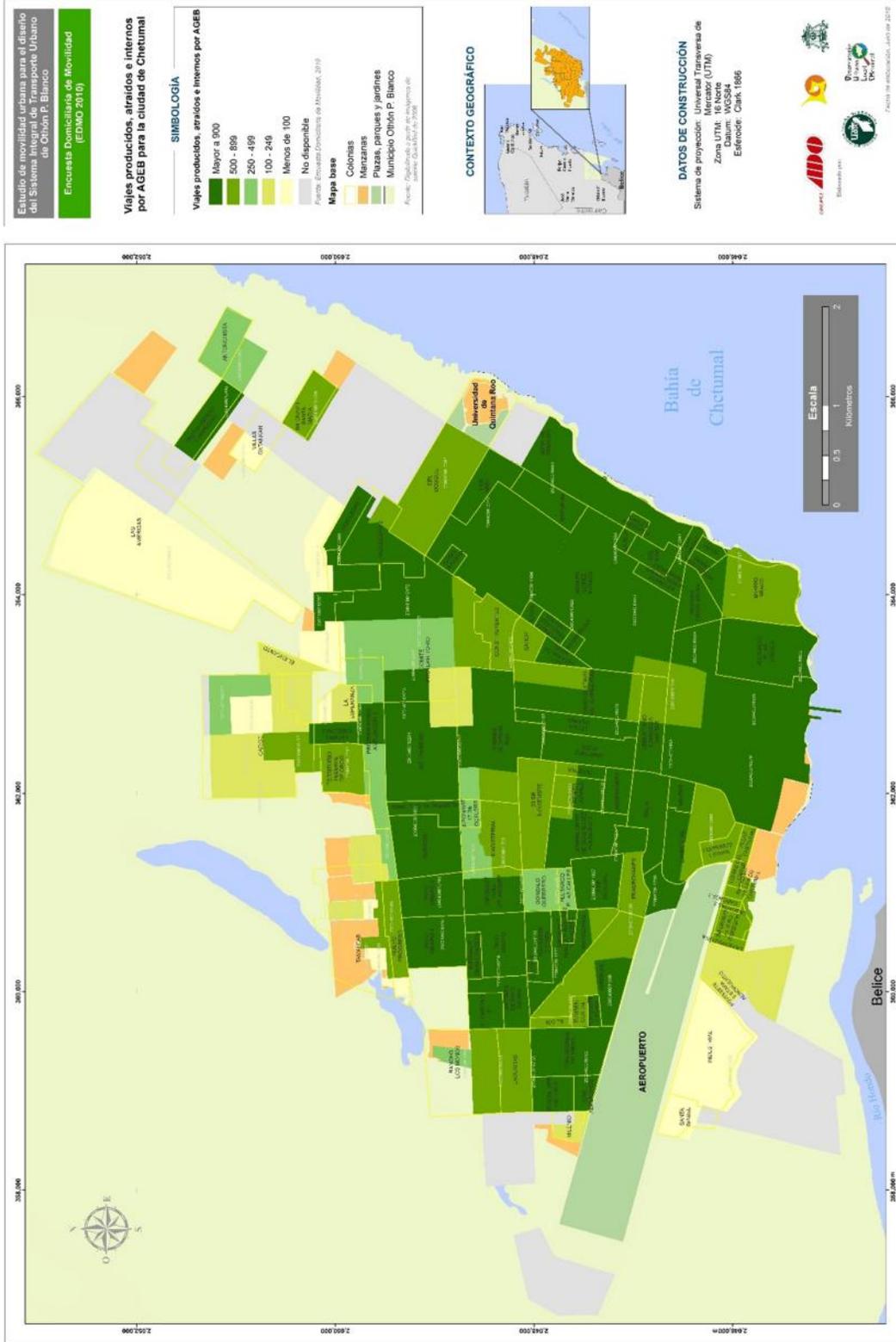
Tabla 25. Viajes producidos, atraídos e internos por localidad.



Gráfica 13. Viajes producidos, atraídos e internos por localidad.

AGEBS de origen y destino con mayor número de viajes

Los tres principales lugares de origen y destino de los viajes están ubicados en AGEBS localizados en la ciudad de Chetumal. Tal es el caso de los AGEBS: 2300400010759, 230040012295 y 230040001066A. El primero comprende el territorio de las colonias Payo Obispo, Jardines de Payo Obispo, INFONAVIT Emancipación y Kilómetro 5, y hacia su interior se encuentra la plaza comercial las Américas. El segundo forma parte de Proterritorio, y por último, el tercero, comprende las colonias de Josefa Ortiz de Domínguez (Polígono 2), 8 de Octubre y Framboyanes, cabe mencionar que en este último existen diversos hospitales y clínicas de especialidades, por lo que es muy probable que el número de desplazamientos corresponda a esta situación (Mapa 5).



Mapa 5. Viajes producidos, atraídos e internos por AGEB para la ciudad de Chetumal.

Viajes por condición de transbordo

Los traslados, ya sea de una localidad a otra, o al interior de éstas, muchas de las veces requieren del uso de dos o más modos diferentes en el transcurso del viaje, lo cual impacta en los tiempos, costos y comodidad del usuario.

Del total de viajes que efectuaron los residentes en el área de estudio en un día, 31,870 se realizaron con al menos un transbordo, lo que en términos porcentuales representa el 91.87%; en otros 2,820 de viajes (8.13%) no hubo transbordo (Tabla 26).

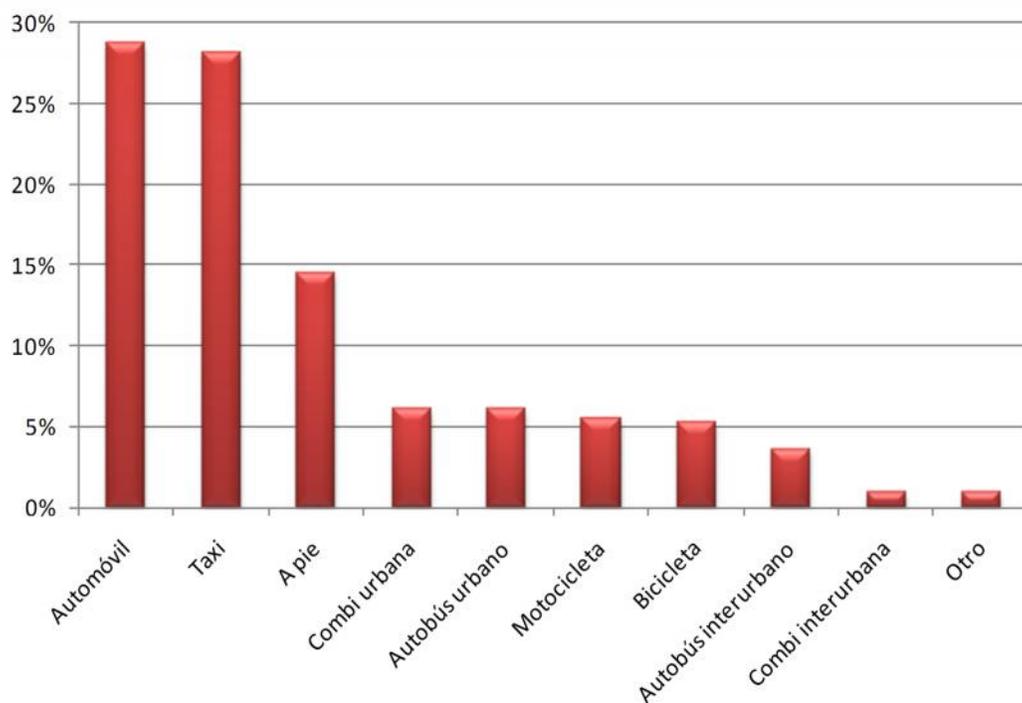
Condición de transbordo	Viajes	Porcentaje
Con transbordo	31,870	91.87
Sin transbordo	2,820	8.13
Total	34,690	100.00%

Tabla 26. Viajes y porcentaje por condición de transbordo.

Tramos de viaje por modo de transporte

Si se considera que un viaje puede tener uno o más tramos utilizando diversos modos de transporte, en la zona de estudio se realizan poco más de 31,870 tramos de viaje. Los más utilizados son el automóvil, con 28.1%, y el taxi con 28.14% (Gráfica 14). Es importante señalar que la mayor parte de los usuarios de taxi lo usan como un medio de conexión con otras opciones de transporte.

Por otro lado, la combi interurbana y otro modo de transporte (que incluye triciclos, transporte de personal, transporte escolar, entre otros) son los de menor uso para recorrer un tramo, al registrar cada uno de ellos porcentajes 0.95% y 1.02% respectivamente del total de tramos (Tabla 27).

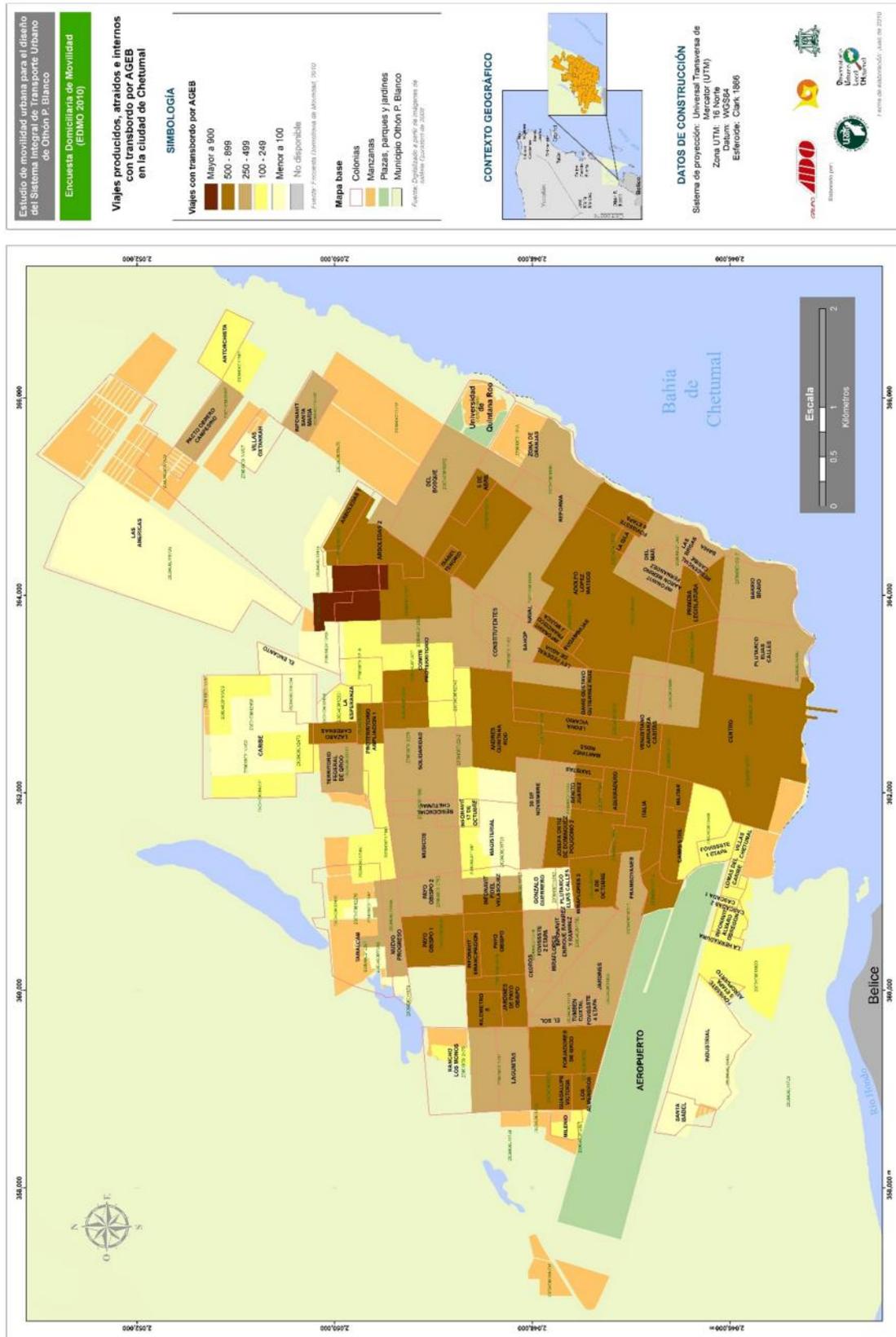


Gráfica 14. Distribución porcentual de tramos de viaje por modo de transporte.

Modos de transporte	Porcentaje de tramos de viaje
Automóvil	28.81
Taxi	28.14
A pie	14.50
Combi urbana	6.15
Autobús urbano	6.09
Motocicleta	5.49
Bicicleta	5.30
Autobús interurbano	3.55
Combi interurbana	0.95
Otro*	1.02
Total general	100.00%

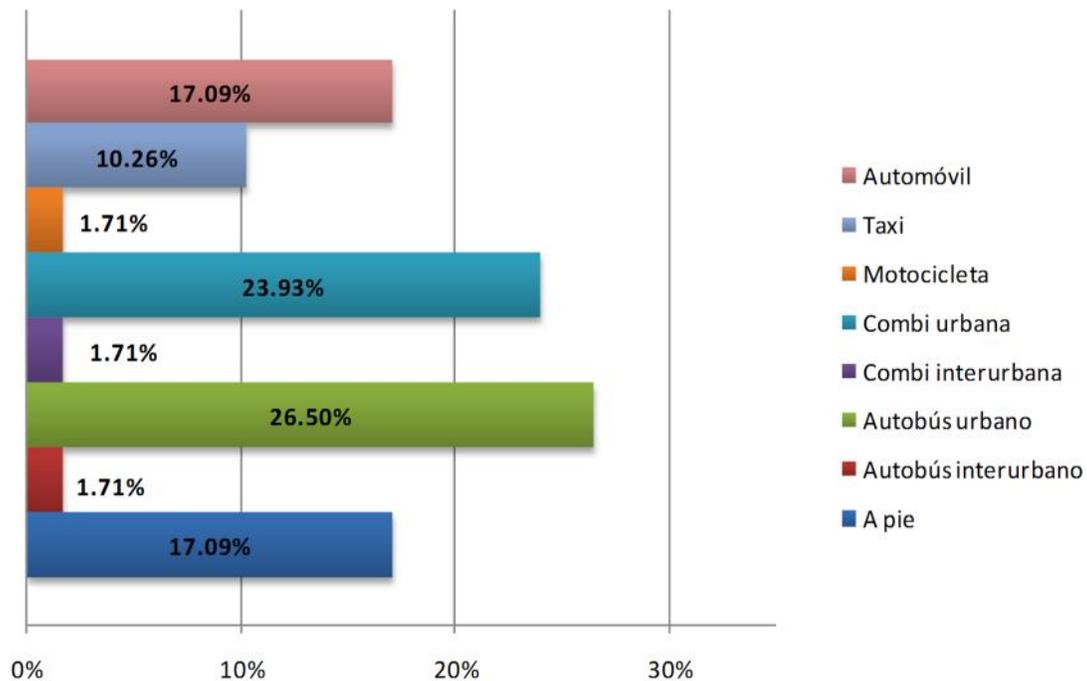
Nota*: Otros modos incluyen triciclo, transporte escolar, transporte de personal, entre otros.

Tabla 27. Tramos de viaje y su porcentaje por modo de transporte.



Mapa 6. Viajes producidos, atraídos e internos con transbordo por AGEB en la ciudad de Chetumal.

De los 31,870 de viajes multimodales, destaca el autobús urbano en combinación con otros modos con el 26.50% de viajes, seguido por la combi urbana con 23.93% (Gráfica 15).



Gráfica 15. Distribución porcentual de dos o más tramos de viaje por modo de transporte.

Viajes por motivos

En la localidad de Chetumal, la cantidad de viajes producidos con el motivo de trasladarse a trabajar representa 80.96%; tal situación se explica porque en la ciudad se concentran las unidades económicas y de servicios de la región. Por lo tanto, los viajes producidos con motivo de retornar al hogar significan 79.34% (Tabla 28 y Gráfica 16).

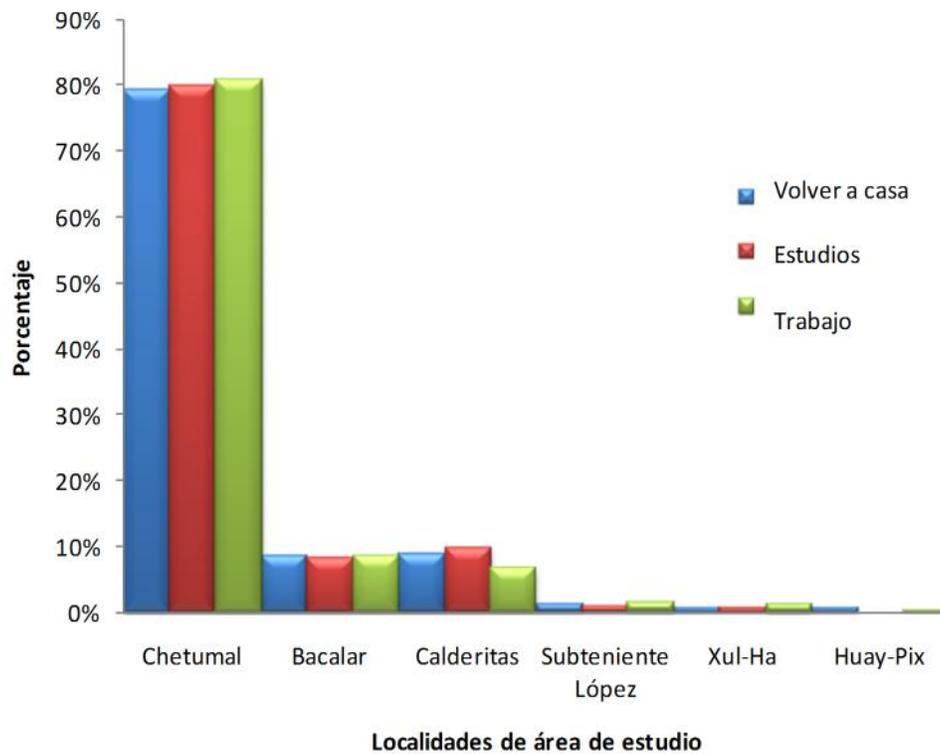
En la localidad de Bacalar se concentra alrededor del 6% de los habitantes del área de estudio de Chetumal. En esta localidad los viajes producidos para regresar al hogar representan 8.77% y con motivo de ir a trabajar 8.75%.

En la localidad de Calderitas del total de viajes producidos, la mayor parte corresponden a motivos de estudios con 9.82%, en tanto que con el motivo de trasladarse al trabajo significan 6.93% (Tabla 29).

Localidad	Trabajo	Volver a casa	Estudios
	Porcentaje		
Chetumal	80.96	79.34	79.97
Bacalar	8.75	8.77	8.33
Calderitas	6.93	8.85	9.82
Subteniente López	1.53	1.40	0.99
Huay-Pix	1.39	0.85	0.89
Xul-Ha*	0.44	0.80	-
Total general	100.00%	100.00%	100.00%

Nota*: En el levantamiento de información en campo, en diferentes localidades de estudio, no se obtuvieron datos para varios de los motivos o propósito de viaje establecidos, lo que se refleja en el cálculo final.

Tabla 28. Viajes y su porcentaje por los principales motivos de viaje



Gráfica 16. Distribución porcentual de los viajes por los principales motivos.

Viajes por AGEB y localidad según motivo del viaje

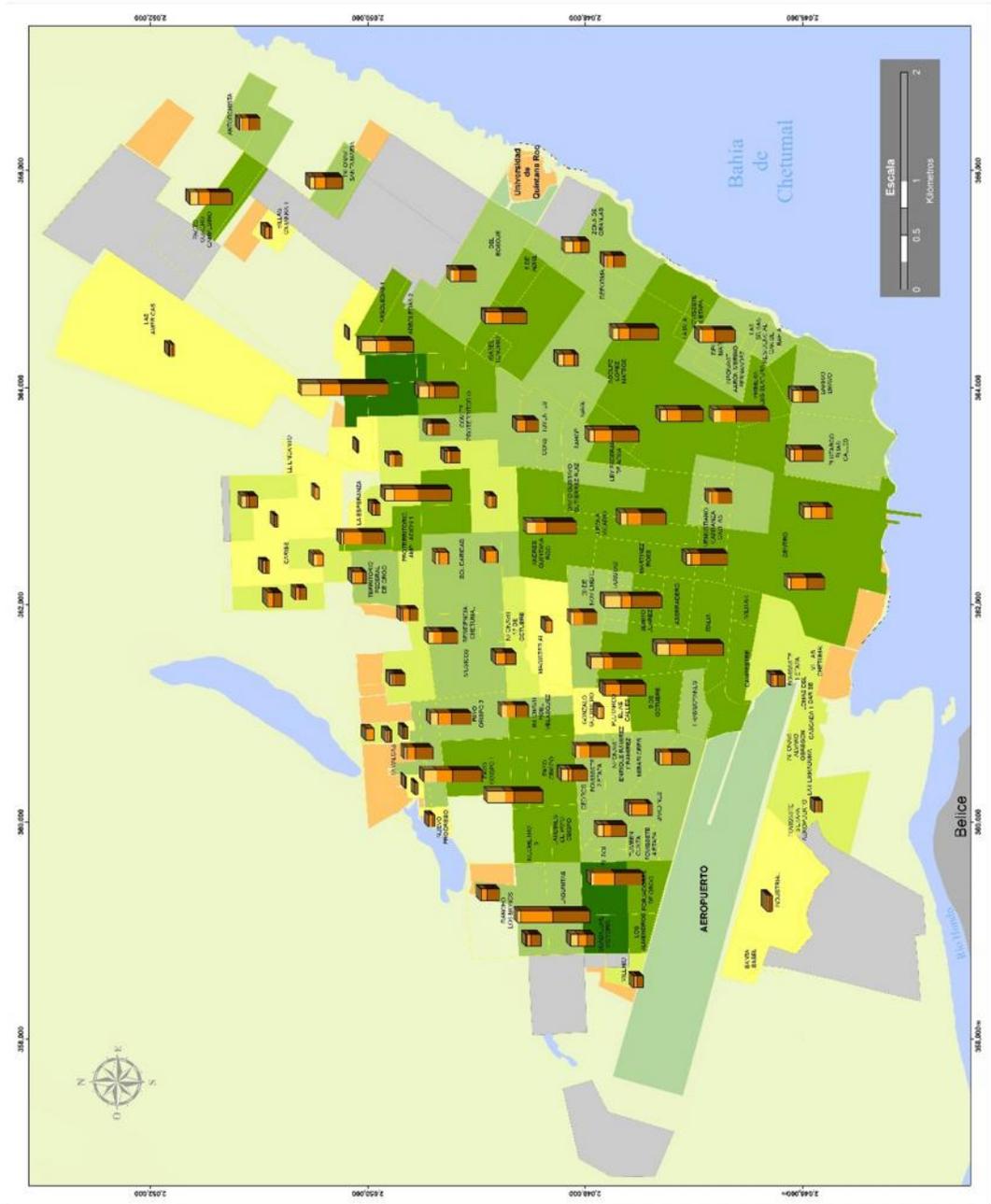
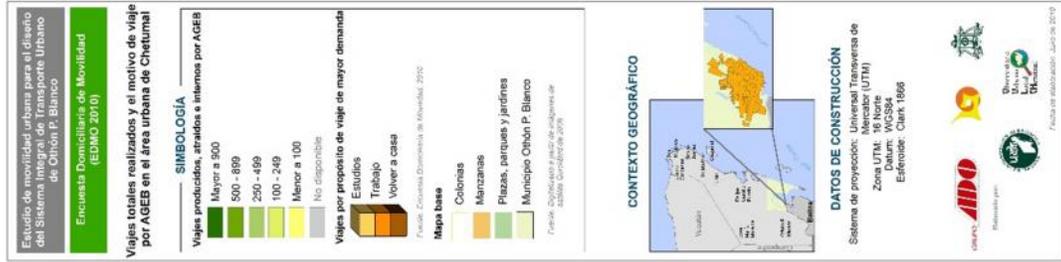
La razón principal de los viajes que efectúan las personas dentro del área de estudio es el regreso al hogar, de manera que casi 47 de cada 100 de ellos fueron realizados con tal motivo (Tabla 29). En segundo orden de importancia se encuentra los traslados al trabajo en proporción de 27 de cada centenar. La tercera mayor incidencia corresponde a los viajes cuyo motivo es acudir a estudiar, que representan aproximadamente 13%. En último lugar, con menos del 1% quedan los traslados para realizar trámites (Tabla 29).

A nivel de AGEB, el principal motivo para la ciudad de Chetumal es volver a casa (Mapa 32). Se observa que los habitantes del noroeste y al poniente de la localidad tienen mayor necesidad de viajar hacia los centros de estudio o de trabajo (Mapa 7).

Trámites*	Gestiones por trabajo*	Ocio*	Médico*	Asunto personal*	Compras*	Estudios*	Trabajo	Volver a casa	Motivo	
									Total	%
559	561	646	1,299	2,708	6,677	10,591	20,654	33,221	Chetumal	
100.00	89.96	90.82	86.64	83.26	85.00	79.97	80.96	79.34	%	
-	27	-	55	84	449	1,104	2,231	3,671	Bacalar	
-	4.33	-	3.64	2.59	5.72	8.33	8.75	8.77	%	
-	36	-	21	401	328	1301	1769	3,704	Calderitas	
-	5.71	-	1.43	12.33	4.18	9.82	6.93	8.85	%	
-	-	65	65	-	-	131	392	587	Subteniente López	
-	-	9.18	4.35	-	-	0.99	1.53	1.40	%	
-	-	-	59	59	177	118	354	354	Xul-Ha	
-	-	-	3.94	1.82	2.26	0.89	1.39	0.85	%	
-	-	-	-	-	224	-	112	336	Huay-Pix	
-	-	-	-	-	2.85	-	0.44	0.80	%	
559	624	711	1,500	3,252	7,856	13,244	25,512	41,873	Total general	

Nota*: En el levantamiento de información en campo, en diferentes localidades de estudio, no se obtuvieron datos para varios de los motivos de viaje, lo que se refleja en el cálculo final.

Tabla 29. Viajes producidos y atraídos por localidad según motivo de viaje.

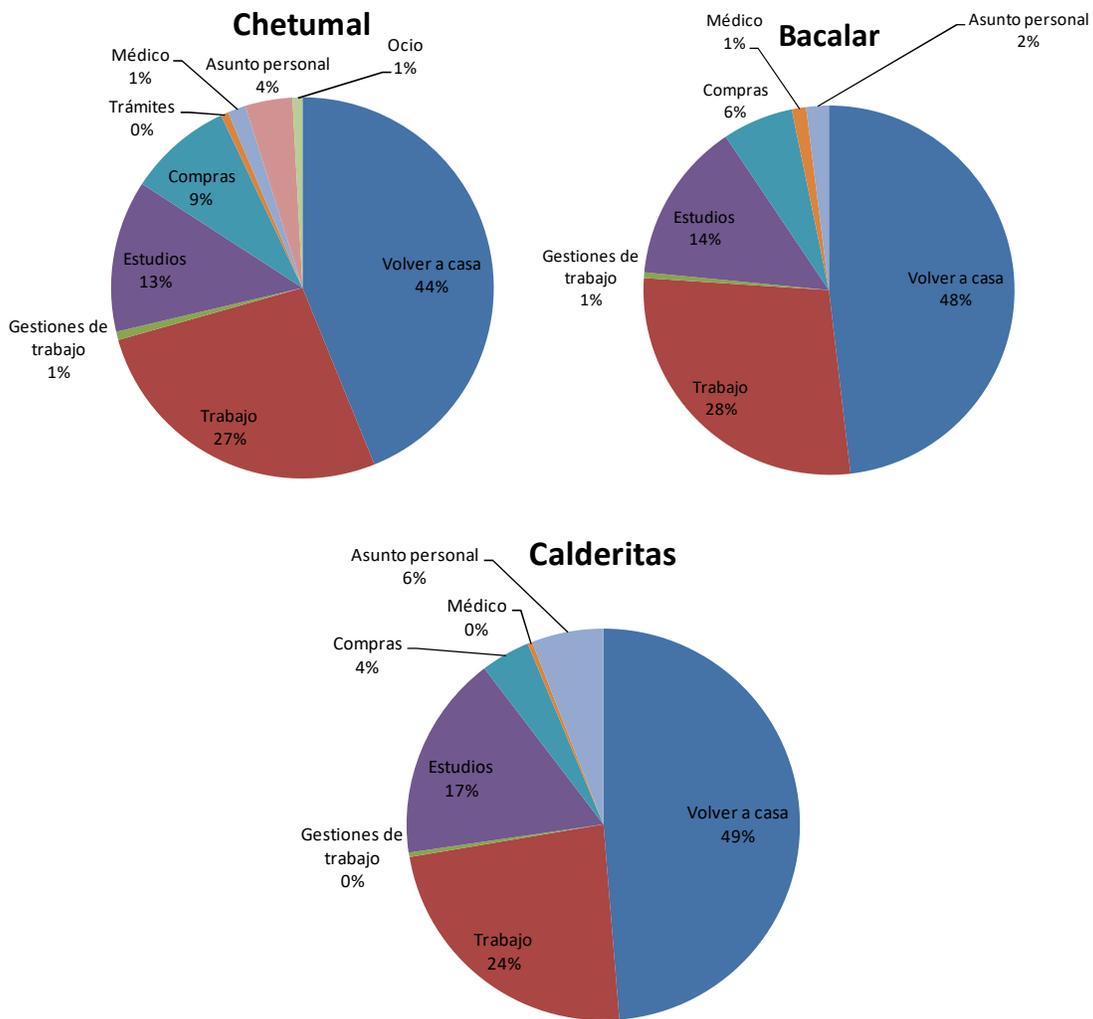


Mapa 7. Viajes totales realizados y el motivo de viaje por AGEB en el área urbana de Chetumal.

Viajes por motivo según lugar de origen y destino

De los viajes realizados entre las localidades del área de estudio 26.70 % son con el motivo de ir a trabajar (Tabla 29).

La mayor proporción de viajes con el motivo ir a trabajar se realizan dentro de los límites de Chetumal, Bacalar y Calderitas a Chetumal (Gráfica 16).



Gráfica 17 Distribución porcentual de los viajes por motivo según lugar de origen y destino

Viajes por hora de inicio según motivo

De 06:00 a 09:00 de la mañana inicia el mayor número de viajes, alrededor del 80%; realizados en su mayoría con el motivo de ir a trabajar, el 20% restantes con motivo de estudios y en un mínimo porcentaje con otro motivo, entre los cuales se encuentran salir de compras, ir a comer, entre otros (Tabla 31).

Viajes por rangos de duración y de ingresos según origen y destino

La mayor cantidad de viajes entre el hogar y el trabajo tiene una duración de entre 15 y 19 minutos, seguido por el rango de 20 minutos a 35.

Con respecto a los viajes por rangos de ingreso mensual según origen y destino, el mayor número de viajes se realizan en los hogares que tienen entre 1 y 5 salarios mínimos, y de éstos los que presentan mayor frecuencia, después de origen y destino diferente del hogar, son los que van del hogar al trabajo (Tabla 30).

Rango de ingreso mensual en SM*	Chetumal	Bacalar	Calderitas	Subteniente López	Xul-Ha	Huay-Pix	Total general
Menos de 1 SM	7.09	1.47	0.13	0.10	0.19	0.06	9.04
De 1 a 3 SM	28.91	7.51	5.65	0.32	0.38	0.26	43.04
Mayor a 3 a 5 SM	28.79	1.79	1.28	0.13	0.03	0.06	32.08
Mayor a 5 a 7 SM	7.70	1.15	0.77	-	-	-	9.62
Mayor a 7 a 10 SM	2.81	0.77	0.51	-	-	-	4.09
Más de 10 SM	1.50	0.26	0.32	0.06	-	-	2.14
Total general	76.81%	12.94%	8.66%	0.61%	0.61%	0.38%	100.00%

Nota*: Salario mínimo calculado de acuerdo al correspondiente al Estado de Quintana Roo.

Tabla 30 Porcentaje de viajes en los hogares por rangos de ingreso

Viajes por periodo de máxima demanda al inicio del viaje

El periodo matutino de máxima demanda comprende el 26.27% de los viajes que inician por la mañana, entre las 7:00 y 9:00 horas (Tabla 31), lapso durante el cual la mayoría de la población ocupada y escolar se traslada a realizar sus actividades.

El periodo de medio día de máxima demanda abarca el 23.55% de los traslados que se inician después de mediodía, entre la 1:00 pm y 4:00 pm (Tabla 31), cuyo flujo se encuentra relacionado con la salida de un segmento de viajeros de sus respectivos centros educacionales, o la salida a comer.

Periodo matutino	Porcentaje de viajes	Periodo de medio día	Porcentaje de viajes
05:30:00 a.m.	1.22	12:00:00 p.m.	14.16

05:45:00 a.m.	0.19	12:30:00 p.m.	4.12
05:50:00 a.m.	0.09	01:00:00 p.m.	23.55
06:00:00 a.m.	10.32	01:30:00 p.m.	4.89
06:30:00 a.m.	12.01	02:00:00 p.m.	18.28
07:00:00 a.m.	26.27	02:30:00 p.m.	1.29
07:30:00 a.m.	4.69	03:00:00 p.m.	12.48
08:00:00 a.m.	22.80	03:30:00 p.m.	1.16
08:30:00 a.m.	5.44	04:00:00 p.m.	19.56
09:00:00 a.m.	16.98	04:30:00 p.m.	0.51
Total general	100.00%	Total general	100.00%

Tabla 31 Viajes por periodo de máxima demanda.

Duración de los viajes

El tiempo invertido en desplazarse de un lugar a otro depende del modo de transporte: entre más diverso es, mayor resulta la duración del viaje. En el área de estudio, el transporte multimodal promedia 21 minutos por viaje. En el caso de la ciudad de Chetumal, el promedio de tiempo de viaje fue de 19 minutos, siendo el mayor tiempo de promedio por viaje para la localidad de Huay-Pix de 33 minutos aproximadamente (Tabla 32).

Localidad	Tiempo promedio (HH:MM:SS)
Chetumal	00:19:29
Bacalar	00:23:29
Calderitas	00:29:47
Subteniente López	00:23:41
Huay-Pix	00:33:20
Xul-Ha	00:30:47
Total general	00:20:44

Tabla 32. Tiempo promedio de duración de los viajes por localidad en el área de estudio.

Al interior de Chetumal, los resultados demuestran que el AGEB con mayor promedio de duración de viaje fue de 41 minutos y el menor de aproximadamente 9 minutos (Tabla 32), contabilizando ambos tipos de transportes, público y privado.

En cuanto a los viajes que se originan en el área de estudio el tiempo promedio de duración es de 00:20:44 minutos (Tabla 32); para este tipo de viajes, los que reportaron mayor duración son los que se realizan en transporte mixto, los cuales promedian una 1 hora y 01 minutos o más si el destino es fuera del área de estudio. El tiempo promedio de duración de los viajes por tipo de transporte muestra que los viajes que se realizan dentro del mismo AGEB o entre localidades tienen una duración promedio de 15 a 40 minutos (Tabla 32).

En este mismo sentido, el mayor tiempo promediado para viajar en Bacalar fue de aproximadamente 1 hora; y en Calderitas de 32 minutos. Bacalar se localiza a 32 kilómetros aproximadamente de la capital, lo que genera mayor tiempo de los desplazamientos (Tabla 32).

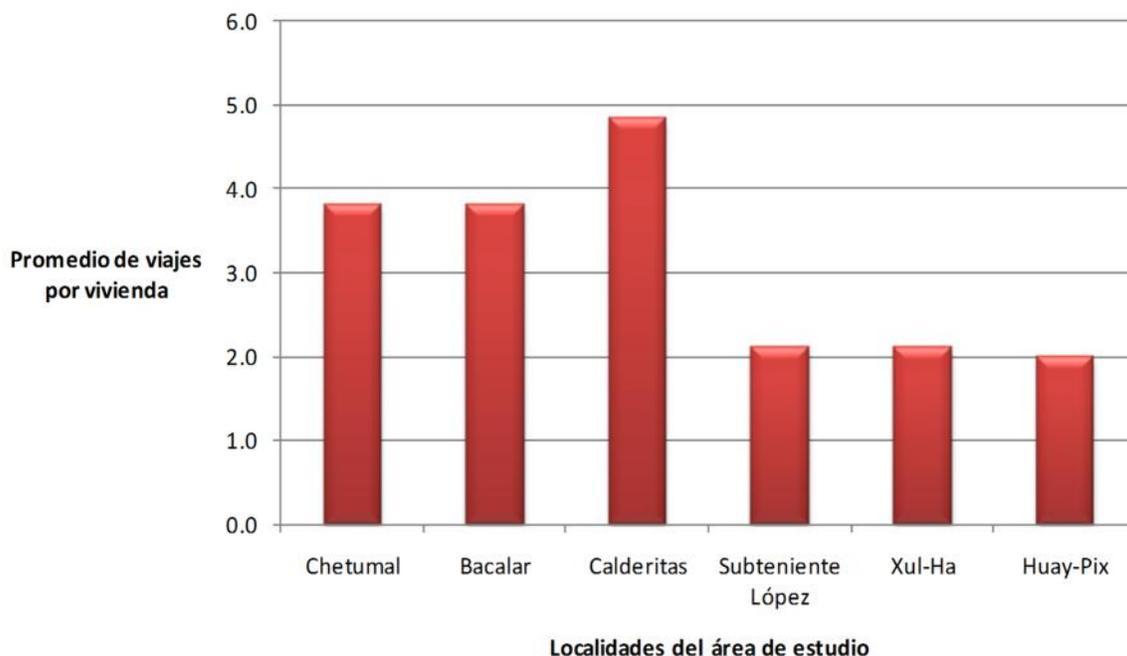
Promedio de viajes

Considerando toda el área de estudio, el promedio de viajes fue de 3.8 por vivienda. En Chetumal y Bacalar, el promedio de viajes por vivienda también fue de 3.8, mientras que para Calderitas fue de 4.9. Para las localidades rurales, el promedio de viaje fue de 2.1 (Tabla 33).

Para las localidades urbanas, y por unidad de análisis (AGEB), el mayor promedio de viajes para la ciudad de Chetumal es de 6.8 y el menor 1.5 (Tabla 44). En tanto para Bacalar el mayor promedio de viaje por unidad de observación es 6.7 y 2.0 el menor, y de 6.3 y 2.7 para Calderitas (Tabla 33 y Gráfica 18).

Localidad	Promedio de viajes por vivienda
Chetumal	3.8
Bacalar	3.8
Calderitas	4.9
Subteniente López	2.1
Xul-Ha	2.1
Huay-Pix	2.0
Total general	3.8

Tabla 33 Promedio de viajes por vivienda para las localidades del área de estudio.



Gráfica 18 Promedio de viajes por vivienda y localidad

Costo promedio de los viajes

El costo de viaje en transporte público está en función de la distancia de los recorridos en el ámbito de estudio de la EDMO 2010, el mayor costo promedio corresponde a los traslados desde Cancún hacia alguna de las localidades de la zona de estudio, con un costo promedio de \$200.00 pesos por viaje, según opinión de los entrevistados. De igual forma, los desplazamientos de alguna localidad conurbada hacia algún lugar dentro del área de estudio se encuentran entre \$15.00 y \$6.00 pesos aproximadamente.

Cuando el origen y destino se encuentran en la misma localidad, el costo promedio no rebasa los \$7.00 pesos por viaje; los de menor costo son los efectuados al interior de la ciudad de Chetumal (Tabla 34).

Localidad	Costo promedio por viajes generados (\$)	Costo promedio por viajes atraídos (\$)
Cancún	200.00	66.67
Tulum	100.00	100.00
José Ma. Morelos	84.00	-
Caobas	75.00	75.00

Pino Suárez	-	15.00
Juan Sarabia	38.00	13.00
Huay-Pix	15.20	13.82
Mahahual	-	11.67
Subteniente López	12.17	11.88
Xul-Ha	7.35	7.81
Chetumal	6.23	6.25
Bacalar	5.49	4.90
Calderitas	2.87	3.24
Ingenio Álvaro Obregón	25.00	16.67
Sin especificar	25.38	29.00

Tabla 34 Costo promedio del viaje por localidad por viajes generados y viajes atraídos

III.4. Viajeros

Promedio de viajeros en el hogar

En un día típico, cerca de 50,000 personas de 5 años y más realizan al menos un viaje en el área de estudio utilizando algún modo de transporte. El promedio de estos viajeros a nivel AGEB en la zona de estudio fue de 543 y de 2 viajeros por familia. De las localidades urbanas Calderitas obtuvo el mayor promedio de viajeros por arriba de Chetumal y Bacalar (Tabla 35).

Por su parte, el comportamiento para las zonas rurales es casi homogéneo, siendo Xul-Ha la población que alcanzó el promedio más alto (Tabla 35)

Localidades urbanas	Viajeros	Porcentaje	Promedio de viajeros por AGEB	Promedio de viajeros por hogar
Chetumal	38,458	79.83	481	2
Bacalar	4,421	9.18	316	2
Calderitas	3,780	7.85	945	2

Localidades rurales	Viajeros	Porcentaje	Promedio de viajeros por localidad	Promedio de viajeros por hogar
Subteniente López	620	1.29	336	2
Huay-Pix	561	1.16	561	2
Xul-Ha	336	0.70	620	2
Total general	48,176	100.00%	543	2

Tabla 35 Viajeros por localidad, su promedio por AGEB y localidad y hogar

Residentes viajeros por grupos de edad y sexo

En los viajes en el área de estudio no existe un género predominante, ya que de cada 100 personas cerca de 51 son mujeres y el 49 son hombres (Tabla 36). En Chetumal, que concentra el 76.16% de los viajeros de la región de estudio, la proporción sigue siendo casi homogénea: 37.93% son hombres y 38.23% son mujeres (Tabla 36).

Localidad	Hombres (%)	Mujeres (%)	Residentes (%)
Chetumal	37.93	38.23	76.16
Bacalar	6.82	6.82	13.64
Calderitas	3.34	3.95	7.29
Subteniente López	0.54	0.54	1.08
Huay-Pix	0.30	0.51	0.81
Xul-Ha	0.57	0.44	1.01
Total general	49.51%	50.49%	100.00%

Tabla 36 Porcentaje de los residentes por sexo y localidad.

Grupos de edad (años)	Hombres (%)	Mujeres (%)
5 a 9	9.20	7.36
10 a 14	9.20	9.18
15 a 19	12.07	12.12
20 a 24	10.13	10.09
25 a 29	10.06	11.70

30 a 34	7.97	7.29
35 a 39	8.69	10.58
40 a 44	7.11	6.73
45 a 49	5.82	6.59
50 a 54	6.03	5.54
55 a 59	3.95	4.34
60 a 64	3.09	3.71
65 a 69	2.44	2.31
70 a 74	2.08	1.54
75 a 79	0.72	0.49
80 y más	1.44	0.42
Total general	100.00%	100.00%

Tabla 37 Porcentaje de los residentes del área de estudio por grupos de edad y sexo.

Residentes viajeros y el flujo de transporte

Los residentes viajeros del área de estudio confluyen diariamente en distintos horarios en sus traslados, de manera que es posible identificar, entre las 07:00 y las 9:00 horas, un periodo matutino de máxima afluencia de viajeros, durante el cual miles de personas se van agregando y retirando del flujo urbano.

El periodo matutino de máxima afluencia, durante el cual por cada intervalo de 30 minutos se contabilizan a los viajeros, empieza a las 6:00 de la mañana con el 10.32% de viajeros, a los que se van agregando cada vez más hasta llegar a un máximo de 26.27%, a las 7:00 de la mañana (Tabla 38).

Después de esa hora comienza a disminuir la cantidad de viajeros, hasta llegar al 16.98% a las 9:00 de la mañana. Se aprecia que entre las 7:00 y 7:30 de la mañana se ubica la hora de mayor afluencia de viajeros (Tabla 38).

Por la tarde, el periodo de máxima demanda ocurre de las 13:00 a las 16:00 horas, con un 23.55% y 19.56% de viajeros. Hacia el final de la jornada, de 17:00 a 20:00 horas se tiene

un promedio de viajeros de 77.14%, principalmente con el propósito de regreso a casa (Tabla 38).

Por último, se presentan también las gráficas referentes a residentes viajeros en transporte público y privado, en las que se observa el mismo periodo de máxima demanda tanto de transporte público como privado. Algunos viajeros del transporte público para realizar sus actividades inician sus trayectos alrededor de las 4:00 am y 5:30 de la mañana, mientras que los que poseen vehículo propio inician sus viajes entre las 6:00 am y 7:00 am, según datos recabados en la EDMO; posteriormente se observa un comportamiento más uniforme durante el transcurrir de la jornada (Tabla 38).

Los viajeros en transporte público tienen los intervalos de mayor afluencia de las 6:00 a 6:30 y a las 7:00 de la mañana, siendo este último el de mayor tránsito, con más de 48.60% de viajeros en dichos periodos (Tabla 38).

Periodo matutino			Periodo vespertino		
Horario	Viajes		Horario	Viajes	
	Total	Porcentaje		Total	Porcentaje
05:30:00 a.m.	938	1.22	12:00:00 p.m.	10,889	14.16
05:45:00 a.m.	144	0.19	12:30:00 p.m.	3,168	4.12
05:50:00 a.m.	72	0.09	01:00:00 p.m.	18,115	23.55
06:00:00 a.m.	7,937	10.32	01:30:00 p.m.	3,762	4.89
06:30:00 a.m.	9,236	12.01	02:00:00 p.m.	14,057	18.28
07:00:00 a.m.	20,203	26.27	02:30:00 p.m.	990	1.29
07:30:00 a.m.	3,608	4.69	03:00:00 p.m.	9,602	12.48
08:00:00 a.m.	17,533	22.80	03:30:00 p.m.	891	1.16
08:30:00 a.m.	4,185	5.44	04:00:00 p.m.	15,047	19.56
09:00:00 a.m.	13,060	16.98	04:30:00 p.m.	396	0.51
Total general	76,916	100.00%	Total general	76,916	100.00%

Tabla 38 Periodos de máxima demanda de viajes para el área de estudio.

IV. Modelo del Sistema Integral de Transporte Urbano (SITU)

Se realizó la modelación de los patrones de movilidad basándose en la información recabada en la EDMO, esto permitió generar la propuesta de un nuevo sistema de transporte urbano. En los resultados de la EDMO se encuentra que las localidades que generan y atraen una mayor cantidad de viajes son Chetumal y Calderitas. Las localidades de Bacalar, Xul-Ha y Huay-Pix generan pocos viajes al interior de las mismas y su movilidad se orienta más a generar viajes hacia Chetumal.

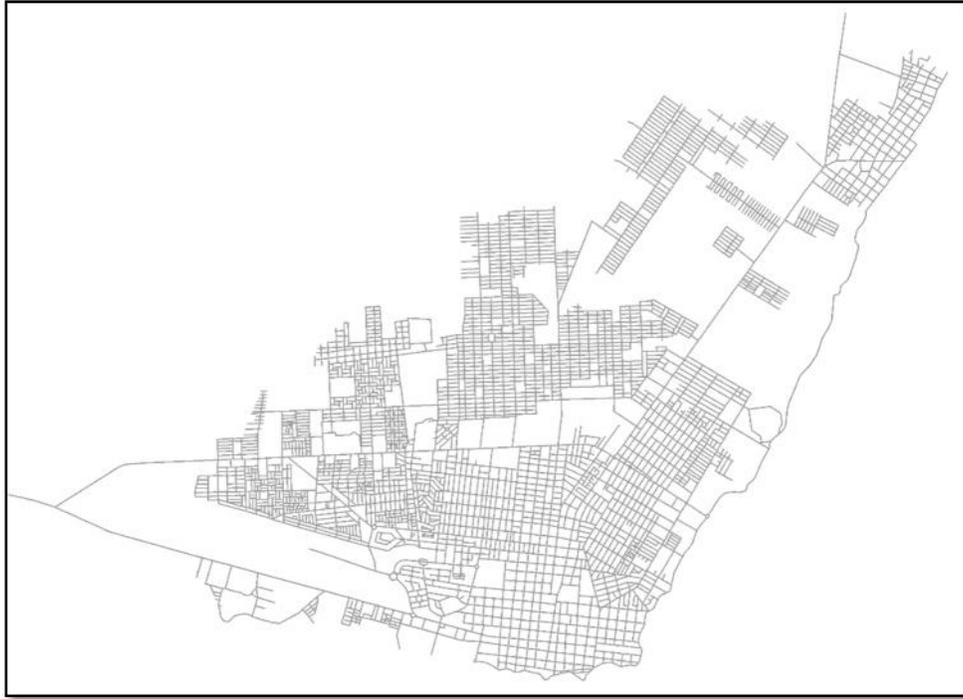
Por lo tanto, se ha diseñado un sistema de nuevas rutas para las localidades de Chetumal y Calderitas, localidades en las que las condiciones del tránsito y la movilidad urbana han cambiado en los últimos años debido a las nuevas obras de infraestructura, la generación de plazas comerciales y supermercados y la creación de nuevos espacios de vivienda.

Esto hace necesario reconfigurar los derroteros actuales para que la población pueda moverse de forma más eficiente, reduciendo así los tiempos de viaje.

IV.1. Flujos de Origen-Destino

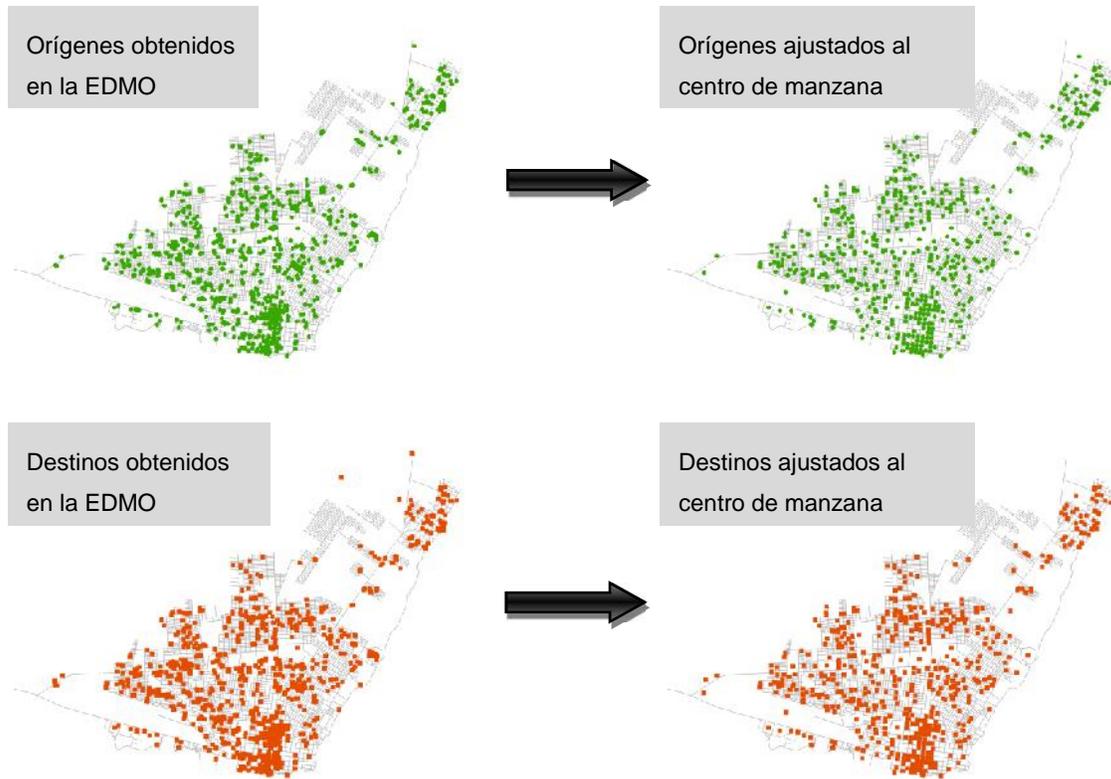
La *red vial*¹ del área de estudio se generó utilizando un mapa de vialidades, esta red permite analizar espacialmente los viajes realizados a través de cada uno de los segmentos que la conforman. La longitud de la red es de 732.4 kilómetros.

¹ Estructura de datos que interconecta los segmentos viales a través de nodos.



Mapa 8. Red vial de las localidades de Chetumal y Calderitas.

Estas localizaciones se ajustaron al centro geográfico de la manzana que las contiene, con el objetivo de mejorar la representación cartográfica. El mapa 28 muestra los *orígenes* y *destinos (OD)* del área de estudio.



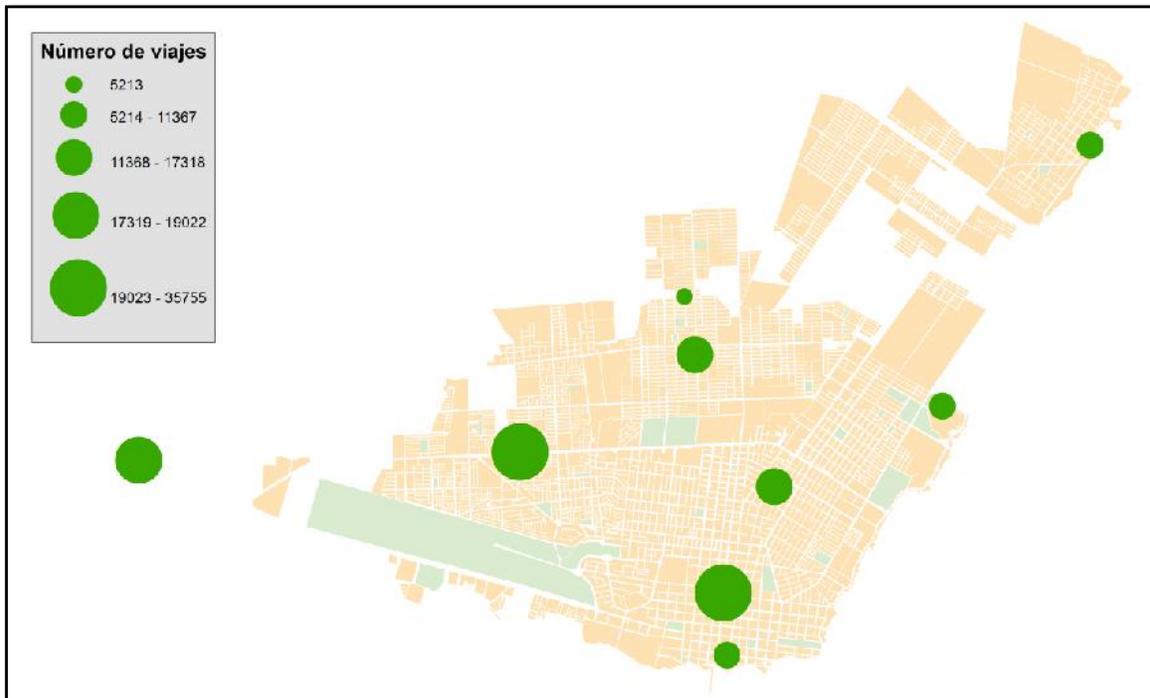
Mapa 9. Orígenes y destinos.

Un primer análisis de los OD permitió su agrupación en zonas generadoras y receptoras de viajes, logrando que se observen de forma más evidente los flujos de los viajes en las localidades de estudio. Esta agrupación se realizó calculando los Polígonos de Thiessen que son una representación geométrica que permite particionar el espacio geográfico. Se crean al unir los OD entre sí, trazando las mediatrices de los segmentos de unión. Las intersecciones de estas mediatrices determinan el **área de influencia** de un conjunto de datos.



Mapa 10. Zonas de atracción de los OD.

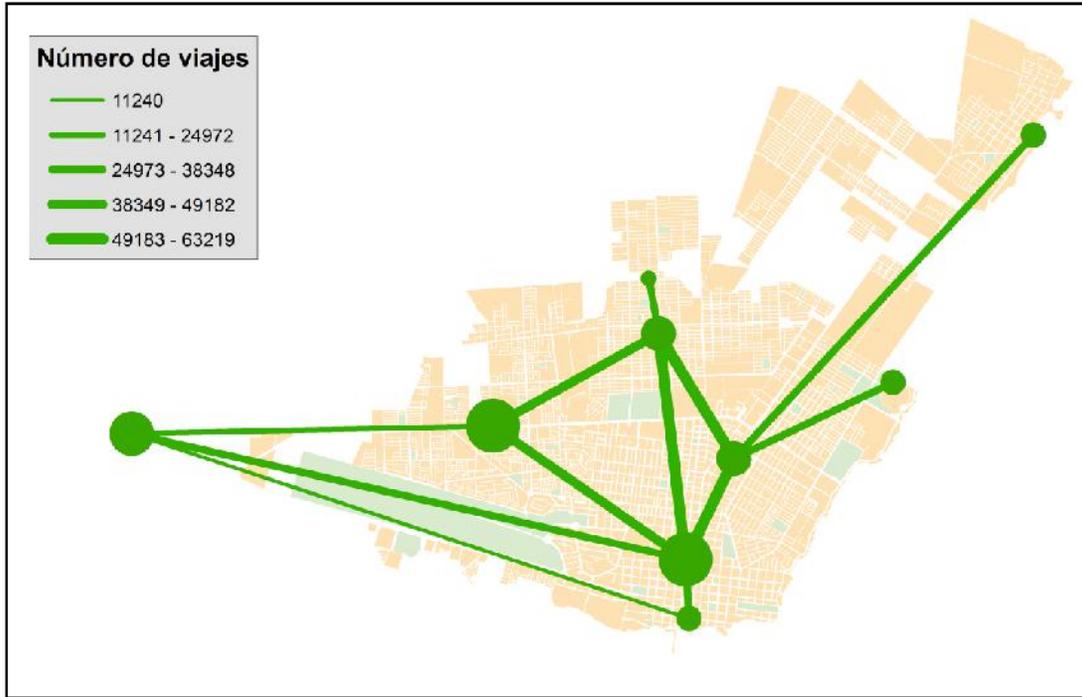
Los centros geográficos de los polígonos anteriores son las zonas de concentración de los OD. Los viajes originados con destino fuera de las localidades de Chetumal y Calderitas se agruparon en una zona de atracción, misma que puede verse a la extrema izquierda.



Mapa 11. Número de viajes totales proyectados por zonas de concentración en Chetumal y Calderitas.

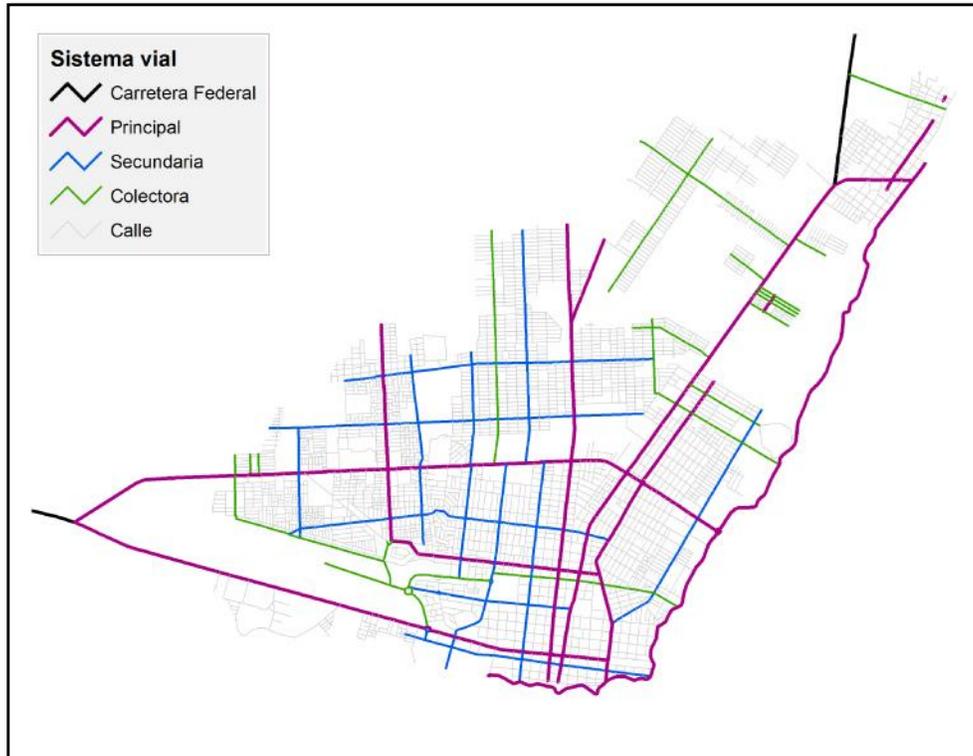
El número de viajes totales de las zonas de concentración corresponde a una proyección realizada utilizando los resultados de la EDMO. En el mapa anterior se observa que existen dos zonas relevantes de concentración de orígenes y destinos de viajes: una cercana a la Plaza “Las Américas” por la cual pasaban ocho rutas²; y la otra zona, está en el centro de la ciudad de Chetumal, donde convergen la mayoría de las 18 rutas del transporte urbano. En el siguiente mapa se proyectaron los flujos entre estos puntos concentradores de viajes por medio de una matriz de orígenes y destinos para visualizar la conectividad en Chetumal y Calderitas.

² Las rutas cercanas a esta zona son: Arboledas – Plaza Las Américas, CRIQ – Mercado Nuevo, Forjadores, Forjadores – Bugambillas, Forjadores – San Francisco, Lagunitas, Milenium y Payo Obispo.



Mapa 12. Flujos entre zonas de generación y atracción de viajes.

Una mejor forma de analizar estos viajes es representarlos sobre la red vial, para ello un primer paso es la clasificación de las vialidades en cinco categorías (carreteras principales, secundarias, colectoras y calles). Esta clasificación está basada en los resultados del “Programa Sectorial de Vialidades y Señalización de Chetumal, Quintana Roo” (2010)

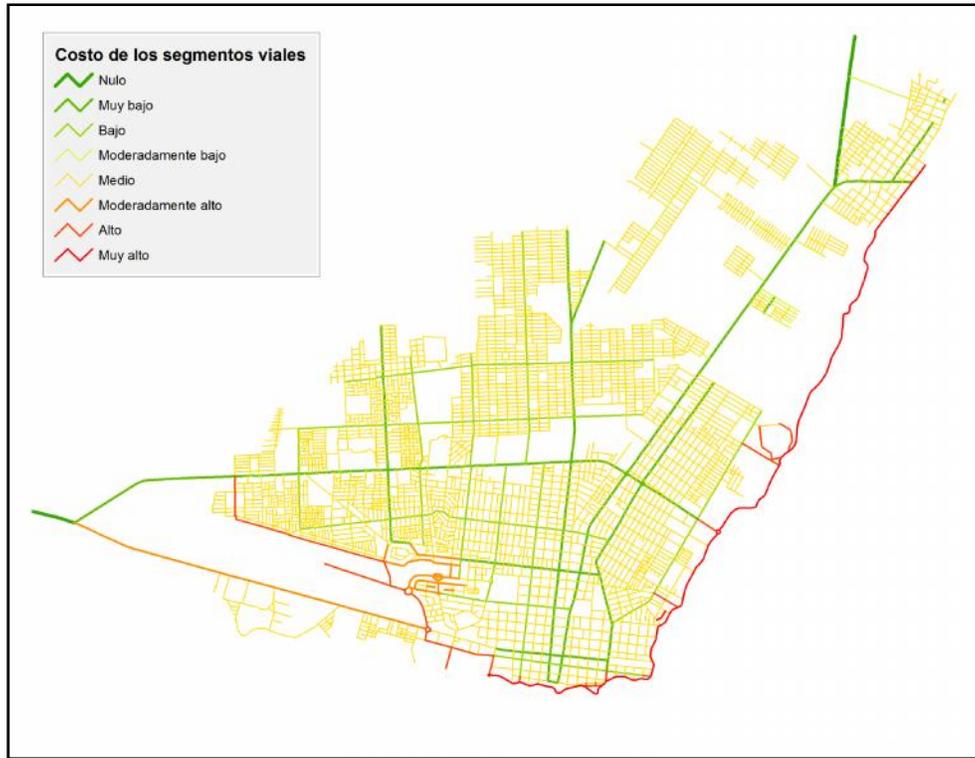


Mapa 13. Categorías viales de Chetumal y Calderitas.

A cada segmento de la red vial clasificada se le asignó el costo que representa la dificultad para su recorrido. Los criterios para establecer estos costos fueron los siguientes:

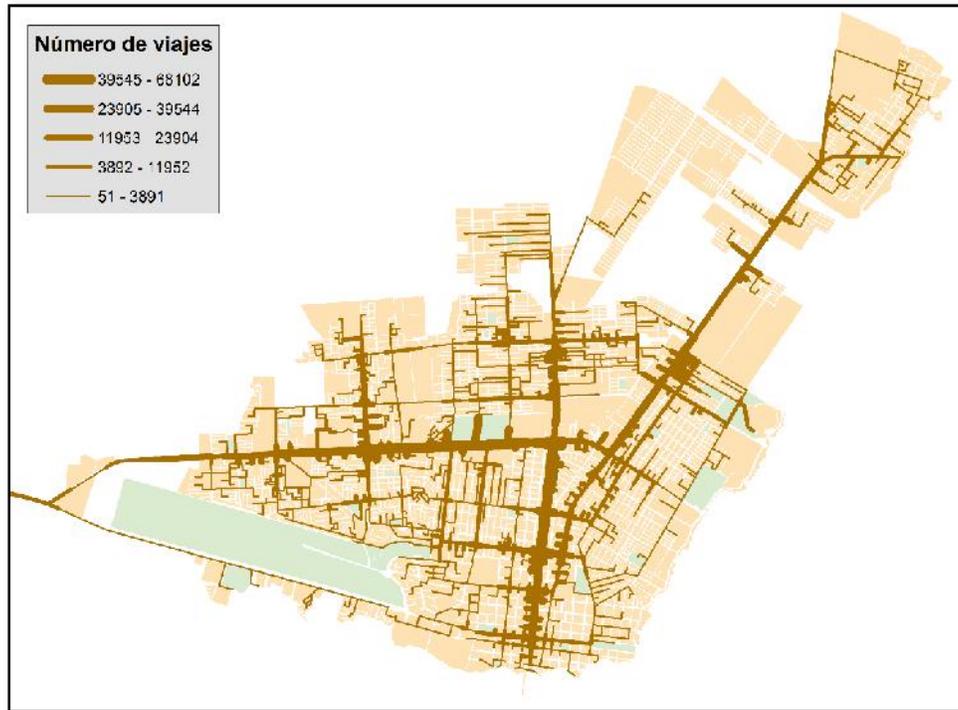
- Se asignó un costo nulo a las carreteras en las localidades de Chetumal y Calderitas.
- Se asignó un costo bajo o muy bajo a los segmentos viales que corresponden a las avenidas principales con excepción de aquellas que pasan por manzanas o zonas de la ciudad con una población reducida.
- Los segmentos viales con costos intermedios son, en su mayoría, las vialidades colectoras o calles de la ciudad.
- Los costos moderadamente altos, altos y muy altos corresponden a los segmentos viales en donde existen viviendas en un solo lado de la vialidad, donde la población es muy reducida o en zonas residenciales que generan muy pocos viajes en transporte urbano. En el caso del Boulevard Bahía se asignó el costo más alto de todas las vialidades ya que es una vialidad que por el lado derecho, en sentido Sur

– Norte, colinda con la Bahía de Chetumal y por el otro lado con manzanas con una reducida población.



Mapa 14. Costo de las vialidades de Chetumal y Calderitas.

Considerando los costos estimados y la configuración espacial de los OD recabados en la EDMO se generan los flujos de pasajeros sobre la red vial. El grosor de línea de los segmentos corresponde a la cantidad de viajes estimados. En la siguiente imagen se observa que las avenidas de mayor flujo vehicular y que conectan con una mayor cantidad de infraestructura son las que presentan mayor cantidad de viajes.



Mapa 15. Viajes proyectados por segmento vial en Chetumal y Calderitas.

Los viajes obtenidos de la EDMO presentan una serie de patrones que se hacen más marcados en algunos modos y motivos de transporte. Para representar mejor estos patrones se asignaron valores³ a los modos y motivos de los viajes (Tabla 49 y 50).

³ Esta valorización está en relación a la importancia relativa de los modos y motivos de transporte, se asigna un valor más alto a los modos de transporte urbano y valores bajos a los viajes hechos en vehículos motorizados particulares y a los viajes a pie. En el caso de los motivos, se asignan valores más altos a los que generan viajes con más periodicidad y valores bajos a los motivos que generan viajes ocasionales.

MODO	Descripción	PESO	MOTIVO	Descripción	PESO
1	A pie	5	1	Volver a casa	100
2	Automóvil conductor	0	2	Trabajo	100
3	Automóvil acompañante	10	3	Gestiones por trabajo	90
4	Motocicleta	0	4	Estudios	100
5	Bicicleta	20	5	Compras	80
6	Autobús interurbano	100	6	Trámites	80
7	Autobús urbano	100	7	Médico	90
8	Combi urbana	95	8	Asunto personal	50
9	Combi interurbana	95	9	Ocio	50
10	Taxi	75			
11	Otro	35			
12	Multimodal	10			

Tabla.40 Valoración por motivos de viaje.

Tabla.39 Valoración por modos de transporte.

En el caso de Chetumal y Calderitas, los viajes en vehículos motorizados (automóvil y motocicleta) se concentran en las vialidades con un tránsito más rápido, que son las avenidas principales. Los viajes realizados en transporte público urbano e interurbano (autobús y combi) utilizan las vialidades estructurales que atraviesan en su totalidad a la ciudad, algunas de ellas son la Av. Insurgentes, la Av. Héroes, Calzada Centenario, Av. Benito Juárez y Av. Constituyentes.

Los motivos de Trabajo, Gestiones por trabajo, Trámites y Compras concentran una gran cantidad de viajes en la zona centro de la ciudad, por otra parte, el motivo Médico tiene una mayor carga de viajes en las vialidades cercanas los centros de atención médica de mayor importancia (Clínica del Seguro Social, Clínica del ISSSTE y Hospital General). Por último, los viajes motivados por el Ocio tienen una carga mayor en vialidades cercanas a la plaza comercial “Las Américas”.

En general para el área de estudio, los modos de transporte que agrupan la mayor cantidad de viajes son los realizados en taxi (55%), combi urbana (13%) y autobús urbano (12%), concentrando el 80% del total de viajes. Otro modo con relativa importancia (6%) es del de

autobús interurbano, medio por el cual la ciudad de Chetumal genera y recibe viajes de las otras localidades del área de estudio.

En relación a los motivos, el de mayor porcentaje (47%) es *Volver a casa*, este motivo agrupa los viajes hechos previamente por otros motivos. La vivienda origina también un gran volumen de viajes con diversos motivos como de Trabajo (29%), Estudios (12%) y Compras (6%), que sumados al motivo *Volver a casa* representan el 94% de los viajes.

IV.2. Rutas internas y externas

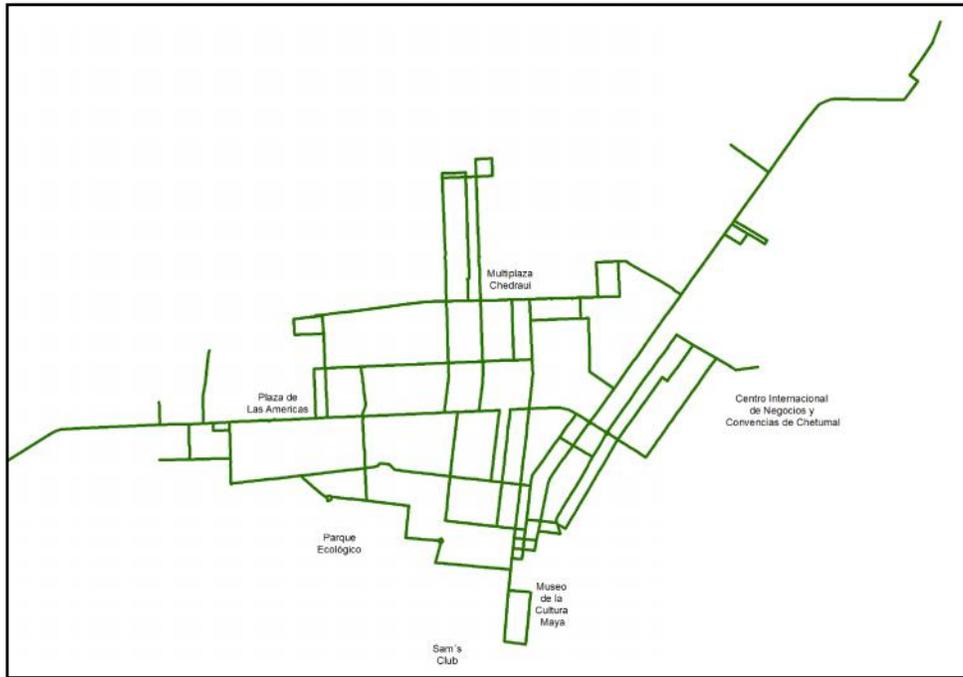
Se ha generado una propuesta con 10 rutas nuevas para atender la demanda de viajes en Chetumal. A manera de comparar se muestran las siguientes tablas y mapas.

Nombre de la ruta	Longitud (km)
CRIQ - Mercado nuevo (Pequeño concesionarios)	14.9
Calderitas ADO	12.8
Calderitas SUCHAA	10.9
Solidaridad ADO	10.7
Payo Obispo ADO	9.8
Bosque ADO	9.3
Protterritorio ADO	9.3
Lagunitas ADO	9.2
Solidaridad SUCHAA	8.8
Forjadores ADO	8.4
Payo Obispo SUCHAA	7.7
Arboledas-Plaza Las Américas SUCHAA	7.7
Milenium (Pequeño concesionarios)	7.2
Lagunitas SUCHAA	6.5
Lázaro Cárdenas SUCHAA	6.4
Forjadores - San Francisco SUCHAA	5.6
Forjadores - Bugambilias SUCHAA	5.3
Bosque SUCHAA	4.1
Longitud total del sistema de transporte	154.52
Longitud promedio de las rutas	8.58

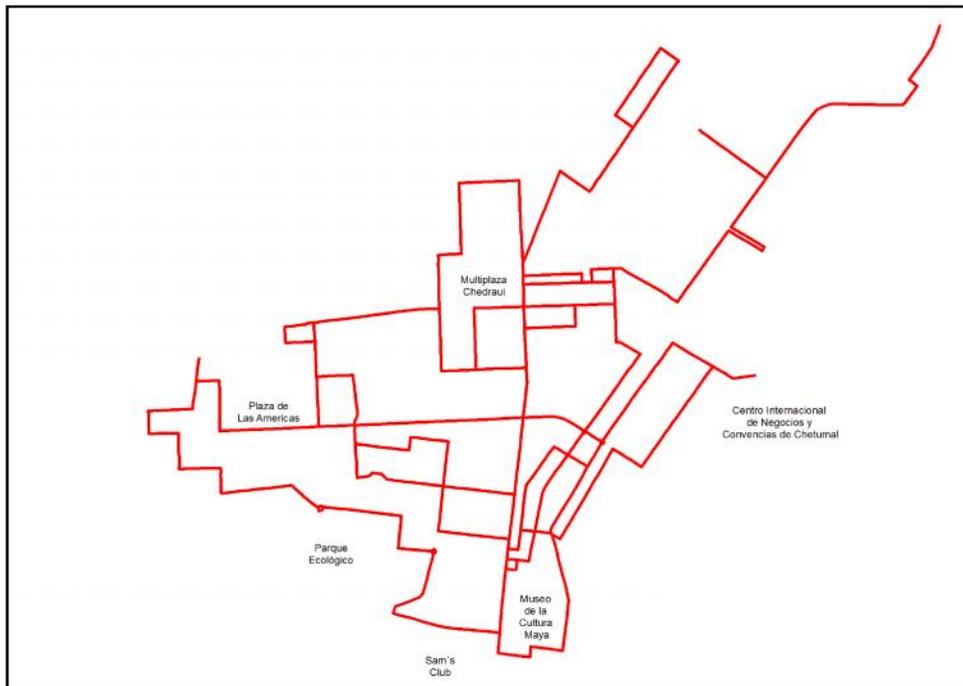
Tabla 41 Longitud de las rutas en operación a julio de 2010 en Chetumal y Calderitas.

Nombre de la ruta	Longitud (km)
Ruta Universidad	4.6
Ruta Adolfo L. Mateos	5.0
Ruta Payo Obispo II	5.1
Ruta Payo Obispo	6.6
Ruta Protterritorio - Plaza Las Américas	8.2
Ruta Forjadores	9.5
Ruta Lagunitas	10.6
Ruta El Encanto	11.1
Ruta Caribe	11.7
Ruta Calderitas	15.1
Longitud total del sistema de transporte	87.5
Longitud promedio de las rutas	8.7

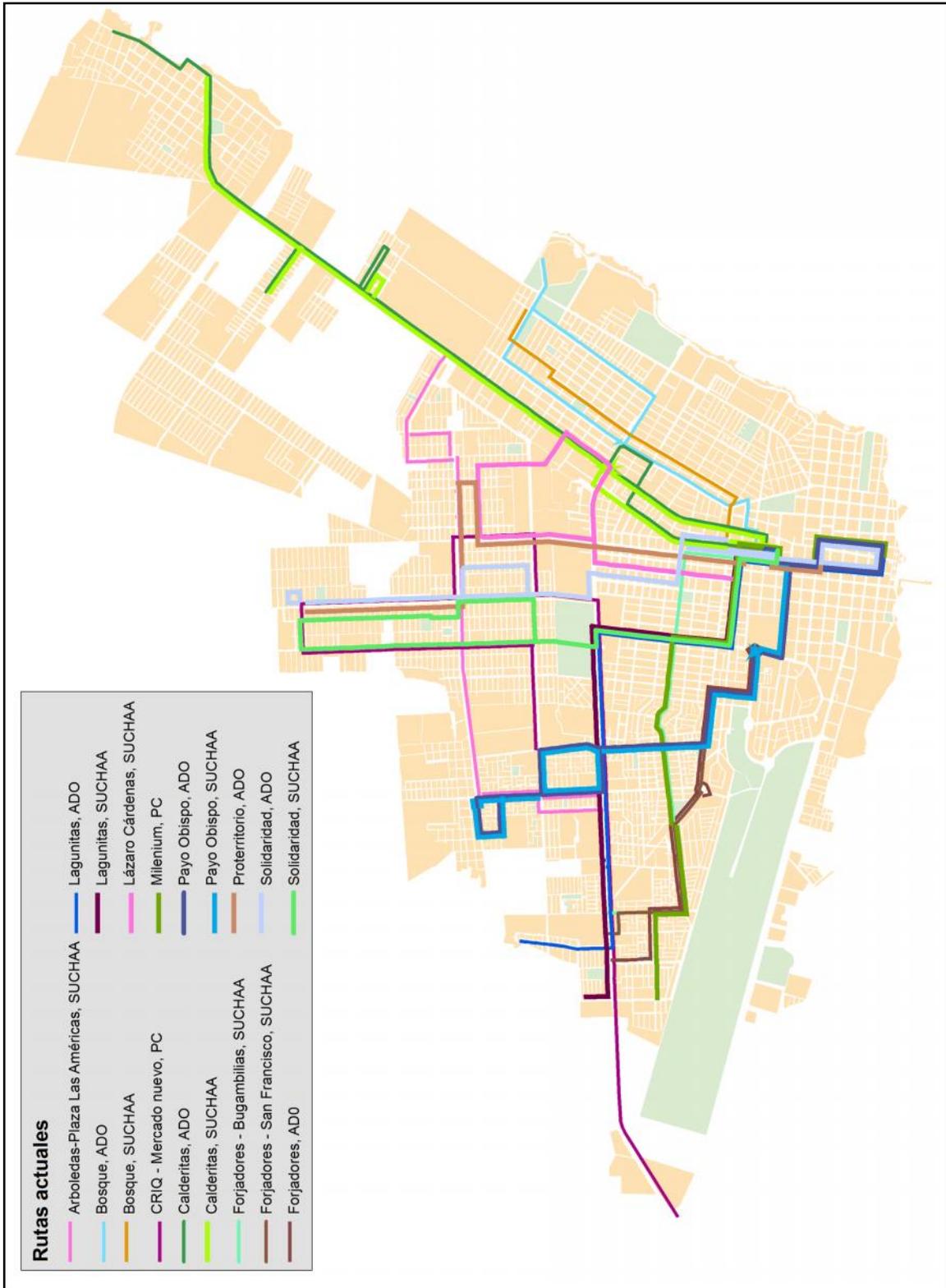
Tabla 42 Longitud de las rutas propuestas para Chetumal y Calderitas.



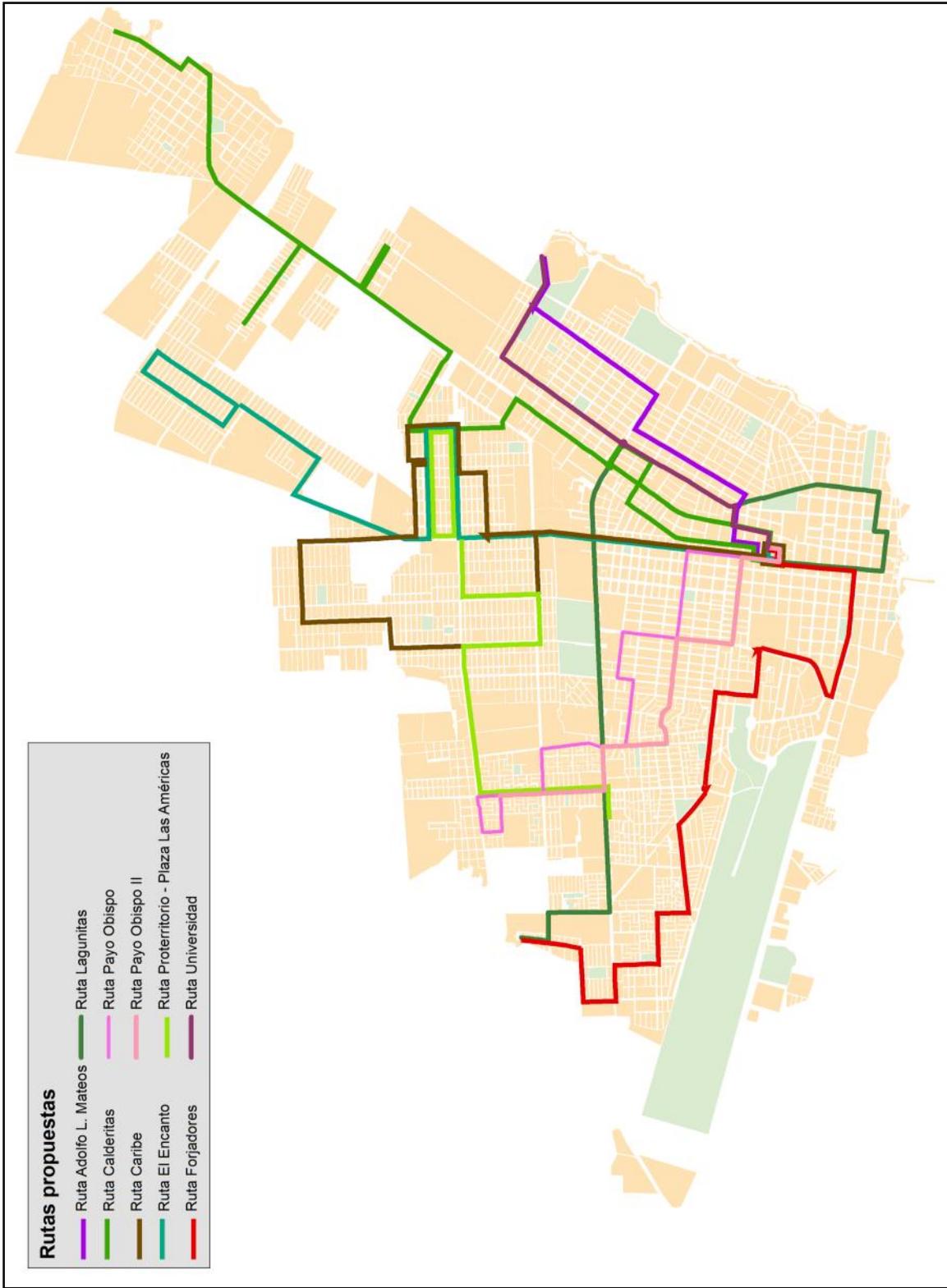
Mapa 16. Rutas en operación a julio de 2010 en Chetumal y Calderitas.



Mapa 17. Rutas propuestas en Chetumal y Calderitas.



Mapa 18. Rutas en operación a julio de 2010 para Chetumal y Calderitas.



Mapa 19. Rutas propuestas para Chetumal y Calderitas.

Se realizó una comparación entre las rutas en operación a julio de 2010 y las rutas propuestas calculando el índice de transferencia que es el porcentaje de conexión de una determinada ruta con las demás. Un índice de transferencia alto (80 o más) indica un sistema de transporte bien conectado. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

Ruta	Concesionario	Índice de transferencia *
Arboledas-Plaza las Américas	SUCHAA	56
Bosque	ADO	83
Bosque	SUCHAA	83
CRIQ - Mercado nuevo	PC	67
Calderitas	ADO	67
Calderitas	SUCHAA	89
Forjadores	ADO	89
Forjadores - Bugambilias	SUCHAA	83
Forjadores - San Francisco	SUCHAA	83
Lagunitas	ADO	94
Lagunitas	SUCHAA	89
Lázaro Cárdenas	SUCHAA	89
Milenium	PC	83
Payo Obispo	ADO	94
Payo Obispo	SUCHAA	94
Proterritorio	ADO	94
Solidaridad	ADO	94
Solidaridad	SUCHAA	89

Tabla 43 Rutas a julio de 2010.

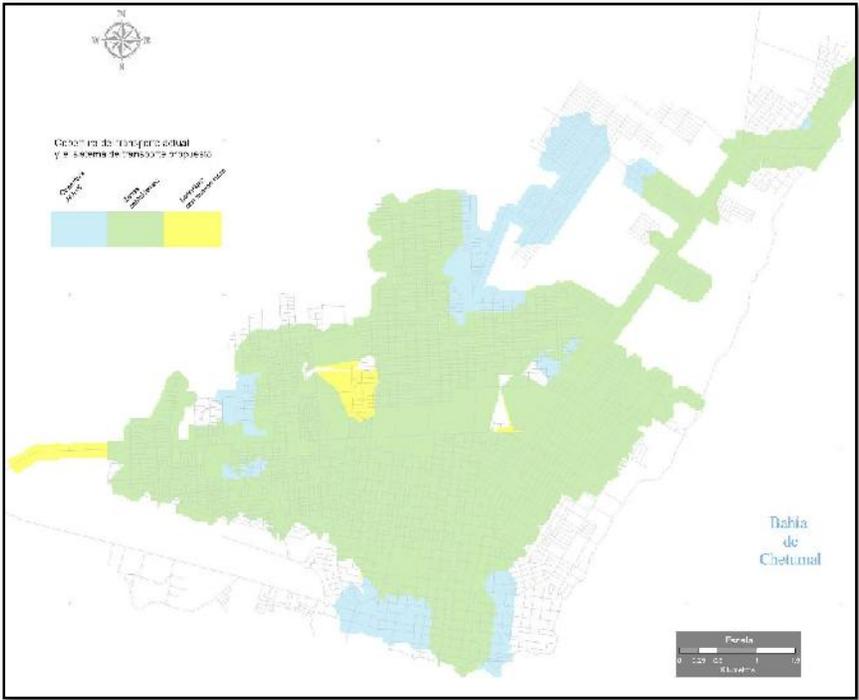
Ruta	Índice de transferencia *
Ruta Lagunitas	100
Ruta Adolfo L. Mateos	89
Ruta Calderitas	100
Ruta El Encanto	100
Ruta Caribe	100
Ruta Proterritorio - Plaza Las Américas	67
Ruta Payo Obispo	100
Ruta Forjadores	89
Ruta Payo Obispo II	100
Ruta Universidad	89

Tabla 44 Rutas propuestas.

Se observa un mayor índice de transferencia en las rutas propuestas.

Para evaluar los cambios en la cobertura del sistema de transporte se realizó un análisis de la cobertura espacial del sistema de transporte, medida por la superficie del área urbanizada de la ciudad desde la cual un usuario potencial puede alcanzar el sistema de transporte caminando una distancia razonable. En la zona de estudio se establece esta distancia en 200 metros a cada lado de las rutas.

Como se puede observar en el mapa siguiente las rutas en operación cubren prácticamente toda el área centro y la norte de la ciudad, con excepción de algunas áreas de muy baja densidad poblacional o residenciales. Las rutas propuestas tienen una mejor cobertura de las zonas habitacionales de más reciente creación en la zona nororiente de la ciudad de Chetumal (que se viene desarrollando hace menos de cinco años) donde se encuentran los fraccionamientos de Las Américas, Caribe, El Encanto y Residencial Sian Ka'an.

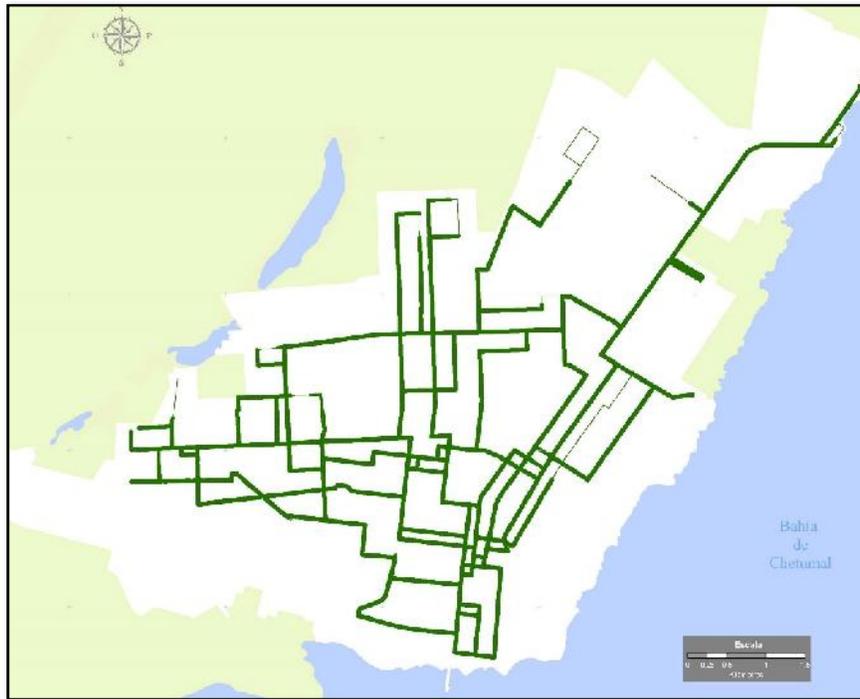


Mapa 20. Cobertura del sistema de transporte actual y cobertura del sistema de rutas propuesta para Chetumal y Calderitas.

I.1. Demanda potencial

La demanda consiste en el volumen de pasajeros transportados por cada ruta considerando un día típico, para calcularla se utilizaron los orígenes y destinos de los viajes que se ubican a 300 metros o menos de cada ruta propuesta. Se tienen entonces los viajes esperados en

cada segmento de una determinada ruta. La distribución de los viajes en el sistema de transporte propuesto se observa en el siguiente mapa.



Mapa 21. Demanda potencial de viajes en el SITU.

Los viajes potenciales por día para cada ruta son:

Ruta	Viajes proyectados
Ruta Forjadores	6,612
Ruta Caribe	5,518
Ruta Calderitas	4,527
Ruta Payo Obispo	2,924
Ruta El Encanto	2,518
Ruta Proterritorio - Plaza Las Américas	2,467
Ruta Payo Obispo II	2,467
Ruta Universidad	2,060
Multiruta*	2,021
Ruta Adolfo L. Mateos	1,780
Ruta Lagunitas	737
Total de viajes	33,631

*Multiruta: Viajes en los que es necesario utilizar más de una ruta para llegar al destino

Tabla 45 Viajes potenciales por ruta al día

V. Conclusiones

La movilidad es una herramienta para articular el territorio. Es resultante de la distribución territorial de infraestructuras y servicios de transporte, tanto como de aspectos personales enmarcados en lo familiar, lo vecinal, y social.(Gutiérrez, 2010)

Para que la movilidad urbana sea sostenible debe combinar medidas tecnológicas como reducir el consumo de combustibles fósiles y hacer cambios en la conducta ciudadana involucrando acciones de promuevan la equidad y conciencia social (Fulton & Eads, 2004). Por ello, una movilidad sostenible implica garantizar que nuestros sistemas de transporte respondan a las necesidades económicas, sociales y medioambientales, reduciendo al mínimo sus repercusiones negativas.

Mejorar la movilidad no es aumentar el número de viajes, es satisfacer las necesidades de desplazamiento de las personas, su inserción social y las implicaciones que tiene en el ordenamiento territorial. (Gutiérrez, 2010)

La movilidad sostenible debe satisfacer de forma eficiente las necesidades de transporte derivadas de las actividades económicas, proporcionar unas adecuadas condiciones de accesibilidad a los mercados de trabajo, bienes y servicios; y los modos de transporte más saludables, reduciendo los impactos ambientales del transporte.

De acuerdo a Albertos (2007) es posible lograr un modelo de movilidad donde un alto porcentaje de los traslados sean en transporte público. Para ello se necesita una alta inversión pública, mejora en la calidad del servicio (frecuencia, rapidez y flexibilidad) que hagan este tipo de transporte competitivo respecto al transporte privado.

Desde la Cumbre de Río (1992) se establecieron objetivos para buscar la sostenibilidad de los sistemas de transporte, entre ellos, el uso de transporte privado y el incremento en el uso del transporte público. Este tipo de medidas junto con la mejora en la calidad del

transporte público, la reducción de los contaminantes, la promoción del uso de vehículos no motorizados o eléctricos, el control del tráfico, son algunas de las medidas que están al alcance de todos.

Para el 2012 en México el 99% de los vehículos motorizados era privados y su tasa de crecimiento era la más alta (7.4%) respecto a otros tipos de vehículos motorizados como los camiones de servicio público para pasajeros (2.8%) que eran los de menor tasa de crecimiento (ONU-Hábitat, 2015).

En Chetumal, el 83.39% de las viviendas cuenta con un vehículo motorizado y en el área de estudio el 73.90%, este porcentaje, que es bastante alto, indica que los traslados se hacen en su mayoría por vehículos privados.

Otro indicador es que el 55.63% de los traslados se realizan en automóvil o taxi y en transporte público el 4.35% (tabla 25). Estas cifras indican que aún es necesario mejorar la movilidad de la zona para que logre la sostenibilidad. El modelo de rutas de transporte presentado en el capítulo IV de este documento es solo un esfuerzo para incrementar el uso del transporte público. Ya que los gobiernos locales indican en gran medida en la oferta del transporte público. Sin embargo, el verdadero reto para estas autoridades es que la sociedad en conjunto modifique sus modelos de movilidad.

El diseño adecuado de un sistema de transporte requiere de una planificación espacio-temporal de rutas y paraderos que faciliten el transbordo a otras rutas o a otros medios de transporte (Salado García et al., 2006).

Los paraderos y rutas propuestos en el nuevo modelo de transporte, aumentan la cobertura del 84.4%, del sistema anterior (Tabla 44) a una cobertura de 93.4% (Tabla 43) con un estimado de viajes de 33,631. Esto implica un incremento en la movilidad, tanto en volumen de población como en distancias recorridas.

Por otra parte, desde hace una década, la zona norte de la ciudad de Chetumal está siendo urbanizada con fraccionamientos habitacionales que demandan una mayor oferta de transporte. Por ello es importante llevar a cabo una actualización del estudio de la movilidad urbana en el área de estudio.

Esta actualización debe incluir estrategias que involucren a la sociedad y concienticen el uso de modos de transporte adicionales a los vehículos privados. Estas estrategias no deben generar incomodidad al limitar las formas tradicionales de los desplazamientos o incrementando las tarifas del transporte público. Anteriormente se han intentado estas acciones y los resultados no han sido los esperados.

El sistema de transporte público debe ser eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca tanto o más la accesibilidad que la movilidad de la población y que garantice la conexión entre los desplazamientos a escala intra e interurbana. (Salado García et al., 2006). Con tiempos de recorrido entre los diferentes destinos razonablemente similares a los que invertirían los vehículos particulares.

A la par deben mejorarse la gestión administrativa, la disponibilidad de información a los usuarios (rutas y horarios) y la claridad de los sistemas de transporte (Gutiérrez, 2010).

Adicionalmente debe cambiarse la orientación en la publicidad social e institucional para hacerla más persuasiva subrayando las ventajas del transporte público respecto a los vehículos privados. Fomentar el uso de transporte público como una opción ventajosa y no como un esfuerzo personal.

Glosario de términos

A

AGEB. Extensión territorial que corresponde a un grupo de manzanas al interior de una localidad con características socioeconómicas similares, 25

ArcGIS®. Programa de computadora de Sistemas de Información Geográfica creado por la compañía ESRI, 37

B

Base de Datos Geoespacial. Sistema administrador de bases de datos que maneja datos existentes en un espacio o datos espaciales, 7

C

CIG. Centro de Información Geográfica, 1

Cumbre de Río. Evento organizado por la ONU en 1992 del cual surgió el llamado Programa Agenda 21, 89

D

DBMS. Programa de computadora que permite el almacenamiento, modificación y extracción de la información en una base de datos, 37

E

EDMO. Encuesta domiciliaria de movilidad 2010, 1

G

Georreferenciar. Asignar una ubicación geográfica de algún elemento de la realidad, 12

Google maps® y Google StreetView®. Servicios de mapas por internet provistos por Google, 37

H

Herramientas geotecnológicas. Herramientas que hacen uso de datos georreferenciados y generen información valiosa para toma de decisiones, 34

I

Interurbano. Que existe o funciona entre localidades, 18

M

Medio de transporte. Vehículo sobre el cual se trasladan los bienes o personas de un lugar a otro, 19

Movilidad. Fenómeno geográfico que permite la comunicación en un espacio, integra los espacios y las actividades y es una necesidad de las personas para acceder a los bienes y servicios, 4

O

OULCH. Observatorio Urbano Local de Chetumal, 1

P

Paraderos. Elemento urbano que es público y está destinado a ser un punto de reunión de pasajeros que esperan un transporte público, 12

Planeación urbana. Conjunto de instrumentos técnicos y normativos para ordenar el suelo en una localidad, 4

Polígonos de Thiessen. Construcción geométrica que particiona el espacio en área de influencia, 73

R

Red vial. Conjunto de caminos y carreteras en un área determinada, que permite el desplazamiento entre dos puntos, 9

S

SUCHAA. Sindicato Único de Choferes de Automóviles de Alquiler de Chetumal, 9

V

Viajes. Cambio de ubicación de una persona a través de los medios de transporte, 49

Z

Zona Metropolitana de Chetumal. Región geográfica que incluye a las localidades de Chetumal, Calderitas, Xul-Ha, Huay-Pix y Subteniente López, 1

Bibliografía

- Albertos, J. M. (2007). *Presentación Transporte, Movilidad y Sostenibilidad. Cuadernos de Geografía*. 1–6.
- Ascher, F., Lévy, J., & Allemand, S. (2005). *Les sens du mouvement : modernités et mobilités*. (B. B. SC, Ed.) Berlin (16).
- Boudeville, J.-R. (1961). *Les espace économiques*. Paris: Press Universitaires de France.
- Fulton, L., & Eads, G. (2004). *IEA/SMP model documentation and reference case projection*.
- Gutiérrez, A. (2010). *Movilidad, transporte y acceso: una renovación aplicada al ordenamiento territorial*. Scripta Nova, XIV. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-86.htm>
- Lizárraga Mollinedo, C. (2006). *Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI*. Economía, Sociedad Y Territorio, VI (22), 283–321.
- Montezuma, R. (2003). *La movilidad urbana*. In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Ed.)*, LA CIUDAD INCLUSIVA (pp. 175–179).
- ONU-Hábitat. (2015). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015, 91*. Recuperado de <http://www.onuhabitat.org/Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015 - Final.pdf>
- Orfeuill, J.-P. (2004). *Transports, pauvretés, exclusions : pouvoir bouger pour s'en sortir*. (E. de L'Aube, Ed.). Ed. de l'Aube. Recuperado de <https://books.google.com.mx/books?id=LApvAAAACAAJ>
- OULCH-CIG-DCI-UQROO (2010). *Encuesta Domiciliaria de Movilidad 2010 (EDMO 2010)*. Sistema Integral de Transporte Urbano de Chetumal.
- PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2003). *GEO ciudad de México, 2004*, PNUMA, Oficina Regional para América Latina y el Caribe-Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge L. Tamayo”.
- Ramos, J. L. (1985). *Planificación Urbana y Regional. Teoría y Práctica*. Recuperado de <http://urbanismounlar.blogspot.mx/2010/07/la-planificacion-urbana.html>
- Romero Mayo, R. I. (2012). *Chetumal: problemática urbana en una ciudad media en la costa sur del Caribe mexicano*. Perspectiva Geográfica, 17, 147–168.
- Salado García, M. J., Díaz Muñoz, M., Bosque Sendra, J., Carvalho Cantergiani, C., Rojas Quezada, C., Jiménez Gigante, F. J., Muñoz Rueda, C. (2006). *Movilidad*

sostenible y SIG. Propuesta de evaluación del transporte público en Alcalá de Henares. El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas. XII Congreso Nacional de Tecnologías de La Información Geográfica, 1777–1794.

- Valdés, C. L. (2011). *Dimensiones culturales de la movilidad urbana*. Revista INVI, 26(71), 87–106. Recuperado de <http://doi.org/10.4067/S0718-83582011000100004>