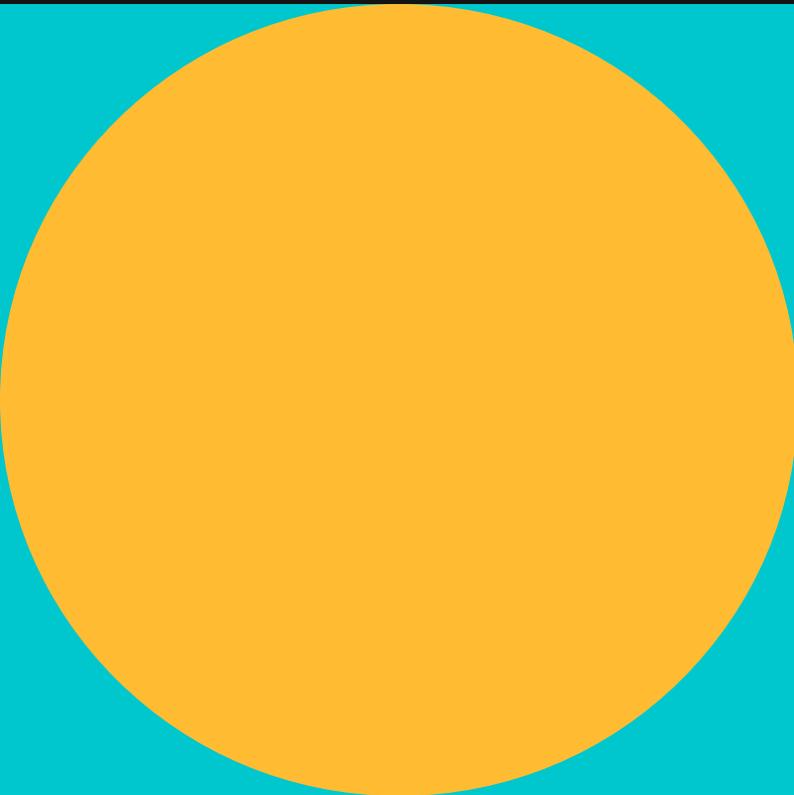


Digitalización del transporte concesionado en México caso Mérida

Mayo 2023



Elaboración

Adrián Calleros, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Daniel Bustillos, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Eloy González Madrazo, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Lucía Taboada, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo

Revisión

Amado Crotte, Banco Interamericano de Desarrollo
Gonzalo Peón Carballo, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
Pilar Avendaño, Laboratorio de Innovación del Grupo BID
Tatiana Virviescas, Laboratorio de Innovación del Grupo BID

Contribuciones externas

Alberto Marín, Red Planners
David Salas Ávila, Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial de Yucatán
Matty Sánchez, Embsoft
Oswaldo Sánchez, Embsoft
Parménides Canseco, Red Planners
Wilbert Suárez Solís, Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial de Yucatán

Diseño

Brenda Martínez, Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo

Revisión de estilo

Isabel Fernández Espresate

Índice

	Resumen Ejecutivo	7
	Introducción	10
	Problemática	10
	Objetivo y utilidad de este documento	10
	Fuentes consultadas	11
	Contexto de la movilidad en Mérida	12
	Contexto de la movilidad en Mérida	12
	La ciudad de Mérida	12
	Transporte urbano en Mérida	12
	Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024 y Plan Integral de la Movilidad Urbana Sustentable en Mérida 2040	12
	Gobernanza del TC previo a la digitalización	13
	Actores involucrados	13
	Marco regulatorio	14
	Sistema de recaudo y compensación	15
	Características del servicio del TC previo a la digitalización	16
	Proceso de digitalización del transporte en Mérida	17
	Objetivo y nivel de alcance	17
	Línea del tiempo y etapas del proceso de digitalización	17
	Etapa 1: preparación e instalación	18
	Cambios en contrataciones, concesiones y legislación	18
	Acuerdos e involucramiento de actores	18
	Instalación y encendido del sistema de gestión	19
	Etapa 2: adaptación al nuevo sistema	21
	Transición	21
	Lanzamiento de la ruta Periférico con sistema Va-y-Ven	23
	Sistema de gestión del transporte concesionado	25
	Ley de Movilidad y Seguridad Vial	26
	Sistema de recaudo	26
	Gobernanza del transporte concesionado en Mérida post-digitalización	30
	Etapa 3: Acciones a raíz de la digitalización	31
	Nuevas rutas: nocturnas y Aeropuerto	31
	Evoluciones al sistema de recaudo y tarifa de trasbordo	32
	Traspaso del subsistema Transporte Mérida al subsistema Va-y-Ven	33
	Canales para la credencialización y de comunicación	33
	Incorporación de rutas 100% eléctricas	33

	Impactos de la DTC en Mérida	35
	Institucionales	36
	Económicos	36
	Empresas operadoras	36
	Personas usuarias	39
	Ambientales	40
	Sociales	41
	Pilotos	44
	Piloto de Alertas y Bus Bunching	44
	Metodología	45
	Implementación	47
	Evaluación	47
	Piloto Rutas Nocturnas	49
	Caracterización general del servicio de rutas nocturnas	49
	Recomendaciones al servicio de Rutas Nocturnas	52
	Recomendaciones de política pública	59
	Planificación	59
	Operación	60
	Comunicación	60
	Conclusiones	61
	Anexos	63
	Glosario	66
	Bibliografía	67

Lista de figuras

Figura a	Municipio de Mérida y sus colindancias	12
Figura b	Organigrama IMDUT	14
Figura c	Modelo de gobernanza para el transporte concesionado	15
Figura d	Línea del tiempo DTC Mérida	17
Figura e	Línea del tiempo DTC Mérida - Etapa Preparación	18
Figura f	Organigrama del Centro de control y monitoreo	20
Figura g	Línea del tiempo DTC Mérida - Etapa Adaptación	21
Figura h	Canales de comunicación entre los actores de del transporte concesionado en Mérida	22
Figura i	Visualización del <i>Scheduling</i> en la Plataforma, subsistema Va-y-Ven	23
Figura j	Visualización de la app Va-y-Ven para la persona usuaria	24
Figura k	Esquema de compensación por pago kilómetro	29
Figura l	Gobernanza del transporte concesionado en Mérida post-digitalización	30
Figura m	Línea del tiempo DTC Mérida - Etapa Evolución	31
Figura n	Kilómetros recorridos mes por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022	37
Figura o	Aforo global por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022	37
Figura p	IPK promedio por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022	38
Figura q	Reducción promedio de costos en el transporte nocturno	39
Figura r	CO2 emitido por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022	40
Figura s	CO2/pax e IPK por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022	41
Figura t	Satisfacción de las personas conductoras julio, octubre y diciembre 2022	42
Figura u	Consola de comunicación instalada en unidad de ruta Periférico	45
Figura v	Pantallas con alertas en consola. (a) pantalla con alerta de exceso de velocidad y (b) pantalla con alerta de frenado brusco	46
Figura w	Capturas de pantalla que muestran el sistema de notificaciones en el sistema de gestión. a) Notificaciones por unidad de transporte. b) Sistema de notificaciones por ruta con opción de descarga masiva de datos	46
Figura x	Mapa de la red de rutas nocturnas	48
Figura y	Mapa de la red de rutas nocturnas, población en marginación y zonas con déficit de cobertura	49
Figura z	Ejemplos de paradas observadas en los puntos de interés	50
Figura aa	Paradero de la ruta Periférico	54
Figura bb	Ejemplo del monitoreo en tiempo real de otras aplicaciones en otras ciudades	56

Lista de tablas

Tabla 1	Subsistemas de operación en la Plataforma	25
Tabla 2	Medios de pago del sistema de transporte concesionado en Mérida	27
Tabla 3	Indicadores de impacto de la DTC	35
Tabla 4	Información general del piloto de Alertas y Bus Bunching	44
Tabla 5	Resumen de los umbrales de levantamiento de alertas	45
Tabla 6	Diagramas de ampliación de cobertura del servicio nocturno	51
Tabla 7	Intervalos de programación en situación actual y optimización propuesta Rutas Nocturnas	52
Tabla 8	Programación diferenciada Rutas Nocturnas	53
Tabla 9	Ejemplo de horarios de llegada de Rutas Nocturnas	57

Lista de imágenes

Imagen 1	Centro de control y monitoreo	22
Imagen 2	App Va-y-Ven	23
Imagen 3 y 4	Ruta Periférico Va-y-Ven	24
Imagen 5 y 6	Espacios de recarga Va-y-Ven	27
Imagen 7	Tarjeta amarilla credencializada Va-y-Ven	28
Imagen 8	Paradero rutas nocturnas	31



Resumen ejecutivo

La Digitalización del Transporte Concesionado (DTC) es un proyecto desarrollado dentro del programa Ideamos, impulsado en conjunto por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el BID Lab. Tiene como principal objetivo evidenciar los beneficios ambientales y sociales de dicha digitalización, y se realiza en la ciudad de Mérida y su zona metropolitana, ya que cuenta con casi toda su flota de transporte concesionado con dispositivos de rastreo, conteo de pasajeros y algunas rutas con pago electrónico.

Este trabajo corresponde a la documentación detallada del proceso de digitalización que se ha llevado a cabo, los impactos que ha tenido dicho proceso en la sociedad y el medio ambiente, la ejecución de dos pilotos experimentales dentro del mismo proyecto y las recomendaciones de política pública que surgen del proceso de documentación y experimentación del proyecto. Si bien uno de los dos pilotos experimentales aún continúa en su fase de implementación, **se concluye que la implementación de la DTC en Mérida ha sido ampliamente positiva.**

La DTC en Mérida es un proceso de más de **3 años de duración, que aún continúa ejecutándose**, en el que el gobierno del estado se ocupó de instalar dispositivos digitales en su flota de transporte concesionado y activar **el primer sistema de gestión de flota de la ciudad**, para así tomar liderazgo de la programación de autobuses y la toma de decisiones con base en indicadores. Para iniciar dicho proceso no hizo falta generar ninguna legislación nueva, sino que se trató de una modificación de incentivos a las empresas concesionarias, ya que la mayoría se encontraba con sus concesiones vencidas. A través de la digitalización se desestimó el modelo tradicional en que el riesgo de demanda recae económicamente sobre la empresa concesionaria, y se pasó a un modelo de compensación económica a través del pago por kilómetro. Asimismo, se licitó un sistema de recaudo para implementar paulatinamente el pago electrónico que acompañe la transformación digital. **Durante el proceso el gobierno del Estado de Yucatán fue capaz de crear:**

- ▶ Un organismo específico para gestionar la DTC - el Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT)
- ▶ Un centro de control y monitoreo en el cual es posible seguir la operación total de las rutas de autobuses del sistema de gestión de flota
- ▶ Un nuevo modelo de compensación de pago por kilómetro
- ▶ Un sistema de pago electrónico
- ▶ Una aplicación móvil (llamada Va-y-Ven) para el seguimiento en tiempo real de algunas rutas
- ▶ La nueva legislación que institucionaliza el cambio
- ▶ Tres nuevas rutas digitalizadas con seguimiento en tiempo real a través de la aplicación móvil y pago electrónico (ruta Periférico, rutas nocturnas, ruta Aeropuerto)
- ▶ Una reconversión de ruta tradicional a digital con seguimiento en tiempo real a través de la aplicación móvil y pago electrónico (Circuito Metropolitano)
- ▶ Un esquema de transformación de rutas tradicionales a digitales con seguimiento en tiempo real a través de la aplicación móvil y pago electrónico para finalizar la conversión del sistema a finales de 2023

En primer lugar, este trabajo documenta el proceso realizado por el Estado de Yucatán, concluyendo que **gracias a su éxito puede servir como ejemplo de DTC para otras ciudades de México y Latinoamérica.** En segundo lugar, se detallan con indicadores cuantitativos y cualitativos los impactos del proceso en materia institucional, económica, social y ambiental. El trabajo evidencia que la evaluación realizada no podría haberse llevado a cabo sin los datos generados gracias a la existencia del nuevo sistema de gestión de flota. Como principales impactos se encuentran:

- ▶ **Institucionales:** una mayor eficacia, control y transparencia por parte del estado; una mayor capacidad técnica; uno de los primeros GTFS dinámicos adaptados al contexto mexicano; más y mejores canales de comunicación internos; una disminución de la competencia desleal; una disminución de la precariedad laboral del sector.

› **Económicos:**

— **Para las empresas concesionarias:** una disminución en los costos debido a una operación más eficiente; un mantenimiento más eficiente; una mayor transparencia y menor evasión; la inversión por parte del gobierno al sistema y acceso a la financiación; sustentabilidad al sistema a través del pago por kilómetro.

— **Para las personas usuarias:** una reducción de los costos en el transporte nocturno; una reducción de costos debido a una menor cantidad de transbordos; una reducción de costos producto de la implementación de una tarifa dinámica de transbordos; un aumento de tarifa en la única ruta actualmente reconvertida.

› **Ambientales:** una disminución de las emisiones por pasajero del sistema.

› **Sociales:** una mayor accesibilidad en la periferia; una mayor accesibilidad en el horario nocturno; una reducción en los tiempos de viaje; el mantenimiento de los tiempos de espera; una mejora en la percepción del servicio; una posible mejora en la seguridad vial.

En tercer lugar, se planteó realizar dos pilotos dentro del proyecto. El primer **piloto es el de Alertas de conducción y bus bunching**, que tiene como objetivo mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras de la ruta Periférico y reducir los casos de agrupamiento de autobuses (*bus bunching*). El mismo consiste en enviar alertas visuales y sonoras a las personas conductoras cuando se detecta un exceso de velocidad o eventos de desaceleración fuerte, a través de consolas de comunicación instaladas en las unidades como parte del piloto. Asimismo, se cuenta con un monitoreo de los incidentes de frenado, el *bus bunching* y el exceso de velocidad en el sistema, generando así informes para tomar medidas de mitigación. Al momento de esta publicación, este piloto aún se encuentra en la fase de implementación y sus resultados serán publicados en el segundo semestre de 2023; se espera poder incidir en la toma de decisiones para así mejorar la seguridad vial de la ruta.

El segundo **piloto es el de Rutas Nocturnas**. Con la generación de un nuevo servicio de transporte público concesionado en horario de noche, se han generado beneficios para la sociedad; sin embargo, el piloto buscó mejorar aún más la prestación a través de un análisis que evaluó el impacto en el nivel de accesibilidad urbana a actividades nocturnas y brindó recomendaciones de cambios en el sistema en términos de accesibilidad y paradas. Las recomendaciones luego del estudio exhaustivo son:

Categoría	Recomendación
Aumento de la cobertura	Modificar y ampliar el derrotero para cubrir zonas que actualmente no tienen cobertura de transporte nocturno o cuya cobertura sea mayor a 10 minutos caminando, esto en las áreas de mayor densidad y con población en mayores índices de marginación.
Mejoras en la programación	Intervalos y horarios fáciles: Establecer los intervalos de paso (vehículo / minuto) en fracciones de 5 minutos para facilitar la comprensión de las personas usuarias respecto a los horarios de paso. Programaciones diferenciadas: Contar con dos grupos de programaciones diferenciadas basadas en la demanda esperada: una para las jornadas nocturnas entre semana (domingo a miércoles) y otra para el fin de semana (jueves a sábado) para contar con un servicio balanceado entre oferta y demanda.
Funcionamiento del mejoramiento de paradas e identificación de vehículos	Mejora de parabuses en puntos de interés: Mantener el sistema mixto de paraderos equipando y mejorando el equipamiento, infraestructura, medios de información y elementos de seguridad de los parabuses ubicados en los puntos de interés. Paneles iluminados: Colocar un panel o rótulo estandarizado en el frente y parte trasera de los vehículos que indique que está en servicio de rutas nocturnas para facilitar su identificación en zonas de baja iluminación.
Aplicación Va-y-Ven	Monitoreo en tiempo real: Garantizar el seguimiento (horarios estimados y ubicación del vehículo) en tiempo real del servicio en la aplicación Va-y-Ven. Formato de horarios: Mostrar en formato horario el tiempo estimado / programado de expediciones y llegadas de los vehículos en la aplicación Va-y-Ven.

Aprendizajes

Si bien las empresas operadoras, como la empresa de gestión de flota y gestión del sistema de recaudo, como el gobierno, catalogan al **proceso como positivo**, el piloto también deja las siguientes recomendaciones basadas en las lecciones del proyecto:

- ▶ Se considera fundamental que exista **una planificación con metas y tiempos claros** sobre la DTC. Su inexistencia ha demostrado que dificulta la toma de decisiones del alcance del proyecto. Existen ciertos elementos que deberían estar presentes mandatoriamente en el plan: **inclusión social; perspectiva de género; precisión económica-financiera; visión a mediano y largo plazos.**
- ▶ El capítulo de impactos demuestra los beneficios que el proceso de la DTC ha tenido en todo Mérida. Sin embargo, en **términos de operación** resulta primordial: **armonizar los modelos de compensación salarial entre empresas transportistas**; establecer **indicadores ambientales**; ampliar la base de medición con otros **indicadores sociales y de accesibilidad**, entre otros.
- ▶ En términos de **comunicación**, se puede observar cómo ciertas políticas aún no han penetrado la sociedad. Se recomienda en este año de reconversión de rutas, **capitalizar cada instancia de inauguración y los recursos existentes** como el mobiliario urbano o la app como medios de comunicación. En términos de experiencia del usuario, **la aplicación Va-y-Ven requiere de diversas mejoras.**



Introducción

Para atender los retos que presenta el transporte urbano en América Latina y México, y particularmente el transporte concesionado (semiformal), es imprescindible comenzar un proceso de integración. La integración se refiere a lograr la interrelación de los diferentes sistemas de transporte existentes de forma transversal. Esto implica, por ejemplo, integrar las bicicletas públicas, el transporte masivo y el transporte concesionado, con el fin de lograr eficientar el sistema de movilidad y proveer a la población con servicios de calidad.

Para la integración del transporte concesionado (semiformal), es fundamental considerar su digitalización, que significa el uso de tecnologías digitales en los diferentes procesos del sistema. La digitalización tiene una diversidad de alcances:

- › Desde uso básico de los sistemas digitales, por ejemplo, ofreciendo información sobre los servicios en sitios web;
- › mejora de los sistemas digitales a través de, por ejemplo, pagos sin contacto;
- › el uso interactivo coordinado de los sistemas digitales, por ejemplo con sistemas de videovigilancia, órdenes predictivas de mantenimiento de unidades;
- › y finalmente, un sistema de transporte integrado plenamente a través de la digitalización, por ejemplo, con vehículos automatizados, precios dinámicos y opciones de ruta variables.

El proyecto Digitalización del Transporte Concesionado (DTC) en Mérida se elabora en el contexto del Programa Ideamos, un programa que impulsa un ecosistema de movilidad sostenible e incluyente, enfocado en las personas y su derecho a moverse de manera segura. Este proyecto tiene como objetivo principal evidenciar los beneficios ambientales y sociales de la digitalización del transporte concesionado. El sistema de transporte público de Mérida cuenta con el 90% de la flota del transporte concesionado con dispositivos de rastreo, conteo de pasajeros y en algunas rutas con pago con tarjeta. Los objetivos específicos del piloto son:

- › Plantear un proceso de digitalización del transporte concesionado exitoso, con sus logros y áreas de oportunidad, a través de investigación documental y la documentación del caso de estudio, Mérida.
- › Identificar los patrones de manejo de las personas conductoras a través de un sistema de alertas, para generar propuestas específicas que mejoren la conducción y la seguridad vial.
- › Identificar los patrones de movilidad de diferentes personas usuarias del transporte público concesionado, para generar propuestas específicas que mejoren la inclusión social del sistema.
- › Generar un análisis de los impactos de la digitalización, que permita brindar las recomendaciones necesarias para el mejoramiento del sistema.

Objetivos y utilidad de este documento

El presente documento corresponde a la documentación detallada del proceso de digitalización que se ha llevado a cabo en la ciudad de Mérida, los impactos que ha tenido dicho proceso en la sociedad, la ejecución de dos pilotos experimentales dentro del mismo proyecto y las recomendaciones de política pública arrojadas a lo largo del trabajo. **El público objetivo para este documento son:**

- › Autoridades de transporte de las ciudades en México
- › Empresas y ONG que realizan consultorías de movilidad

A continuación, se presentan cada uno de los apartados y su contenido:

Contexto de la movilidad en Mérida

Se aborda el contexto del transporte concesionado en Mérida previo a la digitalización, los actores involucrados en su gobernanza, el marco regulatorio existente, la descripción del sistema de recaudo y las características del servicio.

El proceso de la DTC en Mérida

Este apartado es la columna vertebral del documento. Lo que en esta sección se presenta es una descripción cronológica de los hechos sucedidos y las evoluciones futuras planificadas, bajo las perspectivas de los diferentes actores involucrados. Esta sección brinda una estructura clara y un marco práctico de cómo sucedió la implementación, junto a los principales aprendizajes y desafíos encontrados. La misma busca servir como una hoja de ruta que detalla los pasos clave para la ejecución de la DTC.

Impactos de la DTC en Mérida

Este apartado describe los impactos de la digitalización del transporte concesionado, en materia institucional, económica, social y ambiental. El análisis cuenta con indicadores cuantitativos y cualitativos.

Pilotos de la DTC en Mérida

En este apartado se abordan los pilotos experimentales planteados para el proyecto de la DTC. En primera instancia se describe el Piloto de Alertas y *Bus Bunching* que busca mejorar los patrones de manejo de las personas conductoras a través de un sistema de alertas y así incidir positivamente en el confort de las personas usuarias y la seguridad vial. En segunda instancia se aborda el Piloto de Rutas Nocturnas, que busca generar las recomendaciones necesarias para el mejoramiento del sistema en términos de accesibilidad y paradas.

Recomendaciones

Si bien la implementación de la DTC en Mérida se cataloga como positiva, el trabajo aborda una serie de recomendaciones en términos de planificación, operación y comunicación que permitirían llevar el proyecto a mejores niveles de ejecución y mayores beneficios.

Conclusiones

El trabajo concluye que la implementación de la DTC en Mérida ha sido ampliamente exitosa, con oportunidades de mejora en términos de planificación, inclusión social y medición de impacto ambiental.

Fuentes consultadas

Este documento se sustenta en procesos de investigación colaborativa con diversos actores cuya participación fue clave para la implementación de la DTC. El esclarecimiento del proceso y los análisis de impacto han sido realizados con base en los siguientes insumos:

- › 9 entrevistas a diferentes representantes del Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT).
- › 2 entrevistas a Embsoft (empresa proveedora de la plataforma digital).
- › 3 entrevistas a empresas concesionarias del transporte.
- › 1 grupo de enfoque de personas conductoras del sistema.
- › 1 grupo de enfoque de las personas usuarias del sistema.
- › 5 visitas a la Ciudad de Mérida y revisión de operaciones en el centro de control y monitoreo.
- › Bibliografía y datos oficiales otorgados por los entrevistados.
- › La consultoría específica y estratégica con la empresa Red Planners.
- › Análisis bibliográficos independientes.

Contexto de la movilidad en Mérida

La ciudad de Mérida

Mérida es una ciudad de tamaño medio y está localizada en el sureste de México. Es la actual capital del estado de Yucatán, posee 1,206,215 habitantes en su área metropolitana. En términos de superficie el municipio tiene 87,422 hectáreas, de las cuales 26,434 son urbanizadas. Estas últimas están divididas en 48 centros de población compuestos por: la ciudad de Mérida, 27 comisarías y 20 subcomisarías (Ayuntamiento de Mérida, 2017).

La población metropolitana tuvo un crecimiento acelerado a partir de los 90, y fue superada por el millón en el año 2010. Se debió principalmente al impulso económico que hace que hoy en día Mérida tenga una de las mejores calidades de vida de México. Se espera que para 2030 supere los 1.3 millones de habitantes. Tiene una dinámica espacial que es social y económicamente heterogénea, dando lugar principalmente a viajes por trabajo desde las zonas con altos niveles de marginación hasta las áreas donde predominan los empleos y servicios (Ayuntamiento de Mérida, 2019).

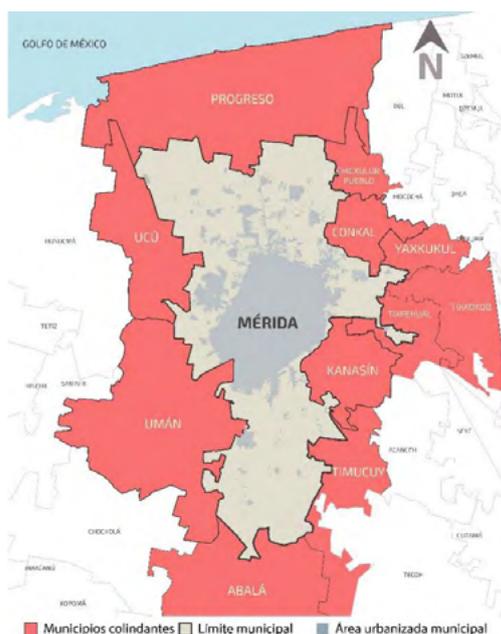
El crecimiento poblacional ocurrido hasta ahora no fue acompañado por una evolución planificada y sostenida de la movilidad. De acuerdo al Ayuntamiento de Mérida, 2019, se conoce que el 47% de la población utiliza el sistema comúnmente conocido como transporte público como su principal medio para moverse, el 31% utiliza el automóvil y en los últimos años ha habido un crecimiento del 100% del uso de la motocicleta, evidenciando la falta de crecimiento e integración del transporte masivo.

Transporte urbano en Mérida

Los autobuses y microbuses son el modo colectivo principal de transporte en Mérida. Las rutas que conforman la red están operadas mediante privados que obtienen una autorización para hacerlo, a través de concesiones y permisos otorgados por la autoridad estatal, caracterizando así al transporte como concesionado y semi-informal¹, en vez de público. Desde los años 30 se conoce que el mismo ha sido concesionado. Los vehículos son a base de diésel, una gran porción de la flota sigue en funcionamiento a pesar de ya haber pasado su vida útil, y previo a la digitalización no contaban con una verificación obligatoria (Ayuntamiento de Mérida, 2019).

Asimismo, existe una modalidad conocida como moto-taxi, que suele ser considerada informal y riesgosa. Sin embargo, se evidencia útil ya que llena un vacío que demanda la sociedad que no es cubierto por el transporte concesionado (Ayuntamiento de Mérida, 2019).

Figura a.: Municipio de Mérida y sus colindancias



Fuente: Ayuntamiento de Mérida, 2017.

1 Se trata de servicios que sí se encuentran legalmente autorizados por las instituciones gubernamentales, pero operan bajo reglas informales. Este fenómeno surge por la incapacidad financiera y operativa del Estado de proveer a la población con servicios de transporte, por lo que otorga concesiones a individuos, que generalmente se desenvuelven como gremios y son comúnmente conocidos como "transportistas". Es por ello, que no es lo mismo el transporte público -aquel provisto por el Estado a través del gobierno-, que el transporte concesionado -aquel provisto por los gremios de transportistas a través de concesiones-.

Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024 y Plan Integral de la Movilidad Urbana Sustentable en Mérida 2040

En términos de digitalización de transporte concesionado, no existe un plan institucionalizado por el gobierno que establezca una visión, metas, indicadores y una planificación en el tiempo. De acuerdo al gobierno del estado de Yucatán, la última reingeniería de rutas fue en 1997.

Como primer antecedente, se conoce por medio de notas periodísticas que en 2015 el gobierno estatal generó un plan para establecer el Sistema Integral de Transporte Urbano (SITUR). Si bien la construcción de dicho plan fue un gran avance de diagnóstico, éste nunca llegó a implementarse (González, 2015).

En 2019, el Consejo de Planeación y Evaluación del Estado de Yucatán (COPEDEY) creó el Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024. El mismo detalla la planificación de la administración del estado en el sexenio. Posee un eje de desarrollo de *Yucatán Verde y Sustentable*, que a su vez tiene una estrategia específica de *Movilidad Sustentable*. Esta última tiene 2 objetivos:

- › Mejorar las condiciones de desplazamiento de los usuarios del sistema de transporte público del estado de Yucatán. Este objetivo menciona la necesidad de implementar un sistema tecnológico de transporte público.
- › Incrementar las alternativas óptimas de movilidad para mejorar los desplazamientos de las personas y bienes en el estado.

Adicionalmente en 2019, el Instituto Municipal de Planeación de Mérida (IMPLAN) creó el Plan Integral de la Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) en Mérida 2040. El PIMUS 2019 da un marco estratégico para impulsar la digitalización del transporte concesionado (DTC) en Mérida (Ayuntamiento de Mérida, 2019). Siguiendo ambos documentos se puede deducir que la DTC se convierte en medida necesaria para lograr la visión del transporte de Mérida, estableciendo la necesidad de una optimización e innovación en el sistema del TC y una mejora de la calidad del servicio.

Gobernanza del TC previo a la digitalización

Actores Involucrados

El transporte urbano en Mérida está constituido por tres actores clave para su funcionamiento. Por un lado, el sistema es regulado, diseñado y ejecutado a través de normativa por las instituciones gubernamentales. Por otro lado, quienes operan el servicio mediante el suministro de unidades son las empresas privadas de transporte. Y por último, están quienes utilizan el servicio, las personas usuarias (Sanguinetti, 2021).

Gobierno

Niveles de Gobierno

- › **Municipal:** posee las funciones de gestión, colaboración y mediación. Tiene como responsabilidad específica la calidad del espacio público donde las unidades transitan.
- › **Estatal:** se ocupa de la implementación de proyectos, generación de datos especializados, mecanismos de control y es el impulsor de la cultura ciudadana. A través del IMDUT, es responsable de otorgar, renovar y administrar las concesiones del transporte. El IMDUT se crea por el decreto 17/2018 el 19 de diciembre de 2018.
- › **Federal:** mayoritariamente se ocupa del financiamiento de proyectos urbanos.

Figura b.: Organigrama IMDUT²



Fuente: IMDUT, 2022

Empresas operadoras

Las empresas privadas son las responsables de operar el servicio mediante el suministro de unidades. Lo hacen a través de las concesiones que son otorgadas por el gobierno estatal. Las empresas operan más de 200 rutas en total entre los vehículos vans y buses (Cárdenas, 2021). De esas 200 rutas, aproximadamente un 70% (140) tienen una operación con buses. La flota posee una antigüedad de más de 16 años. Existen 56 empresas (personas físicas y morales); algunas de ellas se encuentran agrupadas bajo el mismo dueño, otras son independientes mediante la modalidad de "hombre-camión". A continuación, se detallan las principales empresas transportistas existentes: Alianza de Camioneros, Grupo SIRUS, Grupo Comi, Minis 2000, Grupo Rápidos de Mérida.

Personas usuarias

Las personas pasajeras son quienes utilizan el servicio. Es la ciudadanía de la región metropolitana de Mérida que se transporta en medios colectivos concesionados. El gobierno del estado los categoriza de acuerdo a la tarifa que pagan por el servicio. Las categorías de personas usuarias son: Niños y niñas menores de 6 años, Adultos mayores de 60 años, Personas estudiantes, Personas con discapacidad y Población general.

Marco Regulatorio

El marco legal del transporte concesionado previo a la digitalización está regido por una visión tradicional de vialidad y transporte. Existen dos leyes estatales fundamentales que regulan la operación: la ley de transporte³ y la ley de tránsito y vialidad. A continuación, se detallan los principales puntos que contienen las leyes en relación a la regulación de transporte concesionado.

Ley de Transporte del Estado de Yucatán

Su publicación data del 15 de mayo de 1999, teniendo una antigüedad de 23 años. La ley establece mediante su artículo 7º: "La organización y vigilancia del servicio de transporte en el Estado, tanto público como particular, es competencia del Poder Ejecutivo Estatal, el cual podrá otorgar concesiones o permisos a personas físicas o morales para que éstas lo presten... ". Las autoridades que la ley faculta para dicho cumplimiento son: el Estado de Yucatán, el IMDUT y la Secretaría de Seguridad Pública.

La mayoría de atribuciones recaen en el Estado principalmente, quien las delega de manera operativa mayoritariamente al IMDUT. La Secretaría de Seguridad Pública tiene la función específica de expedir los certificados obligatorios para la circulación, y posee las facultades necesarias para complementar la inspección del transporte junto al IMDUT.

Sobre las concesiones cabe destacar que dicha ley las permite otorgar hasta por un plazo de 20 años, con posibilidad de renovar una y varias veces siempre y cuando el periodo de renovación no exceda el periodo original por el que la concesión fue otorgada (Decreto 198, 1999).

2 El organigrama expuesto no es el completo; está orientado únicamente a las áreas de transporte, excluyendo las áreas de desarrollo territorial.
 3 Esta ley fue derogada con la nueva Ley de Movilidad y Seguridad Vial en 2022 (véase capítulo: Proceso de la DTC en Mérida, sección: Etapa 2, adaptación al nuevo sistema).

Ley de Tránsito y Vialidad del Estado de Yucatán

Su publicación data del 22 de febrero de 2011, teniendo una antigüedad de más de 10 años. Esta ley fue creada para complementar a la ley de transporte debido a factores como el crecimiento demográfico y la obsolescencia del sistema frente a las evoluciones de la movilidad en el tiempo. La ley establece los aspectos para velar por la seguridad vial por parte del Estado. Asimismo, establece las atribuciones y alcance en de los Municipios mediante la emisión de las normas relativas a circulación, señalización y seguridad vial, entre otras (Decreto 380, 2011). Como resultado de la combinación de los diferentes actores se arroja el siguiente modelo de gobernanza para el transporte concesionado de Mérida, expuesto en la **figura c.:**

Figura c.: modelo de gobernanza para el transporte concesionado



Fuente: Elaboración propia con datos de Tun et al., 2020.

Sistema de recaudo y compensación

Recaudo en efectivo

El sistema de recaudación del transporte urbano concesionado en Mérida ha sido el de efectivo. Como se ha mencionado anteriormente, existe una tarifa general y tarifas sociales para los casos de personas menores de 6 años, adultos mayores, estudiantes y personas con discapacidad. La implementación de este subsidio data desde hace 30 años.

Antecedentes a la digitalización: credencialización de la tarifa social

En la administración 2006-2012 (Redacción NotiRASA, 2014) se gestionó lo que se estableció como el primer hito de digitalización del transporte concesionado. Establece la implementación de un sistema electrónico de pasaje con la Credencial Inteligente de Transporte Urbano (CITUR), que funciona como medio de acreditación de la tarifa preferencial (Estado de Yucatán, 2022). Para el pago del subsidio por tarifa social a los concesionarios, la autoridad de transporte (actualmente el IMDUT) generaba un pronóstico presupuestal de la cantidad de beneficiarios y solicitaba el presupuesto a través de la Secretaría de Administración y Finanzas cada año. La solicitud era aprobada por el congreso del estado mediante un decreto presupuestario. Los recursos eran entonces otorgados a la autoridad de transporte, quien de acuerdo con la información que tenía en el sistema de la CITUR, los aplicaba y distribuía a los concesionarios.

Situación económica financiera de los concesionarios

En términos de costos del sistema, los operadores llevan más de una década manifestando una necesidad de cambio. El combustible es uno de los elementos que más participación tiene en la estructura de costos, y es el elemento que ha ido aumentando sistemáticamente en los últimos dos sexenios (Saldívar, 2022).

Sin embargo, las empresas concesionarias han manifestado que el estado no ha tenido una política de aumento de tarifa al ritmo necesario para cubrir los costos del sistema, en pos de proteger la economía de la ciudadanía de Mérida. La combinación de ambos hechos ha resultado en una desinversión en infraestructura y un alto nivel endeudamiento por parte de los concesionarios, significando un deterioro creciente de la calidad de servicio.

Características del servicio del TC previo a la digitalización

Características

A través de las concesiones de operación de empresas privadas, el transporte urbano colectivo se considera semi-informal y no público. Este esquema posee deficiencias de planificación de oferta por parte de los concesionarios, y su administración de recursos es juzgada como poco transparente. La falta de integración del sistema con otros modos de transporte por parte del estado, en combinación con una estructura de rutas radial y centralizada en el casco histórico genera ineficiencias tales como la sobreoferta de algunas rutas y horarios. Asimismo, no existen paraderos establecidos y el bus se detiene cada 100 metros o en cada esquina. En última instancia la desorganización resulta en una operación más cara, el pago doble de tarifa de quienes necesitan transbordar en el centro, y limita el acceso y la conexión general de la ciudadanía (Ayuntamiento de Mérida, 2019).

Desde la perspectiva de la persona usuaria se observa una total incertidumbre. Por un lado, se desconoce la frecuencia de los recorridos debido a la irregularidad en el paso de las unidades; un pasajero puede llegar a esperar de 5 a 30 minutos sin previsión alguna. Adicionalmente, ocurre que a veces la persona conductora no se detiene debido a que su unidad ya se encuentra completa, resultando en mayor espera hasta el próximo servicio disponible. Adicionalmente, los horarios de servicio son limitados y sin un horario nocturno, con una oferta únicamente de 5:00 a.m. a 11:59 p.m. La duración de los viajes en transporte colectivo se divide en: 14% menos de 30 minutos, 50% entre 31 y 60 minutos y el 36% restante entre 1 y 3 horas. En comparación, el 80% de los viajes en automóvil privado tardan menos de 30 minutos. Esto ha llevado a un incremento del uso del vehículo particular⁴, hecho que va contra la dirección de política de movilidad sustentable manifestada por el estado (Torales Herrera, 2020).

Las quejas que lideraban la opinión de las personas usuarias previo a la digitalización, son las de infraestructura deficiente de las unidades y las personas pasajeras maltratadas por la persona conductora. El gasto de las personas ciudadanas que realizan un trasbordo es de aproximadamente \$900 por mes por persona (Milán Cabrera, 2019).

En términos de infraestructura vial, la vía pública de rodado es de características rugosas, la cual genera movimientos molestos dentro del bus. No existen bahías de parada ni hay mobiliario urbano adecuado, o siquiera alguno en el centro donde se realizan la mayoría de transbordos. Se observa que en el resto de la ciudad existen espacios de espera para una capacidad de 5 personas, mientras que en las horas pico puede llegar a haber hasta 70 personas esperando a la intemperie climática (Milán Cabrera, 2019).

4 Según datos del INEGI: en el año 2000 se tenían 171,552 vehículos; al año 2010 se tenían 378,852 vehículos; que incrementaron a 492,268 en el 2015; y a 551,239 en el 2017. El número de vehículos se duplicó en nueve años con respecto al año 2000, y se triplicó en 16 años con respecto al mismo año (Milán Cabrera, 2019).

Proceso de digitalización del transporte en Mérida

Objetivo y nivel de alcance de la digitalización

En el caso de Mérida, no existe un documento oficial que establezca la planificación del proyecto de digitalización del transporte concesionado. Si bien existe la estrategia de movilidad sustentable en el plan estatal 2018-2024, la misma no cuenta con entregables e indicadores asociados a la DTC específicamente. Sin embargo, a lo largo de la investigación, se manifiesta la intención política de modernizar el transporte concesionado para así poder mejorar la calidad de servicio, reducir los tiempos de viaje y espera, eficientizar los costos del sistema, poder dar previsibilidad a la persona usuaria, y mejorar la seguridad vial mediante la evolución de patrones de conducción.

Línea del tiempo y etapas del proceso de digitalización

El proceso de DTC en Mérida se puede dividir y ejecutar en tres grandes etapas de preparación e instalación, de adaptación al nuevo sistema, y de evoluciones y mejoras a raíz de la digitalización. A continuación, en la **figura d.**, se detallan los hitos de manera cronológica en cada una de las etapas:

Figura d.: Línea del tiempo DTC Mérida



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

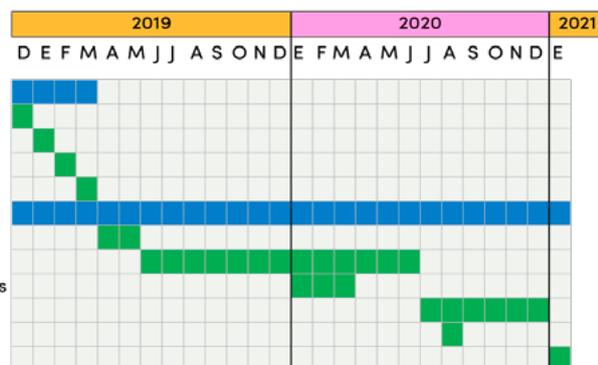
Etapa 1: preparación e instalación

A continuación, en la **figura e.**, se detallan los hitos sucedidos en la etapa de Preparación:

Figura e.: Línea del tiempo DTC Mérida - Etapa Preparación

Preparación

- Contrato de plataforma de gestión de flota
- Creación del IMDUT
- Convocatoria para la plataforma de gestión de flota
- Fallo plataforma de gestión de flota, entrega de fianza
- Firma del contrato e inicio del proveedor Alestra-Embssoft
- Preparación del sistema operativo
- Gobierno: proceso de alta de las concesiones en el sistema
- Generación de un catálogo de rutas e unidades
- Pre-revisión de unidades de transporte con sus identificadores
- Instalación del hardware/1102 unidades, 90% flota
- Capacitaciones con transportistas
- Encendido del sistema e inauguración centro de monitoreo



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

Cambios en contrataciones, concesiones y legislación

Contrataciones

El primer hito para la DTC es la creación del IMDUT mediante el decreto 17/2018 en diciembre de 2018, estableciendo un órgano de gobierno específico facultado para liderar el proceso. El 31 de enero de 2019 este organismo lanza la convocatoria de licitación pública para la Plataforma tecnológica para el transporte concesionado del gobierno de Yucatán. El sistema debía estar conformado por los siguientes elementos para un parque vehicular de mínimo 700 a máximo 1500 unidades (Decreto 441, 2021):

- › Hardware con conectividad, garantía, transporte/empaque, y documentación técnica.
- › Software integral para el Transporte Público con sus especificaciones técnicas.
- › Servicios de implementación para el centro de control, credencialización, app y recaudo.
- › Soporte técnico del proyecto.

Tras el proceso de licitación, la empresa Estrategias en Tecnología Corporativa, S.A de C.V (Estratel) resultó ganadora del fallo el 19 de febrero de 2019. En 2023 esta empresa se fusiona con Axtel y Alestra. Alestra es el distribuidor comercial de la tecnología Vinden (marca comercial) desarrollada por Embsoft.

Legislación y concesiones

A inicios del 2019, cuando se estaba iniciando el proceso de DTC, no fue necesario realizar un cambio normativo para permitir la DTC. Se conoce que el IMDUT en esos momentos se encontraba trabajando en un proyecto de Ley de Movilidad y Seguridad Vial, apalancado por el contexto nacional de la publicación de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial de México en diciembre de 2021 (LGMSV, 2022). Sin embargo, como la ley del estado de Yucatán fue finalmente aprobada y publicada en septiembre de 2022 (Decreto 555, 2022), cuando el proceso de digitalización ya estaba en marcha, no se considera un hito necesario para el inicio y preparación de la DTC. En términos de concesiones al momento de comenzar la DTC, la mayoría se encontraban vencidas y en proceso de renovación, a la espera de la publicación de la nueva ley de movilidad.

Acuerdos e involucramiento de actores

El caso particular de Mérida se trató de un proceso de digitalización "top-down"⁵. En las distintas entrevistas a gobierno, operadores y Embsoft, se puede observar que la generación de acuerdos para la digitalización es tranquila y sin conflictos. La principal ventaja competitiva de este proceso radica en que como la mayoría de las concesiones se encontraban vencidas y a la espera de renovación, el gobierno pudo ejercer un poder de negociación y unificación de criterios fuerte. El gobierno del estado de Yucatán, mediante el IMDUT, vinculó a través de nuevos incentivos el proceso de renovación de concesiones y pago de subsidio, a la cooperación y acompañamiento de los concesionarios en el proceso de digitalización.

El cambio de incentivos radicaba en pasar de un modelo tradicional donde el riesgo de demanda recaía económicamente sobre el concesionario, a un modelo de pago por kilómetro (km). En un modelo tradicional, el concesionario maximiza su ganancia a partir de la explotación de su concesión, sin estar pendiente de la calidad de las unidades. En un sistema de pago por kilómetro se beneficia a los operadores eficientes. Y para poder controlar la eficiencia de la operación es necesaria la digitalización.

Como el gobierno se encontraba en una situación temporal única de concesiones vencidas, manifestó a los concesionarios la intención de tener un entorno tecnológico que permita los beneficios del pago por kilómetro. Esa intención de cambio, sumado al contexto de endeudamiento de los operadores anteriormente mencionado, fue el puntapié inicial para una negociación exitosa. Adicionalmente, el hecho de que el estado fue quien subsidió la compra total de dispositivos tecnológicos fue un factor importante.

A pesar de haber sido un proceso de negociación relativamente rápido, generó algunas controversias en las empresas transportistas. El cambio de sistema de cobro de boletaje tradicional a un cobro digital presentaba el paradigma de confiar en que el gobierno les iba a pagar lo que dejarían de percibir en forma de efectivo. Para este convencimiento fue clave la comunicación de la redacción del nuevo proyecto de Ley de Movilidad y Seguridad Vial. Adicionalmente, se tuvo que entender que el estado iba a poseer un mayor involucramiento en el control y fiscalización de las rutas debido al acceso a la información en tiempo real; esto minimizaba el sentimiento de poder y capacidad de toma de decisiones que tenían las

empresas transportistas por sobre una ruta que rara vez era auditada. Todo fue parte de un proceso de conversaciones políticas, promesas claras por parte del Gobernador y demostraciones de inversión en el sistema, como la compra de dispositivos tecnológicos por parte del gobierno.

Instalación y encendido del sistema de gestión

La instalación del sistema de gestión se realizó con 4 hitos clave. A continuación, se detallan las acciones de cada hito.

Proceso de alta de concesiones por parte del gobierno al sistema, de Abril a Mayo 2019 (duración 2 meses) El primer hito de la instalación fue realizado por el Estado de Yucatán. El IMDUT tuvo que comenzar realizando la carga de todas las concesiones que tenía en la nueva Plataforma integral para la gestión y monitoreo en tiempo real de las unidades de transporte público concesionado, de ahora en adelante denominada la Plataforma, provista con la tecnología Vinden. El registro llevó la información de empresas, concesiones, rutas, derroteros y unidades. De este proceso surgieron más de 2000 irregularidades.

Generación de un catálogo de rutas y unidades, de Mayo 2019 a Julio 2020 (duración 15 meses) A partir de junio de 2019, se empezó a generar el catálogo de rutas y unidades. Entre enero y marzo de 2020 el gobierno estatal realizó una pre-revisión de unidades de transporte concesionado con sus identificadores. El proceso duró 3 meses. La dirección del Sistema Metropolitano De Movilidad Amable y Sostenible del IMDUT contaba un listado de las unidades de transporte concesionado con sus identificadores (placas/serie/motor). Se conversó con los concesionarios y se agendaron visitas de revisión, para comunicar las condiciones y parámetros que las unidades tendrían que cumplir para que el hardware sea instalado; también se les explicó la línea del tiempo del proceso.

Instalación del hardware y capacitación a transportistas, de Julio 2020 a Diciembre 2020 (duración 6 meses) Se programó un calendario de instalación de 3 meses. Existía una meta de instalación de 15 unidades (buses y vans) diarias. Sin embargo la instalación sucedió en un periodo de pandemia global que hizo más lentos los tiempos de ejecución. Finalmente, el proceso duró 6 meses. Se contó con una planificación semanal que tenía como objetivo no afectar el servicio de transporte urbano mientras se realizaba la instalación. La planificación semanal se compartía periódicamente con los concesionarios. La instalación de cada unidad duraba 1 día, operativamente. La instalación fue de 3 tipos de dispositivos:

- ▶ Telemetría: Dispositivo para geolocalización (contiene la tecnología AVL - Rastreo Vehicular Automatizado - (por sus siglas en inglés); acelerómetro; eventos especiales en la unidad.
- ▶ Dispositivo contador de personas: para contar a las personas que suben y bajan.
- ▶ Dispositivo validador. Únicamente hace un control tarifario por medio de identificación de tarjetas, con el potencial de ser actualizado para que el sistema sirva como de recaudo.

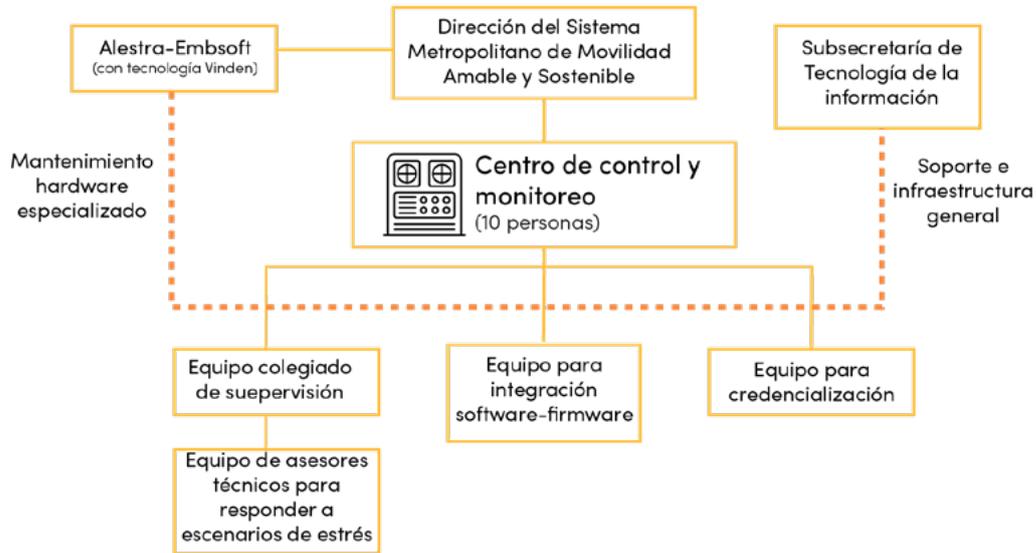
Durante el proceso, hubo unidades que no cumplieron con los requisitos necesarios por ley de transporte para circular (como el año de vigencia de antigüedad o condiciones físicas a reparar). Estas unidades fueron apartadas del sistema y no se instalaron los dispositivos. En total se lograron instalar 1,102 unidades, lo que representa un 90% del total de la flota de buses; diariamente se utilizan 850 unidades para 143 rutas de buses. Se estimó que el 10% restante estaría instalado para el momento en el que se ponga en vigencia la nueva ley de movilidad, en 2023; ley que legislará el pago por kilómetro y la necesidad de cumplir con el hardware necesario para ser parte del sistema integrado.

Encendido de los sistemas e inauguración del centro de control y monitoreo, Enero 2021 El IMDUT, con asesoría de la Secretaría de Administración y Finanzas (a través de la Subsecretaría de Tecnología de la Información) organizó el sistema de transporte a través de tres subsistemas o interfaces; las mismas fueron desarrolladas por Alestra-Embssoft con la tecnología Vinden:

1. Plataforma para concesionarios: empresas, personas conductoras, unidades.
2. Plataforma para gobierno.
3. Sistemas de operación: para personas usuarias del sistema de transporte (este tercero será abordado más adelante en el documento, ya que no formó parte de la etapa inicial).

Para la gestión de la movilidad se creó un centro de control y monitoreo funcional a las nuevas herramientas. El sistema se encendió y el centro se inauguró en enero de 2021. A continuación, se detalla en la **figura f.**, el organigrama del centro de control y monitoreo:

Figura f.: Organigrama del Centro de control y monitoreo



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

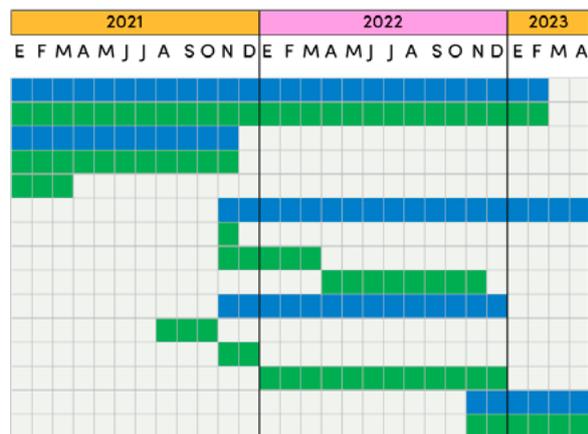
Etapa 2: adaptación al nuevo sistema

La siguiente sección detalla en orden cronológico las sub-etapas que sucedieron una vez que el sistema estaba instalado, y qué significaron en la adaptación de los actores al nuevo sistema.

Figura g.: Línea del tiempo DTC Mérida - Etapa Adaptación

Adaptación

- Concesiones**
- Se continua operando con las concesiones existentes
- Etapa de monitoreo**
- Etapa de monitoreo del funcionamiento de la operación
- Reordenamiento físico de rutas
- Ruta Periférico Va-y-Ven**
- Lanzamiento ruta Periférico Va-y-Ven
- Ruta periférico Va-y-Ven gratuita
- Ruta periférico Va-y-Ven pago únicamente electrónico (tarjeta)
- Compensación pago por km**
- Convocatoria y fallo de la licitación del sistema de recaudo
- Inicio de la compensación en ruta Periférico
- Inicio de la compensación en la totalidad de rutas
- Nueva ley de movilidad**
- Entra en vigencia la nueva ley que regula el pago por km



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

Transición

Liderazgo en la programación por Gobierno

Una vez instalado el sistema existió una sub-etapa de reorganización interna de los actores, para recabar datos y así tomar decisiones. Con la información disponible se pudo lograr por parte del gobierno el primer monitoreo del funcionamiento de la operación: la creación de una base para el análisis del pago de subsidios, el cálculo del número de personas pasajeras y la revisión electrónica del cumplimiento de rutas.

Al inicio de la transición el gobierno pudo observar que existían transportistas que no seguían la ruta asignada por concesión. También había habido cambios en la traza urbana debido a obras (como parques y plazas) que no habían sido consideradas en el momento de designación de rutas a través de las concesiones históricas. Por eso, de enero a marzo de 2021 se solicitó a las empresas transportistas ciertas modificaciones de rutas para adecuar la cobertura.

A partir de enero de 2021 el gobierno tomó el liderazgo de la planificación de programación deseada, formalizada a través de la generación de un *Layout* que establece una Orden del Día. En la actualidad es quien programa la ruta (ida y vuelta), el sentido, la frecuencia y el horario. De esta manera, el transportista sólo debe establecer qué unidades utilizará y con qué choferes. Se trata de un subsistema dentro de la Plataforma con tecnología Vinden, que se llama Transporte Yucatán. Además de generar y asignar la orden del día a los autobuses y personas conductoras correspondientes, tiene la posibilidad de ver el autobús dentro del sistema en tiempo real, y la información se traduce al estándar GTFS (*General Transit Feed Specification*) estático.

El paradigma principal de las empresas transportistas y de las personas conductoras fue adecuarse con el cumplimiento de tiempos establecidos por el gobierno y la administración de flota en hora pico y en hora valle. Anteriormente estaban acostumbradas a manejar las unidades de 9 a.m. a 11:00 p.m. El cambio de trabajar con una tabla de tiempos y una programación establecida por el gobierno fue de las principales dificultades que han experimentado los concesionarios. Los mismos tuvieron que modificar su propia organización interna; los grupos que funcionan por medio de votación de asamblea de socios han sido los más costosos de adaptar.

Imagen 1: Centro de control y monitoreo



Principales retos

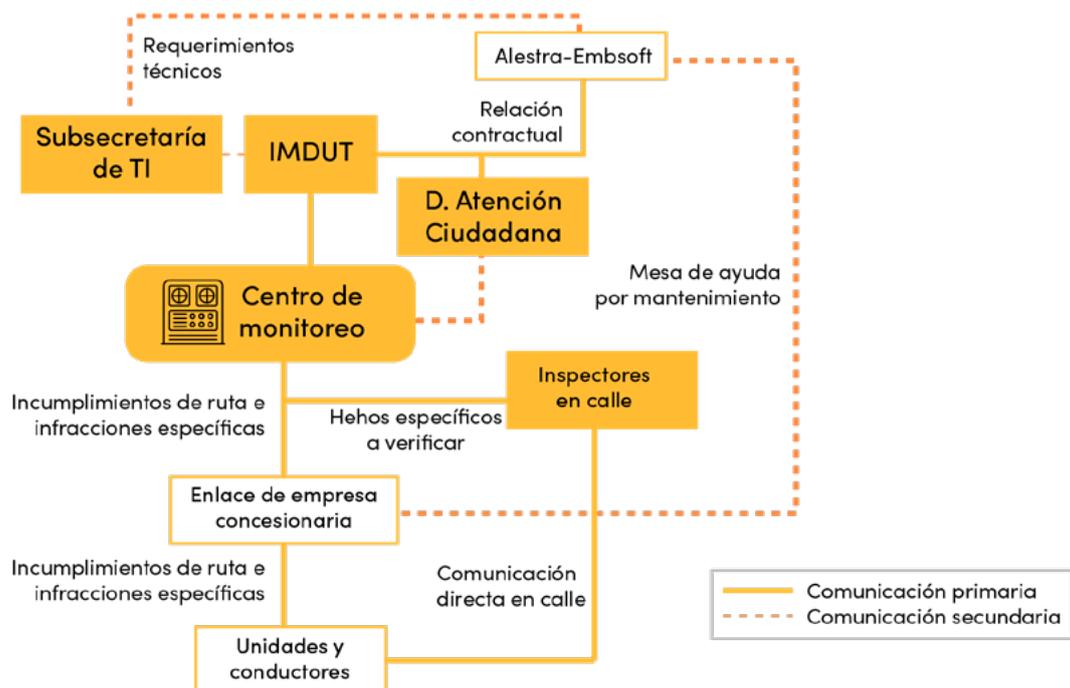
Durante la transición al sistema los tres retos principales que se observaron fueron, en primer lugar, una falta de credibilidad en el conteo del número de personas usuarias. El conflicto se resolvió con la verificación por video hasta lograr confianza en el contador. El segundo reto fue la falta de adherencia inicial de las empresas transportistas al sistema de mantenimiento de los dispositivos. Las empresas transportistas, a través de sus enlaces de empresa, poseen a su servicio una mesa de ayuda con cuadrillas de mantenimiento y deben contactarla; ésta es la única forma de comunicación directa que existe entre Alestra-Emsoft y las empresas transportistas.

Por último, lograr claridad en las reglas de operación por parte del gobierno fue otro de los elementos clave para el éxito de la transición. En la práctica existieron situaciones en las que las mismas no estaban establecidas y generaron confusiones; estas situaciones sirvieron para detallar el funcionamiento en el sistema, y así hacer los ajustes necesarios para la digitalización. Emsoft concluye que la tecnología es un facilitador, pero que el proceso requiere un criterio de operación unánime.

Comunicación Gobierno | Alestra-Emsoft

A continuación se detalla, en la **figura h.**, cómo quedaron los canales de comunicación establecidos:

Figura h.: Canales de comunicación entre los actores de del transporte concesionado en Mérida



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

Lanzamiento de la ruta Periférico con sistema Va-y-Ven

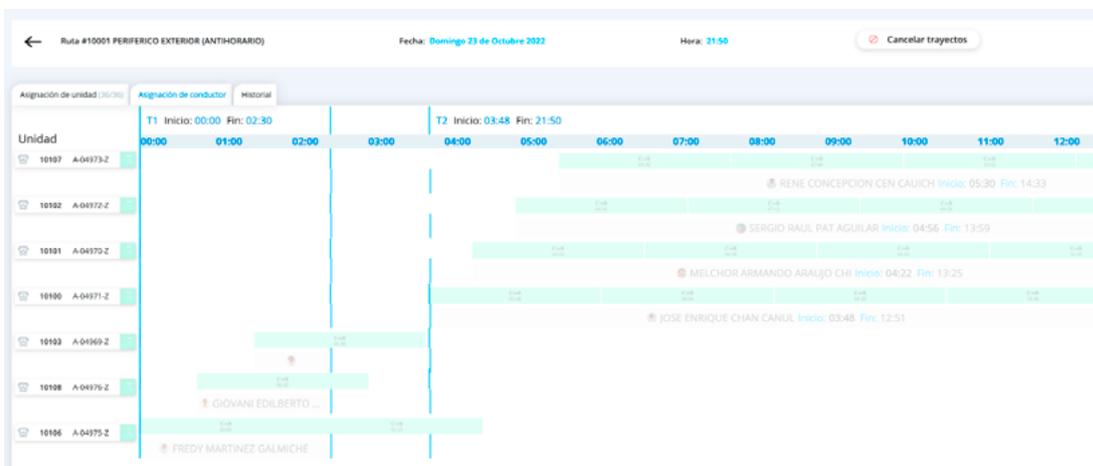
El sábado 27 de noviembre de 2021, el gobierno inauguró una nueva ruta Periférico, con el lanzamiento del sistema y aplicación (app) Va-y-Ven, convirtiéndose en la primera ruta del Sistema Integrado de Transporte de Mérida. La misma abarca 50 kilómetros del anillo Periférico de la ciudad, beneficia a 144,000 personas y conecta 120 colonias. Es atravesada por 155 rutas internas, facilitando la accesibilidad y disminuyendo la necesidad de transbordar en el centro histórico para aquellas personas que están entre colonias que quedan al lado de la ruta Periférico. (Redacción La-Lista, 2021).

Imagen 2: App Va-y-Ven



En términos de características de la operación, el sistema Va-y-Ven se diferencia de la ruta tradicional digitalizada, porque cuenta con paraderos específicos y establecidos, y porque existe interacción del sistema con los choferes. Estos últimos hacen un check in y un check out en la unidad con la tarjeta por QR. Adicionalmente, esta ruta opera en un subsistema de la Plataforma llamado Va-y-Ven. El mismo es un poco más complejo que el subsistema Transporte Yucatán antes mencionado, ya que utiliza una estructura de bloques y viajes. Este subsistema permite traducir la información al estándar de GTFS dinámico, y genera un horario de viajes por cada unidad. Como resultado final se obtiene un Gantt, llamado *Scheduling*, en el cual se puede ver por cada unidad el cumplimiento de su itinerario programado. La **figura i.** muestra una imagen de como se ve el *Scheduling* en la Plataforma con tecnología Vinden, subsistema Va-y-Ven.

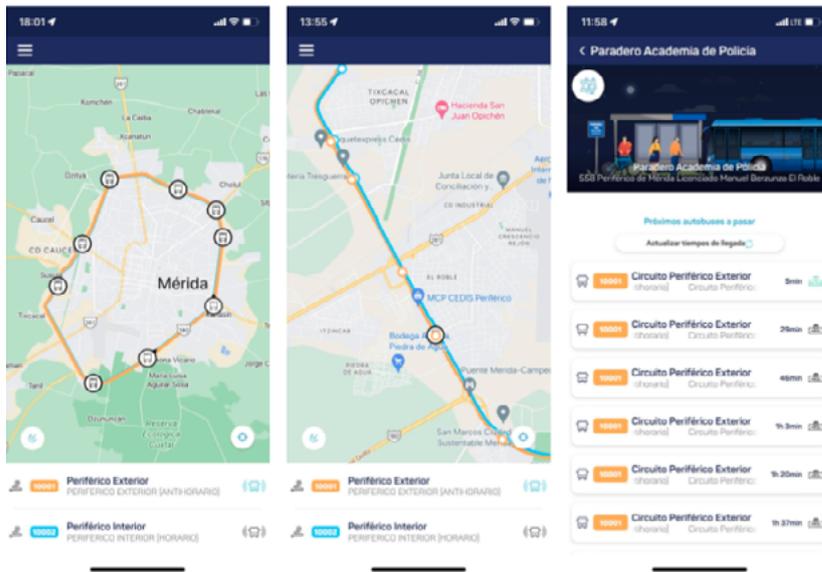
Figura i.: Visualización del *Scheduling* en la Plataforma, subsistema Va-y-Ven



Fuente: Sistema de gestión de flota.

El lanzamiento del sistema Va-y-Ven en esta ruta también permitió a la ciudadanía poder tener un seguimiento en tiempo real de las unidades, a través de la app para personas usuarias. La ruta se lanzó con un horario de 5:00 a 23:00 horas y 20 autobuses, que pueden trasladar hasta 79 personas cada uno. Éstos son conducidos por 48 conductores, en su totalidad hombres. El lanzamiento de la ruta brindó a la sociedad beneficios adicionales asociados como el mejoramiento de infraestructura mediante semáforos, puentes, ciclovías y la mejora de cruces peligrosos (Redacción La-Lista, 2021).

Figura j.: Visualización de la app Va-y-Ven para la persona usuaria



Fuente: App Va-y-Ven.

La tarifa general de la ruta Periférico es de 12 pesos, y la social para estudiantes y personas adultas mayores es de 5 pesos, mientras que para personas con discapacidad no tiene costo alguno. El pago de esta ruta es de manera electrónica únicamente.

Imagen 3 y 4: Ruta Periférico Va-y-Ven



La empresa concesionaria que opera la ruta Periférico con sistema Va-y-Ven es la empresa Movilidad Urbana Mérida (una filial de la empresa Mobility ADO). Opera con unidades nuevas modelo Scania K-250UB (euro VI) con cama baja y con racks donde caben dos bicicletas. Con el lanzamiento del sistema Va-y-Ven y la información de tiempo real para la persona pasajera, se logra maximizar los beneficios de la digitalización. A continuación, se sintetizan en la **tabla 1** los dos subsistemas que posee la Plataforma con tecnología Vinden, con sus características.

Tabla 1: Subsistemas de operación en la Plataforma

	Programación/ orden del día	Seguimiento en tiempo real de la unidad	GTFS	Check in de personas conductoras	Pago	Paraderos establecidos para la persona usuaria	APP
Operación en subsistema Transporte Mérida	Layout	Aplica en el subsistema	Estático	No	Efectivo	No	No
Operación subsistema Va-y-Ven	Scheduling	Aplica en el subsistema	Dinámico	Aplica en el subsistema	Electrónico o efectivo dependiendo de la ruta	Aplica en el subsistema (posible, no necesario)	Persona usuaria con visualización en tiempo real en app (posible, no necesario)

Sistema de gestión del transporte concesionado

Operación e Indicadores

El centro de control y monitoreo opera de la siguiente manera: monitorea de 8 a 10 rutas por persona priorizando las rutas de mayor problemática o demanda. Se revisan y se registran en una hoja de cálculo las incidencias; por ejemplo si tres unidades están en el mismo lugar, la persona pasajera termina esperando más porque las unidades no están coordinadas. Una vez detectadas las incidencias se comunican a la empresa para que las corrija. Esta comunicación sucede a través de los enlaces de las empresas, o a través de los inspectores en calle que hablan directamente a las personas conductoras.

Las incidencias detectadas generan un reporte estadístico diario, semanal y cada dos meses, para evaluar la evolución de las rutas y el enfoque de las acciones correctivas. Los informes se comparten semanalmente con el IMDUT y periódicamente con los centros de monitoreo de cada empresa. El IMDUT, a través de su área de atención ciudadana, complementa el análisis cuantitativo con una perspectiva cualitativa.

Existen dos tipos de indicadores: los base del sistema (indicadores que el hardware transmite naturalmente) y los derivados del sistema (indicadores sobre valores base). El principal indicador que ha traído el nuevo sistema es el Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK). Este indicador es el que informa a las empresas transportistas cuán rentable es la unidad en el ejercicio del día. Con este indicador, cobra relevancia el liderazgo del gobierno en la programación, para llegar a un nivel óptimo de cobertura.

En el caso de la DTC en Mérida el sistema de operación se volvió híbrido, como fue mencionado en la **tabla 1** anteriormente. Lo que permite el subsistema Va-y-Ven es obtener indicadores más segmentados. Se cuenta con la misma información que el subsistema Transporte Yucatán, pero se puede segmentar por viaje y por recorrido. Con este camino se logra el pago por kilómetro totalmente automático. Asimismo, la app en esta instancia solamente contaba con información de la ruta Periférico Va-y-Ven, ya que en las rutas del interior sin paraderos específicos ni QR, era imposible realizar el cálculo de tiempos de arribo. Los paraderos y todo el recorrido que debe ser entre paraderos está georreferenciado.

Análisis de eficiencia de la operación y fiscalización

El IMDUT, a través del centro de control y monitoreo realiza un análisis de IPK por semana. Se analizan las 3 rutas con mejor IPK, y las 3 con peor. El IPK ideal es de 2.5 a 2.8, dependiendo del tipo de unidad. Por ejemplo, en una unidad grande como las que se operan en la ruta Periférico, un IPK de 2.8 es positivo. La principal ineficiencia que se encuentra actualmente en el sistema es la escasez de unidades (que el concesionario no posea la oferta necesaria). Lo que se busca es normalizar las rutas; el ideal es que la curva de oferta de camiones converja con la curva de demanda, es decir que el IPK vaya normalizándose a lo largo de la semana.

La DTC trajo al gobierno del estado un beneficio exponencial en la eficiencia de la fiscalización. La misma pasó de ser 100% aleatoria y física a través de multas, a tener un sistema de control centralizado donde se evalúa el cumplimiento del nivel de servicio esperado. En este sistema se generan sanciones por incumplimiento a través del pago por kilómetro, y se complementa a través de la fiscalización física mediante

multas por incumplimiento de requisitos técnicos. Sin embargo, existen demasiados datos, y el IMDUT carece de las combinaciones necesarias para poder hacer todos los indicadores derivados que necesiten. Siempre existirá posibilidad de mejorar y evolucionar indicadores.

Ley de Movilidad y Seguridad Vial

Como se mencionó anteriormente, no se requirió de una nueva ley para iniciar la DTC en Mérida. Sin embargo, sí fue y sigue siendo necesaria para institucionalizar la digitalización y los nuevos procesos adquiridos. El 12 de septiembre de 2022 el Estado de Yucatán publicó la Ley de Movilidad y Seguridad Vial. La misma surge en un contexto frente a las críticas recibidas del marco legal anterior sobre la falta de integración de la movilidad, y a la tendencia nacional generada por la nueva Ley de Movilidad y Seguridad Vial de México (LGMSV, 2022).

La legislación tiene 178 artículos, deroga la Ley de Transporte del Estado y contempla la creación de una Agencia del Transporte de Yucatán. Se trata de un organismo autónomo que estará encargado de diseñar, implementar y dar continuidad a las políticas públicas en materia de transporte público. Contará con autonomía de presupuesto y su titular estará autorizado en funciones durante 5 años con posibilidad de ejercer dos periodos consecutivos. Entre las principales funciones que tiene se destacan la participación ciudadana para establecer políticas y la integración de datos para una convivencia vial segura. Adicionalmente, sus responsabilidades son la regulación de tarifas, rutas, concesiones y sanciones.

Mediante la ley, también se establece la condición nueva de que los concesionarios o permisionarios cuenten con un seguro de cobertura amplia para responder con sus recursos propios por los daños ocasionados. Contempla la participación activa del Observatorio Ciudadano de Movilidad y Seguridad Vial, y también cuenta con un apartado de género, sin embargo únicamente mencionan capacitaciones y no una estrategia de implementación con vías claras.

A los efectos de la importancia para este trabajo, la novedad de dicha ley es que contiene un apartado donde se regula claramente la compensación de pago por kilómetro para el sistema de transporte concesionado. La ley crea el Sistema Metropolitano de Movilidad Amable y Sostenible (SIMMAS) y establece que a los concesionarios del mismo se les pagará por kilómetro recorrido. El monto por kilómetro, la cantidad y forma se establecen conforme a las fórmulas de *Ajuste de precio por kilómetro recorrido de unidades diésel* y *Ajuste de precio por kilómetro recorrido de unidades eléctricas*. Asimismo, establece que el cobro del pasaje podrá ser únicamente realizado mediante el Sistema de Peaje y Control de Acceso (priorizando los medios electrónicos). Por último, la ley reescribe los términos de otorgamiento de concesiones como sus requisitos, y establece a la Agencia como responsable de las mismas.

Luego de su aprobación, la ley recibió diversas críticas. Principalmente, se enfatiza que dicha ley deja por fuera medidas de seguridad vial como el control de velocidades y alcoholemia al conducir; y que tampoco contempla a las personas con discapacidad. Por último, en términos de gestión y organización, se critica que las instituciones en la ley aparecen de manera desarticulada y desvinculada; ciertos colegios catalogan a la ley de confusa, ya que no queda claro si por ejemplo el IMDUT será el brazo operativo de la Agencia o la misma tomará las funciones operativas también (Hernández, 2022). Al momento de realizar este trabajo queda pendiente la reglamentación de la ley, que podría traer claridad a las críticas planteadas. La ley estableció un plazo de 365 días naturales para su armonización, y delega las facultades de la Agencia al IMDUT hasta tanto esté conformada correctamente.

Sistema de recaudo

En el último trimestre de 2021, el IMDUT lanzó la convocatoria del sistema de recaudo, para acompañar el proceso de digitalización. La empresa CIFO Technologies resultó ganadora, con cajeros inteligentes y las interfaces necesarias para el pago electrónico. Asimismo, Mova Printing Solutions provee las tarjetas que resultan medio de pago como el sistema de credencialización para las diferentes tarifas .

Entendiendo los dos modelos de operación, es importante aclarar al lector que en términos de recaudación el sistema también se volvió híbrido. La persona pasajera posee un sistema tradicional de pago por efectivo en las rutas del interior y el de pago por tarjeta Va-y-Ven en la ruta Periférico. Sin embargo, la compensación de ambos es la de pago por kilómetro. La administración espera poder llegar a unificar los sistemas de pago a la totalidad por tarjeta Va-y-Ven para fines de 2023, para así lograr la automatización de la compensación del pago por kilómetro. A continuación se detalla, en la **tabla 2**, cómo conviven los medios de pago con la administración de compensación por kilómetro.

Tabla 2: Medios de pago del sistema de transporte concesionado en Mérida

Medio de pago		Compensación	Instrumento legal	
Pre-digitalización	Operación tradicional	Tarifa general: Efectivo Tarifa social: Efectivo mostrando tarjeta CITUR	El operador recibe el recaudo por parte de las personas pasajeras en efectivo. El operador reporta la cantidad y tipo de personas pasajeras al estado, y recibe el subsidio compensando la tarifa social.	Ley de Transporte del Estado de Yucatán Decreto 17/2018: Apoyo al gasto familiar en el Transporte Público Concesiones existentes vencidas
	Operación tradicional	Tarifa general: Efectivo Tarifa social: Efectivo mostrando tarjeta Va-y-Ven	El operador recibe el recaudo por parte de las personas pasajeras en efectivo. El estado audita a través de la información obtenida por el contador de personas pasajeras. El operador recibe por parte del estado la diferencia de lo obtenido para llegar a la compensación por pago por km	Ley de Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Yucatán (pago por km) Decreto 435/2021: Apoyo al Gasto Familiar en el Transporte Público Concesiones existentes vencidas
Post-digitalización	Operación digitalizada pago electrónico	Tarifa general: tarjeta Va-y-Ven Tarifa social: tarjeta Va-y-Ven	El operador recibe por parte del estado el total de compensación por pago por km a través de un fideicomiso	Ley de Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Yucatán (pago por km) Acuerdo 08/2022: Reglas de Operación para el Apoyo para la Adquisición de Unidades Destinadas al Servicio de Transporte de Pasajeros Público, en la Modalidad de Autobús. Concesiones nuevas

Medios de pago

Para poder llevar a cabo el sistema de pago electrónico a través de la tarjeta Va-y-Ven, se tuvo que pasar por un proceso exhaustivo (y que en la actualidad continúa) de distribución de tarjetas y credencialización de personas con tarifa social. Todas las tarjetas, tanto las credencializadas para tarifa social como las de tarifa general, deben ser reconocidas por los validadores con tecnología Mifare Desfire. A modo de referencia para el lector, hasta mayo de 2022 se habían entregado 36 mil tarjetas. Y al sistema lo utilizaban 15 mil personas en 24 mil viajes diariamente. Se realizaron campañas de comunicación masivas con eventos en prensa y videos didácticos e informativos (Hau, 2021).

Imágenes 4 y 5: Espacios de recarga Va-y-Ven

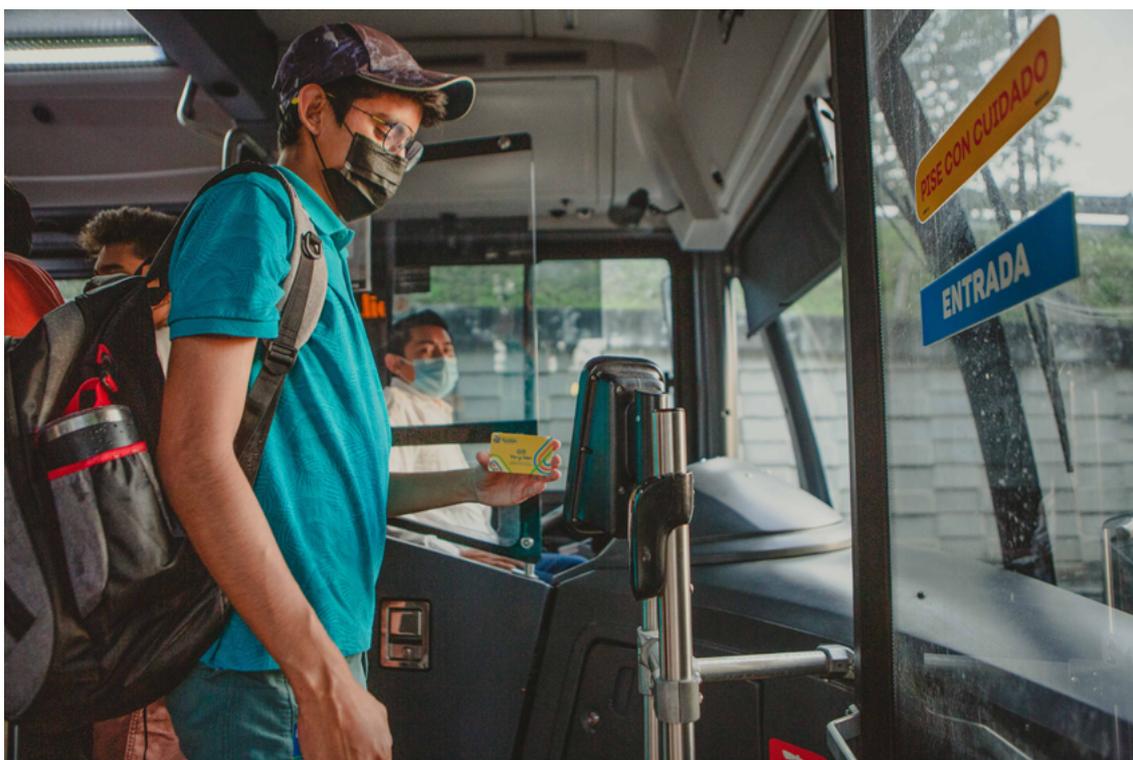


La tarjeta de pago de tarifa general tiene un costo de 25 pesos. Al momento de realizar este trabajo, existían 39 espacios de recarga (cajeros) en la ruta Periférico, donde ésta se puede comprar y recargar. El principal desafío que se vio en la implementación de este medio de pago fue la disponibilidad de las tarjetas. Diversos medios y la ciudadanía en redes sociales denunciaron en mayo de 2022, la imposibilidad de conseguir el medio de pago en las terminales promocionadas por el gobierno. Adicionalmente, hubo comentarios que manifestaban que el número telefónico de consulta de atención ciudadana se encontraba inactivo (Vidales Ripoll, 2022). Sin embargo, gracias a los aprendizajes de esta implementación, el IMDUT fue expandiendo la disponibilidad y capacidad de carga (véase capítulo: Proceso de la DTC en Mérida, sección: Etapa 3, acciones a raíz de la digitalización).

Credencialización

Para obtener el subsidio, es necesario pasar por el proceso de credencialización con la tarjeta Va-y-Ven. El mismo se realiza en una oficina de registro para nominalizar a las personas usuarias de tarifa social, ubicada en el mismo edificio donde se encuentra el centro de control y monitoreo. Existen tres opciones: que se dé de alta como nueva, que se renueve el periodo de una credencial existente, o que la persona usuaria haya perdido la credencial y tenga que reponerla. En el proceso de digitalización existió una fase de transición de casi un año en la que en las rutas que se paga en efectivo se podía mostrar la tarjeta CITUR para hacer efectivo el subsidio. Desde enero de 2023 ésta quedó deshabilitada totalmente, haciendo que el subsidio se realice a través de la tarjeta Va-y-Ven tanto en pago electrónico como en efectivo. El servidor de datos que almacena la información de la totalidad de las tarjetas Va-y-Ven se encuentra en la Subsecretaría de TI.

Imagen 7: Tarjeta amarilla credencializada Va-y-Ven



Administración de la compensación

Con el objetivo de mantener la tarifa sin aumentos para beneficiar a la economía de la ciudadanía, el gobierno del Estado de Yucatán decidió otorgar un subsidio general al transporte. Este subsidio se entrega desde la ejecución de pago por kilómetro. El pago por kilómetro comenzó en diciembre de 2021 con la empresa ADO y la ruta Periférico. En enero de 2022 el resto de concesionarios pasaron al esquema formal de compensación por kilómetro (excluyendo a las rutas diurnas operadas por Vans). El proceso llevó 2 meses y hoy a la totalidad de las empresas que operan autobuses urbanos se les compensa por pago por kilómetro.

El pago por kilómetro (PxKM) establece un precio a pagar por kilómetro recorrido. Ese precio es calculado mediante una fórmula con los siguientes datos:

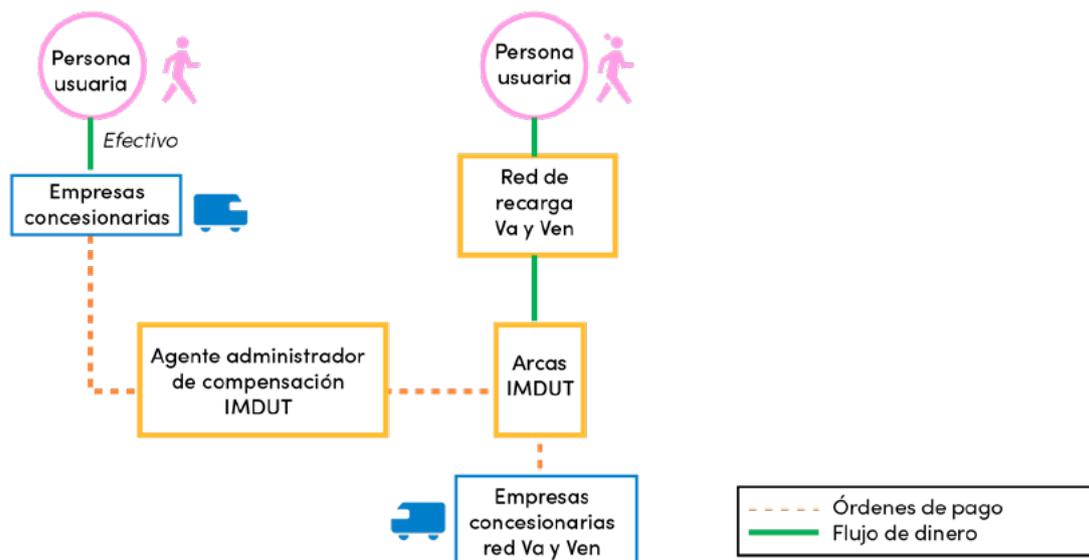
- › IPK (índice de pasajeros por kilómetro)
- › TP (tarifa ponderada)
- › KmR (kilómetros recorridos en ruta)

La fórmula es: $PxKm = [18.61 - (IPK * TP)] * KmR$. Como explica la **tabla 2**, en las rutas que cuentan con pago en efectivo se ejecuta a través de las arcas del IMDUT, soportado por el alcance normativo del Subsidio de Apoyo Familiar; en las rutas que cuentan con pago electrónico se soporta mediante la Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Yucatán y el Acuerdo 08/2022.

Anterior a la digitalización y el cambio al pago por kilómetro existían rutas que poseían mucha demanda, por ende el concesionario obtenía ganancias superiores a la media. También existían rutas menos demandadas que presentaban una calidad de servicio deficiente. Con el pago por kilómetro lo que se hace es crear un sistema de recaudo a través de un fideicomiso. De esta manera, todo lo pagado por la gente entra a una bolsa común. El total se distribuye entre los concesionarios realizando el cálculo de kilómetro recorrido, para otorgar un servicio de calidad en todas las rutas (Cárdenas, 2021).

Con la institucionalización del pago por kilómetro, la compensación del subsidio de la tarifa social (solicitada a Administración y Finanzas y recibida por decreto presupuestario) pasa a formar parte del ingreso del transporte urbano y se distribuye a los concesionarios mediante el pago por kilómetro. En la actualidad la compensación por kilómetro funciona operativamente de dos maneras, que se detallan y visualizan en el siguiente esquema en la **figura k**.

Figura k.: Esquema de compensación por pago kilómetro



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

- ▶ **En las rutas que se paga en efectivo:** Se calcula el pago por kilómetro recorrido y se descuenta lo que el operador ya ha recibido en efectivo, y se complementa para llegar a la totalidad del cálculo. Lo ya recibido en efectivo se calcula gracias al contador de personas pasajeras. Si existe un excedente de ingresos del transportista, el excedente se considera en la siguiente quincena. Este procedimiento se hace quincenalmente. En estas rutas el estado ejerce su poder de fiscalización. El estado comunica (a través de exhortos u oficios) al concesionario y establece las prioridades a cumplir y mejorar del servicio. También si hay faltas al reglamento se generan multas.
- ▶ **En las rutas que operan con cobro con tarjeta Va-y-Ven (parte del SIMMAS):** el cálculo de la compensación por subsidio se hace de manera automática, y se transfiere el pago a las empresas transportistas. Este procedimiento se hace quincenalmente. Cuando el pago es mediante una tarjeta digital única a través del lector, el fideicomiso realiza la recaudación y posteriormente efectúa los pagos correspondientes a cada una de las empresas concesionarias de acuerdo al cálculo por kilómetro.

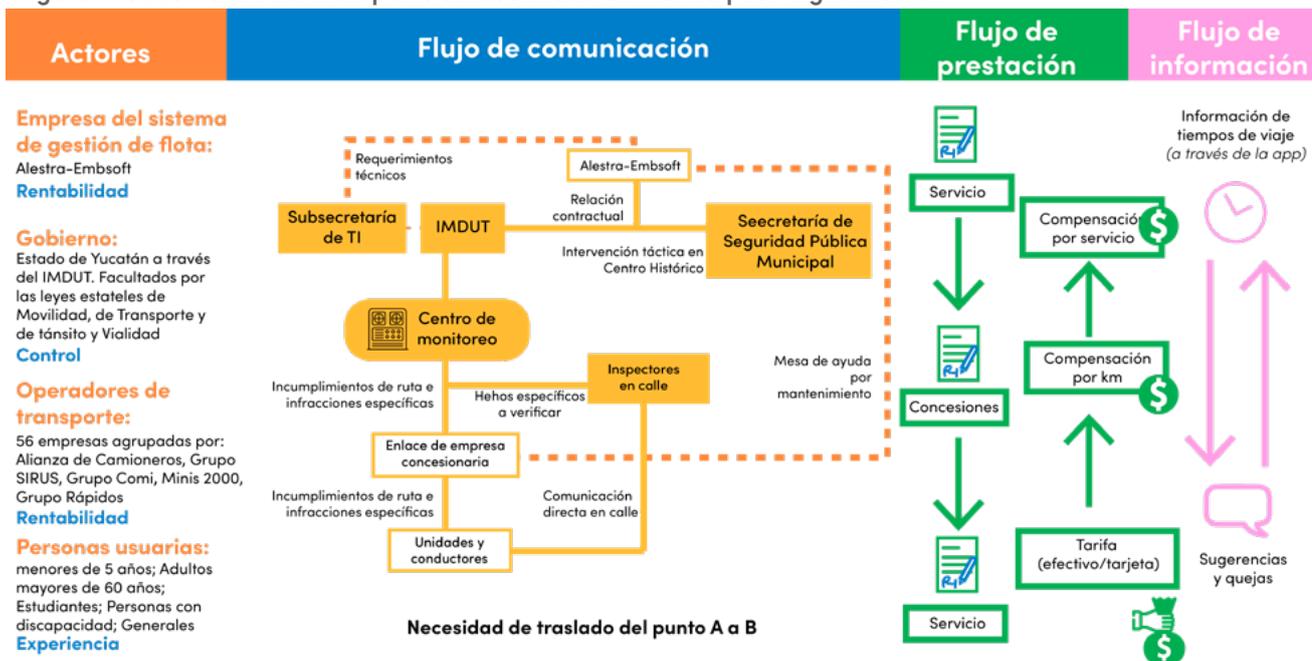
El pago por kilómetro ha sido bien recibido por las empresas transportistas, ya que mejora la rentabilidad de las empresas, permite enfocar en mejorar el nivel de operación de servicio mediante indicadores, y con un precio acordado alivia la situación histórica de endeudamiento de los concesionarios. Existen algunos de ellos que han manifestado la necesidad de revisar el acuerdo del precio del pago por kilómetro periódicamente debido a la inflación; sin embargo, se puede concluir que la aceptación ha sido buena.

Actualmente existe un único conflicto con el pago por kilómetro; se trata de la infancia, que no está diferenciada en la tarjeta Va-y-Ven. La validación de la tarifa social se sigue haciendo de manera visual por la persona conductora. Esto trae problemas al sistema ya que la validación es subjetiva (un niño o niña puede tener 7 años y ser catalogado como menor de 6), generando errores a la hora del cálculo del pago por kilómetro.

Gobernanza del transporte concesionado en Mérida post-digitalización

La figura I. tiene como objetivo sintetizar la gobernanza del transporte concesionado en Mérida luego de los cambios ocurridos por la digitalización:

Figura I.: Gobernanza del transporte concesionado en Mérida post-digitalización



Fuente: Elaboración propia con datos de las fuentes consultadas en la investigación documental.

Con el fin de garantizar su promoción, los primeros dos meses las rutas nocturnas fueron gratuitas para la ciudadanía que utilizó el servicio. En noviembre de 2022 comenzó su cobro con una tarifa general de 15 pesos, una tarifa social de 5 pesos y de manera gratuita para las personas con discapacidad. El medio de pago es únicamente a través de la tarjeta Va-y-Ven. Las unidades poseen contadores de personas pasajeras, y sistema AVL completo. Las concesiones de las rutas nocturnas funcionan con el esquema de pago por kilómetro; la confiabilidad de las vans en cuanto a ocupación es de un 80%. Desde el comienzo las rutas se visualizan en la app Va-y-Ven de personas usuarias en tiempo real. Para finales de 2022, también se evolucionaron las rutas buscando la eficiencia; 2 rutas nocturnas fueron canceladas y 4 más incorporadas, dando un total de 15 rutas nocturnas.

A medida que pasó el tiempo, las nuevas rutas se fueron evaluando con la información disponible. En noviembre de 2022 el estado de Yucatán incorporó la ruta diurna Aeropuerto, brindando un servicio de transporte a las personas y turistas que llegan por vía aérea. En noviembre de 2022, esta misma ruta amplió su horario a nocturno y se incorporó a la visualización en tiempo real de la app. En enero de 2023 esta ruta incorporó el pago electrónico.

Los beneficios de esta incorporación al sistema de transporte son totales. Al garantizar la oferta, quienes eran viajeros nocturnos ahora pagan un 20% de lo que debían gastar si se trasladaban en transporte privado. Sin embargo, como principales retos del sistema operativo se resalta la variedad de operadores (a diferencia de la ruta Periférico que es uno solo).

Evoluciones al sistema de recaudo y tarifa de trasbordo

En noviembre de 2022, con la incorporación de nuevas rutas nocturnas, el estado de Yucatán introdujo la tarifa dinámica de trasbordo para todas las rutas alcanzadas con el pago electrónico mediante la tarjeta Va-y-Ven. Se trata de una política en la que la persona pasajera recibe un descuento del 50% del pasaje en el primer trasbordo, y del 100% en el segundo o tercer trasbordo. La tarifa por trasbordo aplica en horario diurno, nocturno o mixto; el tiempo máximo de aplicación del descuento es de 120 minutos; y el número máximo de trasbordos permitidos es 3. Las personas con discapacidad tienen tarifa \$0 siempre. El proceso de implementación tuvo un periodo de 10 días de ajustes, hasta que el sistema funcionó perfectamente. Esta innovación es uno de los grandes beneficios económicos gracias a la digitalización para las personas usuarias.

Con la incorporación de la tarifa de trasbordo, la principal evolución que se espera al sistema de recaudo es el pago electrónico en la totalidad de las rutas a través de la tarjeta Va-y-Ven para finales de 2023, incorporando así la totalidad de concesiones de buses al SIMMAS. Con la incorporación de las distintas empresas concesionarias, también se logrará convertir paulatinamente la informalidad del sistema existente de los "hombre-camión". Para lograr este hito desde el ejecutivo están trabajando en un plan de renovación de flota que acompañe la modernización del sistema de pago. Como fue mencionado en la **tabla 2**, la incorporación al SIMMAS está sustentada en el Acuerdo 08/22 publicado en el Diario Oficial en septiembre de 2022. Éste establece una financiación del 10% por parte del estado para la renovación de buses, a cambio del cumplimiento de ciertas reglas de operación. El cumplimiento del servicio de las empresas concesionarias se fiscalizará a través de la ejecución del pago por kilómetro. La renovación de las concesiones está sujeta a la incorporación de los concesionarios y sus rutas al SIMMAS; este acuerdo, la renovación de las concesiones durante 2023, y la Ley de Movilidad y Seguridad Vial comprenden los instrumentos legales para la ejecución de la transición de la totalidad del sistema de transporte de buses al SIMMAS.

La primera incorporación de una ruta existente previo a la digitalización al SIMMAS (o sea, distinto al lanzamiento de rutas nuevas como la de Periférico, nocturnas y Aeropuerto), fue la del Circuito Metropolitano el 4 de marzo de 2023, incorporando 40 unidades nuevas. El pago único electrónico de dicha ruta comenzó el 27 de marzo de 2023, utilizando la misma tarifa que la ruta Periférico. En el anexo 1 se recuerda al lector las distintas tarifas existentes, con sus medios de pago asociados.

La administración espera poder convertir todas las rutas operadas por buses (+140) a pago electrónico durante el 2023; las vans diurnas se encuentran excluidas al momento de esta planificación. La transición al pago electrónico será priorizando las rutas que tengan el 100% de sus unidades nuevas, rutas que tengan un alto aforo de estudiantes y aquellas que crucen con la ruta Periférico y/o Circuito Metropolitano; en los últimos dos casos, no necesariamente tendrán unidades nuevas, pero si una actualización de los validadores. Durante el 2023 se espera renovar 400 unidades, casi el 50% de la flota que se requiere operativa para la funcionalidad del sistema.

La administración estatal deberá ampliar la distribución de tarjetas y ampliar las oportunidades de recarga. Con corte del 31 de diciembre de 2022, se han entregado un total de 105,585 tarjetas, de las cuales 105,238 han realizado al menos una recarga, aunque sólo 97,713 han debitado al menos una vez. De las tarjetas que han debitado, 86,002 son generales. Para cumplir con ello, se firmó un convenio con las tiendas comerciales Oxxo, que permite desde el 17 de marzo de 2023 la recarga de tarjetas en más de 300 tiendas de la zona metropolitana de Mérida.

Otra de las modificaciones que se esperaba al sistema por parte de los concesionarios es la credencialización de las personas menores de 6 años. Actualmente, el porcentaje de ocupación correspondiente a la niñez para el cálculo del pago del subsidio es una estimación. No se posee información cierta debido a la falta de credencialización.

Traspaso del subsistema Transporte Mérida al subsistema Va-y-Ven

A medida que el uso del sistema y la operación se fueron eficientizando, el gobierno realizó el traspaso de rutas del subsistema Transporte Mérida al subsistema Va-y-Ven. Como se mencionó anteriormente, de las más de 1,100 unidades de bus, cerca de 900 se encuentran operativas y brindan servicio al 70% de las más de 200 rutas existentes. En la actualidad, de las 145 rutas de buses y vans nocturnas, únicamente 4 se encuentran en el subsistema Transporte Yucatán. El resto ya ha migrado exitosamente durante el 2022 al subsistema Va-y-Ven.

En términos de migraciones, lo que queda pendiente desde finales de 2022 debido al cumplimiento de los 3 años de contrato con Alestra-Embsoft es el traspaso de la Plataforma al IMDUT. Se espera poder realizar dicha migración en el primer semestre de 2023, sujeto a las condiciones de contratación.

Canales para la credencialización y de comunicación

Desde el 30 de enero de 2023 el gobierno del estado de Yucatán habilitó la posibilidad de realizar el trámite de credencialización para la tarifa social en línea. El mismo fue simplificado y se puede realizar en la página <https://tramites.yucatan.gob.mx>. Más allá de esta evolución, la oficina física continúa funcionando.

Adicionalmente, como complemento a la DTC se va a realizar una reingeniería del área de atención ciudadana. A medida que aumenta la digitalización de la operación, la capacidad de recolección de información e interacción con las personas pasajeras es mayor. Antes de la DTC el área contaba con una línea no gratuita sino de fácil acceso telefónica (072), correos electrónicos institucionales y la atención en vivo por los inspectores que se movían de manera aleatoria. Con el comienzo del proceso de digitalización (2021) se inició el seguimiento y la retroalimentación de las quejas o comentarios de la ciudadanía. Con el lanzamiento de la app Va-y-Ven, adicionalmente se implementó el nuevo buzón de sugerencias en el cual el ciudadano puede escribir las mejoras por categoría. Al momento de realizar esta publicación la app contaba con 158 mil descargas en Android, 27 mil descargas en iOS y un total de 150 mil usuarios.

En el primer semestre de 2023 se incorporará un chat bot por Whatsapp para consultas, que derivará eventualmente a los canales atendidos por personas. Este número de Whatsapp aparecerá en la app. Al momento de realizar esta publicación la funcionalidad ya se encontraba desarrollada por la Subsecretaría de TI del Estado de Yucatán. Por último, a finales de 2023 se espera lanzar un botón antipánico que actualmente se encuentra en vías de desarrollo también por el mismo IMDUT.

Incorporación de rutas 100% eléctricas

En términos de la electrificación del transporte público del área metropolitana de Mérida, el estado de Yucatán tiene un ambicioso plan de generar el primer Autobús de Tránsito Rápido (o BRT, por sus siglas en inglés) 100% eléctrico de la ciudad y del país, el IE-Tram. Se trata de 5 nuevas rutas que conectarán Umán, Kanasín y el norte de la ciudad. Asimismo, algunas de estas rutas conectarán a la población de las comunidades cercanas a Teya (en Kanasín) y Poxilá (en Umán) a las estaciones del Tren Maya.⁶ Desde diciembre de 2022 el proyecto se encuentra en ejecución de obras de infraestructura necesarias para la reutilización de vías de tren existentes; su inauguración está prevista para diciembre de 2023. La operación de esta red eléctrica será con una flota modelo IE-Tram de la marca española Irizar, y se estima que beneficiará a

6 El Tren Maya se trata de un proyecto de servicio de transporte férreo, que interconectará las principales ciudades y zonas turísticas de la península de Yucatán (Gobierno de México, 2023).

más de 25,000 personas usuarias en el horario diurno. El BRT funcionará dentro del sistema Va-y-Ven, con la obligación de pago mediante la tarjeta inteligente, los beneficios de la tarifa dinámica de transbordo, el seguimiento en tiempo real dentro de la app, y contempla más 100 kilómetros de carriles preferentes, puntos de carga, estaciones y obras complementarias para la unión con otros medios de transporte.

Esta estrategia es complementaria al proceso de DTC. Sin embargo, la DTC se considera una pieza fundamental para la ejecución y financiamiento del IE-Tram. El mismo se encuentra financiado por un fideicomiso compuesto por fondos privados, fondos del estado de Yucatán, y fondos nacionales. Los nacionales son a través del Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM), parte del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), que es administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos de México (BANOBRAS). En el primer semestre de 2022 el estado pudo aplicar a dichos fondos gracias a la información generada por el nuevo sistema de gestión de flota, garantizando así la transparencia, eficacia y exactitud necesaria para la selección del proyecto. Se trató de un estudio híbrido compuesto por fuentes de información histórica (la encuesta origen-destino de 2013 y la encuesta de intersección de 2017), en combinación con las actualizaciones con base en el sistema. Gracias a los datos se pudo hacer una microsimulación que consistió en tres etapas:

- › un modelo econométrico de largo plazo (a 30 años)
- › la optimización de dicho modelo con base en distintos escenarios de operación
- › la incorporación de la intervención (el IE-Tram) a dicho modelo

Se trata de un caso de éxito en donde el acceso a la información gracias a la digitalización facilitó no sólo la posibilidad de financiación, que fue formalmente asignada en marzo de 2023, sino también el seguimiento del cumplimiento de dicho acuerdo de fondos a través de reportes trimestrales y de consultas específicas.

Impactos de la DTC en Mérida

La digitalización del transporte concesionado trae diversos beneficios institucionales, económicos, ambientales y sociales (Sanguinetti, 2021). A continuación, se detallan los principales impactos del proceso de digitalización del transporte concesionado en Mérida, de acuerdo a la siguiente categorización: verde (positivo), rojo (negativo) y amarillo (cambio inexistente/no evaluado).

Es importante mencionar que los datos recopilados presentados en esta sección de impactos han sido obtenidos de distintas fuentes de entrevistas, encuestas cualitativas y datos de operación. Para los años 2019 y 2020, la información sobre el aforo, los kilómetros recorridos, el índice de pasajeros por kilómetro (IPK), emisiones y otros indicadores fueron proporcionados por las empresas concesionarias. Sin embargo, a partir de 2021 y 2022, con la implementación del sistema de monitoreo y control en tiempo real mediante la instalación de sensores en los vehículos y dispositivos AVL (*Automatic Vehicle Location*), se ha permitido obtener información más precisa y actualizada de los distintos indicadores. Esta información es obtenida a través de una descarga de datos del Sistema de Gestión de Flota, implicando una mayor confiabilidad debido a que su recopilación es automática. Para los indicadores cualitativos basados en las encuestas de calidad y servicio, es necesario considerar que la medición se realizó después del proceso de digitalización (julio, octubre y diciembre de 2022), por lo cual en algunos casos no se posee información previa y no es posible comparar con periodos anteriores a la digitalización.

Es importante considerar que el proceso de digitalización y la pandemia por COVID-19 han ocurrido simultáneamente, por lo que las medidas de resguardo y de retorno a las actividades podrían haber influido en los indicadores de impacto mostrados a continuación. En este documento no se ha estudiado el efecto de la pandemia sobre los mismos.

Tabla 3: Indicadores de impacto de la DTC

Tipo de impacto	Impacto	Categorización
Institucionales	Mayor eficacia, control y transparencia	Verde
	Mayor capacidad técnica	Verde
	Un GTFS dinámico adaptado al contexto mexicano	Verde
	Más y mejores canales de comunicación internos	Verde
	Disminución de la competencia desleal	Verde
	Disminución de la precariedad laboral del sector	Verde
Económicos	Aumento del IPK del 9%: disminución de costos mediante a la eficiencia operativa	Verde
	Personas operadoras	Verde
	Personas operadoras	Verde
	Personas operadoras	Verde
Económicos	Personas usuarias	Verde
	Personas usuarias	Verde
	Personas usuarias	Amarillo
Ambientales	Aumento de tarifa en la reconversión de una ruta	Rojo
	Aumento de tarifa en la reconversión de una ruta	Verde
Sociales	Una disminución en las emisiones de CO2/pax del 8.9%	Verde
	Mayor accesibilidad en la periferia: beneficio a 110 mil personas nuevas	Verde
	Una reducción en los tiempos de viaje del 11%	Verde
	Mantenimiento en el tiempo promedio de espera en 24 minutos	Amarillo
	Mejora en el servicio: el 45% de las personas cree que el servicio ha mejorado	Verde
	Potencial mejora en la seguridad vial	Amarillo

Institucionales

El principal impacto institucional del proceso de digitalización es el **legado en materia legislativa y de gobernanza** generado. Esto es especialmente: el desarrollo de una nueva entidad, el IMDUT (que eventualmente evolucionará a la Agencia del Transporte de Yucatán), especializada y dedicada particularmente a la integración digital del transporte. Adicionalmente la Ley de Movilidad y Seguridad Vial, la regulación sobre el pago por kilómetro, los acuerdos sobre las nuevas reglas de operación, la creación del fideicomiso y la evolución de las concesiones (véase capítulo: Proceso de la DTC en Mérida, sección: Etapa 2, adaptación al nuevo sistema). Los principales beneficios cualitativos de dicho legado son:

- › **Mayor eficacia, control y transparencia:** Una nueva gobernanza que permite más eficiencia, control y transparencia a lo largo del proceso de implementación de los proyectos, generando una visión más estratégica de la movilidad integrada. Permite a los inspectores dedicarse a cuestiones intrínsecas de la seguridad vial (como la verificación de licencias de conducir o el estado de ebriedad de las personas conductoras), mientras se eficientiza la aplicación de incentivos y sanciones a las empresas concesionarias mediante el seguimiento digitalizado de sus rutas.
- › **Mayor capacidad técnica:** Un equipo de recursos humanos (incluido el Centro de Control y Monitoreo) especializado en la materia permite aumentar la capacidad técnica, y por ende, una respuesta más rápida y flexible a la demanda.
- › **Un GTFS dinámico adaptado al contexto mexicano:** La recopilación de información en tiempo real es útil para la planeación y gestión, y establece los inicios de un sistema de datos abiertos para la ciudadanía. Gracias a la articulación con gobierno y empresas transportistas, Emsoft enfatiza en que se ha logrado la implementación de uno de los primeros GTFS dinámicos, adaptados al contexto mexicano.⁷
- › **Más y mejores canales de comunicación internos:** La sistematización de roles y responsabilidades tiene como consecuencia un mejor diálogo entre las partes y la apertura de más y mejores canales de comunicación, como los enlaces de las empresas concesionarias, la mesa de ayuda de mantenimiento o la evolución del área de atención ciudadana.
- › **Disminución de la competencia desleal:** El establecimiento de nuevos marcos regulatorios, tanto para los concesionarios que operan el transporte como para los desarrolladores digitales, da certidumbre a las partes y permite dar un mejor cumplimiento a los objetivos. Las empresas transportistas destacan que la institucionalización del sistema a través de la regulación disminuye la competencia desleal, debido al establecimiento de la programación por parte del estado y sumado a la compensación de pago por kilómetro, deja sin efecto la necesidad de las empresas transportistas de captar rutas de mayor demanda (y por ende, mayores ingresos).
- › **Disminución de la precariedad laboral del sector:** La incorporación de concesionarios al SIMMAS permite formalizar paulatinamente a un sector de personas conductoras (hombre-camión), disminuyendo la precariedad laboral y aumentando la calidad del servicio para las personas usuarias.

Económicos

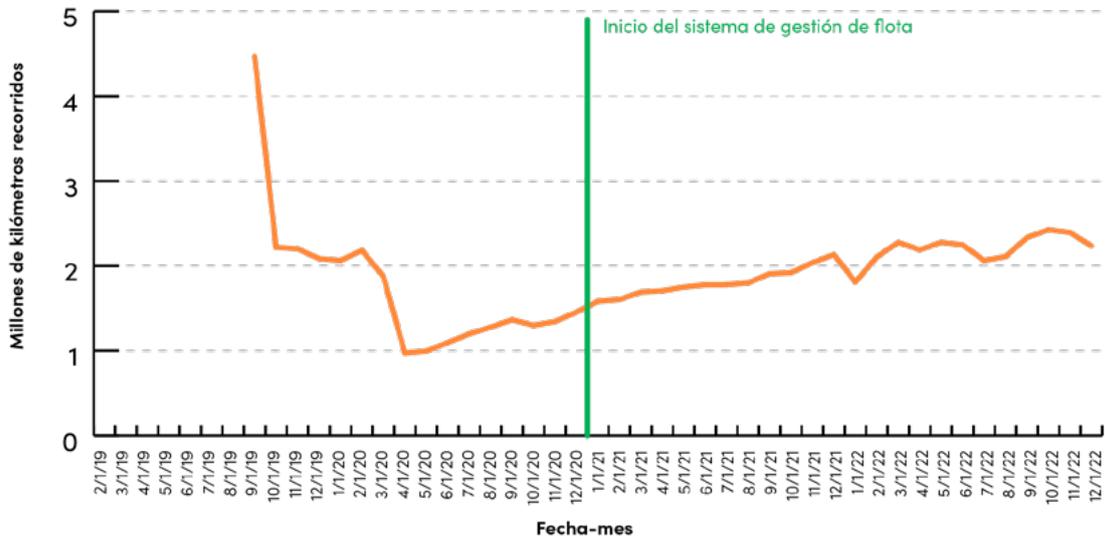
En términos económicos, los impactos pueden dividirse por tipo de actor. Por un lado, existen los impactos positivos económicos y financieros para las empresas operadoras y, por otro lado, están los beneficios económicos de la digitalización para las personas usuarias.

Empresas operadoras

Integrar el transporte a través de la digitalización permite una mejor planeación del servicio, lo cual contribuye a la eficiencia en los traslados y, por lo tanto, a una reducción en los recursos invertidos por quienes operan el transporte, por ejemplo con la reducción en el uso de combustibles para las unidades. A continuación, se detallan los impactos económicos generados por la DTC en Mérida a las empresas operadoras.

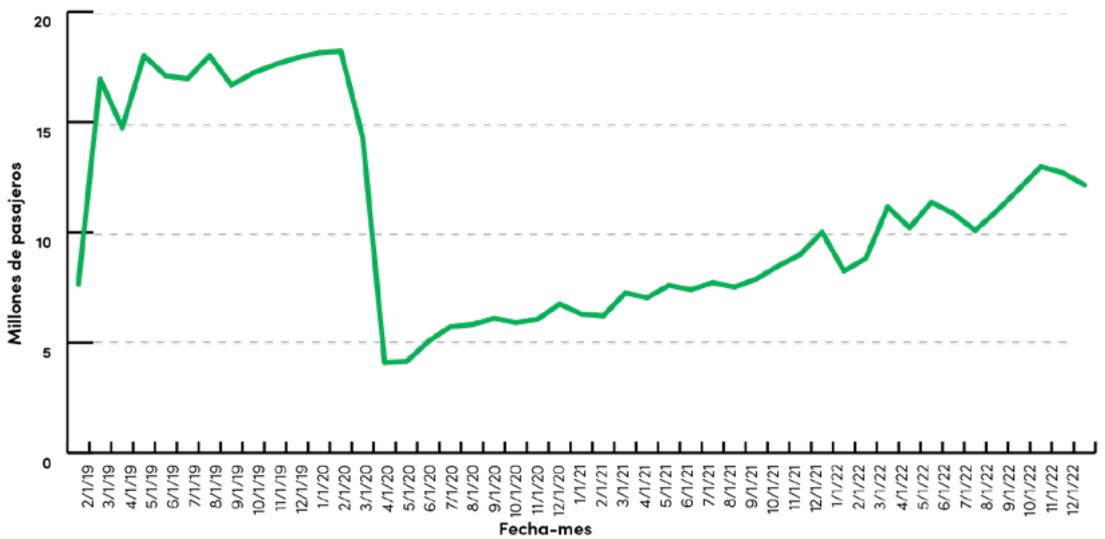
- › **Disminución de costos mediante una mayor eficiencia del sistema:** Dadas las mejoras en la programación de rutas, el IPK promedio aumentó en promedio en un 9% sobre los niveles pre-pandemia.

Figura n. Kilómetros recorridos mes por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022



Fuente: 2019/2020 información IMDUT; 2021/2022 Plataforma con tecnología Vinden.

Figura o. Aforo global por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022



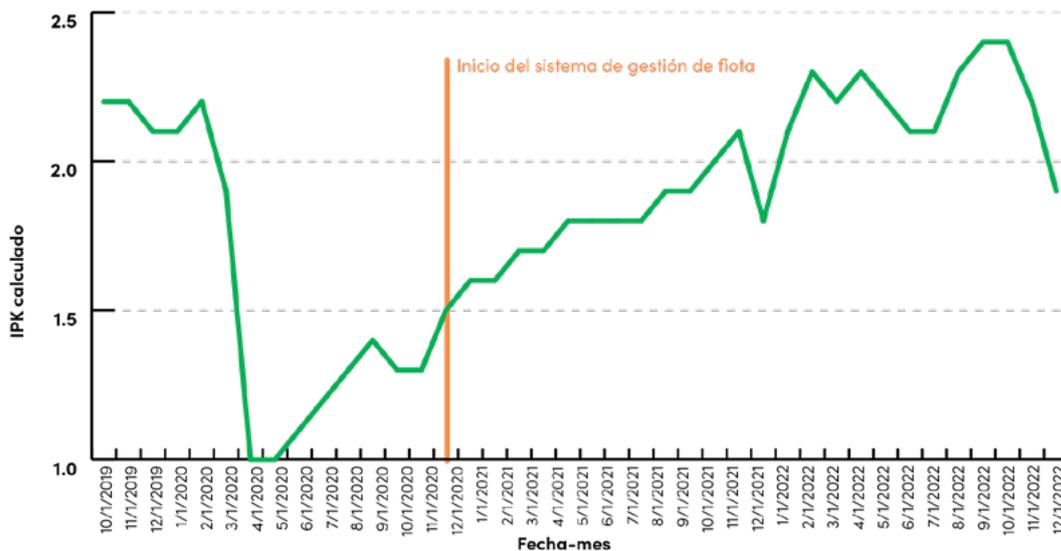
Fuente: 2019/2020 información IMDUT; 2021/2022 Plataforma con tecnología Vinden.

Se puede observar que el sistema se ha modificado para proveer únicamente los kilómetros necesarios para cumplir la función social del servicio, generando ahorros en sus costos de operación. La **figura n.** muestra una disminución pronunciada en kilómetros recorridos debido a la pandemia en marzo de 2020, que hasta diciembre 2022 no había recuperado los niveles. Se puede observar que los kilómetros recorridos en promedio de octubre a diciembre de 2019 fueron de 24,352,934, mientras que los kilómetros

recorridos de los mismos meses del 2022 fueron de 16,083,816. Entonces se puede afirmar que ha habido **una disminución de los kilómetros ofertados de un 35%** desde la pandemia.

Sin embargo, cuando observamos el comportamiento de las personas pasajeras sabemos que el descenso pronunciado de aforo por la pandemia (marzo de 2020), ha ido aumentando progresivamente, hasta diciembre de 2022 (**figura o**). Esto demuestra que este aumento ha sido a una mayor tasa de crecimiento que la oferta de kilómetros, resultando así en **un aumento del 9% del IPK sobre los niveles previos a la pandemia**, graficado en la **figura p**. Comparando los mismos periodos, el IPK promedio de octubre a diciembre de 2019 fue de: 2.15 pax/km, mientras que el IPK promedio de octubre a diciembre de 2022 fue de: 2.35 pax/km. Este análisis cuantitativo coincide con los comentarios cualitativos percibidos en el grupo de enfoque realizado en febrero de 2023, en el cual frente a la pregunta acerca de los cambios percibidos en la calidad del servicio desde 2020 (previo a la digitalización) y la actualidad, la mesa coincidía en que se "observaba más gente y las unidades iban más llenas que antes". Más allá de esta conclusión, el impacto esperado aún está por debajo de los objetivos de gobierno, que esperan un IPK de 2.5 a 2.8 pax/km dependiendo del tamaño de unidad.

Figura p. IPK promedio por mes del sistema de transporte de Mérida 2019–2022



Fuente: 2019/2020 información IMDUT; 2021/2022 Plataforma con tecnología Vinden.

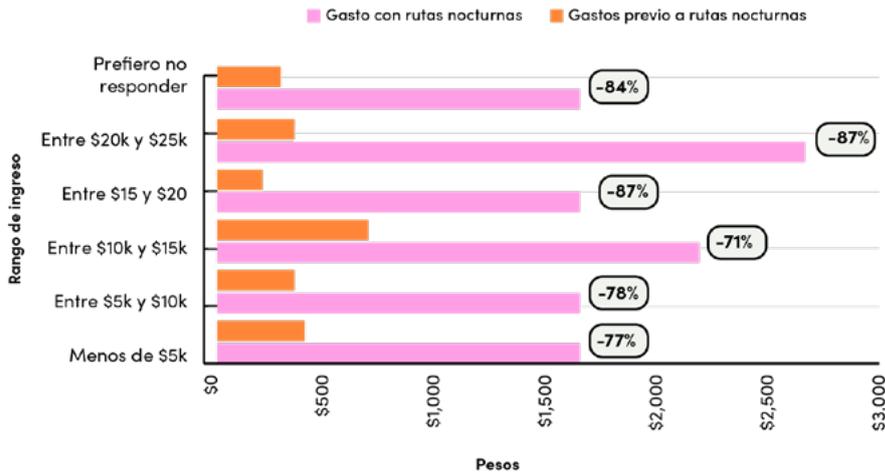
- › **Mejores unidades:** el mantenimiento programado y la mayor fiscalización física de las unidades brindan eficiencias teóricas adicionales al sistema, no cuantificadas en este trabajo.
- › **Mayor transparencia y menor evasión:** con la compensación por pago por kilómetro, el conteo de personas pasajeras es realizado con mayor transparencia, disminuyendo las posibilidades de evasión del pago de boleto en complicidad con las personas conductoras. Este beneficio se ve aumentado si la unidad cuenta con pago electrónico. Adicionalmente, las personas conductoras han manifestado como positivo en una entrevista no tener que ser responsables por el manejo de dinero físico.
- › **Inversión por parte de gobierno y mayor acceso al crédito:** con la adquisición de dispositivos digitales por parte de gobierno, en combinación con los planes de renovación de flota junto al proceso de digitalización, las empresas reducen sus costos de inversión y tienen acceso a la financiación del 10% de la renovación de flota.
- › **Sustentabilidad general al sistema:** Las empresas operadoras han enfatizado que los ingresos subsidiados a través del pago por kilómetro recorrido (vs. el ingreso a demanda en efectivo, sin compensación por parte del gobierno) brinda posibilidades de sustentabilidad a un sistema que se encontraba endeudado desde hace años.

Personas usuarias

La digitalización permite implementar nuevas rutas más directas, tarifas dinámicas y también ofrecer subsidios a ciertos sectores de la población, lo cual impacta positivamente en la economía de las personas usuarias. A continuación, se detallan dichos impactos en el caso Mérida:

- › **Una reducción promedio de costos en transporte nocturno de un 80%:** para las personas usuarias que eliminan la necesidad de pagar transportes privados gracias al establecimiento del servicio nocturno.

Figura q.: Reducción promedio de costos en el transporte nocturno



Fuente: IMDUT, encuesta de rutas nocturnas diciembre 2022

De acuerdo a una encuesta de calidad y servicio sobre las rutas nocturnas realizada por el IMDUT (IMDUT, 2022), previo a las rutas nocturnas, las personas gastaban en promedio entre \$1,600 y \$2,680 pesos mensuales en transporte nocturno, según su rango de ingresos. Con la introducción de las rutas nocturnas el rango del gasto mensual se redujo a entre \$210 y \$647 pesos mensuales. La **figura q.** muestra cómo la reducción ronda cerca del 80% hasta en los sectores de menores ingresos. Una de las personas usuarias que formaron parte del grupo de enfoque de febrero de 2023 nos afirmó que "antes podía gastar entre 90 y 150 pesos, ahora con las rutas nocturnas gasto 15 pesos ida y vuelta y llego a mi destino". Esta reducción se justifica mediante el cambio modal de viajes nocturnos. Antes de la creación de las rutas nocturnas más del 70% de las personas encuestadas utilizaba el taxi para moverse en ese horario, y cerca del 20% prefería la caminata, la bicicleta o un vehículo propio, ya sea de manera individual o compartida.

- › **Una reducción de costos debido a una menor cantidad de transbordos:** gracias a la nueva ruta Periférico, existen personas usuarias que reducen su necesidad de transbordo. Por el propio diseño de la ruta, las personas que previamente a su creación necesitaban transbordar en el centro histórico para ir de una colonia colindante al Periférico a otra igual, ya no requieren hacerlo, posibilitando así el pago de un solo viaje. Si bien esto se refleja cualitativamente en las encuestas de calidad y servicio del IMDUT aplicadas en 2022 y el grupo de enfoque previamente mencionado, este trabajo no cuenta con información suficiente para comprobar esta modificación en los patrones de viaje. De acuerdo a la encuesta realizada, en promedio la percepción de las personas en cuanto a transbordos ha disminuido; en julio por cada 10 viajes realizaban 17 transbordos, y en diciembre realizaron 13 en la misma cantidad de viajes (IMDUT, 2022).⁸

- › **Una reducción de costos debido a la implementación de una tarifa dinámica de transbordo:** con la tarifa dinámica el IMDUT espera disminuir el costo total de los viajes en casi un 28%. Sin embargo, al momento de realizar este trabajo este dato no era posible de verificar, ya que aún no se había implementado el pago electrónico en la mayoría de rutas.

- › **Aumento de tarifa en la reconversión de una ruta:** con el traspaso de circuitos existentes al SIMMAS (hasta el momento únicamente Circuito Metropolitano), la tarifa ha aumentado en un 60% (para más detalle, véase el Anexo 1). Debido a que al momento de realizar el análisis no se contaba con tiempo de implementación suficiente, este documento no estudia los efectos que pudiera llegar a tener en la economía de las personas esta transición al sistema de pago electrónico con renovación de flota, en combinación con los impactos positivos de una tarifa dinámica de transbordos, los cuales podrían ser

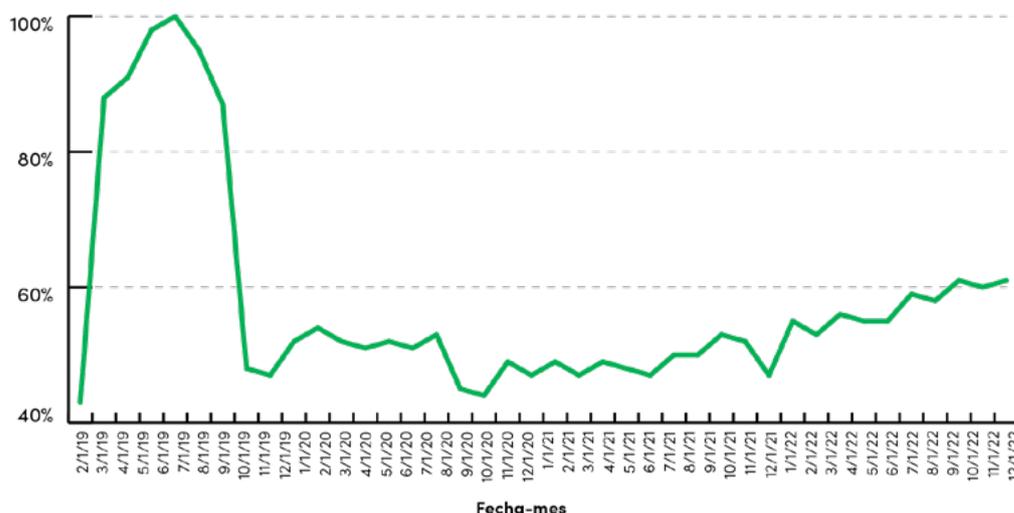
mayores con la futura implementación de corredores de transporte estructurado como el IE-Tram. Sin embargo, en el grupo de enfoque el servicio de rutas similares como la del Periférico fue percibido como caro, en comparación con otras ciudades como la Ciudad de México: "... hay un camión, el blanco, te cobra 8 pesos con clima, y comparando con el sistema Va-y-Ven que me costó 15 pesos⁹, la diferencia es que aquí subo tres escalones y allá no subo otro porque el camión se inclina, entonces se me hizo caro y no se me hizo justo porque debería ser parejo. En México cuesta 7 / 8 pesos, y van llenos ..."

Ambientales

Como se ha observado en el apartado de impactos económicos, la integración del transporte a través de la digitalización eficientiza la operatividad del sistema. Esto también trae consigo externalidades ambientales positivas, detalladas en el caso de Mérida a continuación:

› Una disminución en las emisiones de CO2/pax del 8.9%:

Figura r: CO2 emitido por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022



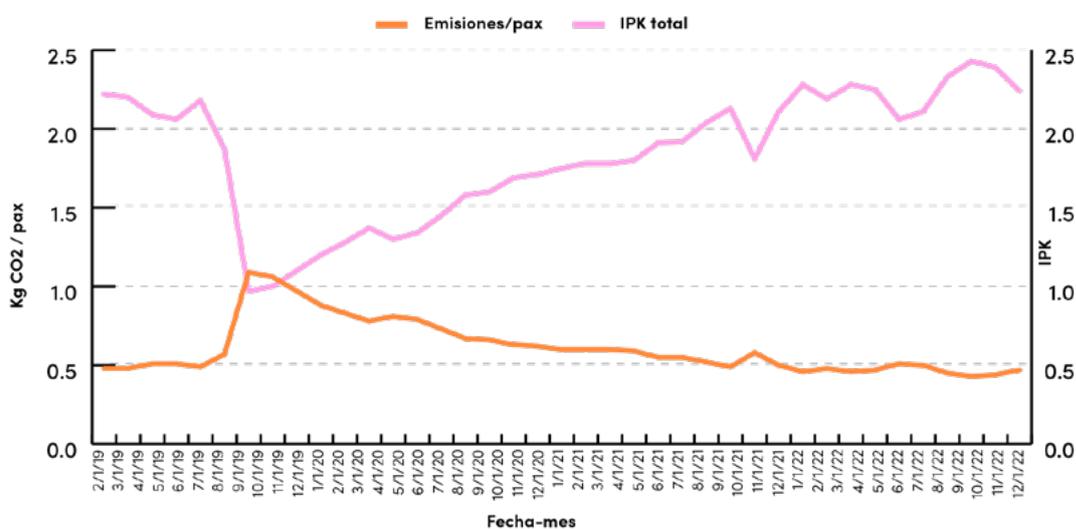
Fuente: 2019/2020 información IMDUT; 2021/2022 Plataforma con tecnología Vinden; memoria del Cálculo del Inventario Nacional de Emisiones CDMX, 2018 (SEDEMA, 2021).

La disminución de 35% de los kilómetros ofertados (figura l.), se traduce directamente en una reducción en las emisiones. Como la figura r. muestra, al igual que los kilómetros, desde el inicio de la pandemia las emisiones han aumentado de manera más lenta que el aforo a los valores pre-pandemia (como se muestra en la figura o). Adicionalmente, debido a la eficiencia en la operación, el aforo se ha recuperado a una velocidad más rápida que la oferta de servicio, aumentando así el IPK en un 9%. Por eso, la disminución total de CO2 del sistema se observa de manera más pronunciada cuando se distribuye por pasajero, como muestra la figura s.¹⁰ En el periodo octubre a diciembre de 2019 la emisión promedio fue de 0.49 Kg CO2 / pax; en el mismo periodo de 2022 fue de 0.45 Kg CO2 / pax. Esto significa una disminución del 8.9% en el periodo. Se espera con esa renovación hacer el sistema más eficiente y que, sumado a un mantenimiento más riguroso de las unidades, se vea una mejoría debido a la constante verificación de documentación en el sistema y las revisiones aleatorias que existen en calle.

9 La tarifa correcta de la ruta Periférico Va-y-Ven es de 12 pesos.

10 Los valores de emisiones presentados en este documento corresponden a estimaciones basadas en el método de cálculo de kilómetros recorridos y el factor de emisión de CO2 emitido por kilómetro recorrido utilizado para cada tipo de vehículo. De esta manera, las emisiones generadas se calculan del siguiente modo: kg CO2 = kilómetros recorridos * factor de Emisión. A los efectos de establecer un factor de emisión, se realizó una comparación de la flota de Transporte Público y Concesionado usando la información compartida por el IMDUT y para la ZMVM publicada por la SEDEMA (pp 127-130). De esta forma, para el cálculo de emisiones del sistema se tomaron los siguientes valores: Ruta Periférico: 0.905 Kg CO2 / km y resto de rutas: 1.059 Kg CO2 / km.

Figura s.: CO2/pax e IPK por mes del sistema de transporte de Mérida 2019-2022



Fuente: IMDUT, Archivos vectoriales de las rutas diurnas de transporte pre y post digitalización, así como de las rutas nocturnas Memoria del Cálculo de emisiones CDMX, 2018 (SEDEMA, 2021).

Sociales

El transporte bajo demanda y flexible que se genera con la digitalización no sólo permite reducir costos operativos a los proveedores de transporte, sino también atender a la demanda de forma especializada, generando múltiples beneficios para la sociedad. A continuación, se detallan los principales beneficios, junto a sus desafíos, que trajo la digitalización del sistema para las personas usuarias:

› Una mayor accesibilidad, especialmente en la periferia, donde se beneficia directamente a 110 mil personas.

Con la introducción de la ruta Periférico, **36 km² o 1,773 manzanas** o lo equivalente a 109,946 personas cuentan con acceso a una nueva parada (de la ruta Periférico) a 500 metros o menos de distancia caminando¹¹, brindando una mayor accesibilidad al sistema de transporte. En el grupo de enfoque se afirmó: *"... durante muchos años era difícil trasladarse en colonias del sur, y me tomaba 2 a 3 horas llegar de un extremo a otro, lo mismo a Caucel. En Va-y-Ven se toma sólo un camión, además hay mucha actividad comercial e industrial"*. Además, hay una mayor accesibilidad en la ciudad mediante la expansión de la zona de cobertura con rutas y horarios nuevos, como las rutas nocturnas (que han beneficiado a **904 mil personas**) y la ruta Aeropuerto. Por último, también la digitalización mejora la accesibilidad brindando mayor cobertura a través de una planeación y programación más equitativa. Sin embargo, en el grupo de enfoque algunas personas coincidieron en la percepción de que la distancia entre paraderos del centro histórico aumentó posterior a la pandemia: *"En 2019 la distancia entre paraderos era de 4 cuadras. Con la llegada de la pandemia aumentaron a 6 u 8 cuadras. Ha habido muchos ajustes que derivaron en quejas porque están muy lejos"*.

› Una reducción en los tiempos de viaje del 11% (IMDUT, 2022)

De acuerdo a las encuestas de calidad y servicio realizadas por el IMDUT en julio de 2022, el tiempo promedio de viaje general era de 54 minutos, y en diciembre de 2022 fue de 48. Y entre julio y diciembre de 2022 el tiempo promedio de viaje **disminuyó en 6 minutos (11%)** tanto para hombres como para mujeres. No se tienen elementos para correlacionar esta disminución directamente a la digitalización; sin embargo, la bibliografía atribuye la disminución de tiempos a una mejor programación y control gracias a la digitalización. Esta percepción de la disminución en los tiempos de viaje fue expuesta en el grupo de enfoque: *"... cuando regresó de la pandemia es una dimensión diferente para mí, cambié el automóvil por moverme en los nuevos sistemas. Sí, entre unas tantas vi el cambio en el tema del tráfico y el tema del tiempo. Por donde vivo a la tarde ir en coche o en Va-y-Ven tardo lo mismo y me estreso menos y cuesta menos"*.

› **No ha existido mejoría en los tiempos de espera de la totalidad del sistema, manteniéndose en promedio de 24 minutos** (encuestas IMDUT), a pesar de los esfuerzos de la digitalización (IMDUT, 2022).

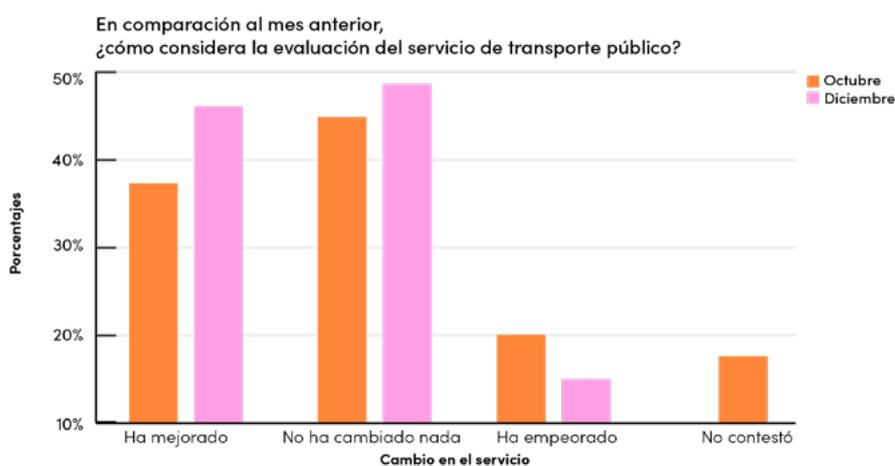
El gobierno tiene un objetivo de reducir el tiempo de espera a 12 minutos, sin embargo las encuestas señalan que este tiempo se ha mantenido y ello se vio reflejado en el grupo de enfoque con comentarios como: "... me ha tocado que a las 2 p. m. esperamos a un Va-y-Ven pero no te sube, el tiempo de espera que te dice se va actualizando, un día esperamos 1 hora por el autobús y se hacen las colas interminables de estudiantes". La espera es atribuida al tráfico en general, la ocupación total de la unidad, como a la negación de parada: "Lo que sí se podría hacer es que se respete un carril para el transporte público. Se supone que para el Periférico se debe respetar. A veces uno está esperando más de 30 minutos parada, porque los carros se metieron en la fila del Va-y-Ven"; "Hay mucha gente que vive al final o en medio y espera mucho tiempo, y en general viene lleno o no les hacen parada a la gente mayor y si vamos con un bastón menos".

Es importante considerar que no se conoce el tiempo de espera previo al proceso de digitalización, salvo lo señalado por Torales Herrera (2020), que plantea un rango muy amplio, de 5 a 30 minutos. Se considera que éste pudo haber aumentado o disminuido en comparación con los resultados de las encuestas en 2022.

En teoría, la compensación de pago por kilómetro debería también atender a la situación de no dar parada a las personas que tienen una tarifa social, frente al miedo de percibir menos ingresos o el uso del subsidio discrecionalmente por parte de las personas conductoras. Si bien, en la entrevista con las personas conductoras ellas manifestaron que hubo un cambio, aún existe un bagaje cultural histórico que es necesario erradicar, idealmente a través de la implementación total del pago electrónico (con los retos de inclusión social que esto implica). Por último, el hecho de que las reglas de operación no hayan penetrado la compensación de las personas conductoras de las distintas empresas, contribuye a un factor clave para que existan omisiones de parada o incumplimiento de recorridos para evitar retrasos. El personal manifestó que actualmente no están unificados los incentivos entre empresas, en algunos casos se siguen pagando por comisión o por vuelta (tiempo), generando distintas reacciones. Además, afirman que la planificación está hecha sobre supuestos viejos (20 años han llegado a decir).

› **El 45% de las personas considera que el servicio ha mejorado** (IMDUT, 2022). Adicionalmente, entre octubre y diciembre de 2022 se observa un aumento del 10% de las personas que afirman que el servicio ha mejorado o ha mejorado mucho en comparación con el mes anterior. Para ambos periodos, entre el 43% y el 48% de las personas afirmaron que el servicio no ha cambiado. En cuanto al servicio de rutas nocturnas se aprecia un aumento en la percepción de calidad de servicio de las personas usuarias entre septiembre y diciembre: en septiembre el número de personas que respondieron "Muy Satisfecho" fue de 20%, en diciembre, el 39% de las personas contestaron del mismo modo.

Figura 1.: Satisfacción de las personas conductoras julio, octubre y diciembre 2022



Fuente: IMDUT, encuesta de calidad de servicio, julio, octubre y diciembre 2022.

Las encuestas no incluyen elementos directos a los que se pueda atribuir este aumento; sin embargo, la bibliografía establece que la información en tiempo real sobre rutas y horarios promueve la previsibilidad y seguridad personal de las personas usuarias, y permite que el propio tiempo de la persona sea usado de mejor manera. Esto es corroborado cualitativamente por las personas usuarias: *"Es más fácil saber a dónde moverse, también está el tema cómo me muevo, pero con el sistema Va-y-Ven sí es más fácil identificar dónde"*. También la generación de mayor y mejores canales de comunicación entre el gobierno y la ciudadanía favorecen esta percepción. Sin embargo, el deterioro de los vehículos es un factor que se percibe como malo y debería mejorar la imagen una vez se cumpla el plan de renovación de flota: *"sí he visto el deterioro de los vehículos, por ejemplo se apagaron los climas como parte del protocolo (por COVID-19), pero se reactiva todo y nadie prende los climas"*. Por último, la percepción positiva con el trato de las personas conductoras ha incrementado con cada encuesta (IMDUT, 2022), mientras que el malo y muy malo disminuye, como muestra la **figura HH**. Esto podría deberse a que un mayor control y fiscalización, gracias a la digitalización, impacta en el trato del personal de conducción.

› **La supervisión digitalizada de los desplazamientos y la conducción de las unidades podría aumentar la seguridad vial.**

La mesa de ayuda con Alestra-Emsoft y el nuevo canal de comunicación establecido con el centro de control y monitoreo podrían proporcionar mejoras en el seguimiento de rutas y los patrones de conducción de las personas conductoras. Se estima que el sistema de alertas en tiempo real generará estos impactos positivos. Adicionalmente, como un beneficio derivado de la construcción de la ruta Periférico, se ve una mejoría en la infraestructura de los cruces que actualmente son considerados de los más peligrosos en Mérida (las gloriets de Cholul y Motul). Como conclusión, la combinación de un seguimiento virtual más estricto, sumado a la intensificación de la fiscalización física en calle y el mejoramiento de infraestructura, trae una mejora indiscutida en la seguridad vial (Hau, 2021). Más allá de estos beneficios teóricos, aún se han percibido comentarios cualitativos de inseguridad en el grupo de enfoque de febrero de 2023. Se manifiesta que algunas personas conductoras hacen uso de su celular, o que las mujeres eligen tomar rutas con más transbordos en vez de la ruta Periférico, debido al mal estado del espacio público alrededor de la ruta, sin alumbrado suficiente, o sin banquetas y con piedras.

Pilotos

Con el objetivo de probar mejoras que tuvieran como herramienta elementos de la digitalización, se planeó realizar uno o más pilotos dentro del proyecto. La definición de los pilotos se llevó a cabo mediante un proceso de identificación de valor, en el que se analizaron las áreas de oportunidad del sistema y se exploraron diversas ideas que pudieran ser abordadas según las capacidades técnicas de los equipos involucrados. A continuación, se detallan los pilotos ejecutados en este proyecto.

Piloto de Alertas y Bus Bunching

El objetivo principal de este piloto es mejorar los hábitos de manejo de las personas conductoras de la ruta Periférico y reducir los casos de agrupamiento de autobuses (*bus bunching*). Para esto, con consolas de comunicación instaladas en las unidades, se permite enviar alertas visuales y sonoras a las personas conductoras cuando se detecta un exceso de velocidad o un umbral de desaceleración. Adicionalmente, mediante diferentes desarrollos en el sistema de monitoreo, se generan informes para evaluar el desempeño de las personas conductoras en aspectos como el frenado, el *bus bunching* y el exceso de velocidad. Estos informes se utilizarán para tomar medidas y realizar seguimientos quincenales en conjunto con el IMDUT, la empresa concesionaria y las personas conductoras. Con este piloto se espera poder incidir en la toma de decisiones para así mejorar la seguridad vial de la ruta.

El piloto se planificó a partir de agosto de 2021 en colaboración con el IMDUT. La empresa Embsoft con tecnología Vinden, como aliado tecnológico, realizó los desarrollos de las consolas y el sistema de visualización y monitoreo de alertas en el último trimestre de 2022. Al momento de realizar esta publicación el piloto se encontraba en su fase de implementación, que comenzó en marzo de 2023 en la ruta Periférico Va-y-Ven concesionada a la empresa Mobility ADO. Se espera realizar la evaluación del mismo en junio de 2023. En la **tabla 4** se encuentra un resumen del piloto, así como las actividades a realizar y los impactos esperados.

Tabla 4. Información general del piloto de Alertas y Bus Bunching.

Eje	Actividades realizadas	Impacto esperado
a) Sistema de alertas en tiempo real	Instalación de consolas bidireccionales en las unidades de transporte público.	Mejora en los patrones de conducción y disminución de las emisiones y del consumo del combustible.
	Desarrollo de sistema de alertas de frenado y exceso de velocidad.	Aumento en la seguridad vial y disminución de hechos de tránsito.
b) Sistema de alertas en el centro de control	Desarrollo y mejoras en el sistema de gestión	Aumento en el confort de las personas pasajeras.
	<ul style="list-style-type: none">Desarrollo de sistema de notificaciones ante eventos.Desarrollo de sistema para enviar mensajes a las consolas.Descarga de información histórica de incidentes de conducción y <i>bus bunching</i>.	Disminución de eventos de <i>bus bunching</i> .
		Disminución del tiempo de espera debido a la homogeneización de la frecuencia de llegada.

Metodología

Los umbrales usados de frenado brusco, exceso de velocidad y *bus bunching* que se muestran en la **tabla 5**, son resultado de una investigación documental que se realizó para encontrar los umbrales óptimos en cuanto a la eficiencia de la operación, seguridad vial y confort de la persona usuaria. Para la identificación y desarrollo de tableros de visualización en el sistema de gestión dirigidos al centro de control se realizaron dos grupos de enfoque, uno con personas conductoras y el segundo con las personas operadoras del centro de control y monitoreo.

Tabla 5. Resumen de los umbrales de levantamiento de alertas.

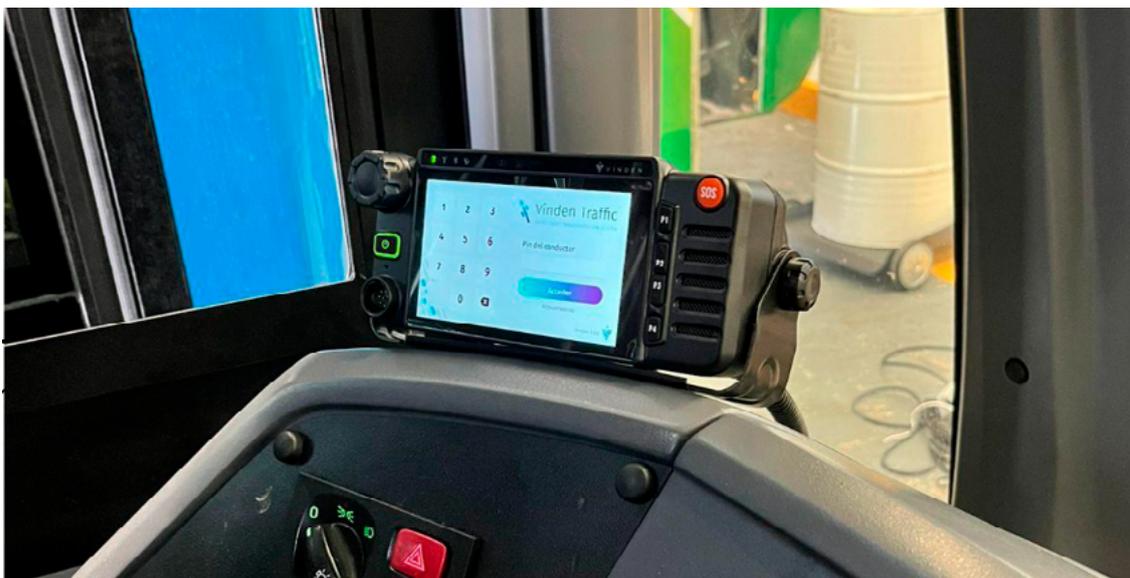
Tipo de alerta	Descripción
Frenado brusco	Umbral de aceleración cuando el acelerómetro excede el valor de -3 mph/s (0.13 g)
Exceso de velocidad	Umbral de velocidad cuando el AVL indica una velocidad que excede el valor de 60 km/h
Bus-bunching ¹²	Umbral cuando dos unidades tienen un tiempo de arribo a punto de parada menor o igual a la cuarta parte de la frecuencia programada.

a) Sistema de alertas en tiempo real

Para la implementación se instalaron 20 consolas de comunicación como la mostrada en la **figura u.** en las unidades de la ruta Periférico. Las principales funciones de la consola se describen a continuación:

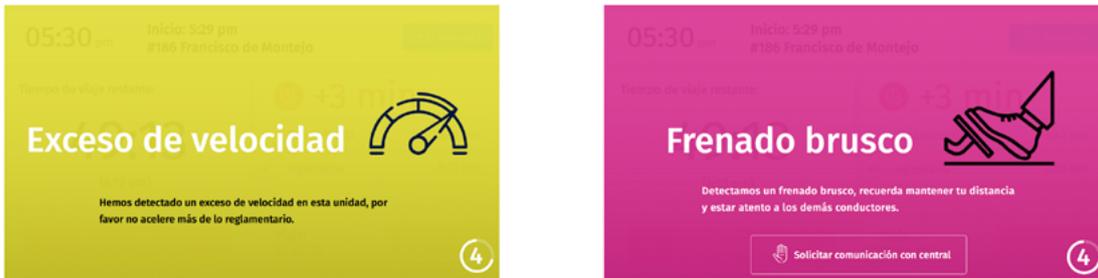
- › Despliegue alertas de frenado brusco y exceso de velocidad, tanto sonoras como visuales.
- › Visualización de la información general de su viaje, el itinerario de viaje, las alertas y botón de solicitud de asistencia o comunicación con la central de Mobility ADO.
- › Envío de mensajes de la central Mobility ADO a las personas conductoras usuarias de la consola.

Figura u.: Consola de comunicación instalada en unidad de ruta Periférico.



En la **figura v.** se encuentran las pantallas de alertas que se desplegarán durante 5 segundos en caso de que la unidad de transporte cumpla las condiciones de frenado brusco o exceso de velocidad mostrados en la **tabla 4.**

Figura v.: pantallas con alertas en consola. (a) pantalla con alerta de exceso de velocidad y (b) pantalla con alerta de frenado brusco.

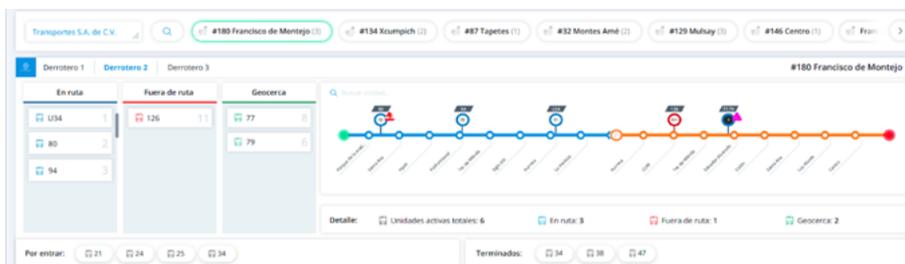


b) Sistema de alertas en el centro de control

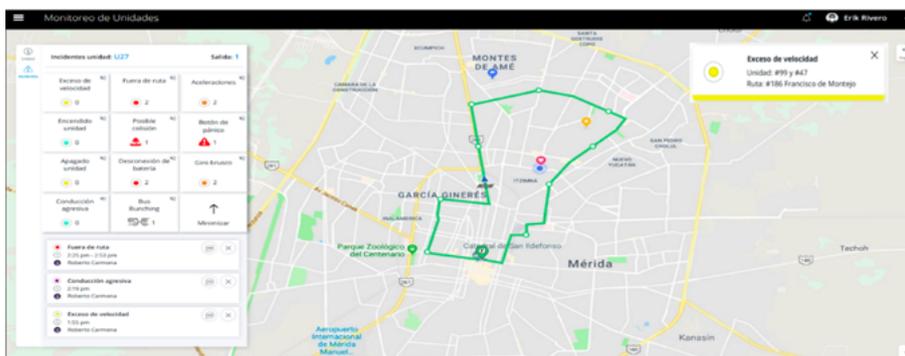
Dentro del sistema de gestión se realizaron distintas mejoras con el objetivo de que el centro de control y monitoreo cuente con las herramientas para el análisis del levantamiento de alertas o incidentes y de hechos de *bus bunching*. Los desarrollos se tratan de un sistema de notificaciones emergentes automáticas en paneles usados intensivamente por las personas del centro (**figura w.**). De esta manera se busca que el centro de control tenga la capacidad de monitorear los hábitos de conducción y el estado de las unidades de transporte.

Figura w.: capturas de pantalla que muestran el sistema de notificaciones en el sistema de gestión. a) Notificaciones por unidad de transporte. b) Sistema de notificaciones por ruta con opción de descarga masiva de datos. En la esquina superior derecha se observa una notificación emergente de exceso de velocidad.

a)



b)



Método de evaluación

Para identificar de una manera estadísticamente confiable el impacto de las mejoras, se propuso el desarrollo de una prueba de control-tratamiento. Esta metodología consiste en estudiar dos grupos comparables entre sí y aplicar el tratamiento o intervención sólo a uno, de manera que el otro grupo sirva de base para mitigar el impacto de variables externas y poder aislar el impacto de los cambios de los patrones de conducción gracias a las alertas únicamente. En este caso, el grupo de control y el grupo de intervención es de 25 personas conductoras.

Protocolo de actuación

Para la implementación y evaluación del piloto se desarrolló un protocolo de acción en el que se propone:

- ▶ Que las personas conductoras al recibir alertas en tiempo real, como las mostradas en la **figura u.**, realicen ajustes a sus patrones de conducción según el tipo de alerta levantada para corregir su manejo ante comportamientos inseguros o indeseados.
- ▶ El desarrollo de un análisis generado por el ITDP usando las funciones desarrolladas en el sistema de gestión que permita identificar tendencias de levantamiento de alertas y así proporcionar información al IMDUT, Mobility ADO y las personas conductoras tendrán retroalimentación sobre el manejo. Este análisis se presentará en reuniones quincenales con el IMDUT y mensuales con Mobility ADO, con el objetivo de mostrar el proceso del piloto y tomar medidas para mitigar el levantamiento de alertas, por ejemplo el uso activo del sistema de notificaciones mostrado en la **figura w.**

Implementación

La implementación del piloto consiste en tres fases principales, algunas ya concluidas, distribuidas en los meses de febrero y junio del 2023:

- ▶ Durante febrero 3 a marzo 12 del 2023 se capturaron datos de la ruta para generar una línea base (fase concluida).
- ▶ El día 13 de marzo, para las personas del grupo de tratamiento se activaron los protocolos propuestos en este documento, por un periodo de 3 meses; las personas del grupo de control han continuado operando normalmente (fase en proceso de implementación).
- ▶ El día 13 de junio, se terminará de recolectar información sobre el levantamiento de alertas y se pausará el seguimiento del protocolo. Se evaluarán los resultados recabados durante los tres meses de análisis utilizando análisis estadísticos (fase por implementar).

Evaluación

Al momento de la publicación de este informe, se encontraba en la fase de implementación. Los resultados y beneficios del mismo, así como su evaluación cualitativa y cuantitativa, se agregarán a este documento en una nueva edición que se publicará en agosto de 2023.

Piloto Rutas Nocturnas

Como segundo piloto del proyecto, se escogió el piloto de rutas nocturnas. Éste fue llevado a cabo en conjunto con la consultoría técnica y estratégica de la empresa Red Planners. Tiene como objetivo desarrollar un análisis que evalúe el impacto en el nivel de accesibilidad urbana a actividades nocturnas, considerando las rutas nocturnas implementadas. Al final del piloto, se brindan recomendaciones de cambios en el sistema de rutas nocturnas, en términos de accesibilidad y paradas. El siguiente capítulo se realizó con base en un análisis exhaustivo de gabinete, entrevistas a las personas usuarias¹³ y dos visitas a campo para analizar el servicio. Se identificaron 4 categorías de mejora, cada una con recomendaciones viables y puntuales que pueden ser implementadas de forma independiente pero que en conjunto conforman una propuesta integral de mejora del servicio. En total, se proponen 7 recomendaciones que fueron priorizadas de acuerdo con la viabilidad de ser implementadas. Cada recomendación está compuesta por la

13

Con el objetivo de conocer la percepción sobre el servicio y esquema de paradas, durante la noche del viernes 27 de enero de 2023 se realizaron 44 entrevistas cortas a personas usuarias que esperaban en el paradero de la calle 58 (Palacio de la Música) para ascender a alguna de las unidades de rutas radiales.

descripción general de la recomendación y los beneficios esperados. Adicionalmente, el **anexo 3** contiene los riesgos y efectos de la implementación de la recomendación, así como posibles medidas para mitigar los efectos.

Caracterización general del servicio de rutas nocturnas

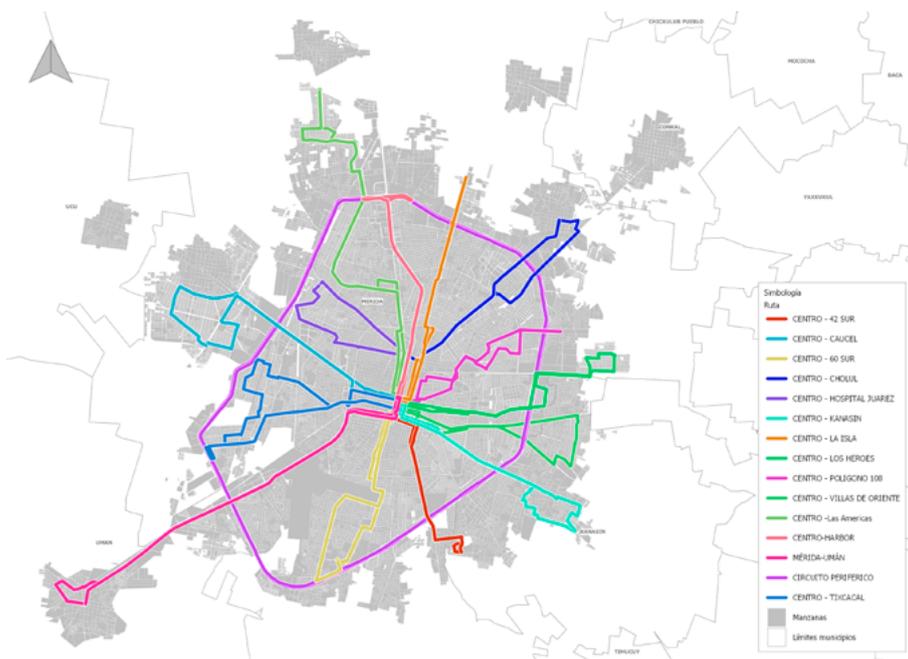
El servicio de rutas nocturnas de la Zona Metropolitana (ZM) de Mérida se compone por un total de 15 rutas¹⁴ que operan en un horario de 22:30 hrs a 05:00 durante las noches y madrugadas de los miércoles, jueves, viernes y sábados. Los vehículos utilizados en las rutas radiales son del tipo van, con capacidad para 15 personas, y de buses de 90 personas en el caso de la ruta Periférico. En conjunto con el servicio de transporte diurno, durante los días de operación se logra un servicio de transporte público concesionado de 24 horas. Durante el 2023 el gobierno espera lograr una oferta todos los días de la semana.

El servicio opera sin paradas fijas en las rutas radiales¹⁵, por lo que las personas usuarias pueden solicitar la parada para el ascenso y descenso del vehículo en cualquier punto del recorrido. A esta característica se le ha denominado paradas libres. Solamente las rutas radiales comparten una parada fija ubicada frente al Palacio de la Música, en el Centro de Mérida, zona que es origen de los viajes y que además actúa como un centro de transbordo entre las rutas radiales nocturnas. La programación operativa, realizada por el IMDUT, es plana (idéntica en todas las jornadas) y monitoreada en tiempo real desde el Centro de Control y Monitoreo. Las personas usuarias pueden acceder a la información del servicio a través de la aplicación móvil Va-y-Ven, tales como los días de operación, horarios de salida reales y/o programados, horarios de llegada a estaciones o puntos de control¹⁶, seguimiento de vehículos en tiempo real o realizar llamadas a números de emergencia o de atención.

Zonas con déficit de cobertura

La red, compuesta por 14 rutas radiales y 1 ruta circular (Circuito Periférico) logran una cobertura de población con acceso a las rutas del 53.6% a menos de 5 minutos caminando, 81.8% a menos de 10 minutos caminando y del 91.6% a menos de 15 minutos a pie. Si se considera que los sistemas de transporte público tienen mayor eficiencia en zonas de alta densidad, y que la marginación social puede estar relacionada con deficiencias en la prestación de los servicios públicos, las zonas de alta densidad poblacional y de mayor

Figura x.: Mapa de la red de rutas nocturnas



Fuente: IMDUT, 2022.

14 No se consideró la ruta Aeropuerto como parte del estudio debido a que atiende a segmentos de demanda particulares, como turistas o personas que trabajan en el Aeropuerto. Entre otros elementos, se diferencia del sistema de rutas nocturnas por operar todos los días de la semana, tarifas diferenciadas para personas en general y empleadas del Aeropuerto, y un esquema de paradas fijas preestablecidas.

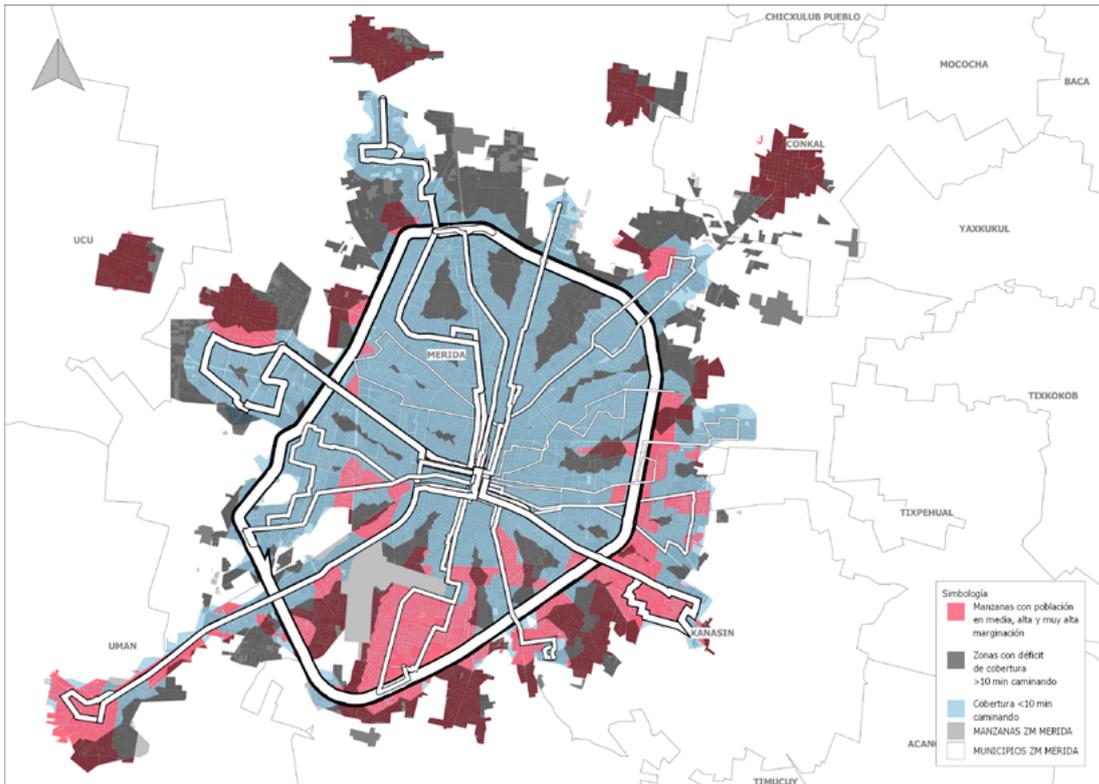
15 Excepto en las rutas circulares del ruta Periférico donde los vehículos sólo realizan paradas en las mismas estaciones utilizadas para el servicio diurno.

16 Las rutas radiales cuentan con tres puntos de control: el punto inicial, ubicado en la calle 57 frente al Palacio de la Música, el punto intermedio del derrotero (retorno del recorrido) y el punto final del recorrido, que es el mismo de inicio.

población en situación de marginación pueden ser las áreas prioritarias para reducir los tiempos de acceso y aumentar la demanda potencial del sistema.

En la zona metropolitana de Mérida¹⁷ las zonas que conjuntan las mayores densidades poblacionales con los más altos porcentajes de población en situación de marginación y algunas de las zonas con mayores déficits de cobertura (más de 10 minutos caminando) se ubican al sur del municipio de Mérida¹⁸, en los límites con Kanasín, así como en una parte de Umán. Por tanto, las modificaciones de rutas existentes o nuevos servicios pudieran darse de forma prioritaria en estas áreas.

Figura y.: Mapa de la red de rutas nocturnas, población en marginación y zonas con déficit de cobertura



Fuente: Elaboración propia con información de CONEVAL, 2021, INEGI, 2021 e IMDUT, 2022

Paradas, infraestructura y equipamiento

El esquema de funcionamiento de las paradas libres otorga flexibilidad a las personas usuarias para solicitar el ascenso o descenso a los vehículos de estas rutas sin generar afectaciones a la operación del servicio.¹⁹ Durante la observación realizada a las paradas cercanas a los puntos de interés²⁰ se encontraron condiciones heterogéneas en los tres aspectos analizados: infraestructura y equipamiento, medios de información y elementos de seguridad.

17 Excepto por las poblaciones y municipios separados del principal conglomerado urbano, como Ucu, Conkal o Chalbekal.
 18 Es de notar que hacia el norte de la zona metropolitana de Mérida también existen grandes zonas con déficit de cobertura. Sin embargo, estas zonas se caracterizan por contar con menores densidades poblacionales y bajos porcentajes de población en situación de marginación, por lo que es posible que la población que habita estas zonas no corresponda a los segmentos de demanda del servicio de transporte nocturno.
 19 La baja congestión vehicular nocturna, en conjunto con paradas poco frecuentes, permiten mejores velocidades operativas y mayores probabilidades de cumplimiento de las programaciones del servicio.
 20 Se realizó una evaluación de las paradas ubicadas en el entorno de los puntos de interés indicados en la publicación del Sistema Va-y-Ven disponible en su portal web, con el fin de identificar las condiciones de la infraestructura, equipamiento, medios de información y elementos de seguridad para las rutas Centro – Cautel y Centro - Kanasín.

Figura z.: Ejemplos de paradas observadas en los puntos de interés



Fuente: Elaboración propia.

En general, las paradas mejor evaluadas fueron aquellas del tipo parabús²¹ por contar con elementos para la protección ante el clima (cubiertas o techumbres), asientos, algunos medios de información (MUPIS o elementos visuales impresos), señalización vertical baja (señales informativas), además de banquetas e iluminación proveniente del alumbrado público. En contraste, las paradas marcadas únicamente con señalización vertical baja presentaron condiciones diversas, los elementos observados en su mayoría fueron deficientes como bajos niveles de iluminación, ausencia de banquetas u otros equipamientos. Cabe mencionar que el modelo de paradas libres limita la posibilidad de hacer intervenciones concretas en todos los puntos de paradas posibles a lo largo del recorrido de las rutas nocturnas, pero es factible mejorar las condiciones de aquellas que se consideren relevantes, tales como los parabuses en los principales puntos de interés.

Principales hallazgos

- ▶ Las zonas de mayor densidad poblacional, zonas de mayor concentración de población en situación de marginación y zonas de baja cobertura se ubican principalmente al Sur de Mérida, en los límites con Kanasín y en Umán. Al norte de Mérida están las mayores zonas sin cobertura, pero también las menores densidades poblacionales y los menores porcentajes de población en marginación, condiciones que reducen la priorización de aumentar la cobertura del servicio nocturno.
- ▶ Las poblaciones separadas del principal conglomerado urbano (Ucú, Komchén, Chablekal y Conkal), que también forman parte de la ZM de Mérida, presentan niveles de cobertura bajos o nulos, altos niveles de población en marginación que requieren ser atendidos. Sin embargo, estas áreas tienen reducidas concentraciones de población y/o densidades poblacionales bajas, que, en conjunto con la distancia por recorrer, limitan la posibilidad de extender los servicios existentes u ofertar nuevos frente al balance oferta – demanda.
- ▶ El esquema de paradas libres aporta flexibilidad, pero limita la posibilidad de realizar mejoras integrales a la infraestructura y equipamiento de todas las paradas que pueden realizar los vehículos del servicio nocturno.
- ▶ Los medios de información físicos exclusivos del servicio nocturno (señalización vertical, información sobre horarios y días de operación, derroteros, intervalos) son escasos.
- ▶ Los vehículos del sistema no cuentan con elementos visuales propios que les permitan ser identificados fácilmente en condiciones nocturnas.
- ▶ El uso de la aplicación no es suficientemente intuitivo o fácil, especialmente para las personas menos acostumbradas al uso de aplicaciones móviles.

Recomendaciones al servicio de Rutas Nocturnas

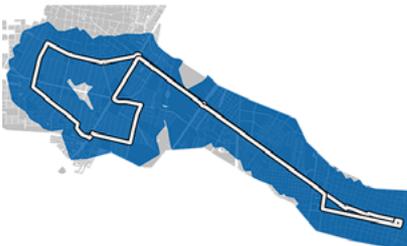
A partir de los hallazgos identificados, se realizó un análisis de casos de buenas prácticas a nivel internacional con el objetivo de identificar y proponer una serie de recomendaciones enfocadas a aumentar la cantidad de población de la zona metropolitana de Mérida con acceso al servicio de transporte público concesionado nocturno a menos de 10 minutos caminando, y la optimización de los recursos existentes para mejorar la calidad del servicio. Este trabajo no contempla la extensión del servicio a todos los días de la semana ya que la misma se encuentra dentro de la planificación operativa del IMDUT.

Aumento de la cobertura

- Modificar y ampliar el derrotero para cubrir zonas que actualmente no tienen cobertura de transporte nocturno o cuya cobertura sea mayor a 10 minutos caminando, esto en las áreas de mayor densidad y con población en mayores índices de marginación.

El 81.8% de la población de la zona metropolitana de Mérida cuenta con cobertura de menos de 10 minutos caminando. La modificación de los derroteros (aproximadamente entre el 3 y 24%) en las rutas Centro – Caucel, Centro – Sur, Centro - Villas de Oriente y Centro – Umán significaría reducir el tiempo desde y hacia las rutas, así como el aumento de la población a menos de 10 minutos caminando.

Tabla 6: Diagramas de ampliación de cobertura del servicio nocturno

Tipo de alerta	Situación actual	Recomendación
Ruta Centro - Umán (Zona Suroeste)		
Longitud	38.2 km	39.4 km (+3%)
Ruta Centro - Caucel (Zona noreste)		
Longitud	28.5 km	30.4 km (+6%)
Ruta Centro - 42 Sur (Zona norte)		
Longitud	18.8 km	24.8 km (+6%)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, 2021 e IMDUT, 2022.

Beneficios:

- › El recorrido es similar al existente, la modificación sólo se realiza en el extremo de retorno.
- › La red se mantiene con una cantidad racionalizada de rutas y evita el solapamiento y sobreoferta de éstas.
- › Se puede mantener la misma flota vehicular.
- › En la mayoría de los casos el incremento es menor al 10% de la longitud de la ruta.

Mejoras en la programación

La programación operativa constituye el medio de explotación del servicio mediante el cual el prestador coordinará los recursos para brindar el servicio de transporte. Para ello, el valor fundamental a considerar es el balance entre la oferta y la demanda, a fin de mantener un servicio confiable, de calidad, a la vez que aprovecha eficientemente el uso de los recursos disponibles para ofertar un servicio de bajos costos de operación y mantenimiento.

- › **Intervalos y horarios fáciles:** Establecer los intervalos de paso (vehículo / minuto) en fracciones de 5 minutos para facilitar la comprensión de las personas usuarias respecto a los horarios de paso.

En la operación actual se observaron intervalos calculados de acuerdo con un diseño operativo resultante en unidades de tiempo que dificultan generar una imagen fácil sobre los horarios de operación del sistema, por ejemplo: intervalos 13, 18, 23 minutos. Se observó que otros sistemas de transporte nocturno, como el de Madrid, Bruselas o Seúl (CRTM, 2022, MIVB, 2023, Seoul Solution, 2017), utilizan intervalos que varían entre 15 y 30 minutos en fracciones de 5 minutos, lo cual facilita la capacidad de recordar y comprender horarios o tiempos entre servicios.

Tabla 7: Intervalos de programación en situación actual y optimización propuesta Rutas Nocturnas

Ruta	Intervalo histórico (min)	Ejemplo de horarios	Intervalo propuesto	Ejemplo de horario presupuesto
Centro - 42 sur - Cielo alto	30	15	15	11:15 - 11:30
Centro - 60 Sur	30	20	20	11:20 - 11:40
Mérida - UMAN	30	25	25	11:25 - 11:50
Centro - Cholul	30	30	30	11:30 - 12:00
Centro - Kanasin	30	20	20	11:20 - 11:40
Centro - Lindavista - Plaza Dorada - H. Juárez	30	25	25	11:25 - 11:50

Fuente: IMDUT, 2022

Beneficios: Aumento de la comprensión sobre los horarios del servicio.

- ▶ **Programaciones diferenciadas:** Contar con dos grupos de programaciones diferenciadas basadas en la demanda esperada: una para las jornadas nocturnas entre semana (domingo a miércoles) y otra para el fin de semana (jueves a sábado) para contar con un servicio balanceado entre oferta y demanda.

De acuerdo con los datos analizados, se encontró que las jornadas nocturnas de los viernes y sábados son las de mayor demanda, por lo tanto, son las que requieren los intervalos menores y mayores frecuencias. En tanto, las jornadas de los miércoles tuvieron un 26.2% menos de personas usuarias. Bajo el supuesto que la demanda de las jornadas de los domingos, lunes, martes sea similar o menor a la de los miércoles, se propone contar con programaciones diferenciadas:

- ▶ Domingo a miércoles: Operación del servicio a niveles mínimos, por ejemplo: intervalo idéntico para todas las rutas a 30 minutos / vehículo ante una demanda reducida con menos flota.
- ▶ Jueves a sábado: Intervalo por diseño (en fracciones de 5 minutos) de acuerdo a la demanda estimada.

Por otro lado, considerar realizar un mapeo de eventos nocturnos de relevancia a fin de registrarlos en un calendario y prevenir la demanda inducida por dichos eventos, o bien establecer servicios de transporte provisionales. La implementación de políticas relacionadas con el nivel de servicio representa un beneficio económico entre la eficiencia y la funcionalidad del sistema.

Tabla 8: Programación diferenciada Rutas Nocturnas

Ruta	Intervalo Domingo a Miércoles	Intervalo Jueves a Sábado
Centro - 42 sur - Cielo alto	30	15
Centro - 60 Sur	30	20
Mérida - UMAN	30	25
Centro - Cholul	30	30
Centro - Kanasin	30	20
Centro - Lindavista - Plaza Dorada - H. Juárez	30	25

Beneficios:

- ▶ Prestación del servicio en jornadas de menor demanda con oferta racionalizada para menores costos de operación
- ▶ Atracción de personas usuarias que actualmente utilizan otros servicios de transporte nocturno (taxis, servicios por aplicación)

Funcionamiento del mejoramiento de paradas e identificación de vehículos

- › Mejora de parabuses en puntos de interés: Mantener el sistema mixto de paraderos equipando y mejorando el equipamiento existente, infraestructura, medios de información y elementos de seguridad de los parabuses ubicados en los puntos de interés.

Las paradas diurnas existentes localizadas a lo largo del recorrido de los puntos de interés, son equipamientos que pueden ser utilizados para reforzar la existencia y la experiencia de las personas usuarias de las rutas nocturnas a través de la mejora de las condiciones del equipamiento, medios de información y elementos de seguridad. Así, estos paraderos pueden ser paradas fijas (no obligadas) en donde se pueda colocar información sobre las rutas nocturnas, tales como tablas horarias, mapas de los recorridos y códigos QR vinculados a la aplicación o página web del sistema Va-y-Ven, así como contar con iluminación propia, botones de pánico, asientos y cubiertas. Un ejemplo de esto corresponde a las características de las paradas del circuito Periférico equipadas con estos elementos.

Figura aa.: Paradero de la ruta Periférico



Fuente: Elaboración propia a partir de fotografía de La Verdad Noticias, 2021

Beneficios

- › Aumento de los medios de información y reconocimiento de la existencia del servicio nocturno
- › Acción de bajo costo de inversión debido a que la infraestructura es existente
- › Posibilidad de migrar a un esquema de paradas fijas preestablecidas conforme aumente la demanda del sistema

- › Información en paradas existentes: Colocar tableros informativos estandarizados acerca de la existencia del servicio de rutas nocturnas en las paradas existentes.

Durante la visita a campo se observaron numerosas paradas diurnas equipadas solamente con señalización vertical baja que pueden ser utilizadas para informar a la sociedad sobre la existencia del servicio de transporte público nocturno. Colocar un tablero alusivo a las rutas nocturnas permitirá facilitar a la persona usuaria la consulta de horarios y rutas que transitan por esas paradas. Este tablero puede estar equipado con un código QR que permita vincularse con la aplicación Va-y-Ven para mostrar información en tiempo real del servicio.

Beneficios

- › Aumento de los medios de información y reconocimiento de la existencia del servicio nocturno
- › Acción de bajo costo de inversión debido a que la infraestructura es existente
- › Posibilidad de migrar a un esquema de paradas fijas preestablecidas conforme aumente la demanda del sistema

- › Paneles iluminados: Colocar un panel o rótulo estandarizado en el frente y parte trasera de los vehículos que indique que está al servicio de rutas nocturnas para facilitar su identificación en zonas de baja iluminación.

Durante la visita a campo se identificó que sólo algunas de las unidades tipo van están rotuladas con imágenes alusivas al servicio nocturno. Sin embargo, el resto de los vehículos no cuentan con un diseño o cromática que facilite su identificación durante la noche. Adicionalmente, ninguno de los vehículos observados cuenta con elementos distintivos con iluminación propia que permita distinguirlos del resto de vehículos circulantes. La colocación de paneles iluminados, pantallas led o cualquier otro tipo de elemento con luz propia, mejorará la facilidad de identificar a los vehículos por parte de las personas usuarias.

Beneficios

- › Las personas usuarias podrán ver a distancia cuando el vehículo se aproxime
- › Se evitarán confusiones con otros vehículos ante las mismas condiciones nocturnas como baja iluminación y velocidad en la que transitan los vehículos

Aplicación Va-y-Ven

Optimizar la aplicación móvil Va-y-Ven con información actualizada constantemente que mejore la experiencia del usuario en la aplicación. Ésta contiene la información básica sobre el servicio nocturno en la que se pueden consultar los mapas de las rutas, días y horarios de servicio y tiempos de llegada estimados. Sin embargo, de acuerdo con lo observado para acceder a la información de las rutas radiales, el proceso es poco intuitivo y puede generar confusiones. En el grupo de enfoque se escucharon estos comentarios: "La primera semana funcionaba, después ya no funciona, la de Va-y-Ven sí funciona; en las rutas nocturnas, no te aparece por donde va la unidad", "En mi caso bajé la app y no me deja abrirla, y le ha pasado a muchas personas, no veo nada, la abrimos y está en blanco, o cuando se actualiza". Por lo tanto, se enlistan las siguientes recomendaciones:

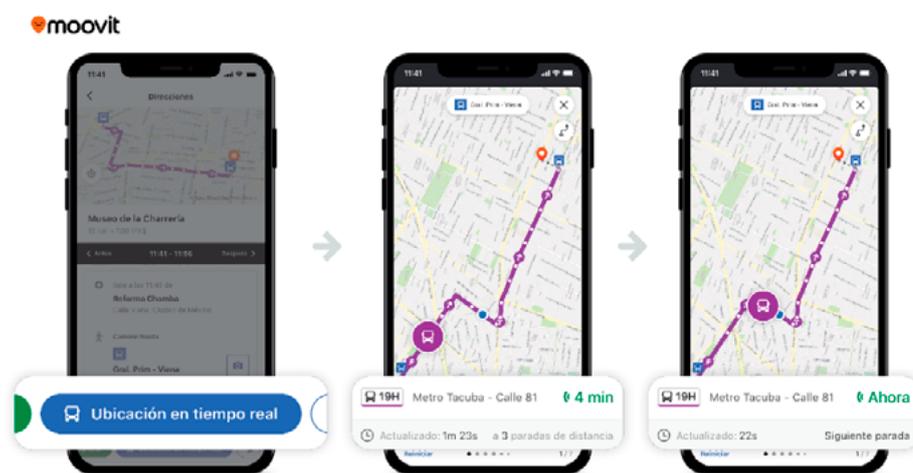
- › **Monitoreo en tiempo real: Garantizar el seguimiento (horarios estimados y ubicación del vehículo) en tiempo real del servicio en la aplicación Va-y-Ven.**

La aplicación existente tiene la capacidad de monitorear en tiempo real el seguimiento y ubicación de los vehículos del servicio diurno y nocturno. Durante el análisis del servicio se observó que no todas las rutas mostraban información en tiempo real, lo cual supone un desaprovechamiento de la capacidad instalada y limita el acceso a la información para planear los viajes por parte de las personas usuarias. Asimismo, las acciones necesarias por la persona usuaria para llegar al monitoreo en tiempo real son excesivas (más de 4 pasos) y con una experiencia de uso poco amigable e intuitiva. El uso de la aplicación para la visualización en tiempo real debería ser más simple.

Beneficios

- › Permite confirmar de manera visual en la aplicación que el vehículo se aproxima y la persona usuaria pueda acercarse y realizar la parada.
- › Tener la seguridad de cuándo llegará la unidad que está esperando a la parada señalada.
- › Recibir alertas del servicio cuando la unidad se está aproximando.

Figura bb.: Ejemplo del monitoreo en tiempo real de otras aplicaciones en otras ciudades



Fuente: Moovit, 2022.

- › Formato de horarios: Mostrar en formato horario el tiempo estimado / programado de expediciones y llegadas de los vehículos en la aplicación Va-y-Ven.

La aplicación Va-y-Ven muestra los tiempos estimados de llegada o paso de los siguientes vehículos. El formato actual es mostrado en minutos o tiempo adicional. Este formato resulta fácil de entender en unidades cortas de tiempo, sin embargo, resulta complejo en unidades de tiempo mayores, por lo que se sugiere mostrar la hora exacta de llegada / salida programada o estimada para facilitar su comprensión

Tabla 9: Ejemplo de horarios de llegada de Rutas Nocturnas

Situación actual Próximos autobuses por pasar	Recomendación Próximos autobuses por pasar
2 min	12:02 horas
19 min	12:19 horas
36 min	12:36 horas
53 min	12:53 horas
1 h 10 min	01:10 horas

Fuente: IMDUT, 2022.

Beneficios

- › Las personas usuarias pueden planear su viaje con horarios definidos
- › Se mantienen los horarios en un formato racionalizado y legible
- › Recibir alertas en cambios en la ruta por eventos atípicos o cambios en la ruta

Como conclusión, si bien es evidente que los beneficios de la introducción de las rutas nocturnas al sistema de transporte de Mérida son muy positivos, las recomendaciones aquí planteadas buscan potenciar estos beneficios para la ciudadanía. Se trata de pequeñas modificaciones de fácil implementación pero significativas a la hora de impactar a las personas usuarias.

Recomendaciones de política pública

A lo largo del documento se puede observar la intención política de modernizar el transporte concesionado para así poder mejorar la calidad de servicio, reducir los tiempos de viaje, eficientizar los costos del sistema, brindar mayor capacidad de planeación de viaje a la persona usuaria, y mejorar la seguridad vial. Se puede concluir que el TC en Mérida ha logrado una modernización parcial, llevando la gestión de flota a un sistema organizado y el pago electrónico a ciertas rutas de la ciudad. Sin embargo, este trabajo considera que existieron y existen oportunidades de mejora en cuanto a la implementación de esta política pública (adicionales a las expuestas en el piloto de Rutas Nocturnas). A continuación, se detallan los hallazgos y recomendaciones en términos de planificación, operación y comunicación.

Planificación

Se considera fundamental que exista **una planificación con metas y tiempos claros** sobre la DTC. Su inexistencia ha demostrado que dificulta la toma de decisiones del alcance del proyecto. Se puede observar que, si bien se han realizado grandes avances, las evoluciones deseadas no están en un documento de planeación integral en el que se pueda realizar una priorización en un contexto donde la implementación de las soluciones deberá crecer exponencialmente (al unificar el sistema en todas las rutas). Asimismo, existen ciertos elementos que deberían estar presentes mandatoriamente en el plan (Tun et al., 2020):

- ▶ **Inclusión social:** Según datos del IMDUT, existe un 25% de la población que no maneja medios de comunicación y pago digitales por la misma idiosincrasia y por estatus económico. Es necesario establecer estrategias específicas de inclusión, y evaluarlas a través del nivel de penetración de la credencialización.
- ▶ **Perspectiva de género:** A lo largo del trabajo no se ven reflejadas iniciativas concretas de género. Si bien el gobierno ha manifestado durante la documentación del proceso poder generar estadística por género, tanto en las personas pasajeras como en las personas conductoras, y se ha mencionado poder involucrar a otras áreas de gobierno como la Secretaría de las Mujeres, no se han visto materializados estos puntos. Además de establecer un diagnóstico e indicadores sociales por género, la administración tiene la capacidad para liderar con el ejemplo. Frente a la incorporación de los circuitos al SIMMAS es necesario que existan políticas adicionales que incentiven la participación de las mujeres en el sector. Sería oportuno que en las nuevas concesiones existieran incentivos fiscales hacia la incorporación de mujeres conductoras. Hoy en día, por ejemplo, en rutas nuevas como la Periférico Va-y-Ven la participación femenina es 0%.
- ▶ **Precisión económica-financiera:** Internamente resulta importante poder tener claridad en cuáles han sido los costos de la digitalización para poder evidenciar el retorno sobre la inversión. Al momento de realizar este trabajo se solicitaron los datos; sin embargo, éstos no estaban sistematizados dentro de un mismo rubro o proyecto para la revisión y la toma de decisiones. Poder establecer una estructura de costos clara en la planificación (como la propuesta en el **Anexo 2**) facilita la ejecución y toma de decisiones posteriores.
- ▶ **Visión a mediano y largo plazos:** De acuerdo al modelo, no existen mecanismos de garantizar la inversión del sector privado en tecnología constante. La planificación debería considerar este punto articulando a través de, por ejemplo, las nuevas concesiones que se ejecutarán este año. Asimismo, resulta importante considerar a la electrificación como parte de la planificación de inversión y de la renovación de flota de autobuses concesionados, más allá del proyecto del IE-Tram. A nivel nacional, en las grandes ciudades donde se ha alcanzado un mayor nivel de profesionalización, se observa la electrificación de flota de autobuses y de taxis específicamente (ONU Medio Ambiente, 2020). Mérida es una ciudad que está alcanzando estos niveles de profesionalización, con los que puede avanzar en estos objetivos.

Operación

El capítulo de impactos demuestra los beneficios que el proceso de la DTC ha tenido en todo Mérida. Sin embargo, algunos cambios específicos resultan primordiales para capitalizar los efectos positivos en su mayor potencial.

► **Armonización de los modelos de compensación salarial entre empresas transportistas:** La digitalización es un medio para la formalización laboral del sector. A través del pago por kilómetro, los incentivos hacia las empresas han disminuido la competencia desleal; sin embargo, estos incentivos no se ven trasladados a las personas conductoras, que en algunos casos aún siguen condicionando la operación (salteando paradas para llegar a tiempo, por ejemplo). Esto es debido a que los incentivos de pagos salariales de las empresas que no forman parte de Va-y-Ven, no están alineados con las nuevas reglas de operación, generando incumplimientos en la programación y provocando potenciales aumentos en los tiempos de traslado y de espera. Este trabajo considera fundamental armonizar los modelos de compensación salarial de las distintas empresas transportistas, que hoy son dispares, a través de la formalización de las nuevas concesiones y el traspaso de rutas al SIMMAS. Con las concesiones se puede regularizar laboralmente al sector, permitiendo aún mayor transparencia, mejores patrones de conducción, disminución del bus bunching, y cumplimiento de la oferta, entre otros. Adicionalmente, las personas conductoras han manifestado que, en la actualidad, la asignación de objetivos está elaborada con base en una planificación de tiempos y frecuencias desactualizada en relación con la fisonomía de la ciudad (por ejemplo, con nuevos cruces semafóricos); es importante en las nuevas concesiones considerar una nueva planificación operativa acorde.

► **Establecer indicadores ambientales:** Este trabajo considera altamente necesario evolucionar los indicadores en términos ambientales, para así poder medir con precisión los beneficios ambientales que este proceso trae a la sociedad. Principalmente, poder tener un claro factor de emisión acorde a la realidad de Mérida, sin necesidad de recurrir a la información de otras ciudades mexicanas, es primordial para el cumplimiento de este objetivo. Se podría medir el consumo de combustible por kilómetro o la medición de revoluciones del motor mediante el puerto OBD de las unidades, emulando a empresas como GEOTAB.

► **Otros indicadores:** A continuación, se detallan otros indicadores o informaciones que fueron mencionadas por el IMDUT en el proceso de documentación como necesarios para posibles mejoras en el sistema, sin embargo en la actualidad no se tiene un plan de acción para su implementación:

- Accesibilidad: evolucionar los niveles de medición de indicadores origen-destino en toda la ciudad, gracias a los puntos de parada ya establecidos.
- Indicadores sociales: trabajar más precisamente en cuánta gente de diferentes estratos sociales se está subiendo a la red de transporte. Actualmente sólo se puede asumir por las zonas de la ciudad clasificadas.

Comunicación

En términos de comunicación, a lo largo de la instancia de evaluaciones cualitativas se puede observar cómo ciertas políticas aún no han penetrado la sociedad (como la tarifa dinámica que poseía total desconocimiento en el grupo de enfoque). En ese sentido, se recomienda en este año de reconversión de rutas, capitalizar cada instancia de inauguración consolidando los principales cambios y beneficios del sistema. Adicionalmente, es importante capitalizar recursos existentes como el mobiliario urbano o la app como medios de comunicación, a través de cartelería y notificaciones push. Por último, en términos de experiencia del usuario, la aplicación Va-y-Ven requiere de diversas mejoras para que la persona usuaria pueda experimentarla en su máximo potencial y la prefiera a desarrollos privados. Estas recomendaciones específicas de experiencia del usuario a través de la app están detalladas en la sección del piloto de Rutas Nocturnas.

Conclusiones

El presente documento busca demostrar los beneficios del proceso de digitalización que se ha llevado a cabo en la ciudad de Mérida, convirtiéndose en un caso de estudio para otras ciudades del país y la región.

La documentación arroja que se trata de un proceso que ha durado 3 años, y fue realizado en 3 etapas diferentes: preparación, adaptación y evolución. Este proceso aún no se encuentra concluido. Actualmente, el TC en Mérida se gestiona con un sistema híbrido de operación, un sistema híbrido de medios de pago, pero con un único sistema de compensación. El gobierno estatal, principal líder de la transformación digital, espera concluir el proyecto en 2023, mediante la unificación de los 2 sistemas operativos en uno único de tiempo real, y los 2 sistemas de pago en uno único de pago electrónico. Se puede concluir que el Estado de Yucatán ha logrado una modernización parcial del TC, logrando llevar en conjunto la gestión de flota a un sistema organizado. Esto entonces plantea un proceso **exitoso como caso de estudio y guía de replicación para otras ciudades del país y de la región**.

Tanto las empresas operadoras, como la empresa de gestión de flota y gestión del sistema de recaudo, como el gobierno, catalogan al **proceso como positivo**. Los principales factores de éxito se pueden observar a lo largo del documento. El primero es que no fue necesario un cambio normativo para empezar a modernizar el sistema; bastó con la acción del poder ejecutivo en entender los incentivos del sistema, y modificarlos para posibilitar la digitalización. El cambio de incentivos radicó en pasar de un modelo tradicional, donde el riesgo de demanda recae económicamente sobre el concesionario, a un modelo de pago por kilómetro. Este cambio impactó y continúa impactando directamente en la situación económica de endeudamiento del sector, beneficiándolo. Todo el proceso fue apoyado por una constante comunicación entre el gobierno y las empresas transportistas, que coordinadamente pasaron etapas de instalación de dispositivos y de ajustes al sistema, logrando finalmente integrarse. Adicionalmente, que la instalación de los dispositivos haya sido subsidiada por el estado fue clave para la colaboración.

Otro factor que facilitó la aceptación del modelo de pago por kilómetro, y así la digitalización del sistema, fue que toda la conversión se transparentó mediante la presentación de un proyecto de ley, que eventualmente sí lograría institucionalizar parcialmente el cambio casi 3 años después de su inicio. Para completar la institucionalización es necesaria la actualización de las concesiones, para que se ajusten al nuevo modelo. Sin embargo, se conoce que la voluntad de cambio tecnológico era inminente, ya que estaba hace años en la dinámica gubernamental y social; aprovechar socialmente ese bagaje cultural fue importante. Por último, cabe destacar la habilidad comercial y técnica de la empresa Alestra-Embsoft, capaz de comprender el contexto del transporte concesionado en Mérida y sistematizarlo en estándares internacionales.

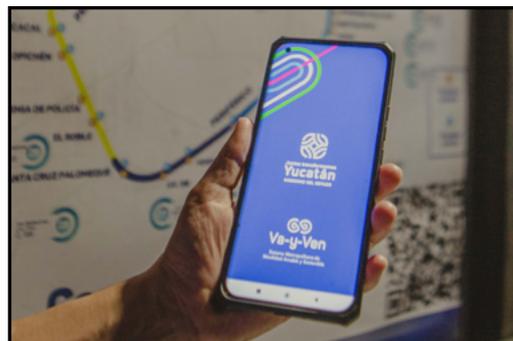
Revisando los **impactos principales** que suelen tener los procesos de DTC, en este caso se ven resultados positivos en materia legislativa, económica, ambiental y social. El legado en legislación y datos ha sido fundamental. Ni la evaluación realizada, ni la aplicación a fondos del PROTRAM para evolucionar el sistema a uno eléctrico podría haberse llevado a cabo sin los datos generados gracias a la existencia del nuevo sistema de gestión de flota. Adicionalmente, se pudo evaluar cualitativamente que la calidad de servicio de Mérida fue mejorada, al menos, mediante la programación de rutas por el gobierno, el seguimiento y monitoreo de la operación, la generación de rutas nuevas como la Periférico o las rutas nocturnas con la previsibilidad de la app Va-y-Ven.

Por otro lado, mediante la evaluación realizada no se han encontrado modificaciones en los tiempos de espera del sistema, pero sí en los tiempos de viaje, que se perciben como más cortos desde la digitalización. El incremento del IPK en un 9% no sólo induce que los costos del sistema se han reducido, sino que esta eficiencia ha provocado una reducción en las emisiones del sistema. Por último, pero no por eso menos importante, existe un beneficio adicional en términos económicos para las personas pasajeras que este trabajo identifica. Se trata de la reducción del costo de traslado en promedio de un 80% para quienes no deben pagar un transporte privado nocturno debido a la incorporación de las rutas nocturnas, la incorporación de la tarifa dinámica de transbordo, o aquellas personas usuarias que no deben transbordar en el centro histórico debido a la incorporación de la ruta Periférico. Más allá de estos beneficios económicos positivos, se desconoce el efecto que un aumento de tarifa podría tener en las personas si todas las rutas que se modernicen en flota y medio de pago siguieran esta premisa, como ha sido el caso del Circuito Metropolitano.

En cuanto a los **pilotos específicos** de este trabajo, la mejora en materia de seguridad vial mediante la evolución de patrones de conducción está pendiente de estudio, ya que la implementación del sistema de alertas de manejo aún se encuentra en proceso de realización. En cuanto a las rutas nocturnas, como se ha visto en el capítulo de impactos de la DTC, los beneficios en materia de accesibilidad y costos para la persona usuaria son muy positivos. Sin embargo, con un análisis detallado se pudieron identificar los patrones de movilidad, para generar propuestas específicas que mejoren la inclusión social del sistema

nocturno. Las recomendaciones explicitadas en este documento atienden al aumento de la cobertura, mejoras en la programación, mejoramiento de paradas e identificación de la flota nocturna, y la evolución de la experiencia del usuario en la aplicación Va-y-Ven.

Para concluir, más allá de que la implementación ha sido catalogada como exitosa, este trabajo arroja ciertos aprendizajes y **recomendaciones**. Primero y principal, la inexistencia de un plan específico de digitalización del transporte concesionado dificulta la toma de decisiones del alcance del proyecto. Se puede observar que si bien se realizaron grandes avances, no existe un documento específico con las evoluciones deseadas, sus fechas estimadas ni el detalle necesario para realizar una priorización en un contexto en que la implementación de las soluciones deberá crecer exponencialmente (al unificar el sistema en todas las rutas). Adicionalmente, se observa que los análisis de la alfabetización digital y bancarización de la sociedad de Mérida no han liderado la conversión del estado. Este trabajo considera que la planificación debe contener mandatoriamente elementos esenciales como la inclusión social, la perspectiva de género, la previsión económica-financiera y la visión a mediano y largo plazos. En segundo lugar y a nivel operativo, se considera altamente necesario armonizar los modelos de compensación salarial entre empresas transportistas a través de las nuevas concesiones, para así, por ejemplo, evitar que las personas conductoras se salten paradas para cumplir tiempos, trasladando así todos los beneficios sociales de la digitalización a las personas usuarias. Asimismo, es importante evolucionar los indicadores en términos ambientales y tener un factor claro de emisión, para así potenciar los beneficios de la digitalización en su totalidad. Por último, en materia de comunicación se ha observado cómo ciertas políticas positivas, como la tarifa dinámica de transbordo, no han penetrado a la sociedad aún. En este sentido, se recomienda en este año de reconversión de rutas, capitalizar cada instancia de inauguración consolidando comunicar adicionalmente los principales cambios y beneficios del sistema



Anexos

Anexo 1: Tarifas del sistema de transporte concesionado en Mérida

	Rutas del Interior con subsidio ²²	Rutas Periférico y Metropolitano	Rutas Nocturnas	Rutas Aeropuerto
Medio de pago	Efectivo	Electrónico, tarjeta Va-y-Ven	Electrónico, tarjeta Va-y-Ven	Electrónico, tarjeta Va-y-Ven
Tarifa de transbordo	No	Sí	Sí	Sí
Tarifa				
Personas adultas	\$7.50	\$12.00	\$15.00	\$45.00
Personas adultas mayores	\$2.50	\$5.00	\$5.00	\$12.00
Personas estudiantes	\$2.50	\$5.00	\$5.00	\$12.00
Personas con discapacidad	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Personas menores de 6	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00

Anexo 2: Estructura de costos de la digitalización

	CAPEX (inversión)	OPEX (gasto corriente)
Hardware		
Dispositivos de telemetría GPS/AVL/DPU	x	
Dispositivos de aforo inteligente	x	
Dispositivos lector de tarjetas y QR inteligente	x	
Consolar alertas	x	
Mantenimiento hardware		x
Software integral para el Transporte Público		
Desarrollo inicial	x	
Mejoras (hs de desarrollo)	x	
Mantenimiento		x
App		
Desarrollo inicial	x	
Mejoras (hs de desarrollo)	x	
Mantenimiento		x
Sistema de recaudo		
Desarrollo inicial	x	
Mejoras (hs de desarrollo)	x	
Mantenimiento		x
Tarjetas electrónicas tradicionales		x
Credencialización		
Tarjetas electrónicas para credencialización	x	
Software credencialización	x	
Mantenimiento software credencialización		x
Servicio de credencialización (RRHH)		x
Recarga		
Cajeros de recarga	x	
Mantenimiento software cajeros de recarga		x
Comisiones por recarga en la red		x
Almacenamiento de datos		
Servidor	x	
Mantenimiento y seguridad del servidor		x
Centro de monitoreo		
Espacio físico		x
Hardware	x	
Operadores (RRHH)		x
Mantenimiento		x
Formalización y desarrollo de capacidades		
Capacitaciones transportistas y personal		x
Compensaciones extraordinaria para abandonar la informalidad		x
Nueva infraestructura		
Semafórica (por ejemplo)	x	
Mantenimiento		x
Buses (dato variable para el cálculo del ROI, a decisión de la administración)		
Unidades nuevas	x	
Mantenimiento unidades		x
Concesión/compensación por km		x

Anexo 3: Riesgos y mitigaciones de las recomendaciones para el sistema de rutas nocturnas

Categoría	Recomendación	Riesgos/efectos	Medidas de mitigación
Aumento de la cobertura	Modificar y ampliar el derrotero para cubrir zonas que actualmente no tienen cobertura de transporte nocturno o cuya cobertura sea mayor a 10 minutos caminando, esto en las áreas de mayor densidad y con población en mayores índices de marginación.	Rutas menos directas por desviaciones al recorrido para dar cobertura a zonas con potenciales usuarios.	Mantener los recorridos legibles con la menor cantidad de giros posibles en las zonas de nueva cobertura para hacerlos lo más directo posible.
		Reducción de los índices de ocupación y pasajero/kilómetro ante el aumento de la distancia recorrida y los bajos niveles de demanda, es decir, transitar kilómetros sin nuevos usuarios.	Optimizar la programación operativa para impactar en menor medida los tiempos de espera y viaje de las personas usuarias.
		Aumento de costos de operación por aumento del kilometraje	Optimizar la programación para reducir la cantidad de kilómetros recorridos en los días de menor demanda.
Mejoras en la programación	Intervalos y horarios fáciles: Establecer los intervalos de paso (vehículo / minuto) en fracciones de 5 minutos para facilitar la comprensión de las personas usuarias respecto a los horarios de paso. Programaciones diferenciadas: Contar con dos grupos de programaciones diferenciadas basadas en la demanda esperada: una para las jornadas nocturnas entre semana (domingo a miércoles) y otra para el fin de semana (jueves a sábado) para contar con un servicio balanceado entre oferta y demanda.	Aumento del tiempo de espera de las personas (+3 min máx.) Probable percepción de reducción del nivel de servicio en personas usuarias frecuentes.	Garantizar el cumplimiento de horarios. Colocar los horarios en los medios de información disponibles: físicos y digitales.
		Desconocimiento por parte de la población sobre la expansión de los días de servicio. Confusión sobre horarios.	Campañas informativas para difundir esta nueva política. Publicación de horarios en medios informativos: físicos y digitales.
Funcionamiento del mejoramiento de paradas e identificación de vehículos	Mejora de parabuses en puntos de interés: Mantener el sistema mixto de paraderos equipando y mejorando el equipamiento existente, infraestructura, medios de información y elementos de seguridad de los parabuses ubicados en los puntos de interés. Paneles iluminados: Colocar un panel o rótulo estandarizado en el frente y parte trasera de los vehículos que indique está al servicio de rutas nocturnas para facilitar su identificación en zonas de baja iluminación.	Algunos de los postes de la señalización están completamente ocupados por otro tipo de señales. Es posible que se genere confusión sobre la existencia de los servicios ante un diseño poco legible.	Evaluar el retiro de señales obsoletas, desactualizadas o en mal estado para ser sustituidas por nuevos tableros. Diseñar los tableros de forma legible y consistente con la imagen de los sistemas existentes (diurnos y nocturnos).
		La inversión inicial puede llegar a ser costosa. La adaptación de los vehículos con los rótulos del servicio nocturno puede ser aprovechada para el servicio diurno.	Una vez instalados se debe de tener un mantenimiento constante para evitar averías. Capacitar a los conductores para el cambio de la información en los rótulos de las unidades.
Aplicación Va-y-Ven	Monitoreo en tiempo real: Garantizar el seguimiento (horarios estimados y ubicación del vehículo) en tiempo real del servicio en la aplicación Va-y-Ven. Formato de horarios: Mostrar en formato horario el tiempo estimado / programado de expediciones y llegadas de los vehículos en la aplicación Va-y-Ven.	Diferencias entre los tiempos reales vs los programados. Retrasos en las horas programadas de llegada por parte de las unidades. Incumplimiento de horarios.	Verificar el cumplimiento de la operación programada. Adecuar la programación operativa para que las unidades terminen a tiempo su vuelta y evitar retrasos.
			Cumplir con las horas de salida del patio de vehículos.

Glosario

AVL	<i>Automatic Vehicle Location</i> . Localización Automática de Vehículos, por sus siglas en inglés.
Bus bunching	Se refiere a un grupo de dos o más vehículos de tránsito, que recorren la misma ruta, que estaban programados para estar espaciados uniformemente, pero en cambio circulan en el mismo lugar al mismo tiempo.
Derrotero	Senda o camino lineal que usa la unidad de transporte para cumplir con una ruta. Una ruta puede tener distintos derroteros, esto significa que existen pequeñas variaciones en las calles que son tomadas por la unidad.
DTC	Digitalización del transporte concesionado.
GTFS	<i>General Transit Feed Specification</i> . Es un estándar de datos que permite a las agencias de transporte publicar sus datos de tránsito en un formato que puede ser consumido por una amplia variedad de aplicaciones de software.
Hombre-camiión	Término popular que reconoce a aquellas personas o empresas que tienen entre 1 y 5 camiones en su flota.
Troncal	Un troncal es lo que comúnmente se llama a una ruta muy importante, con alta ocupación. También puede ser llamada Circuito (por ejemplo, Circuito Periférico, Circuito Metropolitano, etc). Sin embargo, no es una definición por sistema. En el sistema sólo existen rutas, y las rutas pueden tener uno o más derroteros.

Bibliografía

Ayuntamiento de Mérida. (2019). *Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable*. IMPLAN. http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/docs/PIMUS_2040.pdf.

Ayuntamiento de Mérida. (2017). *Programa municipal de desarrollo urbano de Mérida*. <http://isla.merida.gob.mx/serviciosinternet/ordenamientoterritorial/paginas/pmdu.php>

Cárdenas, I. (25 de septiembre de 2021). Negocia el Gobierno subsidio moderno a transporte público de Mérida. *Novedades Yucatán*. <https://sipse.com/novedades-yucatan/planean-cambiar-modelo-de-subsidio-a-camiones-de-merida-para-mejorar-el-servicio-409234.html>

CONEVAL, 2021. Índices de marginación 2020. Disponible en: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>. Consultado en enero 2023

CRTM, 2022. Red de autobuses nocturnos de Madrid. Disponible en: https://www.crtm.es/media/148589/serie_7a_nocturnosmadrid_portada_es.pdf

Decreto 198 de 1999 [con fuerza de ley]. Ley de Transporte del Estado de Yucatán. 15 de mayo de 1999. *Diario Oficial del Estado de Yucatán*.

Decreto 380 de 2011 [con fuerza de ley]. Ley de Tránsito y Vialidad del Estado de Yucatán. 22 de febrero de 2011. *Diario Oficial del Estado de Yucatán*.

Decreto 441 de 2021. Presupuesto de Egresos del Gobierno del Estado de Yucatán para el Ejercicio Fiscal 2022. 30 de diciembre de 2021. *Diario Oficial del Estado de Yucatán*.

Decreto 555 de 2022 [con fuerza de ley]. Ley de Movilidad y Seguridad Vial del Estado de Yucatán. 12 de Septiembre de 2022. *Diario Oficial del Estado de Yucatán*.

Estado de Yucatán. (2019). *Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán*. COUPLEDEY. <https://seplan.yucatan.gob.mx/planestatal/texto/PED-2018-2024-YUC.pdf>.

Estado de Yucatán. (30 de septiembre de 2022). Acuerdo 0822. *Por el que se emiten las reglas de operación del programa de subsidios o ayudas denominado apoyo para la adquisición de unidades destinadas al servicio de transporte de pasajeros público, en la modalidad de autobús*. *Diario de Yucatán* 34891. https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2022/2022-09-30_2.pdf

Estado de Yucatán. (20 de octubre de 2022). *Apoyo al Gasto Familiar en el Transporte Público*. Yucatán. https://www.yucatan.gob.mx/ciudadano/ver_programa.php?id=27

Estado de Yucatán. (20 de octubre de 2022). *Programa de Modernización del Sistema de Transporte Público*. Yucatán. https://www.yucatan.gob.mx/gobierno/ver_dependencia.php?id=61

Gobierno de México. (30 de marzo de 2023). *Tren Maya*. Yucatán. <https://www.gob.mx/trenmaya>

González, E. (15 de septiembre de 2015). Para el próximo año será la siguiente etapa del SITUR. *Revista Transportes y Turismo*. <https://www.tyt.com.mx/nota/para-el-proximo-ano-sera-la-siguiente-etapa-del-situr>

Hau, RD. (21 de enero de 2021). Pago del transporte público en Mérida será con tarjeta en las 250 rutas: IMDUT . *Poresto!* <https://www.poresto.net/yucatan/2022/5/6/pago-del-transporte-publico-en-merida-sera-con-tarjeta-en-las-250-rutas-imdut-333357.html>

Hernández, N. (9 de agosto de 2022). Yucatán aprueba Ley de Movilidad en medio de alertas y desacuerdos. *Revista Transportes y Turismo*. <https://www.tyt.com.mx/nota/yucatan-aprueba-ley-de-movilidad-en-medio-de-alertas-y-desacuerdos>

INEGI, 2021. Censo de población y vivienda 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/?ps=microdatos#Tabulados>. Consultado enero en 2023

Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT). (20 de octubre de 2022). *Funciones*. Yucatán. https://www.yucatan.gob.mx/gobierno/ver_dependencia.php?id=61

Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial (IMDUT). (2022). [Datos en bruto sin publicar encuesta de calidad y servicio sobre el sistema de transporte y rutas nocturnas, julio y octubre 2022; datos en bruto sin publicar del sistema operativo concesionarios 2019 y 2020; datos en bruto sin publicar sistema operativo 2021 y 2022.].IMDUT.

La verdad Noticias, 2021. Conoce los tres tipos de paraderos del Va-y-Ven; descartan desigualdad (Parabús). Disponible en: <https://laverdadnoticias.com/yucatan/Conoce-los-tres-tipos-de-paraderos-del-Va-y-Ven-descartan-desigualdad-20211126-0148.html>

LGMSV. Ley General de Movilidad y Seguridad Vial. *Diario Oficial de la Federación*. México. 17 de mayo de 2022. Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMSV.pdf>

Milán Cabrera, D . (16 de julio de 2019). Transporte Rebasado. *Diario de Yucatán*. <https://www.yucatan.com.mx/editorial/2019/7/16/transporte-rebasado-125816.html>

MIVB, 2023. Real-Time & Timetables. Disponible en: https://www.stib-mivb.be/horaires-dienstregeling2.html?l=en&_line=N09&_directioncode=F

Moovit, 2022. Nueva función de Moovit muestra la ubicación en vivo del autobús en el mapa. Disponible en: <https://moovit.com/es/press-releases/moovit-muestra-la-ubicacion-en-vivo-del-autobus-en-el-mapa/>

ONU Medio Ambiente. (2020). La ciudad de México se sube al metrobús eléctrico. Move. <https://movelatam.org/la-ciudad-de-mexico-se-sube-al-metrobus-electrico/>

Redacción La-Lista. (30 de noviembre de 2021). Ruta 'Va-y-Ven' del periférico de Mérida: estaciones, costo y horarios. *La-Lista*. <https://la-lista.com/mexico/2021/11/30/ruta-va-y-ven-del-periferico-de-merida-estaciones-costo-y-horarios>

Redacción NotiRASA . (16 de abril de 2014). Los permisionarios del transporte público obligados a aceptar la tarjeta Citur. NotiRASA. <https://notirasa.com/noticia/los-permisionarios-del-transporte-publico-obligados-a-aceptar-la-tarjeta-citur/14837>

Saldívar, B . (25 de Mayo de 2022). Precio de las gasolinas continúa aumentando a pesar de estímulos fiscales. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/economia/Precio-de-las-gasolinas-continua-aumentando-a-pegar-de-estimulos-fiscales-20220525-0002.html>

Sanguinetti, P. (Ed.). (2021). IDEAL 2021: *El impacto de la digitalización para reducir brechas y mejorar los servicios de infraestructura*. Banco de Desarrollo de América Latina. https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1762/IDEAL%202021_El%20impacto%20de%20la%20digitalizaci%C3%B3n%20para%20reducir%20brechas%20y%20mejorar%20los%20servicios%20de%20infraestructura.pdf?sequence=4&i-sAllowed=y

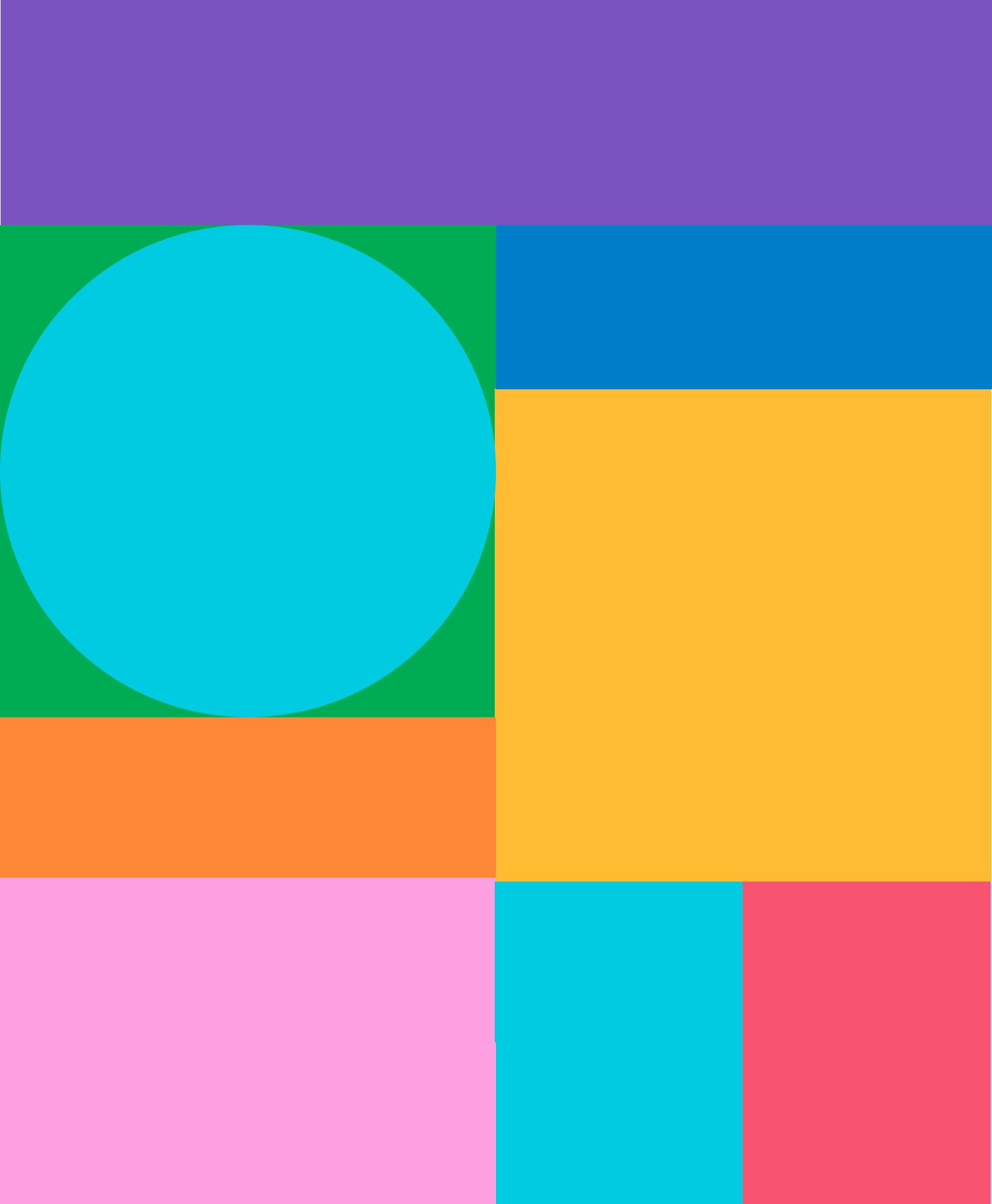
Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) de la Ciudad de México. (2021) Memoria de Cálculo del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 2018. Dirección General de Calidad del Aire, Dirección de Proyectos de Calidad del Aire. Ciudad de México. Noviembre, 2021.

Seoul Solution, 2017. Night Bus (called Owl Bus): Route Design Using Big Data. Disponible en: <https://seoulsolution.kr/en/content/night-bus-called-owl-bus-route-design-using-big-data>

Torales Herrera, B. (2020). Movilidad circular de residencia a trabajo como elemento de la habitabilidad urbana. Caso de estudio: Mérida, Yucatán. REPOSITORIO NACIONAL CONACYT.

Tun, T. H., Welle, B., Hidalgo, D., Albuquerque, C., Castellanos, S., Sclar, R., & Escalante, D. (2020, noviembre). *Informal and Semiformal Services in Latin America: An Overview of Public Transportation Reforms*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002831>

Vidales Ripoll, E. (18 de Junio de 2022). ¿Crisis en el «Va-y-Ven»? ... no hay disposición de tarjetas nuevas. *Mi punto de vista*. <https://www.mipuntodevista.com.mx/crisis-en-el-va-y-ven-no-hay-disposicion-de-tarjetas-nuevas/>



ideam*s

 **ITDP**

 **BID**

 **BID | LAB**